



## Gıda, Tarım ve Soğuk Zincir Lojistiği BİLDİRİLER KİTABI

Düzenleyen Kurumlar:



Destekleyen Kurumlar:



**ISBN 978 - 605 - 333 - 897 - 0**

**Çoğaltım:** Güneş CD  
Yavuz Sinan Mah. Unkapanı Cad. No: 3 Unkapanı/İST.  
0212 514 13 30

## **KONGRE KİTABI EDİTÖRLERİ**

Doç.Dr.Ömür TOSUN  
Yrd.Doç.Dr.Nuray YAPICI AKAR  
Yrd.Doç.Dr. Hande ERDOĞAN AKTAN  
Öğr.Gör.İsmail KARAYÜN

## **KONGRE BİLGİLERİ**

6.ULUSAL LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ KONGRESİ  
17-19 MAYIS 2017  
ANTALYA

## **DÜZENLEYENLER**

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
ANTALYA TİCARET VE SANAYİ ODASI  
LOJİSTİK DERNEĞİ (LODER)

## **KONGRE KURULLARI**

<b>KONGRE ONURSAL BAŞKANI</b>	
Prof.Dr.Mustafa ÜNAL	Akdeniz Üniversitesi Rektörü
<b>KONGRE ONUR KURULU</b>	
Davut ÇETİN	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı
<b>KONGRE DÜZENLEME KURULU</b>	
Öğr.Gör.İsmail KARAYÜN (Kongre Başkanı)	Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (Kongre Eş Başkanı)	LODER- MÜ Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü
Doç.Dr.Ömür TOSUN (Kongre Düzenleme Komitesi Başkanı)	Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü
Prof.Dr. Mustafa GÜLMEZ	Akdeniz Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN	LODER- GSÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü
Erol ERKAN	ATSO Yönetim Kurulu Üyesi
<b>KONGRE YEREL KURULU</b>	
Yrd.Doç.Dr. Hande ERDOĞAN AKTAN	Akdeniz Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Yrd.Doç.Dr. Nuray YAPICI AKAR	Akdeniz Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Öğr.Gör.Dr. Beyhan YILMAZ AKAY	Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü
Araş.Gör.İrmak DALDIR	Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü
Fatma Cansu MİŞHAL	Akdeniz Üniversitesi
Atiye TÜMENBATUR	Lojistik Derneği (LODER)
İlknur YARDIMCI	Lojistik Derneği (LODER)
<b>BİLİM KURULU</b>	
Prof. Dr. Adem DOĞAN	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Adil BAYKASOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Alptekin ERKOLLAR	Klagenfurt Üniversitesi
Prof. Dr. Aşkîner GÜNGÖR	Pamukkale Üniversitesi
Prof. Dr. Birdoğan BAKİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Bülent ÇATAY	Sabancı Üniversitesi
Prof. Dr. Elif KONGAR	Bridgeport Üniversitesi
Prof. Dr. Füsün ÜLENGİN	Sabancı Üniversitesi
Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN	Galatasaray Üniversitesi
Prof. Dr. Güler ALKAN	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Güner GÜRSOY	Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Haluk SOYUER	Ege Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim ÇİL	Sakarya Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut TEKİN	Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet KAYTAZ	Işık Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Şakir ERSOY	Beykoz Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ	Maltepe Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa GÜLMEZ	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Niyazi BERK	Bahçeşehir Üniversitesi
Prof. Dr. Okan TUNA	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan FEYZİOĞLU	Galatasaray Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer Baybars TEK	İzmir Yaşar Üniversitesi
Prof. Dr. Özalp VAYVAY	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Serpil EROL	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Seniye Ümit OKTAY FIRAT	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Tunçdan BALTACIOĞLU	İzmir Ekonomi Üniversitesi
Prof. Dr. Turan PAKSOY	Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. Umut TUZKAYA	Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Ali GÖRENER	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Doç. Dr. A. Zafer ACAR	Piri Reis Üniversitesi
Doç. Dr. Batuhan KOCAOĞLU	Piri Reis Üniversitesi
Doç. Dr. Emine KOBAN	Gaziantep Üniversitesi
Doç. Dr. Emrullah DEMİRCİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Erdal NEBOL	Yeditepe Üniversitesi
Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr. Gülfem TUZKAYA	Marmara Üniversitesi
Doç. Dr. İlker Murat AR	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Kazım SARI	Beykent Üniversitesi
Doç. Dr. Köksal HAZIR	Toros Üniversitesi
Doç. Dr. Murat BASKAK	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Murat KOCAMAZ	Ege Üniversitesi
Doç. Dr. Ömür TOSUN	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr. Ömür Yaşar SAATÇIOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Özkan BALI	Kara Harp Okulu
Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ	Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Serap İNCAZ	Nişantaşı Üniversitesi
Doç. Dr. Soner ESMER	Dokuz Eylül Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Arzum BÜYÜKKEKLİK	Niğde Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Atilla ÇİFTER	İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ayça GÜMÜŞAY	İstanbul Arel Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ayhan DEMİRCİ	Toros Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. A. Özgür KARAGÜLLE	İstanbul Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK	Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Bekir KÖSE	Uşak Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ender GÜRGEN	Mersin Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Fahriye UYSAL	Akdeniz Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Hande ERDOĞAN AKTAN	Akdeniz Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. İskender PEKER	Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAMYACI	Kocaeli Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tunay KÖKSAL	Toros Üniversitesi



## ÖNSÖZ

Dünya üzerindeki tüm ticari gelişme eksenleri dâhilinde lojistik ve tedarik zinciri yönetimi kavramlarının yeri göz ardı edilemeyecek derecede önemlidir. Ülkemizin gerek ulusal gerekse de uluslararası alandaki lojistik potansiyeli doğrultusunda, gerek özel sektör yatırımları, gerekse de akademik araştırmaların içeriği, lojistik ve tedarik zinciri kavramlarının önemini ortaya koymaktadır.

2012 yılından bu yana düzenlenmekte olan Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri'nin altıncısına ev sahipliği yapmanın gururunu yaşıyoruz. Ülkemizin tarımsal üretim potansiyeli içerisinde önemli noktasında bulunan Antalyamızda, bu kongrenin Gıda, Tarım ve Soğuk Zincir Lojistiği temasıyla düzenleniyor olmasının bu alanda faaliyet gösteren işletmeler, resmi kurum ve kuruluşlar ve bu alanda araştırmalar yapan akademisyenler için faydalı olacağı görüşündeyiz. Ayrıca kongre kapsamında ortaya konan akademik çalışmalar ve ülkemizin dört bir yanından katılım sağlayarak bizlerle değerli bilgi ve uygulamalarını paylaşacak olan özel sektör temsilcileri sayesinde, hem akademi hem de özel sektör temsilcileri arasında önemli bir bilgi alışverişi ortamı yaratılacağı için mutluyuz.

Antalya'daki bir çok lojistik ve tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bilimsel ve sektörel etkinliklere imza atan Akdeniz Üniversitesi olarak bu etkinlik bizim için ayrı bir önem arz etmektedir. Kongrenin düzenlenmesinde bizleri her zaman yüreklendiren ve desteğini eksik etmeyen Antalya Ticaret ve Sanayi Odası'na, Lojistik Derneği Yönetim Kurulu'na, Port Akdeniz Antalya Liman Başkanlığı'na ve Mars Lojistik Yönetim Kurulu'na şükranlarımızı sunarız.

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi alanında ülkemizde önde gelen akademisyen ve araştırmacılar ile alanda çalışan profesyonellerin hazırlamış olduğu ve hakem değerlendirme sürecinden sonra yayınlamaya değer görülen 46 adet bildirinin sunulacağı kongre, Antalya'daki ilk dört yıllık Uluslararası Ticaret ve Lojistik lisans ve aynı isimli Yüksek Lisans programını yürüten Akdeniz Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır.

Görev alan tüm kadroyu ve katılım sağlayan tüm katılımcıları yürekten tebrik ediyor ve 6. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinin bilim dünyasına, ilgili sektörlerle ve ekonomimize katkı sunmasını diliyorum.

**Prof.Dr.Mustafa ÜNAL**  
Akdeniz Üniversitesi Rektörü



## **SUNUŞ**

Artan dünya nüfusu ve buna paralel olarak artan ihtiyaçların karşılanması için çevreci, düşük maliyetli ve sürdürülebilir yenilikçi çözümlerin bulunması dünyanın üzerinde durduğu en önemli konulardan birisidir. Gerek coğrafik dağılım, gerekse de ihtiyaçların yoğunlaşma noktaları bu bölgelere yapılacak olan dağıtım ve depolama faaliyetlerinde önemli adımlar kat edilmesine neden olmuştur. Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi kavramlarının özellikle son dönemde daha derinlemesine incelenmesi, çeşitli ve yeni bilimsel yöntemlerle bu alanların zenginleştirilmesi ve teknolojiye uyum sağlamak açısından farklı ve sürdürülebilir elektronik sistemlerin ortaya çıkması ile dünya ticaretindeki ivme de önemli düzeyde artmıştır.

Ülkelerdeki nüfus artışının yarattığı en önemli taleplerden birisi de gıda ürünlerine yönelik taleplerdir. Gıda ürünlerinin hem üretim hem de buna bağlı olarak dağıtım faaliyetlerinin artması, gıda ürünlerine yönelik olarak lojistiğin temel fonksiyonları kabul edilen taşıma ve depolama uygulamalarının da daha yenilikçi ve çevik bir tedarik zinciri içerisinde sunulmasını gerekli kılmıştır. Buradan hareketle, ülkemizin önemli bir tarımsal üretim merkezi olan Antalya’da gıda ve tarım ürünlerin yönelik lojistik faaliyetlerin akademik ve sektörel fikir alış verişi içerisinde tartışılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Ülkemizde her yıl Lojistik Derneği (LODER) ve seçilen bir üniversitenin iş birliği ile ulusal ve uluslararası düzeyde Lojistik ve Tedarik Zinciri kongreleri düzenlenmektedir. Ulusal kongrelerin ilki 2012 yılında Konya’da Necmettin Erbakan Üniversitesi’nde düzenlenmiş olup, daha sonra sırasıyla Aksaray Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Üniversitesi ve Toros Üniversitesi ev sahipliğinde düzenlenmiştir. Altıncı kongre ise 17-19 Mayıs 2017 tarihleri arasında “Gıda, Tarım ve Soğuk Zincir Lojistiği” temasıyla Akdeniz Üniversitesi, Antalya Ticaret ve Sanayi Odası ve Lojistik Derneği (LODER) iş birliği ile Antalya Aska Lara Otelinde düzenlenmiştir. Kongre kapsamında 46 adet bildiri kongre bilim kurulunun hakemlik sürecinden geçerek yayınlanmak üzere kabul edilmiştir. Kabul edilen akademik bildiriler; Tarım Lojistiği, Gıda Lojistiği, Soğuk Zincir Lojistiği, Tedarik Zinciri Yönetimi I-II, Kentsel Lojistik, Lojistik Yönetimi I-II, Taşımacılık Sistemleri, Tersine ve Yeşil Lojistik, Performans Yönetimi ve Dış Ticaret ve Gümrük ana oturumları altında değerli araştırmacılar tarafından sunulmuştur.

6.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi’nin gerçekleşmesinde desteklerini esirgemeyen başta Akdeniz Üniversitesi Rektörü Sayın Prof.Dr.Mustafa Ünal hocamıza, Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanı Sayın Prof.Dr.Mustafa GÜLMEZ’e, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr.Ömür TOSUN’a, Kongre Düzenleme Kuruluna ve Bilim Kuruluna, kongrenin gerçekleşmesinde her türlü desteği sunan ve değerli katkılarını esirgemeyen Antalya Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı Sayın Davut ÇETİN’e ve Antalya Ticaret ve Sanayi Odası Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Erol ERKAN’a, Antalya Limanı (Port Akdeniz) Genel Müdürü Sayın Özgür SERT’e, Mars Lojistik’e ve Omsan Lojistik’e ayrıca bu kongre için özel bir anlaşma sağladığımız ve kongremizde sunulan bildirilerden özel olarak seçilmiş olanları uluslararası indeks kapsamında yayınlama konusunda bizlere destek olan “Journal of Marketing, Management and Logistics” dergisi editörlerine şükran ve teşekkürlerimizi sunarız.

**Öğr.Gör. İsmail KARAYÜN**

Kongre Başkanı

**Prof.Dr. Mehmet TANYAŞ**

LODER Yön.Kur.Bşk.



# KONGRE PROGRAMI

## AKADEMİK OTURUMLAR

### B.No TARIM LOJİSTİĞİ

- |                |    |   |    |
|----------------|----|---|----|
| Salon: PELİCAN | 1  | <b>TARIMSAL ÜRÜNLER İÇİN TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI</b><br><i>Atiye TÜMENBATUR, Mehmet TANYAŞ</i>   | 1  |
|                | 14 | <b>TARIM ÜRÜNLERİ VE GIDALARIN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNE İLİŞKİN DAĞITIM İŞLEMLERİ İÇİN ZEKİ BİR ROTALAMA YAKLAŞIMI</b><br><i>Mehmet KARAKOÇ</i> | 15 |
|                | 21 | <b>BULANIK VİKOR YÖNTEMİ İLE YAŞ MEYVE SEBZE SEKTÖRÜNDE HEDEF PAZAR SEÇİMİ</b><br><i>Nedret TOSUN</i>   | 31 |
|                | 28 | <b>TARIM EKONOMİSİNDE YENİLİKÇİ LOJİSTİK UYGULAMALAR: MULTİKOPTER ÖRNEĞİ</b><br><i>Burak KÜÇÜK, Fulya TAŞEL, Sinan APAK</i>                       | 41 |
|                | 43 | <b>YAŞ MEYVE VE SEBZE ARZ ZİNCİRİNDE SOSYAL VE MEKÂNSAL AĞ ANALİZİ</b><br><i>Süleyman KARAMAN, Furkan YİĞİT</i>                                   |    |

### B.No GIDA LOJİSTİĞİ

- |               |    |  |    |
|---------------|----|--|----|
| Salon: PIGEON | 26 | <b>GIDA LOJİSTİĞİ SÜRECİNDE HATA TÜRLERİNİN BULANIK BİR YAKLAŞIMLA ÖNCELİKLENDİRİLMESİ</b><br><i>Yelda AYRIM, Gülin Feryal CAN</i>   | 55 |
|               | 40 | <b>GIDA SEKTÖRÜNDE 5S UYGULAMALARININ PERFORMANS ÖLÇÜTLERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ</b><br><i>Hakan DEMİR, Ahmet DURMAZ, Mehmet YÜKSEL</i>   | 77 |
|               | 44 | <b>GIDA LOJİSTİĞİNDE ARZ-TALEP DENGESİNİN SAĞLANMASI ÜZERİNE PRATİK BİR ÇALIŞMA: BAYBURT ÜNİVERSİTESİ YEMEKHANESİ ÖRNEĞİ</b><br><i>Necati AKYÜZ, Nejla BİNİCİ DEMİR, Selahattin KOŞUNALP, Muhammed İhsan ÇUBUKCU</i> | 91 |
|               | 80 | <b>TURİZM BÖLGELERİNDE DONDURULMUŞ GIDA ÜRÜNLERİNE YÖNELİK SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ</b><br><i>Işlay TALAY-DEĞİRMENCİ, Öznur ÖZDEMİR- AKYILDIRIM, İsmail KARAYÜN</i>  | 99 |

## B.No SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ

Salon: FLAMINGO

- 33 **ŞEHİR İÇİ SOĞUK ZİNCİR DAĞITIMINDA İŞBİRLİKÇİ TAŞIMA YAKLAŞIMININ MODELLENMESİ VE ANALİZİ**  
*Ahmet BALCIOĞLU, Buğra BAYENDER* 113
- 34 **DEMATEL YÖNTEMİYLE SOĞUK HAVA DEPOCULUĞU KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI**  
*Ramazan Eyüp GERGİN, İskender PEKER, Birdoğan BAKİ* 129
- 35 **SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ İÇİNDE RİSKLERİN AZALTILMASINDA YENİ TEKNOLOJİLER**  
*Doğan Ahmet İZER* 139
- 53 **SOĞUK ZİNCİRDE AKILLI AMBALAJLAMA SİSTEMLERİ İLE GIDA GÜVENLİĞİ VE ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ**  
*Burcu DEMİR, Gülcan KESKİN* 149
- 79 **TÜRKİYE'DE SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİNDEKİ GELİŞMELER VE GIDA SEKTÖRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN EKONOMİK BAĞLAMDA İNCELENMESİ**  
*Fulya TAŞEL, Ebru Beyza BAYARÇELİK* 163

## AKADEMİK OTURUMLAR

### B.No TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ-I

Salon: PELİCAN

- 3 **FMCG VAKA ÇALIŞMASI: TEDARİK ZİNCİRİ PLANLAMASINDAN ENTEGRE İŞ PLANLAMASINA GEÇERKEN ZİHNİYET DEĞİŞİMİ ve KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ**  
*Nazmi CİVİL, Demet ÇAPRAZ TEKİN, Tolga İŞCAN* 175
- 41 **GEZGİN SATICI PROBLEMLERİNDE YAPAY SİNİR AĞI UYGULAMALARI**  
*Ayşenur USLU, Berna DENGİZ* 187
- 45 **BİYOKÜTLE TEDÂRİK ZİNCİRİ AĞ TASARIMI (TESİS YERİ SEÇİMİ) İÇİN BİR MODELLEME YAKLAŞIMI**  
*Melda BÖLEK, Murat BASKAK* 199

### B.No TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ-II

Salon: FLAMINGO

- 58 **MÜŞTERİ DAVRANIŞLARININ KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMINA ETKİSİ**  
*Ayşegül BOZDOĞAN, Neslihan DEMİREL, Latife GÖRKEMLİ* 223
- 81 **BEYAZ EŞYA ÜRETİM TESİSİNDE MİLK-RUN SİSTEMİ ENTEGRASYONU**  
*Umut Rifat TUZKAYA, Sevgi ŞAHİN* 241
- 82 **ETKİN BİR YÖNETİM ARACI: SATIŞ & OPERASYON PLANLAMA (S&OP) ve OLGUNLUK MODELİ ÖNERİSİ**  
*Batuhan KOCAOĞLU* 253

B.No	KENTSEL LOJİSTİK	
12	<b>KENTSEL LOJİSTİK AÇISINDAN İLAÇ DAĞITIMI - İSTANBUL ÖRNEĞİ</b> <i>Bekir Tuğrul KÜÇÜKSOLAK</i>	273
50	<b>KENTSEL LOJİSTİK’TE PERFORMANS ÖLÇÜLERİ SINIFLANDIRMASI</b> <i>Beril Suzan KASIMOĞLU</i>	291
70	<b>KENTSEL LOJİSTİK PERFORMANS FAKTÖRLERİNİN ÖNEM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ: KASTAMONU ÖRNEĞİ</b> <i>Orhan KÜÇÜK</i>	305

# KONGRE PROGRAMI

## AKADEMİK OTURUMLAR

### B.No LOJİSTİK YÖNETİMİ-I

Salon: PELİCAN

- 6 **ENTROPİ ve TOPSIS YAKLAŞIMLARIYLA AFET DEPO YERİ SEÇİMİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**  
*Aylin OFLUOĞLU, Birdoğan BAKİ, İlker Murat AR* 311
- 10 **KÜRESEL REKABETE UYUM SAĞLAMADA LOJİSTİK SEKTÖR ÇALIŞANLARININ KURUM İÇİ EĞİTİM İHTİYAÇLARI**  
*İrfan KADIOĞLU, Rıdvan KADIOĞLU, A. Murat KÖSEÖĞLU* 325
- 68 **LİMANLARDA RIHTIM SEÇİMİNE ETKİ EDEN KRİTERLERE YÖNELİK SEZGİSEL BİR YAKLAŞIM**  
*Fatma Cansu MİŞHAL* 339
- 72 **RADYO FREKANSLI TANIMA SİSTEMİ (RFID) VE TÜRK HAVA KUVVETLERİ LOJİSTİK SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ**  
*Süleyman Eray YILDIZ, İsmail ÖZKAN, Mustafa ADA* 351
- 73 **KIBRIS BARIŞ HAREKATI'NIN LOJİSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ALINAN DERSLER KAPSAMINDA GÜNÜMÜZ HAVA KUVVETLERİ LOJİSTİK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**  
*Süleyman Eray YILDIZ, Mustafa ADA, Halit TANRISEVEN* 365

### B.No LOJİSTİK YÖNETİMİ-II

Salon: FLAMİNGO

- 11 **KARADENİZ'DE FAALİYET GÖSTEREN LOJİSTİK İŞLETMELERİNDE ÇEVRESEL BELİRSİZLİK FAKTÖRLERİNİN İŞ SÜREÇLERİNE OLAN ETKİSİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK BİR UYGULAMA**  
*Selçuk KORUCUK, Yasemin TATLI* 377
- 49 **LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN BİR YAPAY SİNİR AĞI YAKLAŞIMI**  
*Burcu KAYA, Nursel ÖZTÜRK* 389
- 51 **KALİTE KAVRAMININ HİZMET SEKTÖRÜNDE YERİ: LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**  
*Türkan Müge ÖZBEKLER, Yücel ÖZTÜRKOĞLU* 403
- 85 **3PL LOJİSTİK FİNANSMAN UYGULAMALARI**  
*Tolga İŞCAN, Demet ÇAPRAZ TEKİN, Nazmi CİVİL* 415



## AKADEMİK OTURUMLAR

### B.No TAŞIMACILIK SİSTEMLERİ

Salon: PELİCAN

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 61 | <b>ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE ŞEHİRLERARASI ULAŞIMDA YOLCULARIN MOD SEÇİMİ</b><br><i>Gül SENİR, Arzum BÜYÜKKEKLİK, Ömür DEMİRER</i>          | 421 |
| 69 | <b>4925 SAYILI KARAYOLU TAŞIMA KANUNUNUN LOJİSTİK SEKTÖRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ</b><br><i>Günay YEŞİLBAŞ, Kemal Yaşar DÖNMEZ</i>            | 431 |
| 83 | <b>ULUSLARARASI PROJE VE AĞIR TAŞIMACILIK SÜRECİNDE BİR UYGULAMA: ALSTOM – AL MANSURİYAH PROJESİ</b><br><i>Özhan GÖRÇÜN, Gökhan ÖZTAŞ M.Serhat ÖZTÜRK</i> | 447 |

### B.No TERSİNE VE YEŞİL LOJİSTİK

Salon: FLAMİNGO

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 22 | <b>TERSİNE LOJİSTİK VE ARAS YÖNTEMİ UYGULAMASI</b><br><i>Nesrin KOÇ, Fahriye UYSAL</i>                              | 463 |
| 63 | <b>ELEKTRİKLİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ: FARKLI MODELLER ÜZERİNE BİR İNCELEME</b><br><i>Bülent ÇATAY, Merve KESKİN</i> | 473 |
| 78 | <b>TÜRKİYE'DE YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARI</b><br><i>Esra ZENGİN, Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL</i>                          | 489 |

## AKADEMİK OTURUMLAR

### B.No PERFORMANS YÖNETİMİ

- 16** **LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE TÜRKİYE’İN KÜRESEL ENDEKSLERDEKİ PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRILMASI**  
*Mehmet KARAOĞLU* 505
- 36** **LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI FİRMALAR İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODEL ÖNERİMİ**  
*Gülçin BÜYÜKÖZKAN, Yağmur KARABULUT* 521
- 42** **PERFORMANSA DAYALI LOJİSTİK İÇİN ÇOK AMAÇLI BİR OPTİMİZASYON MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ**  
*Özkan BALI, İlter ENİSOĞLU, Fırat SEZER* 535
- 60** **TOPSİS ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE TÜRK KONTEYNER LİMANLARININ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**  
*Aynur ACER, Gözde YANGINLAR* 549
- 62** **TÜRKİYE’DEKİ LİMAN BAŞKANLIKLARININ ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**  
*Irmak DALDIR, Ömür TOSUN* 563

### B.No DIŞ TİCARET VE GÜMRÜK

- 2** **TÜRKİYE’İN DIŞ TİCARET HEDEFLERİ DOĞRULTUSUNDA, ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNE (AHP) DAYALI LOJİSTİK MODEL ÖNERİSİ: TÜRKİYE – KITA AFRIKA UYGULAMASI**  
*Murat DÜZGÜN, Mehmet TANYAŞ* 575
- 18** **GÜMRÜK BİRLİKLERİNİN ÜYE ÜLKE EKONOMİLERİNE ETKİLERİ: TRANSATLANTİK TİCARET YATIRIM ORTAKLIĞI VE TÜRKİYE**  
*Rahmi İNCEKARA, Beyhan İNCEKARA* 589
- 84** **TÜRKİYE’DEKİ VE DÜNYADAKİ ÖZEL BÖLGELER VE ÖZEL EKONOMİ BÖLGESİ OLUŞTURULMASI İÇİN DÖNÜŞÜM ÖNERİLERİ**  
*Emre ÇAKMAK, İsmail ÖNDEN, Mesut SAMASTI* 599

Salon: PELİCAN

Salon: FLAMINGO

## Tarım, Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği Özel Oturumu-I

### TARIMSAL ÜRÜNLER İÇİN TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI

Atiye TÜMENBATUR<sup>1</sup>, Mehmet TANYAŞ<sup>2</sup>

#### ÖZET

Gıda ürünlerinin hammaddesini genelde tarım ürünleri oluşturmakta ve işlenmemiş gıda ürünleri olarak da adlandırılmaktadır. Tarım ürünlerinin oluşturulmasında ise tohum, fide, gübre, zirai ilaç, su, tarım makinaları ve ekipmanları gerekmektedir. Lojistik giderlerin satış gelinine oranı Tarım Sektöründe %18, Gıda Sektöründe %13'dür. Bu oranlar genel ortalama olan %10'nun üzerindedir. Tarım sektöründe üretim çok parçalı olup küçük üreticiler vardır; ticaret kuralları net değildir; tüccar ve komisyoncu ağırlıklı bir ticaret yapısı vardır; tarımsal üretim master planı net değildir; lojistik süreçler konsolidasyona ve planlamaya uygun değildir. Tarım ürünleri fiyatlarındaki enflasyon, gıda ürünleri fiyatlarını doğrudan etkilemektedir. Bu durum da Tüketici Fiyatları Endeksini(TÜFE) etkilemektedir. TCMB'nin verilerine göre enflasyon sepetinde gıda ve alkolsüz ürünlerin payı %21,77'dir. Yıllık enflasyon oranında, gıda fiyatlarının bu kadar etkili olması tarımsal gıda zincirinin önemini ortaya koymaktadır. Tarımsal ürünlerdeki tüketici fiyatları artışı, üretici fiyatlarının çok ötesinde seyretmektedir. Tarladan sofraya fiyatlar birkaç kat arttığı bir zincir bulunmaktadır. Bu zincirin yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Üreticinin ürününü tüketiciye doğrudan ulaştırmasının yolu bulunmalıdır. Bu bağlamda elektronik ticaret ve lojistiğin önemi artmaktadır. Bu çalışmada Türkiye için tarımsal ürünlerin üreticiden tüketicilere ulaştırılması için kavramsal bir model kurulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** ATP Konvansiyonu, Soğuk Zincir Lojistiği, Tarım Lojistiği, Tedarik Zinciri Yönetimi

- 
- 1 Atiye Tümenbatur, Maltepe Üniversitesi Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı, İstanbul, Türkiye, [atumenbatur@gmail.com](mailto:atumenbatur@gmail.com)
  - 2 Mehmet Tanyaş, Maltepe Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, [mehmettanyas@maltepe.edu.tr](mailto:mehmettanyas@maltepe.edu.tr)

## SUPPLY CHAIN DESIGN FOR AGRICULTURAL PRODUCTS

### ABSTRACT

*The raw materials of food products are generally agricultural products and are also called unprocessed food products. Seeds, seedlings, fertilizers, pesticides, water, agricultural machinery and equipment are required in the creation of agricultural products. Ratio of logistics costs to sales revenue are 18% in the agriculture sector and 13% in the food sector. These ratios are above the general average of 10%. In the agricultural sector, production is very fragmented and there are small producers and trade rules are not clear; There is a trade structure predominant in traders and brokers. The master plan of agricultural production is not clear. Logistics processes are not suitable for consolidation and planning. Inflation in prices of agricultural products directly affects the prices of food products. This is also affecting the Consumer Price Index (CPI). According to the data of CBRT, The share of food and non-alcoholic products in the inflation basket is 21.77%. The importance of the agricultural food chain is increasing due to the fact that food prices are so effective at the annual inflation rate. The increase in the prices of agricultural products is very influential on producer prices. There is a chain that prices increase several times from farm to fork. This chain needs to be restructured. There must be a way for the producer to deliver the product directly to the consumer. In this context, the importance of electronic commerce and logistics are increasing. In this study, a conceptual model has been established for delivering agricultural products to producers in Turkey.*

**Key Words:** Agricultural Logistics, ATP Convention, Cold Chain Logistics, Supply Chain Management,

### 1. GİRİŞ

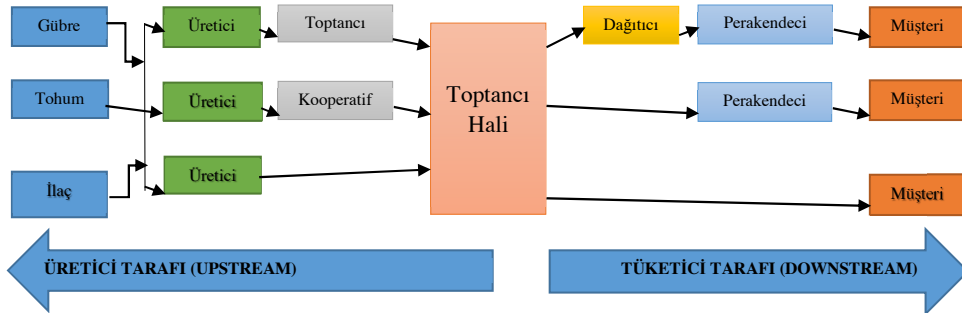
Tarım sektörü hem istihdam yaratması hem de dış ticaret işlemlerinde önemli bir paya sahip olmasından dolayı ülke ekonomisi için önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz, sahip olduğu ürün çeşitliliği ve elverişli araziler sebebiyle bir tarım ülkesi olup Dünya Tarım Sektörü'nün 9. büyük ekonomisi konumundadır. 2011 verilerine göre yıllık toplam sebze meyve üretimi 42 milyon ton civarındadır. Bu üretimin parasal değeri ise 57 milyar TL'dir. Ancak, ürünlerin yaklaşık 10 milyon tonu tarladan son tüketiciye ulaşana kadar zayı olmaktadır. Ürünlerin hasatında hatalı yöntemlerinin uygulanması, ambalajlama, depolama, taşıma ve nihai tüketim alışkanlıklarındaki yanlışlıklardan dolayı yılda 14,2 milyar TL'lik bir milli gelir kaybı meydana gelmektedir.

Tarım ürünleri fiyatlarındaki enflasyon, gıda ürünleri fiyatlarını doğrudan etkilemektedir. Bu durum da Tüketici Fiyatları Endeksini (TÜFE) etkilemektedir. TCMB'nin verilerine göre enflasyon sepetinde gıda ve alkolsüz ürünlerin payı 2016 yılında %23,68 iken, 2017 yılında %21,77'e düşürülmüştür (Tablo 1). Yıllık enflasyon oranında, gıda fiyatlarının bu kadar etkili olması tarımsal gıda zincirinin önemini ortaya koymaktadır. Tarımsal ürünlerdeki tüketici fiyatları artışı, üretici fiyatlarının çok ötesinde seyretmektedir. Tarladan sofraya fiyatlar birkaç kat arttığı bir zincir bulunmaktadır.

**Tablo 1. Ana Harcama Grupları Ağırlıkları (URL-1, 2017)**

Ana Harcama Grupları	2016	2017
Gıda ve Alkolsüz İçecekler	23,68	21,77
Ulaştırma	14,31	16,31
Konut, Su, Elektrik, Gaz ve Diğer Yakıtlar	15,93	14,85
Lokanta ve Oteller	7,47	8,05
Mobilya, Ev Aletleri ve Ev Bakım Hizmetleri	8,02	7,72
Giyim ve Ayakkabı	7,43	7,33
Alkollü İçecekler ve Tütün	4,98	5,87
Çeşitli Mal ve Hizmetler	4,73	5,04
Haberleşme	4,42	4,12
Eğlence ve Kültür	3,81	3,62
Eğitim	2,56	2,69
Sağlık	2,66	2,63

Üreticiler ürünlerini iki şekilde satabilmektedir. Şekil 1.de tarım ürünlerinin tedarik zinciri organizasyon şeması görülmektedir. Şemada da görüldüğü gibi üretici, ürünü ya hasat edip kendi imkânları ile toptancı hallerine götürüp orada komisyoncular aracılığı ile satmaktadır ya da doğrudan süpermarket gibi perakendecilere doğrudan satış yapmaktadırlar. Tarımsal ürünler nihai tüketiciye ulaşana kadar birçok elleçlemeden geçmektedir. Bu ağ içerisinde yapılan her işlemde geçen zaman, ürünün kalitesini ve fiyatını olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı, tedarik zinciri ağı boyunca yürütülen lojistik faaliyetlerin etkin şekilde planlanması ve yürütülmesi gereklidir.

**Şekil 1. Tarım Ürünleri Tedarik Zinciri Organizasyon Şeması**

Soğuk zincir; gıda maddelerinin, üretim aşamasından başlayarak sevkiyat, depolama gibi nihai tüketiciye ulaşana kadar her aşamada gıda güvenliği kriterlerine uygun olarak ısı derecesinin belli bir dengede bulunması olgusudur. Gıda güvenliğinde amaçlanan, gıda mad-

delerindeki bozulmaların önlenmesi ve raf ömürlerinin uzatılmasıdır. Taze sebze meyveler, tarım sektöründe raf ömrü kısa olan ürünler içinde yer almaktadır ve belli bir süre içinde tüketilmesi gerekir.

Taze sebze meyvelerin, hasat edildiği tarihten tüketimine kadar geçen sürede oluşacak herhangi bir seviyedeki sıcaklık değişiklikleri, fiziksel ve kimyasal yapılarında bozulmalar meydana getirmektedir. Bundan dolayı, birçok sebze ve meyve tarladan nihai müşteriye ulaşana kadar uygun şekilde muhafaza edilmediği için ziyan olmaktadır. Gıda lojistiği, ürünlerin üretim ve hasatından başlayıp, depolama yöntemlerinin de dahil edilerek, nihai tüketim noktalarına kadar olan tüm sürecini kapsamaktadır. Bundan dolayı, gıda lojistiğinde hizmet veren firmaların soğuk zincirin uygulanması konusunda dikkat etmesi önemlidir. Ürünlerin tedarik zinciri boyunca, zincir halkalarının etkin bir şekilde yönetilmesi gerekir. Söz konusu firmalar, ürünleri kapalı kasa frigorifik araçlarla taşıyarak soğuk hava depolarında muhafaza etmelidir. Aksi takdirde, ürünün soğuk zincir halkasında meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık, ürünün kalitesini azaltarak raf ömrünü kısaltır.

Bir taraftan sürekli artan yaşam tarzı ve beslenme tercihlerindeki değişikliklere yanıt verirken diğer taraftan tüketicilerin tarım ürünlerine olan talebini yerine getirmek için etkili stratejilerin geliştirilmesi oldukça karmaşık ve zorlayıcı bir konudur. Son dönemlerde, hükümetlerin gıda güvenliği yönetmelikleri ile gıda kalite gereksinimlerini oluşturması ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin lojistikteki gelişimi tarımsal ürün sektöründe tedarik zinciri yönetiminin benimsenmesine yol açmıştır. Bu bağlamda oluşturulan en etkili uygulamalardan biri de ATP konvansiyonudur. Bozulabilir Gıda Maddelerinin Uluslararası Taşımacılığı ve Taşımalarda Özel Araç Kullanımı anlaşması olarak bilinen ATP Konvansiyonu, 1 Eylül 1970 tarihinde Cenevre’de imzalanmış ve 1976 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeye ilk olarak 7 ülke taraf olmuş; ancak süreç içerisinde bu rakam Türkiye dahil 52’ye ulaşmıştır.<sup>3</sup> Bu anlaşma ile taraflar, bozulabilir gıda ürünlerinin sevkiyatı sırasında özel araçların kullanılmasını ve ürün çeşidine göre taşıma ısı derecelerinin belirlenmesini standartlaştırmışlardır. Söz konusu anlaşmaya göre, taraf ülkelere yapılan gıda maddelerinin taşınması ATP sertifikasına sahip araçlarla yapılması zorunludur.

e-ticaret internetin gelişimi ile birlikte ortaya çıkan ticaretin elektronik ortamda gerçekleştirilmesidir. Böylece tanıtım, satış ve ödeme işlemleri internet üzerinden yapılabilmektedir. Tarımsal üretimde e-ticaretin kullanımı ürün ve lojistik standartlarının oluşturulmasına, söz konusu standartların uygulamasının sağlanmasına ve iade kolaylığına bağlıdır.

Tarımsal ürünlerde rekabetçi fiyat oluşumu için toptancı halleri kurulmuştur. Arz ve talep yapısına bağlı olarak hallerde fiyat oluşmaktadır. Dolayısıyla tedarik zinciri içinde hallerin bu özelliğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

<sup>3</sup> Baki, İbrahim. Soğuk tedarik zincir lojistiği ve ATP konvansiyonunun katkıları, Beykoz MYO Yayınları, İstanbul, 2013.

Bu çalışmada Türkiye için tarımsal ürünlerin üreticiden tüketicilere ulaştırılması için kavramsal bir model oluşturulmuştur.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tarım ürünlerinin tedarik zincirinin akademik literatürdeki önemini daha iyi anlamak için makaleler üç başlık altında “gıda tedarik zinciri”, “gıda lojistiği” ve “soğuk zincir lojistiği” olarak toplanmıştır. Bu araştırma için Thomson Reuters Web of Sciences akademik veri tabanında “gıda tedarik zinciri”, “gıda lojistiği” ve “soğuk zincir lojistiği” anahtar kelimeleleriyle “konu” taraması yapıldı. 2000-2017 yılları arası yayınlanan makalelerin özet ve başlık analizleri sonucu 24 araştırma hedeflenmiş ancak 10 tanesi bu çalışmayı doğrudan ilgilendirmesi açısından göz önünde bulundurulmuştur. Tablo 2’de yapılan araştırmalar method ve anahtar sözcüklere göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 2’de belirtilen çalışmaların konu başlıklarına göre dağılımı Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3.’de de belirtildiği üzere vaka çalışmalarının fazlalığı dikkat çekmektedir. Diğer bir deyişle ifade edecek olursak tarım ürünleri tedarik zincirinde daha çok vaka çalışmaları konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Konuyu daha bütünsel bir bakış açısıyla ele alarak çözümler üretecek çalışmalara gereksinim vardır. Örneğin zamansal kısıtlamalar göz önüne alınarak gıda ürünlerinin teslimat süresinin kısaltılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

**Tablo 2. Tarım Ürünleri Tedarik Zinciri Alanındaki Araştırmaların Sınıflandırılması**

Araştırma	Vaka Çalışması	Kavramsal Çalışma	Literatür Araştırması	Yöneylem Araştırması	Sistem Analizi	Close Analiz	İçerik
Montanari, 2008	*	*					Soğuk zincir yönetiminin sistem gereksinimlerini ve en uygun yönetimini sağlayan araçların sağlanmasını yönetmek.
Soysal, Ruwaard, Meuwissen, Vorst, 2012				*			Yapısal bir şekilde gıda lojistik yönetiminde niceliksel çalışmalar gözden geçirilmiştir.
Tsolakis, Keramydas, Toka, Aidonis and Iakovou, 2012					*		Sürdürülebilir tarımsal tedarik zincirinin geliştirilmesi ve yönetimi için araştırmacılara ve uygulayıcılara yol gösterici bir sistem çerçevesi oluşturulmuştur.
Bosona, Gebresenbent, 2013		*					Gıda izlenebilirliğinin geliştirilmesinde engeller ve tanımlanan faydalar, teknolojiler, performanslar tanımı yapılmıştır.
Soysal, Ruwaard, Vorst, 2013	*						Toplam lojistik maliyeti en aza indirmek ve nakliye operasyonlarından gelen toplam CO <sup>2</sup> emisyonlarını en aza indirmek için bir Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (MOLP) modeli uygulanmıştır.
Dabbene, Gay, Tortia, 2013					*		İzlenebilirlik kavramlarının, gereksinimlerin ve teknolojinin çağdaş tedarik zinciri yönetimini nasıl etkilediği ve optimizasyon ilkeleri tarafından nasıl ele alındığı analiz edilmiştir.
Validi, Bhattacharya, Byrne, 2014	*						Sürdürülebilir dağıtım süreci ve süt pazarları lojistik problemleri ele alınmıştır. Süt dağıtım sisteminin tasarımında karbon emisyonu azaltma ve maliyet düşürme amaçlı bir model sunulmuştur.
Mohan, Gunjan, Jain, 2015		*					Bozulabilir gıda tedarik zinciri kalitesinin gözden geçirilmiş ve bir literatür araştırması yapılmıştır.
Defraaye, Nicolai, Kirkman, Moore, Niekerk, Verboven and Cronje, 2016	*						Yük ile soğutmalı konteyner arasındaki lojistik ilişkiler incelenmiştir. Bu araştırma, konvektif soğutma kabının rotasının önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.
Ali, Shukran, 2016		*					Çok seviyeli tedarik zincirinde stratejik yönetim ve örgütsel davranışlar üzerine bir literatür çalışması yapılmıştır.



**Tablo 3. Literatür Araştırmasının Konu Başlıklarına Göre Dağılımı**

Vaka Çalışması	5
Kavramsal Çalışma	2
Literatür Araştırması	2
Yöneylem Araştırması	3
Sistem Analizi	4
Close Analiz	1

### 3. E-TİCARET LOJİSTİĞİ

Kavramsal olarak mal veya hizmetin alınıp satılması olarak açıklanan ticaret kavramının elektronik ortama taşınması elektronik ticaret olarak adlandırılmaktadır. Bilişim teknolojilerindeki son gelişmeler ve internetin hızla yaygınlaşması sonucu geleneksel ticaretten e-ticarete geçmek kaçınılmaz hale gelmiştir. Ürünlerin akışı ile birlikte bilgi akışının da önemli hale geldiği günümüzde e-ticaret dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olup işletmelerin örgütsel yapıları ve tedarik süreleri ile birlikte müşterilerin tutum ve isteklerini de şekillendirmektedir. Müşteriler e-ticaret sitelerinden satın alma işlemlerini başlattıkları andan itibaren kendilerine özgü, yüksek hızlı ve devamlılığı olan teslimatlar talep etmektedirler. Lojistiğin temel amacının doğru ürünü, doğru müşteriye, doğru yerde, doğru miktarda, doğru şartlarda ve doğru zamanda en düşük maliyet ile sunmak olduğunu göz önüne alırsak bu amaca ulaşmak için e-lojistik uygulamalarından yararlanılmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir.

Geleneksel lojistik süreçlerinde taşıma, depolama vb. faaliyetler, elektronik ticaretin gelişimi ile kökten değişerek çevik ve yüksek hızlı lojistik yaklaşımını gerekli hale getirmiştir. İnternet teknolojilerinin temel alındığı e-lojistik uygulamaları ürünlerin temininden teslim edilmesine kadar geçen süreçte maliyet avantajı sunmaktadır. e-lojistiğin en temel özelliklerinden biri sipariş edilen malların istenilen zamanda temini ve teslimi olup aynı zamanda değişimlere hızlı yanıt vererek esneklik yaratmasıdır. Bununla birlikte, internette işlemlerin elektronik ortamda yapılması ile aracı ihtiyacı ortadan kalkarak işlem süresi azalmakta ve bilgiye ulaşım daha az masrafla sağlanabilmekte buda işletmelerin maliyetini düşürmektedir.

e-ticaret faaliyetini yapacak şirketlerin kurulum aşamasında doğru bir e-lojistik sistemi oluşturulmalıdır. Böylelikle faaliyet hacmi yükseldikçe, yüksek maliyet kalemlerinden biri olan e-lojistik süreçler daha kolay yönetilerek hem müşteri memnuniyetinde hem de işletmelerin karlılık oranlarında artış sağlanabilecektir. Bununla birlikte e-ticarette lojistiğin etkin kullanılabilmesi için paketlemenin önemini göz ardı etmemek gerekir. Uygun bir ambalaj seçimi ile hem ürünlerin korunması hem de ürün izlenebilirliği sağlanabilecektir. Özellikle gıda gibi çabuk bozulabilen ve raf ömrü kısa olan ürünlerin e-lojistik faaliyetlerinde, ürün izlenebilirliği ile tedarik zincirindeki tüm paydaşların bilgiye kolaylıkla ulaşması sağlanmaktadır.

#### 4. TARIM ÜRÜNLERİNİN E-TİCARETE DAYALI TEDARİK ZİNCİRİ MODELİ

Gıda gibi kolay bozulabilen ürünlerin dağıtımında maliyetli olsa bile ürünlerin en hızlı şekilde nihai kullanıcıya ulaştırılmasının gerekliliği etkin bir tedarik zinciri uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Tedarik zinciri boyunca ürün her bir halkada farklı işlemlere maruz kalmaktadır ve bu ürünün kalitesini dolaylı ve dolaysız yollardan etkilemektedir.

İnternetteki gelişmelerle birlikte yaygınlık kazanan e-ticaret, tarımdaki en son Bilgi Teknolojisi (BT) metodolojisidir. Tarımsal ürün işletmeciliğinde e-ticaretin, fiyat belirleme ile ilgili işlemlerin hızlandırılması, etkin veri paylaşımı, bilgi akışı, piyasa şeffaflığı ve işlem maliyetlerini ortadan kaldırması veya azaltması gibi teorik faydalarının olduğunu söyleyebiliriz (Leroux, 2001). Bundan dolayı, tarımsal ürünlerin tedarik zinciri yönetiminde uygun bilgi teknolojilerinin kullanılması paylaşılan bilginin miktarına bağlı olarak rekabet avantajı oluşturmaktadır. e-ticaret ile birlikte üreticiler ürünlerini perakendecilere veya nihai kullanıcılara internet üzerinden direkt satma olanağına sahip olabilmektedir. Dağıtım zincirindeki araçların devre dışı bırakılmasına olanak sağlayan bu sistemle birlikte işlem maliyetleri önemli ölçülerde azalmaktadır. Tarım işletmeciliği sektöründeki internet uygulamalarını üreticiler açısından değerlendirdiğimizde üç ana tema altında sınıflandırabiliriz (Wilson, 2001):

1. Üretim faktörleri ve girdiler: Tarım ürünleri üretiminde kullanılacak olan gübreler, tohumlar, makine ve ekipmanların ticaretinin yapıldığı internet siteleri.
2. Hizmetler: Lojistik, taşıma, depolama hizmetleri sunan internet siteleri.
3. Çıktılar: Ürün satışları için üreticiler, üretici birlikleri ve/veya kooperatiflerce oluşturulan internet satış siteleri.

Türkiye’de tarımsal ürünlerin tedarik zinciri kapsamında yaş meyve-sebze ürünlerini ele alırsak; tarladan/seralardan alınan ürünler üretici/tüketici hallerinde satışa sunulmakta veya perakende zincir işletmeleri, sanayici ya da ihracatçı tarafından alınmaktadır. Ürünler toptancı hallerinde semt pazarcılarına, manavlara, yiyecek/içecek işletmelerine satılmakta ve sonunda bu işletmeler yoluyla tüketicilere ulaşmaktadır. En uzun dağıtım kanalı “üretici – toplayıcı – komisyoncu (üretim yerinde) – nakliyecisi- toptancı komisyoncu (tüketim yerinde) – depo (bekletilecek ise) – perakendeci – tüketici” şeklindedir. Bu uzun süreç hem ürün kaybı ve maliyetleri artırmakta hem de ürün kalitesini düşürmektedir (Tanyaş, 2015).

Tarımsal ürünlerde nihai kullanıcıya ulaşana kadar yaşanan kayıpların çoğu hasat yöntemlerinde yanlış uygulamalar, ürünün iklim koşullarından korunmaması, uygun olmayan paketleme yapılması, ön soğutma gerektiren ürünlerde soğutma uygulanmaması, ürünlerin kalite standartlarına uygun olmaması, doğru koşullarda depolanmaması ve yanlış taşıma araçları kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı, öncelikle ürünlerin özelliklerine göre sınıflandırılarak standartlarının belirlenmesi ve bu çerçevede uygun ambalaj kriterlerinin oluşturulması gereklidir. İkinci adım olarak, bu ürünlerin depolama ve taşıma koşulla-

rının yani entegre lojistik faaliyetlerin standartları oluşturularak üretici ve diğer paydaşların uyup uymadığının denetimi yapılmalıdır.

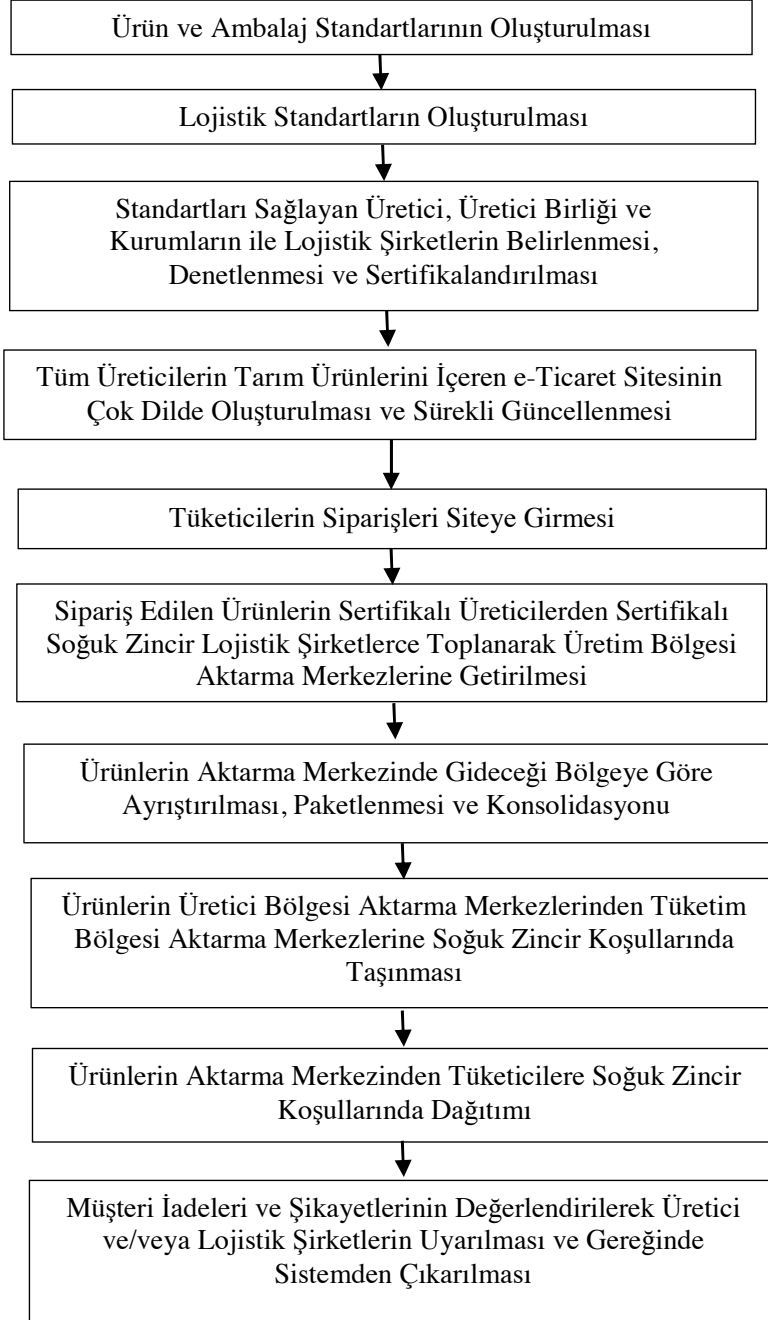
Entegre olmuş bir tedarik zincirinin üretim planlaması ve stok kontrolü ile birlikte dağıtım ve lojistik süreçlerini de içermesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle; ürünün zincirin başından itibaren, tüm üretim süreci planlanırken depolama politikaları ve prosedürleri belirlenerek etkin bir stok kontrol yapılmalı ve ürünün depolardan nasıl çıkartılacağı ve nihai kullanıcıya kadar nasıl ulaştırılacağı belirlenmelidir.

Tarım ürünlerinin taze, hızlı ve düşük fiyattan elde edilebilmesi için öngörülen tedarik zinciri kavramsal modelinin iş akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.

Bilindiği gibi üretim yerinde düşük olan tarım ürünleri fiyatı, tüketiciye gelene kadar önemli ölçüde artmakta ve bu durum enflasyon oranını da artırmaktadır. Enflasyonu düşürmenin yollarından biri verimliliği yükseltmektedir. Verimlilik çıktının girdiye oranı, diğer bir deyişle üretilen hizmetin yapılan masraflara oranıdır. Tarım ürünleri lojistiğinde çıktı ürünleri hasarsız, eksiksiz ve zamanında teslim etmektir. Şekil 2’de gösterilen akış bu amaca yöneliktir. Standartlara ve bu standartların sağlanmasına dayalı olan ve çekme esaslı çalışacak bu sistemde tarımsal ürünler en hızlı şekilde ve en düşük maliyet ile müşterilere teslim edilmiş olacaktır.

Geliştirilen modelde denetimden geçirilerek sertifikalandırılmış tarımsal ürün üreticileri, üretici birlikleri ve üretim şirketleri ürünlerini oluşturulacak web sitesinde tanıtabilecek, standartlara göre tanımlanmayan ürünlerin sitede gösterilmesi önlenecek, fiyatlar tüm kullanıcılar tarafından görülebilecek ve gerektiğinde fiyatları değiştirilebilen bir borsa ortamının oluşması sağlanacak, tüketiciler site üzerinden siparişlerini verip ödemelerini gerçekleştirebilecek, lojistik hizmetler sertifikalandırılmış lojistik şirketler tarafından gerçekleştirilecek, iade sistemi olacak, iadeler lojistik şirketler tarafından teslim alınarak tekrar ekonomik değere dönüştürülmesi çalışmaları yapılacak, müşteri şikayetleri tüm iletişim kanalları kullanılarak alınabilecek, standartlara uygun olmayanlar sistemden çıkarılacaktır.

Tarım ürünleri için oluşturulan e-ticarete dayalı tedarik zinciri modelinin Türkiye Haritası üzerindeki lojistik altyapısı Şekil 3’de gösterilmiştir. Tarım ürünlerinin çevredeki il ve ilçelerdeki üretim alanlarından toplanarak üretici bölgesi aktarma merkezlerine getirilmesi ve buradan da gelen talep doğrultusunda tüketim bölgesi aktarma merkezine aktarılması planlanmaktadır. Haritada da görüldüğü gibi Mersin ve Antalya illeri üretim bölgesi aktarma merkezi, Ankara, İstanbul ve İzmir illeri ise tüketim bölgesi aktarma merkezi olarak konumlandırılmıştır. Bu şekilde bir yapılanma ile ürünlerin soğuk zincir içinde kalması sağlanarak ürün zayıflatlarında azalma sağlanabilecektir. Ancak projenin bir pilot çalışma ile başlaması ve görülen aksaklıkların düzeltilmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Modelin İş Akış Diyagramı



■ Aktarma Merkezi ↔ Taşımacılık

Şekil 3. Lojistik Ağ Yapısı

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal ürünler insan yaşamında önemli yeri olan ürünlerdir. Beslenme için temel gıda maddeleridir. Doğal olarak sağlıklı beslenme için bu ürünlerin uygun koşullarda yetiştirilmesi, toplanması, muhafaza edilmesi ve tüketicilere ulaştırılması gerekmektedir. Ülkemizde bu koşulların yeterince sağlanmadığı bilinmektedir. Halen yaş meyve ve sebzeler açık kasalarda veya soğutmasız araçlarla taşınmakta ve uygun olmayan ortamlarda muhafaza edilmektedir. Tüketim noktalarındaki kayıplarda dahil kayıplar %50 oranına yaklaşmaktadır. Özellikle üreticiden tüketiciye gelene kadar yaşanan el değiştirmeler hem maliyeti hem süreyi hem de kayıpları artırmaktadır. Söz konusu kayıp oranı ile iki katına varan bir maliyet ile karşılaşmaktadır.

Tarım ürünleri için ekstra, I.sınıf, II.sınıf gibi ürün ve ambalaj standartlarının olmaması hem üreticileri hem tüketicileri olumsuz yönde etkilemektedir. Standartların oluşturulması ile hem üretici ürünleri hangi standartta yetiştirirse ne oranda gelir elde edeceğini bilecek, hem de tüketici fiyat-kalite dengesini görebilecektir.

Toplum için ekonomik değer yaratan elektronik pazarlar (veya e-pazar sistemi), alıcıların ve satıcıların, fiyatlar ve ürün teklifleri hakkında bilgi alışverişinde bulunmalarına olanak tanıyan bir organize bilgi sistemidir. e-pazarlar, bilgi alışverişini kolaylaştırarak iş süreci yönetimi ve işlemleriyle ilgili faaliyetleri desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde alıcı ve satıcı arasında çok düşük maliyetli bir bilgi alışverişini sunmaktadır. Ayrıca, satıcı-

ların daha geniş bir tüketici tabanına ve alıcıların çok sayıda satıcıya ulaşmasına olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, tarımsal ürünlerin ticaretinde yukarıda kurduğumuz modelin ulusal bazda uygulanması durumunda; üreticilerin ürünlerini ülkenin her yerine ve uluslararası piyasalara tanıtması mümkün olacak, ürünlerin tarladan siparişlere göre toplanması sağlanarak çekme esaslı bir sisteme geçilmiş olacak, yeterli arz sağlanarak suni fiyat dalgalanmalarının önüne geçilecek, meteorolojik veriler dikkate alınarak önceden siparişler alınabilecek, üreticilerin talebe göre uygun standartlarda ürün üretmesi sağlanacak, gereksinmelere göre ambalajlama yapılacak, soğuk zincir taşımacılığı ile ürünlerin en az kayıpla tüketicilere en hızlı şekilde ulaştırılması mümkün olacak, tüm tüketici şikayetleri hızlı bir şekilde değerlendirilebilecek, standartlara uygun ve kaliteli ürün üretimi ile dağıtımı sağlanacak ve oluşturulacak veri tabanı ile ülkemizde tarım üretimi daha sağlıklı biçimde planlanabilecektir.

İleriye yönelik araştırma önerileri; Türkiye tarım ürünleri üretim ve çekim yerleri haritasının mevsimsel özellikler dikkate alınarak çıkarılması, ürün, ambalaj ve lojistik standartların oluşturulması, web sitesinin özelliklerinin belirlenmesi, aktarma merkezlerinin yer, büyüklük ve özelliklerinin belirlenmesi, ürün, mevsim ve ambalaj kriterlerine göre taşımacılık sisteminin belirlenmesi, sisteme alınacak işletmelerin seçim, değerlendirme ve çıkarılma yöntemlerinin belirlenmesidir.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] Baş M, Ersun A, Kıvanç G.,2006.” The evaluation of food hygiene knowledge, attitudes and practises of food handlers in food business in Turkey”. Food Control 17 (2006),317-322.
- [2] Bogataj, M., Bogataj, L ve Vodopivec, R. (2005). Stability of Perishable Goods in Cold Logistics Chains. International Journal of Production Economics. 93-94;345-356
- [3] Bosona, T., Gebresenbet, G., 2013, “Food Traceability as an Integral of Logistics Management in Food and Agricultural Supply Chain”, Food Control, 2013, pp.32-80.
- [4] Dabbene, F, Gay P, Tortia C., 2013, “Traceability Issues in Food Supply Chain Management: A Review”, Biosystem Engineering, 2014, pp.65-80.
- [5] Grieger, M. (2003), ‘Electronic Marketplaces: A Literature Review and a Call for Supply Chain Management Research’, European Journal of Operational Research, vol. 144, pp. 280- 294.
- [6] Henderson, D.R. (1981), ‘Electronic Markets for Agricultural Commodities: Potentials and Pitfalls’, Electronic Marketing of Agricultural Commodities Seminar, Agriculture Canada, Winnipeg, Manitoba.
- [7] Leroux, N., M. S. Wortman Jr., ve E. D. Mathias. 2001. Dominant factors impacting the development of business-to-business (B2B) e-commerce in agriculture. Intl. Food and Agribusiness Management Review 4: 205-218.

- [8] Mojca J, Valentina H, Peter R,2008.” Food safety knowledge and practices among food handlers in Slovenia”. Food control, 1107-1118
- [9] Naoum K. Tsolakis, Christos A. Keramydas, Agorasti K. Toka,Dimitrios A. Aidonis, Eleftherios T. Iakovou., 2013,”Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and critical taxonomy”, ”, Biosystem Engineering, 2014, pp.47-64.
- [10] Opara, L. U. 2002. Engineering and technical outlook on traceability of agricultural production and products. Agricultural Engineering International: The CIGR J. Scientific Research and Development. Vol. IV, Invited Article No.18.
- [11] Opara, L. U. 2003. “Traceability in agriculture and food supply chain: A Review of basic concepts, technological implications and future prospects”. European Journal of Operational Research.
- [12] Salin, V., 1998. Information technology in agri-food supply chains. International Food and Agribusiness Management Review 1 (3), 329–334.
- [13] Tanyas, M.,2016.”Tarım, Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği”, LODER Lojistik Dergisi, Sayı 34.
- [14] Vanek F, Sun Y,2008.” Transportation versus perishability in life cycle energy Consumption: A case study of Temperature-controlled food product supply chain”. Transportation Research part d 13(2008)383-391.
- [15] Wilson, P. (2001), An Overview of Developments and Prospects for e-Commerce in the Agricultural Sector, Agriculture DG, European Commission
- [16] Yılmaz S., Yılmaz, I. (2008), Evaluation of the wholesale market system for fresh fruits and vegetables in Turkey: A case study from Antalya Metropolitan Municipality, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36:2, 85-95.
- [17] URL-1, <http://tarimanaliz.com/enflasyon-sepetinde-gidanin-payi-dusuruldu/>, erişim tarihi: 26.03.2017





# TARIM ÜRÜNLERİ VE GIDALARIN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNE İLİŞKİN DAĞITIM İŞLEMLERİ İÇİN ZEKİ BİR ROTALAMA YAKLAŞIMI

*Mehmet KARAKOÇ<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Bu çalışmada, tarım ürünlerinin ve gıdaların depolanması, taşınması ve dağıtılmasına yönelik Tedarik Zincirinin etkili bir biçimde yönetilebilmesi için söz konusu dağıtımın düşük maliyetle gerçekleştirilebileceği zeki bir rotalama yaklaşımı önerilmektedir. Lojistik bir etkinlik olarak, tarımsal üretimde çeşitli gıdaların/ürünlerin ihracatına ilişkin talepler dikkate alınmaktadır. Her biri belirli bir yükleme kapasitesine sahip bir araç filosunun, bir depodan talepleri yüklenip hareket ettiği, en kısa güzergâhları kullanarak bir dizi noktayı ziyaret edip ilgili dağıtımları gerçekleştirdiği ve depoya geri döndüğü varsayılmaktadır. Tüm müşteriler ziyaret edilecek şekilde, en az maliyetli rota kümesini belirlemek amaçlanır. Kapasiteli Araç Rotalama Probleminin ele alındığı bu çalışmanın temel katkısı, hizmet verilecek noktaların, bütünsel olarak değerlendirilip bir bölgedeki tüm müşterilere hizmet verecek rota kümesinin veya alt-kümeler olarak değerlendirilip her alt-bölge için ilgili müşteri grubuna hizmet verecek ayırık turların belirlenebilmesidir. Çözüm için geliştirilen Genetik Algoritmalar ve Yerel Arama içeren melez meta-sezgisel algoritma aracılığıyla, ayırık/bütünsel turlar içeren düşük maliyetli rota kümeleri çok kısa sürelerde oluşturulabilmektedir.*

**Anahtar Sözcükler:** Genetik algoritmalar, kapasiteli araç rotalama problemi, lojistik, tedarik zinciri, yerel arama.

## INTELLIGENT ROUTING APPROACH FOR THE DISTRIBUTIONS REGARDING TO THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTS AND FOODS

## ABSTRACT

*In this study, to effectively manage the supply chain intended for the storage, transportation and distribution of agricultural products and foods, an intelligent routing approach is proposed for accomplishing this distribution at low cost. As an activity in logistics, the demands related to the exportation of various foods/goods in agricultural production are considered. It is assumed that a vehicle fleet, each vehicle with a certain load capacity, starts at a depot with the loads, visits a set of points using the shortest paths while accomplishing the related distributions and returns back to the depot. It is aimed to find the route set with the minimum cost so that all customers are to be visited. The main contribution of this study in which the Capacitated Vehicle Routing Problem has been addressed is to find the route set to service all the customers*

---

<sup>1</sup> Yard. Doç. Dr, Antalya AKEV Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği (İngilizce), pamukkaleli@gmail.com

in a region while considering the points to be serviced globally; or for each sub-region, the separated tours to service the related customer group while considering them as subsets. Using the hybrid meta-heuristic algorithm including Genetic Algorithms and Local Search developed for the solution, low costly route sets with separated/global tours may be generated within very short periods of time.

**Keywords:** Genetic algorithms, capacitated vehicle routing problem, logistics, supply chain, local search.

## 1.GİRİŞ

Lojistik, ürünlerin ve hizmetlerin tedarik edilmesine yönelik tüm etkinliklerin planlanması ve yönetilmesine ilişkin bir kavramdır. Bu kapsamda, modern yaklaşımlar takip edilerek ve teknolojik araçlar kullanılarak *geri hizmetin* verimli bir biçimde yerine getirilmesi amaçlanır. Ürünün ve hizmetin etkili ve verimli bir biçimde sağlanabilmesine yönelik etkinliklerin düşük maliyetlerle gerçekleştirilmesi ise *Tedarik Zinciri Yönetimine* karşılık gelmektedir. *Tedarik Zinciri Yönetimine* ilişkin olarak, ele alınan pek çok konu ve uygulanan pek çok etkinlik söz konusudur:

- Çizelgeleme, dağıtım, planlama, sevkiyat, tahmin vb. uygulamaları
- Depo, döküm/stok, sipariş, talep vb. yönetimi
- Tedarik döngü süresini kısaltma ve teslimat sürelerini iyileştirme (taleplere hızlı geri dönüş)
- Üretimin sürekliliğini sağlama

Rotalama, gezgin/mobil robotlar, gezgin satıcılar, insanlar, insansız hava araçları, postacılar, sualtı araçları ve taşıtlar (örneğin ambulans, helikopter, kamyon, taksi veya tır) için en kısa yolu bulma, gezinim, yol planlama ve yönlendirme gibi problemlerde; hareket planlama, yol ağı izleme ve yol bakımı gibi etkinliklerde söz konusudur. Dağıtım, lojistik, nakliye ve ulaştırma gibi amaçlarla, bilgisayar ağlarında, talebe duyarlı ulaştırma sistemlerinde ve özellikle *Tedarik Zinciri Yönetiminde* çözüm gerektirir. Dantzig ve Ramser (1959) tarafından önerilen bu kombinasyonel eniyileme ve doğrusal programlama problemi, literatürde *Araç Rotalama/ Yönlendirme Problemi* (ARP) olarak çalışılmaktadır. ARP, hesaplama olarak karmaşık ve zor bir gerçek-dünya problemi olup, pek çok problem için çözümün bir parçasıdır:

- Ambulansların hastanın bulunduğu nokta ve hastane arasında kullanacakları en uygun rotaları belirleme
- Arazi/yerleşke alanlarında, fabrika ortamlarında ve limanlarda dağıtım-toplama işleri
- Askerî alanlarda keşif, patlayıcıların tespit ve imhası
- Binaların temizlik işleri, çöp/nesne toplama, sokak temizliği
- İnsansız araçlar, okul otobüsleri, personel servisleri ve satış elemanları için güzergâh belirleme

- Posta/süt/yakıt dağıtımı, koli/paket alım ve teslimatı
- Üretilen araçların çeşitli bölgelerdeki bayilere bir tır filosu aracılığıyla ulaştırılması

ARP, konum verisi (depo ve talep noktaları), talep miktarları ve araç kapasitesi (maksimum depolama/yükleme) gibi çok sayıda değişken içerir ve ARP’de üç temel bileşen söz konusudur: (1) çalışma uzayında homojen/heterojen olarak dağılmış, kümelenmiş/kümelenmemiş, karesel/konik olarak konumlandırılmış *konumlar* (depo, merkezî veya merkezî olmayan bir biçimde). (2) sıralı/rasgele gelen homojen veya heterojen *talepler*. (3) özdeş veya heterojen *araçlar*. Tüm işlemsel kısıtlar sağlanacak şekilde, müşteri taleplerinin en az maliyetle karşılanması amaçlanır. Maliyet ise toplam rota uzunluğu (tüm rotaların uzunlukları toplamı), tamamlanma zamanı veya toplam bekleme süresi olarak ele alınabilir.

Bu çalışmada, tarım ürünlerinin ve gıdaların depolanması, taşınması ve dağıtılmasına yönelik *Tedarik Zincirinin* etkili bir biçimde yönetilebilmesi için söz konusu dağıtımın düşük maliyetle gerçekleştirilebileceği zeki bir rotalama yaklaşımı önerilmektedir. *Lojistik* bir etkinlik olarak, tarımsal üretimde çeşitli gıdaların/ürünlerin ihracatına ilişkin talepler/dağıtımlar dikkate alınmaktadır. Her biri belirli bir yükleme kapasitesine sahip bir araç filusunun, belirli bir noktadan (depo) talepleri yüklenip hareket ettiği, en kısa güzergâhları kullanarak bir dizi noktayı (alıcılar/müşteriler) ziyaret edip ilgili dağıtımları gerçekleştirdiği ve depoya geri döndüğü varsayılmaktadır. Tüm müşteriler ziyaret edilecek (hizmet alacak) şekilde, araçlar tarafından kullanılacak en az maliyetli en uygun rota kümesini belirlemek amaçlanır. Bu amaçla, hem akademik olarak hem de sektörde çalışılan önemli bir gerçek-dünya problemi olan *Kapasiteli ARP* (KARP) ele alındı. Bu problem ayrıca, kapasite sınırı olmadan ve ayrık turlar içerecek şekilde çoklu *Gezgin Satıcı Problemi* (GSP) olarak modellendi. Çözüm için *Genetik Algoritmalar* (GA) ve *Yerel Arama* içeren melez meta-sezgisel (*meta-heuristic*) bir algoritma geliştirildi.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde, *Araç Rotalama Problemleri* vb. problemler ile ilgili literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde, ilk olarak çalışma kapsamında ele alınan probleme ve daha sonra çözüm için geliştirilen melez meta-sezgisel algoritmaya ilişkin ayrıntılar verilmiştir. Dördüncü bölümde, bu kapsamda yapılan deneysel çalışmalar ve elde edilen test bulguları sunulmuştur. Son bölümde ise sonuçlar sunulmuş ve konuyla ilgili yapılabilecek çalışmalar belirtilmiştir.

## 2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

ARP’nin çeşitli varyasyonları ve özel türleri mevcuttur: (1) teslimatların içinde yapılması gerektiği zaman aralıkları olan ve her müşterinin talebinin gerekli zamanda karşılandığı zaman pencereli ARP. (2) araçların bir rotadan fazla yapabildiği çok turlu ARP. (3) bir dizi malın belirli toplama noktalarından diğer teslimat noktalarına ulaştırılmasını gerektiren dağıtım-toplamalı ARP. (4) herhangi bir teslim konumunda teslim edilmekte olan öğenin en son alınan öğe olduğu son giren ilk çıkar ARP. Ayrıca, bölge-kısıtlı, çok-depolu, kümülatif/

periyodik kapasiteli vb. pek çok ARP türü de mevcuttur. Öte yandan, araçlar heterojen, teslimatlar ayrık olabilir ve belli başlama/bitiş zamanları, hizmet türü, öncelik kuralı, rotaların maksimum uzunluk sınırları veya teslimat zamanı kısıtları dikkate alınabilir.

GSP'de, gezgin satıcı tüm talepleri taşıyabilecek kapasitede ise tek turda tüm şehirleri ziyaret edebilir. Bu durumda, bu problem tek rota içeren KARP olarak düşünülebilir ve tek araçla tüm talepler karşılanır. Çoklu GSP'de, kapasite sınırı olmadan çok sayıda gezgin satıcı ile birden fazla tur yapmak söz konusudur. *Ark/Ayrıt Rotalama Probleminde*, bir postacı bir şehrin tüm yollarını bir kez ziyaret eder ve başlangıç konumuna geri döner. *Konum Rotalama Probleminde* ise ARP'ye ek olarak depo konumlarına karar verilir. ARP, hem rotalama hem de araçlara atama gerektirir.

Luo ve Chen (2014), çok-depolu ARP'yi (ayrıca zaman aralıkları ile) çözecek iyileştirilmiş bir çözüm yöntemini ve çok-aşamalı modelini sunmuşlardır. Bu problemde depolar, müşteri kümelerinin ağırlık merkezleri (tüm müşteriler için) olarak değerlendirilirler. Bir önceki süreç ile ulaşılan en iyi çözüme göre, yeni kümeler üretecek kümeleme analizleri gerçekleştirilir. İyileştirilen yol bilgisi yeni kümelere aktarılır. Çok-depolu araç rotalama problemlerini çözmek için Yücenur ve Demirel (2011), genetik algoritma ve karınca kolonisi eniyilemesi içeren melez bir algoritma kullanmışlardır. Ho vd. (2008) ise çok-depolu ARP'nin verimliliği için iki melez genetik algoritma kullanmışlardır. Onlara göre, başlangıç için melezleştirilmiş sezgisel yöntemler çözümlerin kalitesine büyük ölçüde yön vermektedir.

Subramanian vd. (2013), homojen-filolu ARP sınıfı için melez bir algoritma önermişlerdir. Algoritmalarını, KARP, asimetrik ARP, açık ARP, eş-zamanlı dağıtım-toplamalı ARP, karışık dağıtım-toplamalı (çok-depolu) ARP ve çok-depolu ARP örnekleri üzerinde kapsamlı bir şekilde test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, sezgisel yöntemlerle bulunan ilgili türevlere göre oldukça rekabetçidir. Ayrıca bir dizi yeni en iyi çözüm elde etmişlerdir.

KARP için Stanojević vd. (2013), daha iyi rotalar üretmek amacıyla rotaları birleştiren yeni bir sezgisel yöntem geliştirmişlerdir. Wang ve Lu (2009) ise çaprazlama ve mutasyon olasılıklarının en uygun birleşimi ile yeni bir melez genetik algoritma önermişlerdir. Lin vd. (2009), melez meta-sezgisel yöntemler uygulamışlar; Berger ve Barkaoui (2003) ise melez bir genetik algoritma önermişlerdir. Yurtkuran ve Emel (2010) ise nüfus tabanlı melez bir yöntem kullanmışlar, yeni bir yerel arama stratejisi olan *yinelemeli takas* yaklaşımıyla, elde edilen çözümleri iyileştirmişlerdir. Yaklaşım, seçili ebeveynin konum vektöründen rasgele iki bileşen seçer ve değerleri takas eder. Bu bileşenlerin komşuları değiştirilerek dört çocuk daha oluşturulur ve en iyi çocuk, ebeveyninden daha iyi ise ebeveynle değiştirilir.

Du ve He (2012), büyük ölçekli ARP için yeni ve etkili bir melez meta-sezgisel algoritma sunmuşlardır. Algoritma, iki-aşamalı bir yaklaşım içermektedir: (1) başlangıç rotalar oluşturmak için en yakın komşuluk arama kullanılır ve (2) rotaları rota-içi ve rotalar-arası takas ile iyileştirmek için tabu aramadan yararlanır.

Genelleştirilmiş ARP, klasik ARP'nin doğal bir uzantısıdır (Pop vd., 2013). Bu problemde, müşteriler bölümlere (grup/küme) ayrılır ve araç filoları için minimum uzunlukta rota kümeleri tasarlanır. Kapasite kısıtlarına bağlı olarak, depodan hareket edilir, her gruptan tam olarak bir müşteri ziyaret edilir ve depoya geri dönlür. Yerel-bütünsel bir yaklaşımla, GA ve güçlü bir yerel arama yaklaşımı birleştirilerek, verimli bir melez sezgisel algoritma sunulmuştur.

Leung vd. (2013), müşterilerin, iki-boyutlu yüklemeyle ve farklı kapasitedeki araç filosu kullanılarak hizmet aldığı problem için sezgisel yerel arama ve tavlama benzetimi önermişlerdir. Her yeni çözüm için yüklemenin yapılabilirliğini kontrol edecek sezgisel yöntemler ve arama sürecini hızlandırmak için yüklemenin yapılabilirliği ile ilgili bilgiyi kaydedecek bir veri yapısı kullanmışlardır. Onlara göre, belirsiz bir rota incelendiğinde, depolanmış bilgiyi getirmek kolaydır. Bu rota mevcut değilse, bilgi kaydedilir.

Bortfeldt (2012), KARP'yi üç-boyutlu yükleme ve ek kutulama kısıtlarıyla ele almıştır. KARP genelleştirmesi olan bu problemde, müşteri taleplerinin üç-boyutlu, dikey ve yığılabılır kutulardan oluştuğu varsayılmaktadır. Bortfeldt (2012), rotalama için tabu arama ve araçlara atama için ağaç arama algoritmalarını içeren verimli bir melez algoritma tanıtmıştır. Rotalama yaklaşımındaki hareketler, kutulama açısından uygunluğu kontrol edilmeden önce değerlendirilir. Böylece, iyi çözüm kalitesi için gerekli kutulama çabası önemli ölçüde azalır. Ruan vd. (2013), üç-boyutlu yükleme KARP'yi ele almışlardır. Tüm araçların merkezî bir depoyu temel aldıkları bu problem, araçlar için uygun yükleme ve başarılı rotalamayı eniyilemeyi gerektirir. Bal arısı çiftleşme eniyilemesi ve altı yükleme sezgisini birleştiren melez bir yöntem sunulmuştur. Bütünleşik problemi çözmeye, biri araç rotalama ve diğerleri üç-boyutlu yükleme için kullanılmıştır. Üç-boyutlu yükleme ve araç rotalamanın önemli bir birleşimi olan bu problem, Fuellerer vd. (2010) tarafından da çalışılmıştır. Onlar, yükün araçlara yüklenmesi ve yol ağı üzerinde araç rotalamanın birleşiminin eniyilemesini amaçlamışlardır. Onlara göre, yüksek karmaşıklığı nedeniyle, bu problem üzerinde literatür çok sınırlıdır. Problem, yükleme için hızlı kutulama sezgilerini kullanan karınca kolonisi eniyilemesi kullanılarak çözülmüştür. Algoritma, rotalama ve kutulama olarak iki farklı sezgi bilgisini birleştirmektedir.

Cacchiani vd. (2014), bir ARP genelleştirmesi olarak, periyodik ARP'yi ele almışlardır. Bu problem, verilen planlama diliminin her günü için minimum maliyetli rota kümesini belirlemeyi içermektedir. Her müşteri, gereken sayıda ziyaret edilmeli ve gerekli ürün miktarını her seferinde almalıdır. Ayrıca, gün başına düşen rota sayısı toplam kullanılabilir araç sayısını geçememektedir. Rotalama problemleri için birkaç günlük planlanmalar hesaba katılmaktadır. Hà vd. (2014), araç sayısı bir karar değişkeni olacak şekilde, esnek filo büyüklüklü genelleştirilmiş ARP'yi ele almışlardır. Uygun filo büyüklüğü, günlük rotalama maliyetini en aza indirmek amacıyla belirlenebilmektedir.

Tlili vd. (2014), araçların belirlenen maksimum uzunluğa kadar seyahat edebileceği me-

safe-kısıtlı KARP için parçacık sürüsü eniyilemesi ile değişken komşuluk aramayı bütünleş-tiren melez meta-sezgisel bir yöntem önermişlerdir.

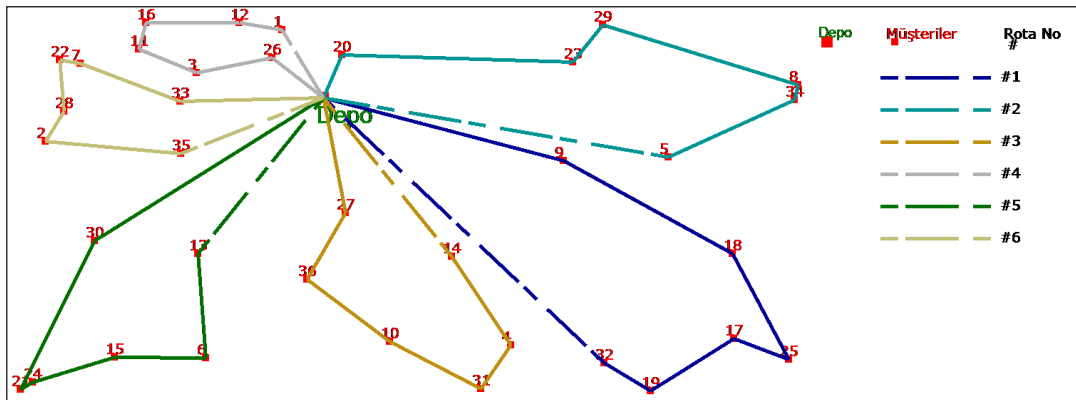
Marinakis vd. (2013), rasgele talepli ARP'yi başarılı bir biçimde çözmek için parçacık sürüsü eniyilemesi tabanlı yeni bir melez yöntem tanıtmışlardır. Bu problemde, sonlu kapasiteli bir araç, tam yüklemeye depodan ayrılır ve sadece onlara ulaştığında talepleri bilecek bir dizi müşteriye hizmet vermek zorundadır. Lei vd. (2011) ise taleplerin rasgele olduğu ve her köşeye bir zaman penceresinin uygulandığı KARP'yi ele almışlardır. Gerçekleşen talep araç kapasitesini aştığı zaman, aynı rotadaki konumlarda başarısızlık olabilir. Problem, rasgele bir problem olarak modellenmiş ve çözüm için uyarlanabilir bir geniş çerçevede komşuluk arama önerilmiştir.

Mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışmanın temel katkısı, hizmet verilecek noktaların, (1) bütünsel olarak değerlendirilip bir bölgedeki tüm müşterilere hizmet verecek rota kümesinin veya (2) alt-küme olarak değerlendirilip her alt-bölge için ilgili müşteri grubuna hizmet verecek ayrı turların belirlenebilmesidir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Kapasiteli Araç Rotalama Problemi

ARP'nin en genel şekli, tüm müşterilerin taleplerinin bilindiği ve karşılandığı, tüm araçların özdeş ve sınırlı kapasiteli olduğu KARP'dir (Boonsam vd., 2011). KARP'de, merkezî bir depoda teslimat işini gerçekleştiren  $m$  adet  $q$  kapasiteli  $v$  hıza sahip aracın, bir coğrafi alanda farklı noktalara dağılmış  $n$  müşterinin taleplerini en az  $C$  maliyetle karşılamak için kullanacakları en uygun  $R$  rota kümesi belirlenir. KARP, yoğun bir biçimde çalışılan ve çok sayıda türü olan yaygın bir Yöneylem Araştırması (*Operations Research*) problemi olup, örnek bir çözüm Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Örnek KARP Çözümü (36 müşteri konumu / her müşterinin talebi 10 ve araç kapasitesi 60)

Şekil 1’de resmedilen örnekteki kesikli çizgiler, her rotadaki son müşteriden depoya olan geçişleri ifade eder. Bu temel ARP modeline ilişkin çözümde, her biri 6 müşteri konumu içeren 6 rota mevcuttur. Her konum noktasal olup ( $x$ - $y$  koordinatları ile), depo ve müşteriler sırasıyla, büyük bir kare ve daireler ile gösterilmiştir. Depo-müşteri konumları, talep miktarları ve araç kapasitesi önceden bilinir. Noktalar arasındaki bağlantıları ifade eden kenarlar üzerindeki ağırlıklar ise aralarındaki uzaklık/maliyet bilgisidir. Probleme ilişkin varsayımlar şunlardır:

- Her müşterinin bir talebi vardır ve depo tüm talepleri karşılayabilecek ürün stokuna sahiptir.
- Tüm talepleri karşılayabilecek yeterli sayıda araç mevcuttur.
- Talep miktarları ve araç kapasitesi *birim temelli* (tamsayı değerler) olduğu için araçları maksimum seviyede dolduran yüklemeler yapılabilir.

*Probleme ilişkin keskin kısıtlar ise şunlardır:*

- Her araç, depodan hareket eder, bir dizi müşteriye hizmet verir ve depoya geri döner.
- Her müşteri, tam olarak bir araç tarafından ve sadece bir kez ziyaret edilir.
- Herhangi bir rota üzerindeki talep miktarlarının toplamı araç kapasitesini geçemez.

Rota sayısı (gerekli/kullanılacak araç sayısı) en az ve toplam rota uzunluğu en kısa olacak şekilde, en az maliyetli rota kümesi belirlenir. Çoğu çalışmada (Chand vd., 2010; Chand ve Mohanty, 2013) bu iki hedef üzerinde yoğunlaşmıştır.

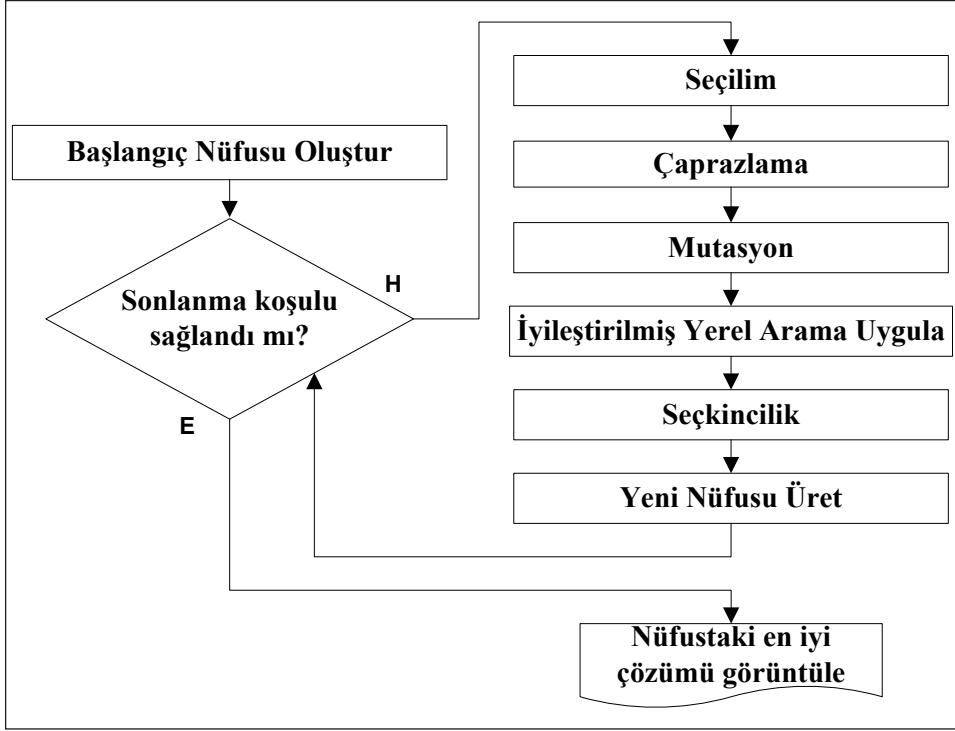
### 3.2. Genetik Algoritmalar Tabanlı Çözüm

GA, evrimsel hesaplama (*evolutionary computing*) alanının arama yöntemlerinden biri olarak, karmaşık ve zor problemlerin çözümü için kullanılan gürbüz bir eniyileme tekniğidir. Darwin’in evrim teorisinden esinlenen ve evrimsel süreci temel alan bir teknik olup, en iyinin hayatta kalması prensibine dayanır. GA, her biri problem için bir aday çözümü temsil eden kromozom grubundan, her kromozom ise genellikle sayısal karakter dizilerinden oluşur. Başlangıç nüfus tamamen rasgele veya belli ölçüde müdahale ile oluşturulur. Her nesilde tüm kromozomlar değerlendirilir. Nüfustan seçilen kromozomlar çaprazlama işlemine tabi tutulurlar ve elde edilen çocuklara mutasyon işlemi uygulanır. Yeni nesil ise ebeveyn ve çocuk kromozomlarından seçim yapılarak oluşturulur. Nesiller devam ettikçe problem için en uygun çözümlere yakınsanır. Son nesildeki en iyi uygunluk değerlerine sahip kromozomlar çözüm olarak değerlendirilirler. Süreç, belirlenen maksimum nesil değerine ve/veya beklenen uygunluk değerine ulaşılması gibi durumlarda sonlandırılır. GA, problemlere en iyi çözümü garanti etmeseler de iyi bir çözüm kümesi sunarlar.

ARP, problem büyüklüğünün (müşteri sayısı) artmasıyla karmaşıklığın (çözüm zamanı / işlem sayısı) üstel olarak (*exponentially*) artmasına bağlı olarak, NP-zor problemler sınıfında



yer almaktadır. Bu nedenle, bütünsel arama (*global search*) yaparak en uygun çözümleri sağlayabilmek için meta-sezgisel bir yöntem olarak GA tercih edilmiştir. Ayrıca, arama uzayını daha verimli bir biçimde taramak ve yerel en iyi noktalara (*local optimums*) takılma durumlarını en aza indirerek daha iyi sonuçlar ve daha iyi başarımlar elde edebilmek ve hatta bütünsel en iyi noktaya/çözüme (*global optimum*) ulaşabilmek için GA yerel arama ile melezleştirilmiştir. Geliştirilen bu melez algoritma, literatürde taklitçi (*memetic*) algoritma (Moscato ve Cotta, 2003) olarak bilinmektedir ve akış şeması Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 2: Geliştirilen GA ve Yerel Arama Tabanlı Melez Meta-Sezgisel Algoritmanın Akış Şeması**

Şekil 2’deki melez algoritmanın temel bileşenlerine ilişkin ayrıntılar ilerleyen kısımdaki alt bölümlerde verilmektedir.

### 3.2.1. Kromozom gösterimi

Rotalara ait müşteri gruplarının sıfır araç tanımlayıcısı (depo konumu) ile birbirinden ayrıldığı tek vektör içeren bir gösterim tercih edilmiştir. Her rota, güzergâhı üzerindeki müşterilerin bu rotayı kullanacak araç tarafından ziyaret edilme sırasını içerir ve her müşteri konumu, her gösterimde tam olarak bir kez yer alır. Örneğin “{0 1 3 5 0 4 2 0 6}” gösteri-



minde, müşteriler şu üç rotada kümelanmışlardır: (i) Depo 1 3 5, (ii) Depo 4 2 ve (iii) Depo 6. Gösterimdeki konum sayısı, müşteri sayısı ( $n$ ) ile rota/sıfır sayısının toplamıdır. Her aracın sadece tek müşterinin talebini karşılaması durumunda ise  $2n$  olur. Uygun bir aday çözüme ilişkin gösterimdeki her rota, probleme özgü kısıtları sağlamalıdır.

### 3.2.2. Başlangıç nüfusun üretilmesi

Başlangıç nüfus tamamen rasgele olmayacak şekilde üretilir. Öncesinde, noktalar arasındaki mesafeler (Öklid karesel uzaklıkları) hesaplandıktan sonra, her konum için bu konuma en yakın uzaklıktaki belli sayıdaki konum belirlenir. Böylece, birbirine daha/en yakın ardışık nokta çiftleri oluşturularak, daha iyi aday çözümler üretilmesi mümkün olur. Bu amaçla, en yakın komşuluk algoritması (*nearest neighbor algorithm*) kullanılmıştır.

### 3.2.3. Uygunluğun değerlendirilmesi

Maliyeti hesaplamak için kullanılan çok-hedefli uygunluk fonksiyonu, rota sayısını ve toplam rota uzunluğunu en aza indirmeyi amaçlar. Nüfustaki  $i$ . kromozomun uygunluk değeri Denklem (1)'deki  $F$  fonksiyonu ile hesaplanır.

$$F(i) = (\alpha \times mi) + (\beta \times Ci) \quad (1)$$

Denklem (1)'de  $\alpha$  ve  $\beta$  sırasıyla, rota sayısı ( $m$ ) ve toplam rota uzunluğu ( $C$ ) için katsayı değerleridir ( $F$  fonksiyonu ve katsayı değerleri ile ilgili ayrıntılar için Bkz. Chand ve Mohanty, 2013).

### 3.2.4. Genetik işlemler

Nüfustan seçilen ebeveyn çiftine tek-noktalı ve çift-noktalı permütasyon çaprazlama işlemleri uygulanarak elde edilen çocuklar, mutasyon işleci olarak yerel aramaya tabi tutulurlar.

### 3.2.5. Yerel arama

Yerel arama, mevcut çözümü çevresindeki komşu çözümlere bakarak yinelemeli bir biçimde iyileştiren etkili bir tekniktir. 2-opt algoritmasında, yerel en iyi noktalarda takılı kalmamak için kromozom, iki noktadan kırılır ve bu aralık ters yönde olacak şekilde yeniden oluşturulur. Rota-içi konum sırası değişikliği ve rotalar-arası konum sırası takasları ile rota sayısını düşürmek ve toplam rota uzunluğunu azaltmak amaçlanır ve bu süreç, yerel en iyi noktaya (*local minimum*) ulaşılan kadar devam eder. Değişiklikler sonrasında, aynı rota sayısı için rotalar arasındaki yüklemeler dengelenir veya ardışık iki sıfırın yer aldığı uygun/yeni bir çözüme ilişkin gösterimdeki mevcut rota sayısı bir azalır:

- Eski çözüm : 0 1 3 5 0 4 2 0 6 → 2-opt algoritması uygulanmadan önce (üç rota)
- Yeni çözüm : 0 1 3 5 0 0 2 4 6 → 0 1 3 5 0 2 4 6 (iki rota)

Her nesil sonunda ve sadece kromozomu iyileştirecek durumlarda uygulanan iyileştirilmiş yerel arama algoritmasının sözde kodu Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1: GA Tabanlı Yöntem Kapsamında Uygulanan 2-opt Algoritmasının Sözde Kodu**

<b>Algoritma: applyImprovedLocalSearch(Kromozom birey)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>while</b> “<i>birey</i> için yerel en iyi noktaya ulaşılmadı / iyileşme söz konusu” <b>do</b></li> <li>• Kromozom gösterimindeki en iyi “<math>i, i + 1</math>” ve “<math>j, j + 1</math>” kenar çiftini belirle</li> <li>• <b>if</b> <math>mesafe(i, i + 1) + mesafe(j, j + 1) &gt; mesafe(i, j) + mesafe(i + 1, j + 1)</math> <b>then</b></li> <li>• Kenarları takas et ve kromozomun uygunluk değerini güncelle</li> <li>• <b>end if</b></li> <li>• <b>end while</b></li> </ul>

Tablo 1’de,  $i$  ve  $j$  kromozomdaki genlere karşılık gelen değişkenler olup, *mesafe* ise nokta çiftleri arasındaki uzaklıkları içeren matristir.

### 3.2.6.Yeni neslin oluşturulması

Her nesilde, en iyi aday çözümleri muhafaza etmek için ilk olarak nüfustaki en iyi kromozom çifti doğrudan yeni nesle aktarılır (*elitism*). Daha sonra, nüfus büyüklüğünü ( $n$ ) korumak için  $n - 2$  kadar çocuk üretilir ve elde edilen çocuklar en kötünden başlayarak ebeveynler ile değiştirilir. Yeterince iyi olmayan aday çözümlerden de iyi çözümler elde edilebilir; ayrıca, bu durum çeşitlilik sağlamak ve yerel en iyi noktalarda takılı kalmamak için de yararlıdır. Bu nedenle, ebeveynlerinden daha iyi olmayan çocuklara da yaşama şansı verilir.

## 4.ÇÖZÜM/BULGULAR

### 4.1.Deneysel Çalışmalar

Geliştirilen melez meta-sezgisel algoritmanın başarısını test edebilmek için ilk olarak literatürden alınan (1) simetrik KARP ve (2) tek-depolu çoklu GSP örnekleri üzerinde iki ayrı *vaka çalışması* yapılmıştır. Daha sonra, rasgele müşteri konumu kurumları üzerinde de deneyler yapılmıştır.

#### 4.1.1.Verit kümesi ve deneysel kurulum

Deneylerde, müşteri sayısının (GSP için şehir sayısı) değişiminin belirlenen güzergâhları ve toplam rota uzunluklarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Talep miktarı, araç kapasitesi (GSP için söz konusu değil) ve çözüme ilişkin rota sayısı (GSP için gezgin satıcı sayısı) değişimleri ise dikkate alınmamıştır.

İlk deneylerde, literatürdeki *VRPLIB* kütüphanesinden birkaç KARP örneği için ilgili konum verisi, talep miktarları ve araç kapasitesi ve *TSPLIB* kütüphanesinden bir GSP örneği için ilgili konum verisi; diğer deneylerde ise talep miktarları ve araç kapasitesi sabit tutularak, rasgele nokta kümeleri kullanıldı. İkinci deneylerde, her müşterinin talebi 10 ve araç kapasitesi 250'dir. Örneğin bu durumda, 100 müşteri konumu içeren her probleme ilişkin çözüm dört ( $10 \times 100 \div 250$ ) rota içermektedir. Çözüm yönteminin istatistiksel başarısını göstermek için ilk deneyler aynı nokta kümeleri ile yinelenirken, diğer deneyler ise farklı nokta kümeleri ile yinelenildi. Her başarıım testi için ayrıca, en iyi değer bulunduğusu nesil değeri ve o ana kadar geçen çalışma süresi ve toplam çalışma süresi bilgileri kaydedildi. Tüm deneylerde kullanılan genetik algoritma değişkenleri ve ilgili değerler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2: GA Tabanlı Yöntemin Değişkenleri ve Varsayılan Değerler**

Değişken	Değer
Nüfus büyüklüğü ve maksimum nesil değeri	100 – 1000
Seçim yöntemi	Turnuva seçimi
Çaprazlama işleci ve yerel arama için olasılık değerleri	%80 – %5
$\alpha$ ve $\beta$ değerleri (Chand ve Mohanty, 2013)	0.7 – 0.5

Genetik algoritma gerçekleştiriminde, başlangıç nüfusun üretilmesi için kullanılan *en yakın komşuluk algoritması* kapsamında, en yakın komşuluk değeri 5, bu algoritmanın uygulanma olasılığı ise %90 olarak belirlendi.

Geliştirilen program (algoritmanın kodlanması ve konum ekleme ve ayarlar için arayüz tasarımı) için *Microsoft Visual Studio 2012* platformu üzerinde C# programlama dili, gerçekleştirilen deneyler için 3.20 GHz işlemciye ve 8GB ana belleğe sahip 64 bit Windows 7 işletim sistemi yüklü Intel(R) Core(TM) CPU bir masaüstü bilgisayar kullanıldı.

#### 4.1.2. Mevcut müşteri/şehir konumu kurulumları ile gerçekleştirilen deneyler

GA tabanlı yöntemin başarımını göstermek için birkaç KARP örneği (URL 1) temel alınarak deneysel çalışma yapıldı. Geliştirilen algoritma her örnek için 10 kez işletilerek, rota sayıları, güzergâhlar ve minimum/maksimum toplam rota uzunlukları, ortalama uzaklık, standart sapma ve ortalama hata (en iyi değerden sapma) değerleri ve araç doluluk oranları (Denklemler (2)'deki formülle tanımlı) belirlendi. Deney sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

$$\text{Araç doluluk oranı} = Q \div (m \times q) \quad (2)$$

Denklemler (2)'de  $Q$ ,  $m$  ve  $q$  sırasıyla, tüm müşterilerin toplam talebi, araç sayısı ve araç kapasitesi olup; " $m \times q$ " ise araçların toplam kapasitesine karşılık gelmektedir.

**Tablo 3: Geliştirilen Yöntem ile KARP Çözümüne İlişkin Sonuçlar**

Örnek	Bilinen En İyi Değer (URL 2)	n	m	q	Maksimum Uzaklık	Araç Doluluk Oranı
<b>att-n48-k4</b>	40002	47	4	15	40002	0,73
<b>A-n34-k5</b>	778	33	5	100	778	0,92
<b>A-n80-k10</b>	1763	79	10	100	1763	0,94
<b>B-n39-k5</b>	549	38	5	100	549	0,88
<b>E-n22-k4</b>	375	21	4	6000	375	0,94
<b>E-n23-k3</b>	569	22	3	4500	569	0,75
<b>E-n30-k3</b>	534	29	3	4500	534	0,94
<b>E-n51-k5</b>	521	50	5	160	521	0,97
<b>E-n101-k8</b>	815	100	8	200	815	0,91
<b>F-n45-k4</b>	724	44	4	2010	724	0,90
<b>F-n72-k4</b>	237	71	4	30000	237	0,96

Tablo 3'te  $n$ ,  $m$  ve  $q$  sırasıyla, müşteri/araç sayıları ve araç kapasitesidir. Görüldüğü gibi, literatürde raporlanmış minimum rota sayıları ve en kısa toplam rota uzunlukları tüm örnekler için her çalıştırmada bulunmuştur. Standart sapmalar ve ortalama hatalar sıfır olup, mevcut durumda belirgin bir kararlılık vardır. Tam yakınsama ile elde edilen sonuçlar oldukça başarılıdır (en iyi değerler için Bkz. Lysgaard vd., 2004; Fukasawa vd., 2006; Stanojević vd., 2013).

GA tabanlı yöntemin başarımını gösterdikten sonra, *berlin52* GSP örneği temel alınarak çoklu GSP için de deneysel çalışma yapıldı. Şehir listesindeki ilk şehir depo (51 şehir konusu söz konusu) ve her talep miktarı "1" olacak şekilde, farklı sayılardaki gezgin satıcılar, depodan hareket eder, kapasite sınırı olmadan depo dışında en az iki şehri ziyaret eder ve depoya geri dönerler. Geliştirilen algoritma bu örnek için 100 kez işletilerek, güzergâhlar ve minimum/maksimum toplam rota uzunlukları ve ortalama uzaklık, standart sapma ve ortalama hata değerleri belirlendi. Deney sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4: Geliştirilen Yöntem ile Tek-Depolu Çoklu GSP (URL 3) Çözümüne İlişkin Sonuçlar**

Örnek (*)	m	q	Minimum Uzaklık	Araç Doluluk Oranı
<b>berlin52</b>	1	-	7542	-
<b>berlin52-m2</b>	2	26	7880	0,98
<b>berlin52-m3</b>	3	17	8497	1,00
<b>berlin52-m5</b>	5	11	9523	0,93
<b>berlin52-m7</b>	7	8	10746	0,91

(\*) <https://profs.info.uaic.ro/~mtsplib/TSPLIB/berlin52.tsp>

Tablo 4'te,  $m$  gezgin satıcı sayısı olup; aynı şehir konumu kurulumu için gezgin satıcı sayısı arttıkça maliyet de artar.

#### 4.1.3. Rasgele müşteri konumu kurulumları ile gerçekleştirilen deneyler

Depo-müşteri konumlarının rasgele oluşturulduğu bu deneylerde müşteri sayısı değiştirilir. İlk olarak, deney 100 müşteri konumu ile 10 kez yinelenir. Daha sonra, mevcut konum kümesinden rasgele 15 müşteri konumu çıkarılarak elde edilen yeni küme üzerinde gerçekleştirilir. Müşteri sayısı 10 olana kadar devam eden bu işlem, farklı müşteri yerleşimleri için yinelenmemiştir. Sonuçlar, Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5: Farklı Müşteri Sayıları için Toplam Rota Uzunlukları**

Müşteri Sayısı (n)	100	85	70	55	40	25	10
Araç Sayısı (m)	4	4	3	3	2	1	1
Minimum Uzaklık	10432	9848	8971	8047	6589	4991	3932

Tablo 5'te, ortamdaki müşteri sayısının azalmasıyla maliyetin doğrusal bir biçimde azaldığı gözlemlenmiştir.

#### 4.2. Test Bulguları

Farklı nokta kümeleri üzerinde gerçekleştirilen çeşitli deneylerde, başarılı şu sonuçlar elde edilmiştir: (i) başlangıç nüfusun üretilmesinde tamamen rasgele olan bir yöntem kullanılmaması ve yerel aramanın nesiller boyunca uygulanmasıyla, oldukça hızlı bir biçimde çözüme yakınsama sağlandığı gözlemlenmiştir. (ii) uygun çözümlere (en uygun rota kümeleri ile gerekli araç sayısı ve minimum maliyet) çok küçük nesil değerlerinde (100 nesil tekrarı yeterli olabilmıştır) ve kısa çalışma zamanlarında ulaşılabilmiştir. (iii) genel olarak müşteri sayısının artması, maliyeti (toplam rota uzunluğu) büyük ölçüde artırır. (iv) ortamdaki müşterilerin birbirlerine uzak olmalarıyla, daha uzun güzergâhlar ve daha yüksek maliyetler söz konusu olur.

### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tarım ürünleri ve gıdaların *Tedarik Zinciri Yönetimine* ilişkin dağıtım işlemleri için zeki bir rotalama yaklaşımı ele alındı. Tüm talepleri en az maliyet ile karşılayabilmek için KARP ve çoklu GSP çalışıldı. Bir araç filosunun bir depodan hareket ettiği, bir dizi müşteriye hizmet verip depoya geri döndüğü en kısa rotalar belirlendi. Çözümün doğruluğunu ve uygulanabilirliğini test etmek için geliştirilen GA ve yerel arama tabanlı melez meta-sezgisel algoritma kullanılarak, deneysel çalışmalar yapıp başarılı sonuçlar elde edildi. Deneylerde, bilinen en iyi değerler veya bu değerlere oldukça yakın değerler elde edilmiştir. Test bulguları, dağıtım işlemlerinin *Yerel Arama* ile iyileştirilmiş GA kullanılarak kayda-de-

ğer derecede kısa sürelerde gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Geliştirilen çözüm aracılığıyla, hem ayrık hem de bütünsel turlar içeren düşük maliyetli rota kümeleri dinamik olarak oluşturulabilecektir. Geliştirilen program, endüstriye yönelik pratik uygulamaların çözümü için uyarlanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Berger, J., Barkaoui, M. (2003), "A hybrid genetic algorithm for the capacitated vehicle routing problem", Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO'03): Part I, ss.646-656, Lecture Notes in Computer Science, 2723.
2. Boonsam, P., Suthikarnnarunai, N., Chitphai boon, W. (2011), "Assignment problem and vehicle routing problem for an improvement of cash distribution", World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS), Vol II, October 19-21, San Francisco, USA.
3. Bortfeldt, A. (2012), "A hybrid algorithm for the capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints", Computers & Operations Research, 39(9), pp.2248-2257.
4. Cacchiani, V., Hemmelmayr, V.C., Tricoire, F. (2014), "A set-covering based heuristic algorithm for the periodic vehicle routing problem", Discrete Applied Mathematics, 163(1), pp.53-64.
5. Chand, P., Mohanty, J.R. (2013), "Solving vehicle routing problem with proposed non-dominated sorting genetic algorithm and comparison with classical evolutionary algorithms", International Journal of Computer Applications (IJCA), 69(26), pp.34-41.
6. Chand, P., Mishra, B.S.P., Dehuri, S. (2010), "A multi objective genetic algorithm for solving vehicle routing problem", International Journal of Information Technology and Knowledge Management, 2(2), pp.503-506.
7. Dantzig, G.B., Ramser, J.H. (1959), "The truck dispatching problem", Management Science, 6(1), pp.80-91.
8. Du, L., He, R. (2012), "Combining nearest neighbor search with tabu search for large-scale vehicle routing problem", Physics Procedia, 25, pp.1536-1546, International Conference on Solid State Devices and Materials Science, April 1-2, Macao.
9. Fuellerer, G., Doerner, K.F., Hartl, R.F., Iori, M. (2010), "Metaheuristics for vehicle routing problems with three-dimensional loading constraints", European Journal of Operational Research, 201(3), pp.751-759.
10. Fukasawa, R., Lysgaard, J., de Aragão, M.P., Reis, M., Uchoa, E., Werneck, R.F. (2006), "Robust branch-and-cut-and-price for the capacitated vehicle routing problem", Mathematical Programming, 106(3), pp.491-511.
11. Hà, M.H., Bostel, N., Langevin, A., Rousseau, L.M. (2014), "An exact algorithm and a metaheuristic for the generalized vehicle routing problem with flexible fleet size", Computers & Operations Research, 43, pp.9-19.

12. Ho, W., Ho, G.T.S., Ji, P., Lau, H.C.W. (2008), "A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(4), pp.548-557.
13. Lei, H., Laporte, G., Guo, B. (2011), "The capacitated vehicle routing problem with stochastic demands and time windows", *Computers & Operations Research*, 38(12), pp.1775-1783.
14. Leung, S.C.H., Zhang, Z., Zhang, D., Hua, X., Lim, M.K. (2013), "A meta-heuristic algorithm for heterogeneous fleet vehicle routing problems with two-dimensional loading constraints", *European Journal of Operational Research*, 225(2), pp.199-210.
15. Lin, S.W., Lee, Z.J., Ying, K.C., Lee, C.Y. (2009), "Applying hybrid meta-heuristics for capacitated vehicle routing problem", *Expert Systems with Applications*, 36(2), pp.1505-1512.
16. Luo, J., Chen, M.R. (2014), "Improved shuffled frog leaping algorithm and its multi-phase model for multi-depot vehicle routing problem", *Expert Systems with Applications*, 41(5), pp.2535-2545.
17. Lysgaard, J., Letchford, A.N., Eglese, R.W. (2004), "A new branch-and-cut algorithm for the capacitated vehicle routing problem", *Mathematical Programming*, 100(2), pp.423-445.
18. Marinakis, Y., Iordanidou, G.R., Marinaki, M. (2013), "Particle swarm optimization for the vehicle routing problem with stochastic demands", *Applied Soft Computing*, 13(4), pp.1693-1704.
19. Moscato, P., Cotta, C. (2003), "A gentle introduction to memetic algorithms", pp.105-144 *Handbook of Metaheuristics*, Glover, F., Kochenberger, G.A. (Eds.), Springer US, 57, Boston MA, 560p.
20. Pop, P.C., Matei, O., Sitar, C.P. (2013), "An improved hybrid algorithm for solving the generalized vehicle routing problem", *Neurocomputing*, 109, pp.76-83, "New Trends on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications" — A selection of extended and updated papers from the SOCO 2011 International Conference.
21. Ruan, Q., Zhang, Z., Miao, L., Shen, H. (2013), "A hybrid approach for the vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints", *Computers & Operations Research*, 40(6), pp.1579-1589.
22. Stanojević, M., Stanojević, B., Vujošević, M. (2013), "Enhanced savings calculation and its applications for solving capacitated vehicle routing problem", *Applied Mathematics and Computation*, 219(20), pp.10302-10312.
23. Subramanian, A., Uchoa, E., Ochi, L.S. (2013), "A hybrid algorithm for a class of vehicle routing problems", *Computers & Operations Research*, 40(10), pp.2519-2531.
24. Yurtkuran, A., Emel, E. (2010), "A new hybrid electromagnetism-like algorithm for capacitated vehicle routing problems", *Expert Systems with Applications*, 37(4), pp.3427-3433.
25. Tlili, T., Faiz, S., Krichen, S. (2014), "A hybrid metaheuristic for the distance-constrained capacitated vehicle routing problem", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109,

pp.779-783, 2nd World Conference on Business, Economics and Management.

26. URL 1, Networking and Emerging Optimization (2013), Capacitated VRP Instances | Vehicle Routing Problem, <http://neo.lcc.uma.es/vrp/vrp-instances/capacitated-vrp-instances/>, 13.03.2017.
27. URL 2, Computational Infrastructure for Operations Research (2003), Vehicle Routing Data Sets, <https://www.coin-or.org/SYMPHONY/branchandcut/VRP/data/index.htm.old>, 13.03.2017.
28. URL 3, Benchmark data for the Single-Depot Multiple Traveling Salesman Problem (multiple-TSP) (1999), Benchmark for multiple-TSP instances, <https://profs.info.uaic.ro/~mtsplib/>, 26.03.2017.
29. Wang, C.H., Lu, J.Z. (2009), "A hybrid genetic algorithm that optimizes capacitated vehicle routing problems", *Expert Systems with Applications*, 36(2), pp.2921-2936.
30. Yücenur, G.N., Demirel, N.Ç. (2011), "A hybrid algorithm with genetic algorithm and ant colony optimization for solving multi-depot vehicle routing problems", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, *Sigma* 29(3), pp.340-350.



# BULANIK VIKOR YÖNTEMİ İLE YAŞ MEYVE SEBZE SEKTÖRÜNDE HEDEF PAZAR SEÇİMİ

*Nedret TOSUN<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Şirketler, küreselleşme ve teknolojik devrim karşısında rekabet gücünü geliştirmek ve artırmak için yeni pazarlara açılmak durumundadır. Hedef pazar seçimi ise kaynakların verimli kullanılması açısından öncelikle ele alınması gereken önemli bir konudur. Doğası gereği pazar seçimi problemleri, karar verme sürecinde çok sayıda ve bazen birbiriyle çelişen kriterlerin değerlendirilmesini gerektirdiğinden çok kriterli karar verme problemleridir. Gerçek yaşam problemlerinde karar vericilerin tercihleri ve görüşlerinin muğlak olması bulanık yöntemlerin gelişimini sağlamıştır. Bulanık VIKOR yöntemi, karar alma sürecindeki belirsizlikleri de dikkate alarak çoğunluk için maksimum grup faydası ve rakip için minimum bireysel pişmanlık sağlayan uzlaşmacı bir çözüm belirlemektedir. Bu çalışmada, yaş meyve sebze ihracatı yapan 8 firmanın karar vericileri ile öncelikli pazarın seçimi işlemi Bulanık VIKOR yöntemi ile ele alınmış ve bir uzlaşmacı çözüme ulaşılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık VIKOR, çok kriterli karar verme, pazar seçimi

## MARKET SELECTION IN FRESH FRUIT AND VEGETABLE SECTOR BY USING FUZZY VIKOR METHOD

### ABSTRACT

*Companies, facing globalization and technological revolution are forced to enter new markets in order to develop and enhance their competitiveness. Target market selection is a primary process in terms of the efficient use of resources. By its nature, market selection problems are multi criteria decision making problems because, during decision making process it requires evaluating numerous and sometimes conflicting criteria. In real life problems, impreciseness of the preferences and opinions of decision makers enabled the development of the fuzzy methods. Fuzzy VIKOR method, determines a compromise solution taking into consideration the impreciseness during decision making and provides a maximum “group utility” for the “majority” and a minimum individual regret for the “opponent”. In this study, a priority market determining process is handled by Fuzzy VIKOR method with 8 fresh fruit and vegetable exporters’ decision makers and reached to a compromise solution.*

**Key Words:** Fuzzy VIKOR, Multi Criteria Decision Making, market selection.

---

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, [tosunn@baib.gov.tr](mailto:tosunn@baib.gov.tr)

## I. GİRİŞ

Şirketler, küreselleşme ve teknolojik devrim ile ekonomideki değişen dinamikler karşısında, sürekli büyümek ve gelişmek için yeni yollar aramak zorunda kalmaktadır. Hedef pazarları belirlemek ve yeni pazarlara açılmak, şirketlerin gelecekteki başarısını etkileyen, karlı büyüme imkanı sunan ve rekabet gücünü geliştirebilecek önemli bir unsur olmuştur. (Górecka ve Szalucka, 2013: 31).

Pazar seçimi; pazardaki rekabet, ilgili pazarın büyüme potansiyeli, pazarın karlılığı ve çalışılan sektöre özgü diğer kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi ve alternatif pazarlar arasından mümkün olan en iyi olanın belirlenmesi sürecidir. (Yavuz, 2016: 164)

Çok kriterli karar verme yöntemleri, tüm olabilir alternatifler arasından, çok ve genellikle birbiriyle çelişen karar kriterleri ile en iyi olan alternatifi bulmaya çalışmaktadır. Pazar seçimi de doğası gereği birçok alternatifin, birbiriyle çelişen amaç ve faktöre göre değerlendirilmesini gerektirdiğinden çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemleri kapsamında değerlendirilmektedir.(Aghdaie ve Alimardani, 2015: 263)

Klasik Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinde, ağırlıklar tam olarak bilinmemektedir. Ancak, birçok durumda karar vericiler, kriterlere göre alternatifleri değerlendirmek için yeterli bilgiye sahip olmayabilir. Klasik ÇKKV yöntemleri bulanık ve muğlak karakterlerin yer aldığı bu tarz problemleri ele almada yetersiz kalmaktadır. İşte bu durumlarda, Bulanık küme teorisi, kesin olmayan ve bulanık açıklamaların olduğu verilerde güçlü bir araçtır. (Vahdani, 2010: 1231)

Bu çalışmada yaş meyve sebze ihracatçısı firmaların alternatif pazarlarından öncelikli olan pazarın seçimi problemi Bulanık VIKOR yöntemi ile çözülmüştür. Çalışma genel olarak şu bölümlerden oluşmaktadır: İkinci bölüm, pazar seçimi ile ilgili literatür taramasına ayrılmıştır. Üçüncü bölümde Bulanık VIKOR yöntemi tanıtılmaktadır. Dördüncü bölümde uygulama ve çözüm süreci adım adım anlatılmış, sonuç bölümünde ise genel değerlendirmeler yapılmıştır.

## II. LİTERATÜR TARAMASI

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ile yapılan çalışmalar son yıllarda, tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetimi, hava yolları ve yatırım gibi pek çok alanda hızla artmıştır (Aghdaie ve Alimardani, 2015: 265)

Literatürde pazar seçimi çok sayıda ÇKKV çalışmasına konu edilmiştir. Albadvi Sharifi vd. (2007) İran'da TV pazarı için belirlenen beş pazar bölümü arasından hedef pazarı, uzman görüşleriyle oluşturdukları pazar çekiciliği kriterleri üzerinden PROMETHEE metodunu kullanarak belirlemişlerdir.

Toksarı (2007) çalışmasında, nüfus ve nüfus artış oranı ile genç nüfus verileri üzerinde AHP metodunu kullanarak Ege bölgesinde mobilya sektörü için pazar seçimine yönelik bir uygulama yapmıştır.

Toksarı ve Toksarı (2011) Bulanık AHP yöntemini kullanarak Rekabet, Bölgenin Satış hacmi, bölgenin büyüme potansiyeli, dağıtım imkanları, kar potansiyeli kriterleri ile beyaz eşya sektörü için İç Anadolu Bölgesinde Pazar seçimi ile ilgili bir uygulama yapmışlardır. Priya ve Venkatesh (2012), Hindistan'da bulunan bir demir-çelik firması için cezbedici pazar lokasyonlarını bulmak için, çoklu regresyon yöntemi ile seçim kriterlerini, AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıklarını belirledikleri entegre bir pazar seçim karar modeli kullanmışlardır.

Aghdaie-Zolfani vd. (2013) sandalye üreten bir firmada pazar değerlendirme ve seçimi problemi için kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP ve pazar bölümlerini en iyiden en kötüye sıralanmasında COPRAS-G yöntemini birlikte kullanmışlardır.

Mobin vd. (2014) tarafından, İran fıstığı için 18 ülke pazarı, yönetmelik-düzenlemeler; Kültürel etkenler; nakliye mesafeleri; ekonomik durum; pazar potansiyeli; politik etkenler ve tespit edilen karşılaştırmalı avantajlar kriterleri üzerinden değerlendirilmiştir. Kriterleri entropi ağırlık metodu kullanarak ağırlıklandırmış ve bu ağırlıkları kullanarak SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle sıralamıştır.

Nganga ve Maruyama (2015), Sahra altı 44 Afrika ülkesi pazarını AHP yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir.

### III. BULANIK VIKOR YÖNTEMİ

Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilmiş olan VIKOR (V Ise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) metodu, çoğunluk için maksimum grup faydası ve rakip için minimum bireysel pişmanlık sağlayan uzlaşmacı bir çözüm belirlemektedir. (Opricovic ve Tzeng, 2004: 445)

VIKOR metodunda da performans sıralaması ve kriterlerin ağırlıklarının kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Ancak, tercihleri içeren insan kararları sıklıkla net olmadığı için, gerçek yaşam problemlerini tam sayısal verilerle ifade etmek zordur. Bu tür karar problemlerinde kesin veriler yerine dilsel değerlendirmeleri kullanmak daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bulanık VIKOR metodu, çok karar vericili, çok kriterli karar verme problemlerinde en iyi ve uzlaşmacı çözümü bulmada rasyonel ve sistematik bir süreçtir. (Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009: 526).

Bulanık VIKOR yönteminin uygulama aşamaları aşağıda gösterilmiştir. (Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009: 527-528, Akyüz, 2012:7-9).

**Adım 1:** Alternatifler, değerlendirme kriterleri ve karar vericiler grubu oluşturulur.  $m$  adet alternatif,  $k$  adet değerlendirme kriteri ve  $n$  adet karar verici olduğu varsayılır.

**Adım 2:** Dilsel veriler ve karşılığı olan üçgensel bulanık sayılar belirlenir. Dilsel veriler, kriterlerin önemini değerlendirmek ve alternatiflerin bu kriterlere göre derecelendirmesini belirlemek için kullanılır.

Kriterleri değerlendirmede ve alternatifleri derecelendirmede kullanılan Dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar Tablo 1’de verilmektedir.

**Tablo 1: Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayılar**

Kriter ağırlıkları için kullanılan değişkenler		Alternatiflerin derecelendirilmesi için kullanılan değişkenler	
Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar	Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0.00, 0.00, 0.25)	Çok Kötü (ÇK)	(0.00, 0.00, 2.50)
Düşük (D)	(0.00, 0.25, 0.50)	Kötü (K)	(0.00, 2.50, 5.00)
Orta (O)	(0.25, 0.50, 0.75)	Orta (O)	(2.50, 5.00, 7.50)
Yüksek (Y)	(0.50, 0.75, 1.00)	İyi (İ)	(5.00, 7.50, 10.00)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.75, 1.00, 1.00)	Çok İyi (Çİ)	(7.50, 10.00, 10.00)

**Kaynak:** Akyüz, 2012: 203

**Adım 3:** Karar vericilerin tercih ve görüşleri birleştirilir. Kararlar,  $n$  adet karar vericinin kriterlere verdikleri bulanık ağırlıkları ve alternatiflerin bulanık dereceleri birleştirilerek verilir. Her bir kriterin birleştirilmiş bulanık ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{2} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{w}_j^e \right], j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

$i$  alternatifin  $j$  kriterine göre önem ağırlığı ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{2} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right], i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

**Adım 4:** Bulanık ortalama ağırlık ve bulanık karar matrisi oluşturulur:

$$\tilde{W}_{ij} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_k], j = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

$$\tilde{W}_{ij} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_k], j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_k \\ A_1 & \left[ \begin{matrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1k} \end{matrix} \right] \\ A_2 & \left[ \begin{matrix} \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2k} \end{matrix} \right] \\ \vdots & \left[ \begin{matrix} \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{matrix} \right] \\ A_m & \left[ \begin{matrix} \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mk} \end{matrix} \right] \end{matrix}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, k$$

$\tilde{x}_{ij}$ ,  $C_j$  kriterine göre  $A_i$  alternatifinin derecesi;  $w_j$ ,  $j$  kriterinin önem ağırlığıdır.

**Adım 5:** Bulanık en iyi değer ( $\tilde{f}_j^*$ ) ve en kötü değer ( $\tilde{f}_j^-$ ) belirlenir:

$$\tilde{f}_j^* = \min_j \tilde{x}_{ij} \quad (5)$$

**Adım 6:**  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \quad (6)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad (7)$$

Burada,  $\tilde{S}_i, A_i$  alternatifinin tüm kriterler açısından bulanık en iyi değere olan uzaklıklarının toplamıdır.  $\tilde{R}_i$  ise  $j$ . kritere göre  $A_i$  alternatifinin bulanık en iyi değere olan maksimum uzaklığıdır.

**Adım 7:**  $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ , ve  $\tilde{Q}_i$  değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i, \quad \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i \quad (8)$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i, \quad \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (9)$$

$$\tilde{Q}_i = \nu(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1 - \nu)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (10)$$

Burada  $\tilde{S}^*$ , maksimum grup faydasını,  $\tilde{R}^*$  ise karşıt görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığını ifade eder.  $\tilde{Q}_i$  indisi ise grup faydası ile karşıt görüşün bireysel pişmanlığını bir arada değerlendirilerek elde edilir.  $\nu$ , maksimum grup faydası stratejisinin ağırlığıdır. olduğunda karar maksimum grup faydası yönünde,  $\nu < 0,5$  olduğunda ise karar, karşıt görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığı yönünde eğilim gösterir.

**Adım 8:** Üçgensel bulanık sayı  $\tilde{Q}_i$  durulaştırılır ve elde edilen  $Q_i$  değerlerine göre alternatifler sıralanır. Bu çalışmada durulaştırma adımında Hsieh vd. (2004) tarafından önerilen BNP (Best Nonfuzzy Performance Value) yöntemi kullanılmıştır. Burada  $u_i$  üçgen bulanık sayının üst değerini,  $m_i$  orta değerini,  $l_i$  ise alt değerini göstermektedir.

$$BNP_i = [(u_i - l_i) + (m_i - l_i)]/3 + l_i \quad \forall_i \quad (11)$$

Bu indeksin en küçük değeri en iyi alternatifi göstermektedir.

**Adım 9:** Uzlaşmacı çözüm belirlenir. Eğer aşağıdaki iki koşul sağlanırsa, indeksi kullanarak belirlenen çözüm, uzlaştırıcı çözümdür (á).

**1. Koşul: Kabul edilebilir avantaj:**

$$Q(a'') - (Q(a')) \geq DQ \quad (12)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (\text{eğer } m \leq 4, DQ = 0,25) \quad (13)$$

Burada  $m$  alternatif sayısı,  $a''$  değeri,  $Q$  değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir.

**2. Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar:**  $a'$  alternatifi,  $S$  ve/veya  $R$  değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatiftir. Bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır.

Eğer 1. koşul sağlanamıyorsa ve  $Q(a^{(m)}) - Q(a') < DQ$  ise  $a^{(m)}$  ve  $a'$  aynı uzlaşmacı sonuçlardır. Ancak, uzlaşmacı çözümler  $a', a'', \dots, a^{(m)}$  aynı olduğu için  $a'$  karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip değildir. Eğer 2. koşul sağlanamazsa,  $a'$  karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olsa da karar vermedeki istikrar yetersizdir. Bu nedenle  $a'$  ve  $a''$  nün uzlaşmacı çözümleri aynıdır.

**Adım 10:**  $Q(a')$  minimum  $Q_i$  değeri ile en iyi çözüm olarak seçilir.

#### IV. UYGULAMA

Uygulama yaş meyve sebze ihracatçısı firmalarla öncelikli pazar seçimi üzerinde yapılmıştır. Yaş meyve sebze sektöründe ihracat yapan 8 firma ile yapılan değerlendirmeler sonucunda öne çıkan 5 hedef pazar olan İngiltere, Hollanda, Birleşik Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan ve Hong Kong'dan hangi pazarın öncelikli olarak değerlendirilmesine yönelik seçimde Bulanık VIKOR yöntemi uygulanmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında ve çözüm sürecinde aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

**Adım 1:** Firmaların pazarlama konusunda tecrübeli temsilcilerinden, her firmadan bir kişi olmak üzere toplam 8 kişilik karar verici grubu oluşturulmuştur. Toksarı ve Toksarı (2011)'de kullanılan kriterler yurt dışı pazar seçimine uyarlanmış ve pazardaki rekabet, ülkenin satın alma hacmi, ülke tüketiminin büyüme potansiyeli, lojistik imkanlar kar potansiyeli kriterler olarak belirlenmiştir.

**Adım 2:** Karar vericiler tarafından kriterlerin önem düzeyi ile her bir alternatife bu kriterlere göre değerlendirmeleri yapılmıştır.

**Adım 3:** Dilsel değişkenler üçgen sel bulanık sayılara dönüştürülmüş, 1 ve 3. denklemleri kullanılarak karar vericilerin tercihleri birleştirilmiştir. Kriterlerin bulanık ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmıştır.

**Tablo 2: Kriterlerin Bütünleştirilmiş Bulanık Ağırlıkları**

Kriterler	Bulanık Ağırlıklar		
	$l$	$m$	$u$
<i>Pazardaki rekabet</i>	0,375	0,625	0,84375
<i>Ülkenin satın alma hacmi</i>	0,4375	0,6875	0,90625
<i>Ülke tüketiminin büyüme potansiyeli</i>	0,4375	0,6875	0,90625
<i>Lojistik imkanları</i>	0,5625	0,8125	0,96875
<i>Kar potansiyeli</i>	0,65625	0,90625	1

**Adım 4:** 2. ve 4. Denklemler aracılığıyla Bulanık Karar Matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 3: Bulanık karar matrisi**

	İngiltere			Hollanda			Birleşik Arap Emirlikleri			Suudi Arabistan			Hong Kong		
<b>Pazardaki rekabet</b>	2,19	4,06	6,56	3,13	5,63	8,13	2,19	4,69	7,19	3,13	5,63	8,13	2,81	5,31	7,81
<b>Ülkenin satın alma hacmi</b>	4,69	7,19	9,38	5,63	8,13	9,69	5,94	8,44	10,00	5,94	8,44	10,00	3,75	6,25	8,75
<b>Ülkenin tüketiminin büyüme potansiyeli</b>	3,44	5,94	8,13	5,00	7,50	9,38	6,25	8,75	10,00	5,63	8,13	10,00	5,00	7,50	9,38
<b>Lojistik imkanları</b>	4,69	7,19	9,69	5,94	8,44	10,00	4,06	6,56	9,06	3,44	5,94	8,44	5,00	7,50	9,38
<b>Kar potansiyeli</b>	7,19	9,69	10,00	4,38	6,88	9,38	6,88	9,38	10,00	5,31	7,81	10,00	7,50	10,00	10,00

**Adım 5:** 5. denklem kullanılarak bulanık karar matrisi incelenmiş ve bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerler belirlenmiştir.

**Tablo 4: Bulanık En İyi ( $\tilde{f}_i^*$ ) ve Bulanık en Kötü ( $\tilde{f}_i^-$ ) Değerler**

Kriterler						
	$l$	$m$	$u$	$l$	$m$	$u$
<b>Pazardaki rekabet</b>	3,13	5,63	8,13	2,19	4,06	6,56
<b>Ülkenin satın alma hacmi</b>	5,94	8,44	10,00	3,75	6,25	8,75
<b>Ülkenin tüketiminin büyüme potansiyeli</b>	6,25	8,75	10,00	3,44	5,94	8,13
<b>Lojistik imkanları</b>	5,94	8,44	10,00	3,44	5,94	8,44
<b>Kar potansiyeli</b>	7,50	10,00	10,00	4,38	6,88	9,38

**Adım 6:** 6. ve 7. denklemler kullanılarak alternatiflerin en iyi ve en kötü bulanık değerlere olan uzaklığı ( $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$ ) hesaplanmıştır.

**Tablo 5:  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  Değerleri**

Alternatifler	$\tilde{S}_i$			$\tilde{R}_i$		
	$l$	$m$	$u$	$l$	$m$	$u$
<b>İngiltere</b>	1,409	2,202	2,397	0,438	0,688	0,906
<b>Hollanda</b>	0,913	1,310	1,529	0,656	0,906	1,000
<b>Birleşik Arap Emirlikleri</b>	0,928	1,166	1,088	0,422	0,609	0,581
<b>Suudi Arabistan</b>	1,119	1,600	0,969	0,563	0,813	0,969
<b>Hong Kong</b>	0,968	1,423	1,765	0,438	0,688	0,906

**Adım 7:** 8. ve 9. denklemler kullanılarak  $\tilde{S}_i^*$ ,  $\tilde{S}_i^-$ ,  $\tilde{R}_i^*$ ,  $\tilde{R}_i^-$  hesaplanmıştır.

**Tablo 6:**  $\tilde{S}^*$ ,  $\tilde{S}^-$ ,  $\tilde{R}^*$  ve  $\tilde{R}^-$  değerleri

	$l$	$m$	$u$
$\tilde{S}^*$	0,913	1,166	0,969
$\tilde{S}^-$	1,409	2,202	2,397
$\tilde{R}^*$	0,422	0,609	0,581
$\tilde{R}^-$	0,656	0,906	1,000

**Adım 8:** Bir önceki adımda hesaplanan değerler 10. denkleme uygulanarak  $\tilde{Q}_i$  bulunur. Denklemden yer alan  $\tilde{S}$  değeri konsensusu sağlamak için 0,5 olarak alınmıştır. Elde edilen bulanık sayıları durulaştırmak amacıyla 11. denklemden yararlanılmış ve  $Q_i$ ,  $S_i$  ve  $R_i$  indeksleri hesaplanmıştır. Bu indeks değerlerine göre alternatifler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

**Tablo 7:**  $Q_i$ ,  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri ve alternatiflerin bu değerlere göre sıralamaları

Alternatifler	$\tilde{Q}_i$			$Q_i$		$S_i$		$R_i$	
	$l$	$m$	$u$	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra
İngiltere	0,533	0,632	0,888	0,684	5	2,003	5	0,677	2
Hollanda	0,500	0,570	0,696	0,589	4	1,251	3	0,854	4
Birleşik Arap Emirlikleri	0,015	0,000	0,042	0,019	1	1,060	1	0,538	1
Suudi Arabistan	0,507	0,551	0,463	0,507	3	1,229	2	0,781	3
Hong Kong	0,088	0,256	0,667	0,337	2	1,385	4	0,677	2

**Adım 9:** Uzlaşmacı çözüm belirleme aşamasında 1. ve 2. Koşulların sağlanıp sağlanmadığı araştırılmıştır.

1. **Koşul: Kabul edilebilir avantaj:**  $Q_i$  değerine göre sıralamada  $Q(a'') - Q(a') = 0,337 - 0,019 = 0,318 > 0,25$ ; böylece Birleşik Arap Emirlikleri uzlaşmacı bir çözümdür.

2. **Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar:**  $Q_i$ ,  $S_i$  ve  $R_i$  indekslerine göre yapılan sıralamalar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 8: Karar vermede Kabul Edilebilir İstikrar**

$Q_i$	BAE>Hong Kong>SA>Hollanda>İngiltere
$S_i$	BAE>SA>Hollanda>Hong Kong>İngiltere
$R_i$	BAE>Hong Kong=İngiltere>SA>Hollanda

Birleşik Arap Emirlikleri alternatifi, hem birinci koşulu hem de 2. Koşulu sağlamaktadır.

**Adım 10:** Birleşik Arap Emirlikleri alternatifi hem uzlaşmacı çözüm olup, hem de karar vermede kabul edilebilir bir istikrara sahiptir.



## V. SONUÇ

İhracat aşamasında hedef pazar seçimi kaynakların verimli kullanılması açısından öncelikle ele alınması gereken önemli bir konudur. Hedef Pazar seçimi problemlerinde, karar verme sürecinde çok sayıda ve bazen birbiriyle çelişen kriterlerin değerlendirilmesi gerekir. ÇKKV metotları çok sayıda ve çoğunlukla birbiriyle çatışan karar kriterlerinin var olduğu durumlarda en iyi alternatifin bulunması için karar verme süreciyle ilgilenmekte olup, bu nedenle, hedef pazar seçimi bir ÇKKV problemi olarak değerlendirilebilir.

Gerçek yaşam problemlerinde karar vericilerin tercihleri ve görüşleri çoğunlukla net sayısal verilerden oluşmamaktadır. İşte bu aşamada, karar vericilerin muğlak görüşlerini de değerlendirmeye alabilmek için bulanık yöntemler uygulanmaktadır. Bulanık VIKOR yöntemi, karar alma sürecindeki belirsizlikleri de dikkate alarak çoğunluk için maksimum grup faydası ve rakip için minimum bireysel pişmanlık sağlayan uzlaşmacı bir çözüm belirlemektedir.

Bu çalışmada, yaş meyve sebze ihracatı yapan 8 firmanın karar vericileri ile öncelikli pazarın seçimi işlemi Bulanık VIKOR yöntemi ile belirlenmiştir. Yaş meyve sebze sektöründe ihracat yapan 8 firma ile yapılan değerlendirmeler sonucunda öne çıkan 5 hedef pazar olan İngiltere, Hollanda, Suudi Arabistan ve Hong Kong'dan hangisine öncelik verilmesi veya mevcut pazar payının genişletilmesi açısından hangi pazarın seçileceği konusunda uzlaşmacı bir çözüm önerilmiştir.

Uygulamayı farklı yöntemler ile yeniden değerlendirip geliştirmek veya hedef pazarların ürün tedarik ettiği diğer ülkeler incelenerek bulunabilecek farklı kriterler de dahil ederek yeniden bir çalışma yapmak mümkündür.

## KAYNAKLAR

1. Aghdaie, M.H., Zolfani, S. H., & Zavadskas, E. K. (2013). "Market segment evaluation and selection based on application of fuzzy AHP and COPRAS-G methods". *Journal of Business Economics and Management*, 14(1), pp. 213–233.
2. Aghdaie, M.H. ve Alimardani M. (2015). "Target Market Selection Based On Market Segment Evaluation: A Multiple Attribute Decision Making Approach", *Int. J. Operational Research*,24(3), pp. 262-278
3. Akyüz, G. (2012) "Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), pp.197-214.
4. Albadvi, A., Sharifi, S.A., & Saremi, H.Q. (2007). Application of "PROMETHEE" for Market Targeting: A Case Study on the TV Market in Iran. *Scientia Iranica*, 14(3), pp. 221–229.
5. Górecka D. Ve Szałucka, M. (2013). "Country Market Selection In International Expansion Using Multicriteria Decision Aiding Methods". *Multiple Criteria Decision Making*, pp. 8:31-55.
6. Hsieh, T.-Y., Lu, S.-T. ve Tzeng, G.-H. (2004) "Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings", *International Journal of Project Management*, 22(7), pp. 573–584.

7. Mobin, M., Dehghanimohammadabadi, M., & Salmon, C. (2014). "Food product target market prioritization using MCDM approaches". In Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference, Montreal, Canada. Retrieved from <http://www.xcdsystem.com/ie2014/abstract/finalpapers/11216.pdf>
8. Moeinzadeh, P. ve Hajfathaliha, A. (2009) "A combined fuzzy decision making approach to supply chain risk assessment", World Academy of Science, Engineering and Technology, 60, pp. 519-535.
9. Nganna, P.S. ve Maruyama, Y. (2015). "Market Attractiveness Evaluation of Sub-Saharan Africa, Applying Swot Analysis and Ahp Methods". Journal of Economics and Economic Education Research, 16(1), 1-18.
10. Opricovic, S. Ve Tzeng, G. (2004). "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS". European Journal of Operational Research, 156 (2), pp. 445-455.
11. Priya, P ve Venkatesh, A. (2012). "Integration of Analytic Hierarchy Process with Regression Analysis to Identify Attractive Locations for Market Expansion". Multi Criteria Decision Analysis, 19(3-4), pp. 143–153
12. Toksarı, M. (2007). "Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı Kullanılarak Mobilya Sektörü için Ege Bölgesi'nde Hedef Pazarın Belirlenmesi". Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), pp. 171–180.
13. Toksarı, M., & Toksarı, M.D. (2011). "Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaklaşımı kullanılarak hedef pazarın belirlenmesi". ODTÜ Gelişme Dergisi, 38, pp. 51–70.
14. Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J.S. ve Amiri, M. (2010) "Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 47(9-12), pp. 1231- 1239.
15. Yavuz, V.A. (2016). "Coğrafi Pazar Seçiminde Promethee ve Entropi Yöntemlerine Dayalı Çok Kriterli Bir Analiz: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama". Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(2), pp. 163-177.

# TARIM EKONOMİSİNDE YENİLİKÇİ LOJİSTİK UYGULAMALAR: MULTİKOPTER ÖRNEĞİ

*Burak KÜÇÜK<sup>1</sup>, Fulya TAŞEL<sup>2</sup>, Sinan APAK<sup>3</sup>*

## ÖZET

*Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından endüstriyel yatırımlar hızla artsa da tarım faaliyetleri vazgeçilmezliğini korumaktadır. Nüfus artışı ile beraber her geçen gün gıda tüketiminin artması, tarımsal amaçlı endüstriyel üretimin ve tarım ürünlerinin üretiminin artmasına neden olmaktadır. Tarımın modernizasyonu ile birlikte üretim maliyetleri her ne kadar düşürülmeye çalışılsa da nihai tüketici olan hane halkına yüksek maliyetlerle ürünler ulaştırılmaktadır. Oluşan yüksek maliyetler arasında lojistik maliyetleri önemli yer tutmaktadır. Lojistik'te içsel maliyetleri azaltmak için sadece operasyonel maliyetleri düşürmek yeterli olmamakla birlikte sunulan hizmetin kalitesi ve hızının da artırılması, kayıpların en aza indirilmesi ve oluşabilecek risklerin azaltılması için yenilikçi çözümler önerileri her sektörde olduğu gibi tarımsal lojistikte de önemli araştırma alanları oluşturmaktadır. Bu çalışma yenilikçi lojistik uygulamalarından insansız hava araçlarının (İHA), multikopterlerin dünyada ve ülkemizde tarım ekonomisine ne gibi katkılarının olduğunu ortaya koyacaktır. Karşılaştırmalı analizler, bu yenilikçi lojistik uygulamasının ne gibi getirilerinin ortaya konulmasını ve ülkemizin insansız hava araçlarından multikopterle hangi aşamada olduğunu göstermesi planlanmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** Tarım Ekonomisi, Tarımsal Lojistik, İnsansız Hava Araçları (İHA).

## INNOVATIVE LOGISTICS APPLICATIONS IN AGRICULTURAL ECONOMY: MULTICOPHER EXAMPLE

### ABSTRACT

*In terms of developing countries such as Turkey, agricultural investments are indispensable although industrial investments increase rapidly. The increase in food consumption with increasing population causes the increase of industrial production of agricultural products and production of agricultural products. With the modernization of agriculture, although the production costs are tried to be lowered, the products are delivered at high cost to the final consumers. Among the high costs that arise, logistics costs have an*

- 
- <sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr., Maltepe Üniversitesi, İYBF, Uluslararası Lojistik ve Ticaret Yönetimi, burakkucuk@maltepe.edu.tr
  - <sup>2</sup> Yrd.Doç.Dr., Maltepe Üniversitesi, İYBF, Uluslararası Lojistik ve Ticaret Yönetimi, fulyatasel@maltepe.edu.tr
  - <sup>3</sup> Yrd.Doç.Dr., Maltepe Üniversitesi, MDBF, Endüstri Mühendisliği, sinanapak@maltepe.edu.tr

*important place. In order to reduce the internal costs in logistics, not only reducing the operational costs but also providing the innovative solution for decreasing the loss and loss of the losses and increasing the quality and speed of the service offered constitute important research areas in agricultural logistics as well as in every sector. This study will reveal the contributions of unmanned aerial vehicles (UAV) multicopters to the agricultural economy in the world and our country from innovative logistics applications. Comparative analyzes are planned to reveal what the benefits of this innovative logistics practice are and to show the stage in which our country is unmanned aerial vehicles with multicopter.*

**Keywords:** Agricultural Economics, Agricultural Logistics, Unmanned Aerial Vehicles (UAV).

## 1. GİRİŞ

Uluslararası İnsansız Araç Sistemleri Derneğinin yayınladığı raporda İnsansız Hava Araçlarının (İHA) çeşitli endüstrilerde sahip olacağı etkiye dair tahminler sunan bir rapor yayınlamıştır. Bu rapordaki ekonomik verilere göre Amerika Birleşik Devletleri için 2015 – 2025 yılları arasında elde edilecek ekonomik değer yaklaşık 82 milyar dolar olacağı ve bu ekonomik değer içerisinde en umut verici iki pazarın başında kamu güvenliği ile birlikte hassas tarımın toplam talebin %90'ını oluşturacağını belirtmiştir. 2025 yılına kadar ise toplam oluşacak istihdam 103.776 olarak tahmin edilmektedir (AUVSI, 2013). Bu büyüklükte gerçekleşmesi tahmin edilen ekonomi hem tarım hem de lojistik sektörünün yer alacağı pazarın ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Multikopterler, İnsansız Hava Araçları (İHA) olarak bilinen hava araçlarından oluşan bir sınıfa aittir. Bu araçlar, pilot olmadan havalanabilir. Esasen, bu multikopterleri uçan robot yapmaktadır. Hem uçakların hem de dört çekirdeği kapsayan sistemlerine entegre yazılım kontrollü uçuş planları vardır. Bu sistemler, hareketlerini yönlendirmek ve izlemek için Küresel Konumlama Sistemini (GPS) kullanır. İnsanların ulaşamayacağı yerlere rahatça ulaşarak, mümkün olduğunca çok şeyi kısa zamanda yapabilirler.

Daha büyük insanlı hava araçlarının kullanımıyla, yüksek emniyet riskleri ve yüksek maliyetler olmaksızın geniş araziler incelenebilir ve bu İHA sistemlerinin kullanımıyla tarlalarda gerçek zamanlı imge ve sensör verileri sağlanabilir. Yoğun veya çok uzun bitki sıralarının bulunduğu yerlerde, merkezdeki bitkilere yürüyerek ya da araziye zarar vermeden kara yolu araçlarıyla hızlı bir şekilde erişmek zordur; ancak bu alanlar insansız hava araçlarına mahsullere zarar vermeden mümkündür. Hassas tarım, gerçek zamanlı verilere ihtiyaç duyar. İHA'ların ekin üzerinde uçuşması ve ekin yönetimi verilerini çabucak toplaması, onları bu ihtiyaç için bir çözüm haline getirir. Kılavuz sistemlerindeki, pillerindeki ve kontrol sistemlerindeki gelişmeler bu araçları hem makul hem de pratik yapmakta ve alan araştırmalarında elde edilen sonuçların etkin bir şekilde kullanılabilmesini kanıtlamıştır.

Tarım ekonomisinde sürdürülebilirlik ve tarım verimliliği üzerinde durulduğunda, gelecekte mevcut yapıların ömrünü uzatmak için güvenilirlik ve kullanılabilirlik konularına daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir. Tarım alanının durumunu değerlendirmek gereklidir.

İHA'ların tarımda kullanılmasının avantajları açıktır: Kesinlikle dikey olarak iniş ve iniş kapasiteleri nedeniyle çok küçük veya ulaşılması zor bir alanda etkileşime girebilirler. Buna

ek olarak, bazı bilgiler havadan çıkmak ve çiftçiye çeşitli sensörler sayesinde bitki ve toprak durumunun anlamlı bir resmini vermek daha kolaydır. Bu araçları en iyi seçenek haline getiren faktör, bu insansız cihazların maliyet etkinliğidir. Uçaklar ve helikoptere kıyasla daha ucuz maliyet, İHA'ları, üretim artırmada yardımcı olabilecek değerli araştırmalar yapmak için en uygun seçenek haline getirir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Multikoplere baktığımız zaman son zaman insansız hava araçları olarak tarımda çok spektrumlu haritalar, sürücüsü olmadan tarlaları tarayabilen, sprej sistemi ile hasatı ezmeden ve daha hızlı bir şekilde böcek enfeksiyonu tespit edebilen uygulamaların kullanıldığı görülmektedir. Tarım sektöründe uygulamaya başlanan bu teknolojik gelişmeler insanlığın en eski ve en önemli sektörlerinden birinde gerçekleşmektedir. İHA'lar bir başka deyişle multikopterler, tarımdaki teknolojik devrime önemli katkılar sağlamaktadır. Çeşitli algılayıcılar ve mikro denetleyiciler ve multispektral kameralar, GPS alıcısı ve daha pek çok cihazla donatılan çiftçiler, bitki koruma ürünlerinin etkin bir şekilde kullanılmasında destek vererek toprak türüne ilişkin önemli veriler sağlamak ve vahşi yaşamı ölümden korumaktadır. Mikrodronların tarımda kullanımı büyük bir potansiyele ve geniş kapsamlı bir uygulama alanına sahiptir. Multikopterler için ticari pazarın yüzde 80'inden tarım sektörünün sorumlu olacağı öngörülmüyor (dronlife.com, 2015). Bunun nedeni, dronların, çiftçilerin çiftliklerinin yönetimi ile ilgili daha iyi kararlar almalarını sağlayan tanımlayıcı teknoloji parçası olabilmesidir.

Son on yılda, insansız hava aracı (İHA) alanında önemli değişiklikler meydana geldi, böylece yangınların tespiti ve izlenmesi (Merino et al., 2012), sivil korunma ve izleme gibi genel sivil ve araştırma amaçları (Maza ve diğerleri 2011) ve hassas tarım (Garcia-Ruiz ve diğerleri 2013) uygulamaları için uygulamalar artmıştır. Bu uygulamalar İHA'ların, uydu ve insanlı hava platformlarının düşük zamansal ve mekansal çözünürlüğüne bir alternatif sunma kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. Uydu ya da geleneksel uçak sistemlerine İHA platformları kullanmanın faydaları, yüksek mekansal, spektral ve zamansal çözünürlük kombinasyonuna olanak tanıyan uçuş planlamasında daha düşük mobilizasyon maliyetleri ve daha fazla esneklik sağlanmaktadır (Rango ve diğerleri, 2006). Bu da İHA'ların fotogrametride tatmin edici doğrulukta bir coğrafi referanslı ürün elde etmek için sıklıkla kullanıldığı ve herhangi bir coğrafi olayın ölçülmesi ve haritalandırılması (Link, Senner ve Claupein 2013), hassas tarım yaklaşımları için özellikle faydalıdır. Bu yaklaşımları, ilgili değişkenlerin zamanında haritalanması için yüksek mekansal ve spektral çözünürlüğü elde etmek için operasyonel maliyetleri düşürecek ve görüntü elde edebilecek alternatif bir araç haline getiren yerleşik sensörlerle sağlanmıştır (Hunt ve ark., 2005). Örneğin, çoğul yabancı otlar ortaya çıktıktan sonra erkenden kontrol edilmesi gerekir. Çok erken fenolojik kırpmada yabancı ot haritalarına dayanan, bölgeye özgü yabancı ot idaresi stratejilerinin geliştirilmesi için, yabancı bitkiler, ultra yüksek uzaysal çözünürlüğü (örneğin, düşük irtifalı uçuşlar tarafından sağlanan santimetre) ve yüksek spektral çözünürlük görüntüsünü gerektirir çünkü bitki ve yabancı ot-

ların spektral ve görünüş özellikleri erken büyüme evrelerinde benzerdir ve böylece ilave bir tespit gerektirir (Torres-Sánchez ve ark., 2013).

Tarımda kullanılan İHA platformları sabittir veya döner kanatlı genel çoklu rotör sistemlerinden oluşur (Hunt vd. 2005; Primicerio vd. 2012). Görüntü elde etme şekli her iki platform için de farklıdır. Döner kanatlar, sensörü stabilize ederken, uçuş sırasında hassasiyet ve entegrasyon süresini ayarlamayı mümkün kılarken, sabit kanatlar da görüntü hareketini azaltmak için sensör enstantanesi yüksek bir hızda ayarlanmaktadır. Sabit kanatlı İHA'lar görüntü kazanımını iyileştirmek için uçuş sırasında kapanarak bu sorunu çözerken, döner kanatlı İHA'lar sabit kanatlılara kıyasla zemine daha yakın uçabilir ve uzaysal çözünürlüğü arttırabilir, bu da yabancı ot taraması için çok yararlı olur (Peña vd. 2013). Buna karşılık, sabit kanatlı İHA'lar döner kanatlı İHA'lardan daha hızlı hareket eder bu nedenle uçuş başına daha fazla kilometre kaplayabilirler. Sonuç olarak, sabit kanatlı İHA'lar saha çalışmasında daha verimlidir. Bununla birlikte, sabit kanatlı İHA'lar tarafından kaydedilen görüntülerin daha kötü uzamsal çözünürlüğü vardır çünkü çok rotör İHA'lardan daha hızlı ve daha yüksek uçmaktadırlar. Bu nedenle sınırlamalar, dahili sensörler ve uçuş ayarlama programlamayla da ilişkilidir.



**Şekil 1. Sabit kanatlı ve döner kanatlı (multikopter) İHA'lar**

## 2.1. İHA Çeşitleri

Genel olarak insansız hava araçları, insan pilotu olmayan uçaklardır. Bilgisayarlar tarafından özerk olarak kontrol edilerek uçabilirler, yerden bir seyirci/pilot tarafından uzaktan kontrol edilebilirler veya yukarıda belirtilen özelliklerin bir kombinasyonu olarak yarı özerk olarak uçabilirler. Başlangıçta İHA'lar, 1970'ler ve 1980'ler boyunca askeri operasyonlar için geliştirilmiştir (Morgenthal ve Hallermann, 2016). Bununla birlikte, son zamanlarda, aracın kontrolünün diferansiyel rotor hızlarıyla sağlandığı sabit aralıklı bıçakların kullanıldığı yeni nesil çok turlu hava aracı ortaya çıkmıştır. Bu küçük ve çok hafif (5 kg'dan daha az) İHA'lar elektrik motorları kullanır ve çeşitli üst düzey kameralarla donatılabilir. Fotoğraf, fotogrametri, jeoloji, coğrafya, tarım, ormancılık, çevre izleme veya afet yönetimi alanlarında farklı türde sivil uygulamalar için kullanılmaktadırlar (Adams vd. 2012).



## 2.2. İHA'ların Başlıca Sivil Uygulamaları ve Sınırlamaları

Günümüzde İHA'lar hobi pazarında her yerde bulunmaktadır. Bu fikirler üzerine daha da geliştirilen İHA'lar, farklı sivil uygulamalar için profesyonelce kullanılmaktadır. Prensip olarak İHA'lar reklam için her türlü havadan fotoğraf ve video uygulaması veya sunum için emlak piyasasında kullanılmaktadır. Kamu yetkilileri, bu küçük ve esnek birimleri, kurumsal uygulamalar için yararlı bulmaktadır. Güvenlik yetkilileri ve polis, belirsiz alanları veya toplu olayları gözlemlemek için İHA'ları kullanmaktadır. İtfaiye birimlerinde hava temelli gözlem için bu birimleri kullanmaktadır. Yangın alanının havadan genel görünümü elde etmek için kritik yangın durumlarının (örneğin orman yangınları) izlenmesinde kullanılmaktadır. Diğer bir uygulama alanı ise, bitki örtüsü ve hayvanların tarım veya ormancılıkta izlenmesidir. Tarihi alanların ve anıtların dokümantasyonu için kullanılmaktadır. İHA'ların daha kapsamlı bir uygulama alanı, jeoreferanslı fotogrametridir. Diğer kullanım alanları arasında, inşaat mühendisliği vardır.

Küçük İHA'ların kullanımı, insanlı uçuş sistemlerine veya diğer özel birimlerine kıyasla birçok avantaja sahiptir. İHA'lar, uçuşu ve kamerayı kontrol etmek için yalnızca bir operatöre ihtiyaç duyar. Yüksek riskli durumlarda insan hayatını tehlikeye atmadan kullanılabilirler. Birçok uçuş sistemi düşük maliyetli teknolojilere dayalıdır, ancak profesyonel uygulamalar için yüksek seviyede karmaşıklığa erişirler. Bir diğer avantaj ise, hızlı gerçek zamanlı veri toplama kabiliyeti ve ilgili tüm uçuş verilerini depolama kapasitesidir. Böylece, büyük ve personel yoğun denetim ünitelerine kıyasla daha düşük maliyetlerle üretirler. GPS kontrolü gibi akıllı özelliklerle, İHA'lar pilotlar için ele alınması kolaydır.

Tüm bu faydalara rağmen İHA'ları sınırlayan bazı önemli sınırlamalar vardır. Türk hava sahasında işletilecek veya kullanılacak sivil İnsansız Hava Araçlarıyla ilgili talimat 22 Şubat 2016 tarihinde yayımlanmıştır. İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA), insansız hava aracı sistemlerinin ithali, satışı, kayıt ve tescili, uçuşa elverişliliğin sağlanması, sistemleri kullanacak kişilerin sahip olması gereken nitelikleri, hava trafik hizmetleri ve İHA operasyonlarına ilişkin usul ve esasları içermektedir. Hafif yük taşıyabilmesi nedeniyle, fotoğraf veya video dokümantasyonu için yalnızca küçük format ve hafif dijital kompakt fotoğraf makineleri kullanabilmektedir. Ayrıca, sınırlı yük kapasitesi, yalnızca kısa pil ömrüne neden olan küçük pil paketlerine izin vermektedir. Düşük ağırlık nedeniyle, uçuş sistemi özellikle kritik rüzgâr durumlarında hava koşullarındaki değişikliklere karşı çok hassastır. GPS sinyalindeki beklenmedik uçuş durumları veya arızaları, otomatik uçuş modundan manuel moda geçer ve bu da kritik durumları ele alacak iyi eğitilmiş bir pilot gereksinimi gerektirir. Günümüzde İHA'ların etkili bir çarpışma önleme sistemi yoktur. Diğer sınırlamalar, sivil ve güvenlik makamlarının düzenlemelerine göre verilmektedir. Genellikle, uçuş izni gereklidir ve özerk uçuşlar yasaktır.

## 3. LOJİSTİK SEKTÖRÜNDEKİ YENİLİKÇİ UYGULAMALAR

İnsansız hava sistemleri için olası uygulamalar düşünüldüğünde muhtemelen tarım ve ormancılık endüstrilerinde İHA'lar aklı ilk gelmezler. Ancak, hassas tarımda İHA'lar hayati

bir rol oynamaktadır. Çiftçilere mahsulleri hakkında gerçek zamanlı veri toplama, olumsuzlukları olabildiğince erken tespit etmekte, gübreler, herbisitler ve zirai ilaçlar hakkında daha iyi kararlar vermektedirler. Ek olarak, hayvancılık takibi İHA'ların yeteneklerine uygun başka bir görevdir. Çeşitli endüstrilerde kullanımı yaygınlaşmasına rağmen, lojistik için kullanım örnekleri hala erken aşamadır. Bu nedenle aşağıda gösterilen kullanım örnekleri vizyon sahibi olarak görülmelidir ve ilham vermek amacıyla tartışmaya sunulmuştur. Bu lojistik kullanım vakaları gelecekteki gelişmelerin kesin bir tahmini olarak tasarlanmamıştır. Lojistik endüstrisi için en umut verici olan multikopterlerdir (dikey kalkış ve iniş ile karakterize edilir). Buna göre, uzun mesafe operasyonlarını düşünmek yerine kısa mesafelerde kullanımı tercih edilmektedir. DHL Trend Research, lojistik endüstrisinin kullanım durumlarını dört kategoriye ayırıyor: İlk ve Son Sürüm Kısıllığı, Kırsal Teslim, Altyapı Gözetimi ve Intralogistics.

Lojistik sektöründe hem ulusal sınırlar içerisinde hem de küresel çapta yaşanan yoğun rekabet yeni teknolojilerin kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Lojistik sektöründe hizmet vermekte olan firmalar müşteri memnuniyetini artırabilmek için yeni çözüm arayışları içerisine girmekle birlikte ürün güvenliğinden taviz vermeden maliyetleri düşürüp hızlarını da artırma çabası içerisindeyler. Bu amaçla kullanılan lojistik bilişim sistemleri artık yetersiz kalıp, yeni yazılımlara ilave olacak yeni teknolojilerle de sektörde bir adım öncü olabilmek yarışını içerisindediler. Dünya'da lojistik sektörüne özgü geliştirilmekte olan çeşitli teknolojiler bulunmakla birlikte Türkiye 'deki firmalarda bu gelişmeleri yakından takip etmektedirler.

Lojistik sektöründe özellikle e-lojistik uygulamalarına yönelik araç takibinde, depo yönetiminde, liman operasyonlarında ve hatta saha operasyonlarında bilişim teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Son yıllarda ifade edilen endüstri 4.0 uygulamalarına entegre olabilmek için de lojistik sektöründe yoğun çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda Endüstri 4.0 uygulamalarına uyumlu olacak şekilde Lojistik 4.0 tanımlamaları bile yapılmaktadır.

Türkiye'de de firmalar kendi ArGe departmanlarını oluşturup önemli derecede kaynak aktarımı yaparak teknolojiye ne kadar önem verdiklerini göstermektedirler. Teknoparklardan da faydalanmakta olan firmalar birçok inovatif projelere de imza atmaktadırlar. Türkiye'de yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak yazılım geliştirme ve süreç iyileştirmeye yönelik gerçekleştirilmektedir. Yapılan bu iyileştirmeler ile lojistik faaliyetlerde sunulan hizmetler hızlanmakta ve hata oranı azaltılmaktadır.

Karayolu taşımacılığında en yüksek maliyet unsurlarından biri olan yakıt maliyetlerini düşürmek üzere teknolojik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar mevcut içten yanmalı motorların hem güç artırımını sağlanması, hem yakıt tüketiminin düşürülmesi hemde karbon salınımının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalardır. Bununla birlikte alternatif enerji kaynaklarının kullanılabilir teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Tükenebilir enerji kaynaklarıyla çalışan içten yanmalı motorların yerine elektrikli motorların zaman içerisinde kullanılmaya başlanacağı kaçınılmaz bir gelişme olacaktır. Günümüzde elektrikli taşıtlar için önemli bir handikap olan menzil sorunu ilerleyen yıllarda



batarya kapasitelerinin artırılmasıyla birlikte çözüme kavuşacaktır. Elektrikli araçların kullanılabilirliği daha da artacak olmasıyla birlikte geleceğin araç teknolojisi olarak düşünülen kendi kendine gidebilen otonom araçlar ile lojistik sektöründe taşımacılık farklı boyutlara ulaşacaktır. Ticari araçların yanı sıra robotik araçlar ve tek tekerlekli taşıtlarla da insansız olarak teslimatların yapılmasına imkan verecek olmakla birlikte bu yönde test çalışmaları günümüzde sürdürülmektedir.

Taşımacılık modları arasında en yüksek maliyetli olan havayolu taşımacılığında da maliyetleri düşürmeye yönelik çalışmalar da yürütülmektedir. Müşterilerine daha düşük maliyetle daha hızlı hizmet sunabilmek için yoğun çalışmalar yürüten firmalar havayolu taşımacılığı ile entegre faaliyetler organize etmeye çalışmaktadırlar. Ancak bu firmaların maliyetlerini düşürülebilmesi için alternatif hava araçlarını veya teknolojilerini de düşünmeleri gerekmektedir. İnsansız hava araçlarının kullanılmaya başlanmasıyla birlikte lojistik sektörüne yönelik adaptasyon çalışmaları da hız kazandı. Özellikle multikopterlerin lojistik sektörde taşımacılığa daha uygun olması üzerine dünya genelinde birçok lojistik firması bu konuda ArGe çalışmalarına başlamıştır. Özellikle küresel anlamda örnek teşkil edebilecek çalışmalara imza atan UPS, DHL ve Amazon gibi firmalar teknolojik gelişmelere öncülük etmektedir. Karayolu taşımacılığına entegre olarak yürütülen bu çalışmalar daha henüz test aşamasında olsada yasal yükümlülükler yerine getirildikten sonra önümüzdeki yıllarda çok daha aktif olarak kullanılmaya başlanacaktır. Taşıma kapasitesine göre dronlarla veya daha çok pervaneli hava araçları ile GPS konumlandırma ile teslimatlar gerçekleştirilmektedir. Multikopterlerin taşıma kapasitesinin artırılması için yapılan ArGe çalışmaları kapsamında Zeplinlerle de test çalışmaları yapılmıştır. Zeplin Drone olarak ifade edilen bu araçların havada stabil kalabilmesi ve daha ağır yükleri taşıyabilme kapasitesinin bulunması avantaj sağlamaktadır, dez avantajı ise multikopterlere göre daha yavaş olmasıdır. Güneş enerjisiyle de çalışan zeplin dronlar özellikle tarım lojistiğinde kullanılması daha uygun olacağı düşünülmektedir.

### 3.1. Tarım Lojistiği

Tarım ve gıda lojistiği kapsamında sebze ve meyveler, hububat grubu ürünler, et ve et ürünleri, konserve grubu, hayvansal ürünler ve endüstriyel gıda ürünlerinin depolama, taşıma ve ambalajlama gibi lojistik operasyonlar yapılmaktadır (Erdal vd., 2010). Tarım lojistiği faaliyetlerine konu olan gıda ürünlerinin hammaddesini genelde tarım ürünleri oluşturmakta ve işlenmemiş gıda ürünleri olarak da adlandırılmaktadır. Tarım ürünlerinin oluşturulmasında ise tohum, fide, gübre, zirai ilaç, su, tarım makinaları ve ekipmanları gerekmektedir (Tanyaş, 2016). Türkiye’de yaş meyve ve sebze üretimi, küçük miktarlarda ve dağınık coğrafya da gerçekleştirilmektedir. Mevcut dağınıklığın giderilmesi için arazi toplulaştırma çabaları da yeterli olmamaktadır.

Yerine göre değişmekle beraber ortalama tarla büyüklükleri 5 dekar, kişi başına arazi 15 dönüm ve bir kişide 2-3 tarla payı olup bu büyüklükler ile verimli ve ekonomik tarım yapmak

mümkün değildir. Toplaştırılmış 5.000 dekarlık bir araziyi 10 traktör ile işlemek mümkün iken, aynı büyüklükteki parçalı bir yapıda traktör sayısı 200 'e kadar çıkabilmektedir. Ayrıca toplulaştırılmış yapılarda ekipman yatırımına dayalı modern tarım yapılabilmekte, iyi tarım uygulamaları gerçekleştirilebilmekte, ortak satın alma ve satış gücüne sahip olunabilmektedir (Tanyaş, 2016). Üretimin çok parçalı olmasından dolayı küçük üreticilerin ürettiği ürünlerin bozulabilir ve çürüyebilir ürünler olmasından dolayı hem taşıma sürecinde hemde depolama sürecinde özel koşullar gerekebilmektedir. Bu özel koşulların sağlanamaması ile birlikte Türkiye’de tarım lojistik süreçleri konsolidasyon ilkesine ve planlamaya uygun olarak gerçekleştirilememektedir.

Tarımsal lojistik faaliyetler ülke ekonomileri içerisinde, hem tarım ticareti ve toplumsal açıdan yarattıkları katma değerle, hem de üretim noktalarından tüketim noktalarına doğru ürünlerin dağıtılmasında ve sanayileşmesiyle sektörel olarak gayrisafi milli hâsıla içerisindeki payları ile önemli bir konumdadırlar. Sadece gayrisafi milli hâsıla içerisinde değil yıllık enflasyon oranında çok önemli etkileri olmaktadır. Özellikle kötü hava koşullarına bağlı olarak ürünlerin üreticiden tüketiciye ulaştırılamaması durumunda fiyatlar yükselişe geçmekte ve bu da enflasyonu etkilemektedir. Aslında tarımsal ürünlerdeki tüketici fiyatları artışı, üretici fiyatlarının çok ötesinde seyretmektedir. Diğer bir deyişle üretici ürünü ucuza satarken tüketici aynı ürünü pahalı yemeğe devam etmektedir. Sadece ulaştırmaya bağlı olmaksızın tarlada hasat edilen ürünlerin sofralara ulaşmaya kadar ki fiyatları birkaç kat arttığı kaçınılmaz bir gerçektir. Bu artışın önlenmesi için üreticinin ürününü aradaki aracılara devre dışı bırakarak tüketiciye doğrudan etkin ve planlı tarım lojistik faaliyetleri ile ulaştırması gerekmektedir.

Tarım lojistik faaliyetleri, meyve ve sebzenin tedarik zincirine veya soğuk zincire uygun, gıda güvenliğini koruyucu ve kayıpların en aza indirilecek şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Tohumdan itibaren başlayan meyve ve sebzenin tedarik zinciri, yaş meyve-sebze ürünlerinin tarladan/seralardan alınıp üretici/tüketici hallerinde satışa sunulmasıyla veya perakende zincir işletmeleri, sanayici ya da ihracatçı tarafından alınmasıyla son bulmaktadır. Ürünler toptancı hallerinde semt pazarcılara, manavlara, yiyecek/içecek işletmelerine satılmakta ve sonunda bu işletmeler yoluyla tüketicilere ulaştırılması, en uzun dağıtım kanalı “üretici – toplayıcı - komisyoncu (üretim yerinde) – nakliyecisi- toptancı komisyoncu (tüketim yerinde) – depo (bekletilecek ise) - perakendeci - tüketici” ile gerçekleşmektedir. Bu uzun süreç hem kayıpları hem maliyetleri artırmakta, hem de ürün kalitesini düşürmektedir (Tanyaş, 2016).

### 3.2. Tarım Lojistiğinde Yenilikçi Uygulamalar

Ülkemizde yaş sebze ve meyveler, tarladan sofraya ulaşmaya kadar önemli kayıplara uğramaktadır. Yapılan araştırmalara göre kayıpların ortalama %15 ile %50’yi bulduğu ifade edilmektedir. Kayıplar: hasat sırasında %4-12, ürünlerin pazara veya hale taşınması sırasında %2-8, pazara hazırlık aşamasında %5-15, depolama sürecinde %3-10 ve tüketici aşamasında

%1-5 olmak üzere %15 ile %50 arasındadır. %50 oranına ulaşan kayıplar nedeniyle yediğimiz meyve-sebze için neredeyse iki kat daha fazla ödeme yapmaktayız (Tanyaş, 2015). Görüldüğü üzere kayıpların %9 ile % 30 arası lojistik faaliyetlerden ve yetersiz teknoloji kullanımından kaynaklanmaktadır. Üreticilerin büyük bir bölümünün yeteri kadar finansal destek alamamasından dolayı da tarım araçlarına ve teknolojilerine yatırım yapamamakta ve bu nedenden dolayıda kayıplar yaşanmaktadır.

Kayıpların lojistik faaliyetler açısından önüne geçebilmek için hasat sırasında, hasattan sonraki dönemde uygun paketlemenin, elleçlemenin ve taşımanın yapılmaması, üretici bölgelerinde soğuk hava deposu olmaması ve ürün teslimi sırasındaki gecikmelerden kaynaklanmaktadır. Özellikle nakliye sırasındaki kayıpların önüne geçebilmek için uygun olmayan araç yükleme ve boşaltma yöntemleri, ürünlerin araç içinde kontrolsüz hareketi, taşıma aracının ürüne uygun havalandırma, nem ve sıcaklık koşullarına sahip olmaması, yüklemeye önce soğutma yapılmaması, uygun olmayan ürünlerin karışık olarak taşınması, araç sürücüsünden kaynaklanan kayıplardır. Satış yerlerindeki kayıplar ise; yükleme, boşaltma, taşıma ve elleçleme sırasındaki hatalar ve yanlış depolamadır (Tanyaş, 2016).

Tarımsal üretimin geliştirilmesi ile birlikte ürün ve hizmet kalitesinin artırılmasının yanı sıra lojistik faaliyetlerden kaynaklı kayıpların minimize edilmesi, maliyetlerin azaltılması, üreticiden tüketiciye gerçekleşen teslimatın hızlandırılması için yenilikçi uygulamalardan faydalanmak kaçınılmaz olmuştur. Rekabetin boyutları değişim gösterdiği ve küresel rekabet koşullarının var olduğu günümüzde, rakipleri ile dünya ölçeğinde kıyasıya mücadele etmek durumunda olan üreticiler için, tarımsal faaliyetlerde etkili lojistik yönetiminin sağlanabilmesi önem kazanmıştır. Bunun için de, doğru müşterinin doğru ürününü doğru zamanda doğru yere ve doğru miktarda ulaştırılması önemlidir. Eğer bu doğrular sağlanamadığı takdirde içsel maliyetler artacaktır. Lojistik'te içsel maliyetleri azaltmak için sadece operasyonel maliyetleri düşürmek yeterli olmamakla birlikte sunulan hizmetin kalitesi ve hızının da artırılması, kayıpların en aza indirilmesi ve oluşabilecek risklerin azaltılması için yenilikçi çözüm önerileri her sektörde olduğu gibi tarımsal lojistikte de önemli araştırma alanları oluşturmaktadır.

Tarım lojistiğinde frigofirik araçlarda kullanılan yenilikçi uygulamalar ile birlikte ağırlıklı olarak dronelar gibi multicopterlerin kullanımı günde günde artmaktadır. Multicopterlerin ülkemizde henüz kullanımı alanı sadece hasattan önce ürünlerin olgunlaşma sürecinin görüntülü takibinde ve ilaçlamasında kullanılsa da ilerleyen yıllarda hasatın toplanması esnasında ve sonrasında ki taşınmasında da kullanılması kaçınılmaz olacaktır. Multicopterlerin Dünya'da paketli ürün teslimatlarında ağırlıklı olarak kullanılıyor olmasından dolayı tarımsal ürünlerde de kullanılması üzerine çalışmalar başlamış olup 2010 yılında test uçuşlarına başlayan SKIVE Aviation firmasına ait ADS-12 Airship Drone ile mahsülün toplanması da ve toplanan mahsülün belirlenen noktalara sevk edilmesinde kullanılması ise farklı boyut kazandırmıştır.



**Şekil 2. SKIVE Aviation ADS-12 Airship Drone**

Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=omrYukMqpQo>

Zepin Dronelar ile tarımsal ürünlerin hasat esnasında havada stabil kalabilme ve taşıma kapasitesinin yüksek olmasına bağlı olarak ilerleyen yıllarda kullanımında artışlar olacaktır. Toplanan ürünlerin zaman kaybetmeden hızlı sevkiyatıyla birlikte güneş enerjisinden faydalanarak çalışmasından dolayı da daha düşük maliyetle taşımacılığı gerçekleştirilebilir. Amazonun hem dronelar ile yürüttüğü test çalışmasının yanında Prime Air olarak nitelendirdiği zepin drone ile daha yüksek hacimli ve ağırlıkta taşımacılık yapılabilecektir.



**Şekil 3. Amazon Prime Air Zepin Drone**

Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=7aYHKq3pwfE>

#### 4. Tarım Ekonomisi

Tarım sektörü ekonomi açısından önemli sektörlerden bir tanesidir. Tarım sektörünün ayrıca önemi bu sektörden yerine getirilmesi beklenen işlevlerden de kaynaklanmaktadır. Bu işlevlerin en önemlisi insanoğlunun besinsel gereksinimlerini karşılaması olarak ifade etmek mümkündür. Diğer işlevlerini vurgulamak gerekirse bunlar; tarım dışı sektörlerle hammadde üretmesi, sağlıklı iş gücü sağlaması, kalkınmanın finansmanını ile ilgili önemli destek sağlaması gibi çeşitli işlevleri sıralamak mümkündür (Dinler, 1996).

Dünya'da son yıllarda yaşanan çeşitli gelişmeler tarım sektörünü doğrudan veya dolaylı olarak önemli ölçüde etkilemiştir. Mevsimsel değişikliklerde ve iklimlerde yaşanan dalgalanmalar ve son yıllarda artan gıda fiyatları ile beraber ortaya çıkan gıda krizleri sadece tarım sektörünü değil, dünya ekonomilerini de önemli ölçüde etkilenmesine neden olmaktadır. Yapılan öngörüler 2050 yılına kadar sadece dünya nüfusunun doyurulabilmesi için tarımsal üretimin %70 oranında artması, gelişmekte olan ülkelerde ise bu oranın %100 seviyesine çıkması gerektiğini belirtmektedir (Özertan, 2013).

Ekonomi, sınırlı sayıdaki üretim faktörlerinin, toplumu oluşturan bireylerin bütün ihtiyaçlarını karşılamak üzere, nasıl ve hangi alternatiflerde kullanılacağını inceleyen bir bilim dalıdır. Ülke ekonomilerini oluşturan faaliyet kolları ise çeşitli ekonomik sektörleri oluşturmaktadır. Bu sektörler içerisinde tarım sektörü de ülke ekonomilerini oluşturan temel sektörlerden bir tanesidir. Günümüzde tarım denildiği zaman genellikle ilk akla gelen kavram bitkisel üretimdir. Oysa tarım denildiğinde, bitkisel üretimin yanı sıra hayvancılık, ormancılık ve su ürünlerini gibi birçok konuyu içermesiyle birlikte çok geniş bir kapsam oluşturmaktadır (Doğan vd., 2015).

İnovasyon sosyal ve ekonomik gelişmenin sağlanmasında önemli bir role sahiptir. Özellikle çevresel faktörlerin dikkate alınması ve bu konuda çevre dostu inovasyonlar ile sadece üretime yönelik etkinliğin artırılmasının olarak değil doğal kaynakların da etkin olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Dünyada değişen ekonomik, politik ve ekolojik koşullara bağlı olarak, inovasyonlar yardımıyla zincir içerisinde işlenmemiş hammaddeye değer katılması, üretim sonrası ise gıdanın işlenmesi, paketlenmesi, saklanması, ulaştırılması, dağıtılması ve gıda güvenliğinin sağlanması da mümkün olabilmektedir. Neticede, tarımda inovasyon bahsi geçen süreçler ile birlikte etkin üretimi sağlayarak büyüme ve kalkınmayı hızlandırıcı ve bir etkiye sahiptir (Özertan, 2013).

**Tablo 1. İktisadi faaliyet kollarına göre sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hâsıla (değer), (Bin TL) (1998 fiyatlarıyla)**

Tarım, ormancılık ve balıkçılık	Çeyrek Değer (Bin TL)				Yıllık
	I	II	III	IV	
<b>2016</b>	1 432 673	2 337 513			
<b>2015</b>	1 398 813	2 361 582	5 277 228	2 819 238	<b>11 856 862</b>
<b>2014</b>	1 352 849	2 211 668	4 768 965	2 761 621	<b>11 095 102</b>
<b>2013</b>	1 307 297	2 271 048	5 014 777	2 722 193	<b>11 315 315</b>

Kaynak: <http://www.tuik.gov.tr> (URL 2)

**Tablo 2. İktisadi faaliyet kollarına göre sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH içindeki pay),(%) (1998 fiyatlarıyla)**

Tarım, ormancılık ve balıkçılık	Çeyrek GSYH içindeki pay (%)				Yıllık
	I	II	III	IV	
<b>2016</b>	4,5	7,1			
<b>2015</b>	4,6	7,4	15,1	8,3	<b>9,0</b>
<b>2014</b>	4,6	7,2	14,2	8,6	<b>8,8</b>
<b>2013</b>	<b>3,5</b>	5,8	6,4	2,7	<b>1,5</b>

Kaynak: <http://www.tuik.gov.tr> (URL 2)

Tablo 1 ve Tablo 2 incelendiğinde İktisadi faaliyet kollarına göre sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla içerisinde tarım sektörünü değer(Bin TL) cinsinden incelediğimizde 2013 yılından 2015 yılına artış gösterdiği görülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde tarımın GSYİH içerisindeki payı 2013 yılında %1,5 iken 2014 yılında %8,8'e 2015 yılında ise %9,0'a yükseldiği görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Askeri bağlamda popüler olan insansız hava araçları (İHA'lar), potansiyel sivil başvurularından dolayı yakın zamanda birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bununla birlikte, İHA'lar sivil uygulamalar için kullanılmadan önce, İHA'ların diğer insanlı uçaklarla birlikte güvenli bir şekilde çalışmasına izin verecek şekilde Ulusal Hava Sistemine sistematik olarak entegre edilmesi gerekmektedir.

İHA'lar, özellikle düzenleyici ortam, gizlilik kaygısı ve mevcut ağlara entegrasyon konularında önemli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için büyük

zaman ve çaba harcaması muhtemeldir. Bununla birlikte, İHA'lar günümüzde halihazırda başarılı olduğu spesifik uygulamalara sahiptir - teslimat hızı ve müşteri hizmetleri düzeylerini artırılması, maliyeti düşüren ve bazı durumlarda yaşamları kurtaran uygulamalara sahiptir. Günümüzün bakış açısından, lojistik sektöründe iş potansiyeline ilişkin en umut verici uygulamalara sahiptir. Tarım ekonomisinin gelişmesine katkıda bulunacak şekilde tarım alanı ile ilgili veri toplama görüntü elde etme, tarım ürünün toplanması, bu ürünün taşınması ve kısa mesafede dağıtılması gibi konularda umut vermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Adams, S., Levitan, M. and Friedland, C. (2012). "High resolution imagery collection utilizing unmanned aerial vehicles (UAVs) for post-disaster studies", ATC& SEI Conference on Advances in Hurricane Engineering: Learning from Our Past, Miami, Florida, USA, pp. 777-793.
2. AUVSI, 2013. "The Economic Impact Of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States", Association for Unmanned Vehicle Systems International Report.
3. Dinler, Z. (1996), "Tarım Ekonomisi", Ekin Kitabevi.
4. Doğan, Z., Arslan, S. Berkman, A.B. (2015), "Türkiye'de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış", Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8 (1), ss. 29-41.
5. Erdal, M., Görçün, Ö.M., SAYGILI, M.S. (2010), "Entegre Lojistik Yönetimi", Beta Yayınevi İSTANBUL, syf.80.
6. Garcia-Ruiz, F, S. Sankaran, J. M. Maja, W. S. Lee, J. Rasmussen, and R. Ehsani. 2013. "Comparison of Two Aerial Imaging Platforms for Identification of Huanglongbing-Infected Citrus Trees." Computers and Electronics in Agriculture 91 (0): 106-115. doi:10.1016/j.compag.2012.12.002.
7. Hunt, E.Jr, R., M. Cavigelli, C. S. Daughtry, J. E. McMurtrey III, and C. L. Walthall. 2005. "Evaluation of Digital Photography from Model Aircraft for Remote Sensing of Crop Biomass and Nitrogen Status." Precision Agriculture 6 (4): 359-378. doi:10.1007/s11119-005-2324-5.
8. Link, J., D. Senner, and W. Claupein. 2013. "Developing and Evaluating an Aerial Sensor Platform (ASP) to Collect Multispectral Data for Deriving Management Decisions in Precision Farming." Computers and Electronics in Agriculture 94 (0): 20-28. doi:10.1016/j.compag.2013.03.003.
9. Maza, I, F Caballero, J. Capitán, J. R. Martínez-de-Dios, and A. Ollero. (2011). "Experimental Results in Multi-UAV Coordination for Disaster Management and Civil Security Applications." Journal of Intelligent & Robotic Systems 61 (1-4): 563-585. doi:10.1007/s10846-010-9497-5.



10. Merino, L., J. Fernando Caballero, R. Martínez-de-Dios, I. Maza, and A. Ollero. (2012). "An Unmanned Aircraft System for Automatic Forest Fire Monitoring and Measurement." *Journal of Intelligent & Robotic Systems* 65 (1–4): 533–548. doi:10.1007/s10846-011-9560-x.
11. Morgenthal, G. ve Hallermann, N. (2016). "Quality Assessment of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based Visual Inspection of Structures". *Advances in Structural Engineering*, vol. 17, 3: pp. 289-30212.
12. Özertan, G. (2013) [http://www.econ.boun.edu.tr/public\\_html/RePEc/pdf/201301.pdf](http://www.econ.boun.edu.tr/public_html/RePEc/pdf/201301.pdf) Erişim 09.03.2017
13. Peña, J. M., J. Torres-Sánchez, A. I. de Castro, M. Kelly, and F López-Granados. 2013. "Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images." *PLoS ONE* 8 (10). doi:10.1371/journal.pone.0077151.
14. Primicerio, J., S. F Di Gennaro, E. Fiorillo, L. Genesio, E. Lugato, A. Matese, and F P Vaccari. 2012. "A Flexible Unmanned Aerial Vehicle for Precision Agriculture." *Precision Agriculture* 13 (4): 517–523. doi:10.1007/s11119-012-9257-6.
15. Rango, A., A. Laliberte, C. Steele, J. E. Herrick, B. Bestelmeyer, T. Schmutz, A. Roanhorse, and V. Jenkins. (2006). "Research Article: Using Unmanned Aerial Vehicles for Rangelands: Current Applications and Future Potentials." *Environmental Practice* 8 (03): 159–168. doi:10.1017/S1466046606060224.
16. Tanyaş, M. (2016). Raporu, <http://www.lojistikhatti.com/haber/2016/02/tarim-gida-ve-soguk-zincir-lojistigi>



# GIDA LOJİSTİĞİ SÜRECİNDE HATA TÜRLERİNİN BULANIK BİR YAKLAŞIMLA ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

Yelda AYRIM<sup>1</sup>, Gülin Feryal CAN<sup>2</sup>

## ÖZET

*Gıda lojistiği, nakliye firmalarının özel ekipman kullanarak ve uzman personel desteği ile kuru gıda, içecek ve konserve gibi ürünleri istenilen yere, istenilen zamanda ve gıdaya herhangi bir zarar vermeden ulaştırma faaliyetlerini kapsamaktadır. İnsan sağlığı ile etkileşim halinde olan gıda lojistiğinde gerekli hassasiyet gösterilmediği takdirde insan sağlığına zarar verecek ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek durumlar ortaya çıkabilecektir. Buna göre yönetilen bu süreçte baştan oluşabilecek hataların tespit edilmesi, bu hatalara ilişkin risk seviyelerinin belirlenmesi ve önlemlerin alınması oldukça önemlidir. Bu şekilde, hata maliyetleri ile teslim sonrasında oluşabilecek müşteri şikâyetleri azaltılabilecektir. Bu çalışmada gıda lojistiğinde karşılaşılabilecek hataların ve bu hatalara bağlı risk düzeylerinin tespiti için Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) kullanılmıştır. Çalışmada, geleneksel HTEA'nın geliştirilmesi gereken yönleri de dikkate alınarak belirlenen hata türlerine ilişkin risk faktörlerinin ağırlıkları Bulanık DEMATEL ile elde edilmiş ve Bulanık WASPAS ile bu hatalar önceliklendirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, FMEA, Gıda lojistiği.

## FAILURE MODE PRIORITIZATION IN FOOD LOGISTIC PROCESS BY USING A FUZZY APPROACH

### ABSTRACT

*Food logistics includes transportation activities of dry food, beverage and canned products etc. to the desired place at desired time without giving any damage to the food performed by transport companies using special equipment and expert staff support. Unless the sensibility is not shown in food logistics interacting with human health, it may result in situations that may be harmful for human health and even cause death. Accordingly, it is very important to determine the failures that may arise from the beginning and to determine the risk levels and take precautions related to these failures. In this way, failure costs and customer complaints that may occur after delivery can be reduced. In this study, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) are used to determine the failures that may be encountered in food logistics and the risk levels associated with these failures. In the study, weights of the risk factors related to the predetermined failures that may occur in food logistics are obtained with Fuzzy DEMATEL and failures are prioritized by using Fuzzy WASPAS considering the aspects of traditional FMEA that need to be developed.*

**Keywords:** Fuzzy Multi-criteria Decision Making, FMEA, Food Logistic.

- 
- <sup>1</sup> Arş. Gör., Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, yayrim@baskent.edu.tr
  - <sup>2</sup> Yrd.Doç.Dr., Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, gfcan@baskent.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Gıda lojistiği, nakliye firmalarının kuru gıda, içecek ve konserve gibi ürünleri belirli sıcak ve hijyen koşullarında istenilen yere, istenilen zamanda ulaştırılması işlemidir. Bu işlem, özel ekipman ve bilgi sahibi personel gerektirmektedir. Gıda lojistiği, insan sağlığı ile birebir etkileşimde olan bir faaliyet olduğu için taşıma esnasında gösterilmesi gereken hassasiyet diğer taşıma faaliyetlerine göre üst düzeydedir. Taşıma esnasında gıda malzemelerinin ezilmemesi, ambalajların hasar görmemesi için titiz ve özenli bir nakliye işleminin gerçekleştirilmesi önemlidir.

Gıda lojistiğinde, taşınacak ürünlerin açık bir şekilde tanımlanması, düzenli sıcaklık, nem ve hijyen kontrollerinin yapılması, ürüne uygun depolama işlemlerinin gerçekleştirilmesine dikkat edilmelidir. Paketlemede kullanılan ambalaj malzemelerinin de birinci sınıf kaliteye sahip olması gereklidir. Ayrıca, gıda nakliyesinin son aşamasında kullanılan soğuk hava depoları da ürüne uygun olarak seçilmelidir. Bununla birlikte, ürünlere ilişkin taşıma ve saklama koşulları konunun uzmanları tarafından önceden belirlenerek planlanmalıdır. Bu kurallara önem verilmediği zaman, zehirlenmeler hatta ölümler gibi insan sağlığını tehdit eden durumlar yaşanabilir. Taşıma ve depolama öncesi planlamaların yapılmadığı durumlarda ise ürün kaybı ortaya çıkabilir. Bu durum, müşteri ve ülke ekonomisi kapsamında kayıplara yol açabilir.

Gıda lojistiğinde amaç, ürünleri taşımak ve depolamak olduğu kadar balık, et, süt gibi kısa ömürlü ürünlerin rafa en kısa zamanda ulaştırılmasını sağlamaktır. Burada performans ölçütü, soğuk raflarda en uzun süre kalabilecek şekilde taşınabilen bir ürünü elde etmektir. Bu şekilde ürünlerin yenilerini rafa koyma süresi uzayacaktır.

Türkiye’de gıda lojistiğinin büyük bir bölümü karayolu ile gerçekleştirilmektedir. Sektör, çok güçlü bir lojistik ağı ve teknolojisine sahip olmasına rağmen soğuk hava taşımacılığı gerektiren araçların ve depoların eksikliğinin sıkıntısını yaşamaktadır. Gıda sektörünün büyümesi ve talebin artmasıyla gıda üretiminin en temel sorunları olan gıdaların bozulması ve kalite kaybının önlenmesi, ayrıca tüketici sağlığını tehdit etmeyecek ürünlerin tüketiciye ulaştırılması için gerekli faaliyetler üzerinde önemle durulmaktadır.

Bu çalışmada, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) (Failure Mode and Effect Analysis-FMEA) kullanılarak gıda lojistiğinde ortaya çıkabilecek hataların analizi gerçekleştirilmiştir. HTEA, ürünlerin ve proseslerin geliştirilmesinde öncelikli olarak hata riskinin ortadan kaldırılmasına odaklanan sezgisel bir yaklaşımdır. HTEA, meydana gelebilecek hataları önceden tahmin ederek önlemeye çalışan ve meydana gelebilecek problemlerin son müşteriye olan etkilerini, analiz eden güçlü bir tekniktir. HTEA’da bir sisteme, ürüne veya hizmete yönelik ortaya çıkabilecek hata türlerine ilişkin risk seviyeleri farklı risk faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu risk faktörleri, ÇKKV yapısına göre kriterleri oluşturur. Hata türleri ise alternatifleri tanımlar. Kriterlerin hata türlerine göre değerlendirilmesi ve hata türlerinin etkilerinin belirlenmesi konunun uzmanları tarafından gerçekleştirilir. Bu kapsamda, HTEA yaklaşımı çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi yapısına sahiptir. Çalışmada, HTEA yaklaşımı te-

mel alınarak The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) ve Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) yöntemlerinin uygulanmasıyla gıda lojistiğinde ortaya çıkabilecek hata türleri ve bu hata türlerine ilişkin risk seviyeleri belirlenmiştir. DEMATEL 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilmiştir (Fontela ve Gabus, 1974). Yöntem graf teori temelli olup kriterler arasındaki nedensel ilişkiyi modellemekte ve kriterleri faktörleri sebep ve sonuç gruplarına bölebilmektedir (Li ve Tzeng, 2009). DEMATEL, kriterleri birbirleri üzerindeki etkilerini dikkate alarak öncelik sıralarını belirlemektedir. Etkisi en yüksek olan kriter, en yüksek önceliğe sahiptir ve bu tür kriterler sebep kriterleri olarak ifade edilir. Etkisi düşük olan kriterler düşük önceliği olan kriterlerdir ve bu tür kriterler sonuç kriterleri olarak tanımlanır (Tseng ve Lin, 2008). 2004 yılında Chakraborty ve Zavadskas tarafından geliştirilen WASPAS yöntemi Ağırlıklı Toplam Modeli (Weighted Sum Model-WSM) ile Ağırlıklı Çarpım Modeli (Weighted Product Model-WPM) olmak üzere iki farklı modelin sonuçlarını birleştiren bir ÇKKV yaklaşımıdır. Yöntemde söz konusu iki model kullanılarak birleşik optimallik kriterinin değeri hesaplanmakta ve bu değer alternatiflerin sıralamasında kullanılmaktadır. WASPAS, işleyiş prosedürü içerisinde duyarlılık analizini de gerçekleştirebilen ve bu sayede alternatif sıralamalarındaki tutarlılığı kontrol edebilen bir yöntemdir (Chakraborty ve Zavadskas, 2014).

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, son yıllarda literatürde HTEA, DEMATEL ve WASPAS yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Literatürde, HTEA'nin farklı ÇKKV yöntemleri ile birlikte kullanıldığı görülmektedir. Chang (2009), ağırlıklandırılmış geometrik ortalama operatörü ve DEMATEL kullanarak ürün HTEA yapılması ile hata türlerini önceliklendirmiştir. Abdelgawad ve Fayek (2010), inşaat sektöründe oluşabilecek risklerin değerlendirmesinde bulanık AHP kullanarak hata türlerine ilişkin sıralamayı elde etmişlerdir. Zammori ve Gabbrielli (2011), hataların önceliklendirilmesi için hiyerarşik yapıya dayalı ANP yöntemiyle Risk Öncelik Puanını (RÖP) hesaplamışlardır. Emovon vd. (2015), deniz makinesi sistemlerinde oluşabilecek hataları VIKOR tekniği ile önceliklendirerek uzlaşık programlama ve TOPSIS ile elde edilen çözümleri karşılaştırmışlardır.

Literatürde DEMATEL kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında birçok karar probleminde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde yöntemin uygulandığı görülmektedir. Chang vd., (2011) çalışmalarında, tedarikçi seçiminde etkili olan anahtar faktörleri belirlemek için bulanık DEMATEL yöntemini uygulamışlardır. Wu (2012), başarılı bir bilgi yönetimi uygulaması için kritik faktörlerin ortaya konulması amacıyla bulanık DEMATEL yöntemini önermiştir. Tsai vd.(2015) devre kartları üretiminin çevresel performansını incelemişlerdir ve çevresel performans kriterleri arasındaki etkileşimin yönünü ve seviyesini değerlendirebilmek için bulanık DEMATEL yaklaşımını kullanmışlardır. Akyüz ve Çelik (2015) ham petrol tanker gemilerinde gaz boşaltma işlemi sırasında oluşabilecek tehlike kaynakları arasındaki nedensellik ilişkilerini belirlemek için bulanık DEMATEL kullanmıştır.

WASPAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda da farklı karar problemlerinin ele alındığı belirlenmiştir. Zolfani (2013), kurulması planlanan bir alışveriş merkezi için yer seçiminde SWARA yöntemini yer seçimi kriterlerinin ağırlıklandırmasında, WASPAS yöntemini ise alternatif yerlerin sıralanmasında kullanmıştır. Vafaeipour vd. (2014) güneş enerjisi projesinin uygulanmasına ilişkin bölge seçiminde Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) ve WASPAS yöntemlerini uygulamışlardır. Chakraborty ve Zavadskas (2014) tarafından imalat kararlarının önceliklendirilmesinde WASPAS kullanılmıştır. Bitarafan vd. (2014) tarafından sensör alternatiflerinin seçiminde SWARA-WASPAS yaklaşımları uygulanmıştır. Zavadskas vd. (2014) tarafından aralık değerli sezgisel bulanık sayılar (interval-valued intuitionistic fuzzy numbers) kullanılarak terk edilmiş yapıların renovasyon önceliklerinin belirlenmesinde WASPAS uygulanmıştır. Ayrıca, esnek imalat sistemi seçimi, esnek hücresel imalat için makine seçimi, AGV seçimi, otomatik kontrol sistemi seçimi ve endüstriyel robot seçimi gibi karar problemlerinde de WASPAS kullanılmıştır (Chakraborty vd., 2015). Bulanık WASPAS (WASPAS-F) ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP) yaklaşımları Turskis vd. (2015) tarafından alışveriş merkezi yer seçiminde kullanılmıştır. Zavadskas vd. (2015) tarafından Gri WASPAS (WASPAS-G) inşaat projelerinde doğru yüklenici seçimi için uygulanmıştır.

## 2. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HTEA, en yaygın kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden birisidir. 1960'lı yıllarda uzay endüstrisinde tasarım metodolojisi olarak geliştirilmiştir. HTEA, bilinen veya potansiyel hataların sebeplerini, sistemde veya son kullanıcıda söz konusu hataların oluşturabileceği etkileri dikkate alarak hatalarla ilişkili risklerin değerlendirilmesi ve bunların önlenmesi için öncelik sırasının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş sistematik bir yaklaşımdır. HTEA; bir sistemin potansiyel hata türlerini analiz etmek için hataları risk dereceleri açısından benzerliklerine göre sınıflandıran bir ürün geliştirme ve operasyon yönetim yaklaşımıdır. HTEA'nde amaçlanan hataları önceden tanımlayarak gerekli önlemleri almak ve tasarım aşamasından itibaren hataların olası nedenlerini belirlemektir (Chang KH., 2009).

HTEA'nde, alanında uzman bir ekip kurularak hizmette, üründe veya sistemde ortaya çıkabilecek tüm olası hata türleri tanımlanır ve olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik risk faktörleri dikkate alınarak hata türlerine ait RÖP Eşitlik (1) 'deki gibi hesaplanır.

$$RÖP = O * Ş * F \quad (1)$$

Burada;

*O*: Her bir hata türünün oluşma olasılığı,

*Ş*: Her bir hata türünün şiddet değeri,

*F*: Her bir hata türünün farkedilebilirlik değeridir.

RÖP değerlerine göre hata türleri ve bunlara ilişkin alınacak önlemler sıralanır. RÖP

hesaplamasında olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik risk faktörleri için kullanılan skalalar sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te verimiştir.

**Tablo 1: Olasılık için kullanılan değerlendirme skalası**

HATA OLASILIĞI	HATA KÜMÜLATİF SAYISI	DERECE
Aşırı Derecede Yüksek: Kaçınılmaz Hata	½'den fazla	10
Çok Yüksek	1/3	9
Tekrarlanan Hata	1/8	8
Yüksek	1/20	7
Kısmen Orta	1/80	6
Orta	1/400	5
Nispeten Az	1/2000	4
Az	1/15000	3
Çok Az	1/150000	2
Olası Olmayan Hata	1/1500000'den düşük	1

**Tablo 2: Şiddet için kullanılan değerlendirme skalası**

ETKİ	ŞİDDETİN ETKİSİ	DERECE
Uyarısız Gelen Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3.derece yanık, akut, ölüm vb. etkiye sahip hata	8
Yüksek	Ekipmanı tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3.derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmemezlik, 2.derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

**Tablo 3: Fark Edilebilirlik için kullanılan değerlendirme skalası**

<b>FARK EDİLEBİLİRLİK</b>	<b>FARK EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI</b>	<b>DERECE</b>
Tespit edilemez	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok uzak	9
Az	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği düşük	6
Orta	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok orta	5
Yüksek Ortalama	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Olası hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği hemen hemen kesin	1

Bununla birlikte, geleneksel HTEA prosedürünün geliştirilmesi gereken birçok yönü bulunmaktadır. Geleneksel HTEA’da sadece olasılık, şiddet ve saptanabilirlik faktörleri dikkate alınarak hata türlerine ilişkin RÖP’nin hesaplanması, bu üç faktörün de aynı öneme sahip olduğunun varsayılması, bu faktörlere ait skala değerlerinin farklı olduğu durumlarda dahi aynı RÖP’lerinin elde edilmesi, RÖP hesabı için değişimlere fazlasıyla duyarlı olan matematiksel çarpım işleminin kullanılması ve risk faktörleri arasındaki ilişkilerin göz ardı edilmesi zayıf yönler olarak verilebilir. Bununla birlikte, üç risk faktörü için de önceden kesin bir değerlendirme yapılmasının zor olmasına rağmen faktörler için kullanılan skalaların kesin değerler içermesi geleneksel HTEA’nın güvenilirliğini azaltmaktadır.

### 3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Tam veya kesin olmayan, belirsizlik içeren bilgilere dayanarak tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan ve bu tür bilgileri işleyerek sayısal bir şekilde modelleyebilen sisteme bulanık mantık adı verilmektedir (Allahverdi, 2002). Gerçek hayatta insan kararları belirsizlik içermektedir ve kesin sayısal

değerlerle ifade edilebilmesi zordur. Bu nedenle insan kararlarını modellemede sözel değişkenleri kullanmak gerçeğe daha yakın değerlendirmeleri de beraberinde getirecektir. Bu açıdan bulanık mantık ile karar süreçlerinin entegrasyonu önem taşımaktadır (Li ve Yang, 2004).

## 2.1. Bulanık Küme

Bulanık küme, her bir elemanın 0 ile 1 arasında değişen ve kümeye ait olma derecesini gösteren üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir (Zadeh, 1965). Burada, evrensel kümesinde tanımlanan bulanık küme  $\tilde{A}$ 'ya ait üyelik fonksiyonu;  $\mu_{\tilde{A}}: E \rightarrow [0,1]$  olarak ifade edilir.  $\tilde{A}$ 'nın herhangi bir elemanı olan  $x$  için üyelik derecesi Eşitlik (1)'deki gibi tanımlanır.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in E\} \quad (2)$$

$\mu_{\tilde{A}}$ ,  $[0,1]$  kapalı aralığında gerçek bir sayı olmakla birlikte; '0' değeri ilgili elemanın kümenin üyesi olmadığını, '1' değeri ilgili elemanın kümenin tam üyesi olduğunu gösterir. Eğer  $0 < \mu_{\tilde{A}} < 1$  ise, bu değer ilgili elemanın kümeye kısmi üyeliğini belirtir (Zadeh, 1975).

## 2.2. Üçgensel Bulanık Sayı

Bulanık sayıların özel bir çeşidi olan üçgensel bulanık sayı,  $a_1, a_2, a_3$  olmak üzere üç tane gerçek sayıdan oluşan parametre ile tanımlanır. Bu parametreler sırasıyla en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri ifade eder.  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  üçgensel bir bulanık sayı olmak üzere, üyelik fonksiyonu Eşitlik (2)'deki gibi tanımlanır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{(x - a_1)}{(a_2 - a_1)} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{(a_3 - x)}{(a_3 - a_2)} & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (3)$$

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  ve  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$  iki pozitif bulanık sayı olmak üzere aşağıda verilen aritmetik işlemler gerçekleştirilebilir (Li ve Yang, 2004).

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (4)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (5)$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3) \quad (6)$$

$$\tilde{A} \times k = (a_1 k, a_2 k, a_3 k) \quad (7)$$

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = (a_1 / b_1, a_2 / b_2, a_3 / b_3) \quad (8)$$

$$\tilde{A}^{-1} \approx \left( \frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1} \right) \quad (9)$$

## 5. ÖNERİLEN YAKLAŞIM

Çalışmada geleneksel HTEA'nın geliştirilmesi gereken yönleri dikkate alınarak; DEMATEL ve WASPAS yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşturulan iki aşamalı bir algoritma önerilmiştir. Birinci aşamada, Bulanık DEMATEL yöntemi uygulanarak kriter önem ağırlıkları, kriterler arasındaki ilişkiler gözetilerek belirlenmiştir. İkinci aşamada ise Bulanık WASPAS yöntemi uygulanarak hata türlerine ilişkin öncelik sıralaması elde edilmiştir. Önerilen yaklaşıma ait adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Kriterleri etkileşim düzeylerine göre değerlendirir.

$l$  adet karar verici  $KV_k$ ; ( $k = 1, \dots, l$ ),  $n$  adet kriteri  $M_j$ ; ( $j = 1, \dots, n$ ) Tablo 4 ile verilen Bulanık Etki Skalasını kullanarak değerlendirir. Bu değerlendirme sonucunda her bir  $KV_k$  için Bulanık Direkt İlişki Matrisi  $\tilde{P}_k$  Eşitlik (10)'daki gibi elde edilir ve  $\tilde{P}_{ij}^k = (a_{ij1}, a_{ij2}, a_{ij3})$  üçgensel bulanık sayısı,  $KV_k$  tarafından belirlenen  $i$ . faktörün  $j$ . faktörü etkileme düzeyini gösterir.

**Tablo 4: Bulanık Etki Skalası**

Puan	Tanım	TFN		
1	Etkisiz (E)	0,00	0,00	0,25
2	Düşük Etki (DE)	0,00	0,25	0,50
3	Orta Etki (OE)	0,25	0,50	0,75
4	Yüksek Etki (YE)	0,50	0,75	1,00
5	Çok Yüksek Etki (ÇYE)	0,75	1,00	1,00

$$\tilde{P}_k = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{P}_{11}^k & \tilde{P}_{21}^k & \tilde{P}_{31}^k & \dots & \tilde{P}_{1n}^k \\ \tilde{P}_{21}^k & \tilde{P}_{22}^k & \tilde{P}_{32}^k & \dots & \tilde{P}_{2n}^k \\ \tilde{P}_{31}^k & \tilde{P}_{32}^k & \tilde{P}_{33}^k & \dots & \tilde{P}_{3n}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{P}_{n1}^k & \tilde{P}_{n2}^k & \tilde{P}_{n3}^k & \dots & \tilde{P}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 2: Birleştirilmiş Direkt İlişki Matrisini oluştur.

Her bir için oluşturulan, Eşitlik (11)'de verilen Bulanık Ağırlıklandırılmış Geometrik Ortalama (Fuzzy Weighted Geometric Mean-FWGM) operatörü kullanılarak birleştirilir ve Birleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi Eşitlik (12)'deki gibi elde edilir (Rituparna vd., 2011).

$$\tilde{P}_{ij} = \prod_{k=1}^n \tilde{P}_{ij}^k / \sum_{k=1}^n a_k \quad (11)$$



Burada,

$a_k = (a_{k1}, a_{k2}, a_{k3})$   $k$ . KV'nin deneyime dayalı olarak atanan bulanık önem ağırlığını gösterir. Her bir için önem ağırlığı Tablo 5 kullanılarak belirlenir.

$$\tilde{P} = \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ \vdots \\ K_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{p}_{11} & \tilde{p}_{12} & \tilde{p}_{13} & \cdots & \tilde{p}_{1n} \\ \tilde{p}_{21} & \tilde{p}_{22} & \tilde{p}_{23} & \cdots & \tilde{p}_{2n} \\ \tilde{p}_{31} & \tilde{p}_{32} & \tilde{p}_{33} & \cdots & \tilde{p}_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{p}_{m1} & \tilde{p}_{m2} & \tilde{p}_{m3} & \cdots & \tilde{p}_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

**Tablo 5. Karar verici önem ağırlıkları**

Puan	Tanım	TFN		
1	Deneyimsiz	0,00	0,00	0,25
2	1-5 yıl	0,00	0,25	0,50
3	5-10 yıl	0,25	0,50	0,75
4	10-15 yıl	0,50	0,75	1,00
5	15 yıldan fazla	0,75	1,00	1,00

Eşitlik (13)'deki gibi durulaştırılarak  $a_{k_{def}}$  elde edilir ve kriter önem ağırlıklarının elde edilmesi sürecinde kullanılır.

$$a_{k_{def}} = \frac{1}{4}(a_{k1} + a_{k2} + a_{k3}) \quad (13)$$

Adım 3: Normalize direkt ilişki matrisini oluştur.

$[\tilde{P}]$ 'de yer alan bütün  $a_{ij1}$ ,  $a_{ij2}$ ,  $a_{ij3}$ 'ler için Eşitlik (14) kullanılarak sütun toplamı alınır. Sütun toplamı arasından en büyüğü seçilir ve bu değer olarak ifade edilir. Daha sonra  $[\tilde{P}]$ 'nin bütün elemanları Eşitlik (15)'deki gibi  $r$ 'ye bölünür ve Normalize Direkt İlişki Matrisi  $\tilde{Z} = [\tilde{z}_{ij}]_{n \times n}$  elde edilir.

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij3} \quad (14)$$

$$\tilde{z}_{ij} = \frac{\tilde{p}_{ij}}{r} = \left( \frac{\tilde{p}_{ij1}}{r}, \frac{\tilde{p}_{ij2}}{r}, \frac{\tilde{p}_{ij3}}{r} \right) \quad (15)$$

Adım 4: Toplam İlişki Matrisini oluştur.

Normalize Direkt İlişki Matrisi  $\tilde{Z}$  elde edildikten sonra Eşitlik (16) kullanılarak Toplam İlişki Matrisi  $\tilde{T} = [\tilde{t}_{ij}]_{n \times n}$  oluşturulur.

$$\tilde{T} = \tilde{z}^1 + \tilde{z}^2 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{Z}^i = \tilde{Z}(I - \tilde{Z})^{-1} \quad (16)$$

Adım 5: Gönderici ve alıcı grupları belirle.

$\tilde{T}$  matrisinde satır toplamları Eşitlik (17) kullanılarak alınır ve  $\tilde{D}$  hesaplanır. Aynı matrisde, Eşitlik (18) kullanılarak sütun toplamlarını temsil eden  $\tilde{R}$  bulunur.

$$\tilde{D} = \sum_{i=1}^n \tilde{t}_{ij} \quad (17)$$

$$\tilde{R} = \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij} \quad (18)$$

Her bir kriter için  $K_j; j = 1, \dots, n$  için,  $\tilde{D} - \tilde{R} = (s_{ij1}, s_{ij2}, s_{ij3})$  ve  $\tilde{D} + \tilde{R} = (u_{ij1}, u_{ij2}, u_{ij3})$  değerleri hesaplanır.

Burada, bazı kriterler D-R değeri için pozitif değerlere sahiptir. Bu kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptirler ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir. Bu tip kriterler gönderici olarak adlandırılır. D-R değeri için negatif değere sahip olan kriterler ise diğer kriterlerden daha fazla etkilenirler. Daha düşük önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kriterler alıcı olarak adlandırılır. Diğer taraftan D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir ve D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir, düşük olanların ise diğerleriyle ilişkisi azdır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

$\tilde{D} - \tilde{R}$  ve  $\tilde{D} + \tilde{R}$  değerleri üçgensel bulanık sayılar oldukları için Eşitlik (19) ve Eşitlik (20) kullanılarak durulaştırma yapılır ve ve değerleri elde edilir.

$$(\tilde{D} + \tilde{R})_{def} = \frac{1}{4}(s_{ij1} + s_{ij2} + s_{ij3}) \quad (19)$$

$$(\tilde{D} - \tilde{R})_{def} = \frac{1}{4}(u_{ij1} + u_{ij2} + u_{ij3}) \quad (20)$$

Adım 6: Kriter ağırlıklarını bul.

Eşitlik (21) ve (22) kullanılarak her bir kriter  $K_j; (j = 1, \dots, n)$  için önem ağırlığı bulunur.

$$W_j = \sqrt{(\tilde{D} + \tilde{R})_{def}^2 + (\tilde{D} - \tilde{R})_{def}^2}, (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (21)$$

$$W_j = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (22)$$

Adım 7: Her bir kriter için alternatifleri değerlendir.

$KV_k; (k = 1, \dots, l)$  tarafından, her bir kriter için her bir alternatif  $A_i; (i = 1, 2, 3, \dots, m)$  Tablo 3 ve 4'de verilen skalalar kullanılarak değerlendirilir. Her bir  $KV_k$  için alternatiflerin kriterlere göre değerlendirme matrisi  $\tilde{X}_k$  Eşitlik (23)'deki gibi oluşturulur.  $[\tilde{X}_k]$ 'nin her bir elemanı  $[\tilde{x}_{ij}] = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$  üçgensel bulanık sayısı ile ifade edilir.

$$\tilde{x}_{ij}^k = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^k & \tilde{x}_{12}^k & \tilde{x}_{13}^k & \cdots & \tilde{x}_{1n}^k \\ \tilde{x}_{21}^k & \tilde{x}_{22}^k & \tilde{x}_{23}^k & \cdots & \tilde{x}_{2n}^k \\ \tilde{x}_{31}^k & \tilde{x}_{32}^k & \tilde{x}_{33}^k & \cdots & \tilde{x}_{3n}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^k & \tilde{x}_{m2}^k & \tilde{x}_{m3}^k & \cdots & \tilde{x}_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (23)$$

Adım 8: Alternatiflerin Kriterlere göre Birleştirilmiş Değerlendirme Matrisini oluştur.

$l$  adet karar verici  $KV_k$ ; ( $k = 1, \dots, l$ ) için elde edilen değerlendirme matrisleri Eşitlik (11)'de verilen FWGM yaklaşımı ile birleştirilir ve Birleştirilmiş Alternatiflerin Kriterlere göre Değerlendirme Matrisi Eşitlik (24)'deki gibi  $\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}$  oluşturulur.

$$\tilde{X} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \tilde{x}_{13} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{23} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \tilde{x}_{31} & \tilde{x}_{32} & \tilde{x}_{33} & \cdots & \tilde{x}_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_m & \tilde{x}_{m2} & \tilde{x}_{m3} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Adım 9: Normalize matrisi oluştur.

$[\tilde{X}]$ , fayda temelli ( $F_j$ ) kriterler için Eşitlik (25) ve maliyet temelli ( $M_j$ ) kriterler için Eşitlik (26) kullanılarak normalize edilir ve normalize matris  $\bar{X} = [\bar{x}_{ij}]_{m \times n}$  oluşturulur.

$F_j$  için normalizasyon;

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\max_i \tilde{x}_{ij}} \quad (25)$$

$M_j$  için normalizasyon;

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i \tilde{x}_{ij}}{\tilde{x}_{ij}} \quad (26)$$

Adım 10: Ağırlıklı Toplam Modelini (ATM) uygula.

Her bir alternatif için birinci göreceli toplam önem değeri, ( $Q_i^{(1)} = (q_{ij1}^{(1)}, q_{ij2}^{(1)}, q_{ij3}^{(1)})$ ) Ağırlıklı Toplam Modeli (ATM) (Weighted Sum Model-WSM)'ne göre Eşitlik (27) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \times w_j \quad (27)$$

Adım 11: Ağırlıklı Çarpım Modelini (AÇM) uygula.

Her bir alternatif için ikinci göreceli çarpım önem değeri, ( $Q_i^{(2)} = (q_{ij1}^{(2)}, q_{ij2}^{(2)}, q_{ij3}^{(2)})$ ) Ağırlıklı Çarpım Modeli (AÇM) (Weighted Product Model-WPM)'ne göre Eşitlik (28) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (28)$$

$Q_i^{(1)}$  ve  $Q_i^{(2)}$  bulanık sayı olduğu için Eşitlik (29) ve Eşitlik (30) kullanılarak durulaştırılır.

$$Q_i^{(1)} = \frac{1}{4}(q_{ij1}^{(1)} + q_{ij2}^{(1)} + q_{ij3}^{(1)}) \quad (29)$$

$$Q_i^{(2)} = \frac{1}{4}(q_{ij1}^{(2)} + q_{ij2}^{(2)} + q_{ij3}^{(2)}) \quad (30)$$

Adım 12: Fayda fonksiyonunu oluştur.

Her bir alternatif için toplam birleşik optimallik değeri,  $Q_i$  Eşitlik (31) kullanılarak elde edilir (Šaparauskas vd., 2011, Zavadskas vd., 2012).

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)}; \lambda \in [0,1] \quad (31)$$

Adım 13: Alternatifleri sırala.

Alternatifler,  $Q_i$  değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük  $Q_i$  değerine sahip olan alternatif birinci sırada yer alır.

## 6. UYGULAMA

Çalışmada önerilen yaklaşım, 13 yıldır gıda lojistiğinde faaliyet gösteren, soğuk zincir, kuru veya likit gıda gibi tüm gıda ürünlerinin lojistiği konusunda Türkiye'nin en deneyimli firmalarından birisinde, gıda lojistiğinde ortaya çıkabilecek hata türlerinin önceliklendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Firma, Türkiye'nin 18 şehrinde 57 depo, 500.000 m<sup>2</sup> kapalı depolama alanı ve 390.000 paletli yük stok kapasitesiyle hizmet vermektedir.

Firmada gıda lojistiği faaliyetleri sırasında Tablo 6'da belirtilen 12 hata türü tespit edilmiştir. Bu hata türleri geliştirilen HTEA yaklaşımı ile ele alınmıştır. Önerilen bu yaklaşımla, gıda lojistiğinde hataların belirlenerek risk derecelerine göre önceliklendirilmesi sağlanmıştır.

**Tablo 6: Belirlenen hata türleri**

Sıra Nu	Hata Türleri	Açıklama
1	A1	Yeterli saklama imkânlarının sağlanamaması
2	A2	Zamanında teslim edilememesi
3	A3	Stok sorunları (yanlış depolama)
4	A4	Gıda güvenliğinin sağlanamaması
5	A5	Ürüne uygun olmayan biçimde dağıtım
6	A6	Paketlemeden kaynaklanan hatalar
7	A7	Uygun olmayan araç yükleme ve boşaltma yöntemleri
8	A8	Ürünlerin araç içinde kontrolsüz hareketi
9	A9	Taşıma aracının ürüne uygun havalandırma, nem ve sıcaklık koşullarına sahip olmaması
10	A10	Uygun olmayan ürünlerin karışık olarak taşınması
11	A11	Araç soğutucularının düzenli bakımı ve kalibrasyonunun yapılmaması
12	A12	Depo ve araçların temizlik ve kontrollerinin sağlanmaması

Hata türlerini önceliklendirebilmek için olasılık ( $K_1$ ), şiddet ( $K_2$ ), fark edilebilirlik ( $K_3$ ) ve maliyet ( $K_4$ ), kriterleri ( $K_j; j = 1, \dots, 4$ ) temel alınmıştır. Burada, maliyet kriterini değerlendirme skalası HTEA yönteminde kullanılan mantık çerçevesinde geliştirilmiştir. Hata türlerinin sıralanmasında olasılık, şiddet ve maliyet kriterleri yüksek değerleri aldığı anda ilgili hata daha yüksek önceliğe sahip olurlarken; fark edilebilirlik kriteri için ise düşük fark edilebilirlik değerleri hata türünü yüksek önceliğe taşımaktadır. Buna göre oluşturulan bulanık değerlendirme skalaları Tablo 7 ve Tablo 8’te verilmiştir ve Bölüm 5’te belirtilen algoritma aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

**Tablo 7: Olasılık, şiddet ve maliyet kriterleri için değerlendirme skalası**

Puan	Tanım	TFN		
1	Çok düşük	0,00	0,00	0,25
2	Düşük	0,00	0,25	0,50
3	Orta	0,25	0,50	0,75
4	Yüksek	0,50	0,75	1,00
5	Çok yüksek	0,75	1,00	1,00

**Tablo 8: Fark edilebilirlik kriteri için değerlendirme skalası**

Puan	Tanım	TFN		
1	Çok düşük	0,75	1,00	1,00
2	Düşük	0,50	0,75	1,00
3	Orta	0,25	0,50	0,75
4	Yüksek	0,00	0,25	0,50
5	Çok yüksek	0,00	0,00	0,25

Adım 1: Kriterleri etkileşim düzeylerine göre değerlendirir.

Kriterler arası etkileşimler 3 karar verici  $KV_k; (k = 1, 2, 3)$ , tarafından değerlendirilmiştir.  $KV_1$  için değerlendirme matrisi örnek olarak Tablo 9’de verilmiştir.

**Tablo 9:  $KV_1$  için değerlendirme matrisi**

	O			Ş			FE			M		
O	0	0	0	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
Ş	0,00	0,25	0,50	0	0	0	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
FE	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0	0	0	0,25	0,50	0,75
M	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0	0	0

Adım 2: Birleştirilmiş Direkt İlişki Matrisini oluştur.

$KV_k$ ; ( $k = 1, 2, 3$ ), tarafından oluşturulan  $\tilde{P}_k$  matrisleri Eşitlik (11) kullanılarak birleştirilir. Uygulamada deneyimlerine göre üç karar vericinin önem ağırlıkları  $\alpha_1 = 0,50$ ,  $\alpha_2 = 0,25$  ve  $\alpha_3 = 0,25$  olarak alınmıştır. Birleştirilmiş İlişki Matrisi  $\tilde{P}$  Tablo 10'da gösterilmiştir.

**Tablo 10: Birleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi  $\tilde{P}$**

	O			Ş			FE			M		
O	0,00	0,00	0,00	0,55	0,81	1,00	0,55	0,81	1,00	0,35	0,61	0,87
Ş	0,00	0,30	0,55	0,00	0,00	0,00	0,61	0,87	1,00	0,00	0,42	0,68
FE	0,43	0,71	0,87	0,30	0,55	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,68
M	0,00	0,33	0,59	0,00	0,35	0,61	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00

Adım 3: Normalize direkt ilişki matrisini oluştur.

Eşitlik (14) ve Eşitlik (15) kullanılarak  $[\tilde{Z}]$  oluşturulmuş ve Tablo 11'de verilmiştir.

**Tablo 11: Normalize direkt ilişki matrisi,  $\tilde{Z}$**

	O			Ş			FE			M		
O	0,00	0,00	0,00	0,47	0,47	0,41	0,47	0,47	0,41	0,30	0,36	0,36
Ş	0,00	0,17	0,23	0,00	0,00	0,00	0,53	0,51	0,41	0,00	0,25	0,28
FE	0,37	0,41	0,36	0,26	0,32	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,28
M	0,00	0,19	0,25	0,00	0,21	0,25	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00

Adım 4: Toplam İlişki Matrisini oluştur.

$[\tilde{Z}]$  elde edildikten sonra Eşitlik (16) kullanılarak  $[\tilde{T}]$  oluşturulmuş ve Tablo 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 12: Toplam İlişki Matrisi,  $\tilde{T}$**

	O			Ş			FE			M		
O	-1,00	-0,76	-0,77	0,00	0,40	0,38	0,00	0,53	0,40	1,00	0,14	0,29
Ş	0,00	0,24	0,23	-1,00	-0,60	-0,62	0,00	0,53	0,40	1,00	0,14	0,29
FE	0,00	0,24	0,23	0,00	0,40	0,38	-1,00	-0,47	-0,60	1,00	0,14	0,29
M	0,00	0,24	0,23	0,00	0,40	0,38	0,00	0,53	0,40	0,00	-0,86	-0,71

Adım 5: Gönderici ve alıcı grupları belirle.

Her bir kriter için  $\tilde{D} - \tilde{R}$  ve  $\tilde{D} + \tilde{R}$  değerleri elde edilmiş ve Eşitlik (19) ve Eşitlik (20) kullanılarak  $(\tilde{D} + \tilde{R})_{def}$  ve  $(\tilde{D} - \tilde{R})_{def}$  hesaplanarak Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13:**  $(\tilde{D} + \tilde{R})_{def}$  ve  $(\tilde{D} - \tilde{R})_{def}$  değerleri

Kriterler	$(\tilde{D} + \tilde{R})_{def}$	$(\tilde{D} - \tilde{R})_{def}$
<b>O</b>	0,23	-0,28
<b>Ş</b>	0,23	-0,07
<b>FE</b>	0,23	0,72
<b>M</b>	0,23	0,57

Adım 6: Kriter ağırlıklarını bul.

Eşitlik (21) ve (22) kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilmiş ve Tablo 14’te verilmiştir.

**Tablo 14: Kriter Ağırlıkları**

	$w_i$
<b>O</b>	0,19
<b>Ş</b>	0,12
<b>FE</b>	0,38
<b>M</b>	0,31

Adım 7: Her bir kriter için alternatifleri değerlendir.

Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirmeleri 3 karar verici  $KV_k$ ; ( $k = 1, 2, 3$ ), tarafından yapılmıştır.  $KV_1$  için  $[\tilde{X}_k]$  örnek olarak Tablo 15’te verilmiştir.

**Tablo 15: Değerlendirme Matrisi**

	<b>O</b>			<b>Ş</b>			<b>FE</b>			<b>M</b>		
<b>A1</b>	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
<b>A2</b>	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
<b>A3</b>	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
<b>A4</b>	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
<b>A5</b>	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
<b>A6</b>	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
<b>A7</b>	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
<b>A8</b>	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
<b>A9</b>	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
<b>A10</b>	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75
<b>A11</b>	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
<b>A12</b>	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00

Adım 8: Alternatiflerin Kriterlere göre Birleştirilmiş Değerlendirme Matrisini oluştur.

$[\tilde{X}]$  Eşitlik (11) kullanılarak oluşturulmuş ve Tablo 16’da verilmiştir.

**Tablo 16: Birleştirilmiş Değerlendirme Matrisi,  $\tilde{X}$** 

	O			Ş			FE			M		
<b>A1</b>	0,51	0,78	0,93	0,35	0,61	0,87	0,00	0,30	0,55	0,00	0,35	0,61
<b>A2</b>	0,68	0,93	1,00	0,35	0,61	0,87	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,39
<b>A3</b>	0,00	0,42	0,66	0,55	0,81	1,00	0,00	0,30	0,55	0,33	0,59	0,81
<b>A4</b>	0,00	0,43	0,71	0,51	0,78	0,93	0,61	0,87	1,00	0,68	0,93	1,00
<b>A5</b>	0,43	0,71	0,87	0,00	0,51	0,78	0,00	0,35	0,61	0,00	0,42	0,68
<b>A6</b>	0,00	0,30	0,55	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,42
<b>A7</b>	0,42	0,68	0,93	0,00	0,51	0,78	0,35	0,61	0,87	0,00	0,35	0,61
<b>A8</b>	0,30	0,55	0,81	0,00	0,50	0,71	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,42
<b>A9</b>	0,00	0,39	0,66	0,75	1,00	1,00	0,42	0,68	0,93	0,68	0,93	1,00
<b>A10</b>	0,30	0,55	0,81	0,00	0,39	0,66	0,00	0,00	0,50	0,00	0,42	0,68
<b>A11</b>	0,30	0,55	0,81	0,75	1,00	1,00	0,61	0,87	1,00	0,68	0,93	1,00
<b>A12</b>	0,25	0,50	0,75	0,68	0,93	1,00	0,30	0,55	0,81	0,42	0,68	0,93

Adım 9: Normalize matrisi oluştur.

HTEA'nin işleyiş mantığına göre bir hata türünün öncelikli olması için ortaya çıkma olasılığının, yaratacağı şiddetin, maliyetin yüksek olması ve fark edilebilirliğinin düşük olması gereklidir. Bu nedenle fark edilebilirlik faktörüne ait skala değerler ters çevrilerek oluşturulmuştur. Buna göre, bütün kriterler fayda yapılı kriterlere dönüşmüştür. Eşitlik (25) kullanılarak elde edilen  $[\tilde{X}]$  Tablo (17)'de gösterilmiştir.

**Tablo 17: Normalize Matris,  $\tilde{X}$** 

	O			Ş			FE			M		
<b>A1</b>	0,76	0,84	0,93	0,47	0,61	0,87	0,00	0,30	0,55	0,00	0,38	0,61
<b>A2</b>	1,00	1,00	1,00	0,47	0,61	0,87	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,39
<b>A3</b>	0,00	0,45	0,66	0,74	0,81	1,00	0,00	0,30	0,55	0,49	0,64	0,81
<b>A4</b>	0,00	0,47	0,71	0,69	0,78	0,93	0,82	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>A5</b>	0,64	0,76	0,87	0,00	0,51	0,78	0,00	0,35	0,61	0,00	0,45	0,68
<b>A6</b>	0,00	0,32	0,55	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,42
<b>A7</b>	0,62	0,73	0,93	0,00	0,51	0,78	0,47	0,61	0,87	0,00	0,38	0,61
<b>A8</b>	0,44	0,59	0,81	0,00	0,50	0,71	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,42
<b>A9</b>	0,00	0,42	0,66	1,00	1,00	1,00	0,56	0,68	0,93	1,00	1,00	1,00
<b>A10</b>	0,44	0,59	0,81	0,00	0,39	0,66	0,00	0,00	0,50	0,00	0,45	0,68
<b>A11</b>	0,44	0,59	0,81	1,00	1,00	1,00	0,82	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>A12</b>	0,37	0,54	0,75	0,90	0,93	1,00	0,40	0,55	0,81	0,62	0,73	0,93



Adım 10: Ağırlıklı Toplam Modelini (ATM) uygula.

Eşitlik (26) kullanılarak uygulanan ATM'nin sonuçları Tablo 18'de gösterilmiştir.

**Tablo 18: ATM Sonuçları**

	O			Ş			FE			M		
A1	0,15	0,17	0,19	0,06	0,07	0,10	0,00	0,11	0,21	0,00	0,11	0,18
A2	0,20	0,20	0,20	0,06	0,07	0,10	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,12
A3	0,00	0,09	0,13	0,09	0,10	0,12	0,00	0,11	0,21	0,15	0,19	0,24
A4	0,00	0,09	0,14	0,08	0,09	0,11	0,31	0,33	0,38	0,30	0,30	0,30
A5	0,13	0,15	0,17	0,00	0,06	0,09	0,00	0,13	0,23	0,00	0,14	0,20
A6	0,00	0,06	0,11	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,13
A7	0,12	0,15	0,19	0,00	0,06	0,09	0,18	0,23	0,33	0,00	0,11	0,18
A8	0,09	0,12	0,16	0,00	0,06	0,08	0,38	0,38	0,38	0,00	0,00	0,13
A9	0,00	0,08	0,13	0,12	0,12	0,12	0,21	0,26	0,35	0,30	0,30	0,30
A10	0,09	0,12	0,16	0,00	0,05	0,08	0,00	0,00	0,19	0,00	0,14	0,20
A11	0,09	0,12	0,16	0,12	0,12	0,12	0,31	0,33	0,38	0,30	0,30	0,30
A12	0,07	0,11	0,15	0,11	0,11	0,12	0,15	0,21	0,31	0,19	0,22	0,28

Adım 11: Ağırlıklı Çarpım Modelini (AÇM) uygula.

Eşitlik (27) kullanılarak uygulanan AÇM'nin sonuçları Tablo 19'da gösterilmiştir.

**Tablo 18: AÇM Sonuçları**

	O			Ş			FE			M		
A1	0,95	0,97	0,99	0,91	0,94	0,98	0,00	0,63	0,80	0,00	0,74	0,86
A2	1,00	1,00	1,00	0,91	0,94	0,98	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,75
A3	0,00	0,86	0,92	0,96	0,97	1,00	0,00	0,63	0,80	0,80	0,87	0,94
A4	0,00	0,86	0,94	0,96	0,97	0,99	0,93	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
A5	0,92	0,95	0,97	0,00	0,92	0,97	0,00	0,67	0,83	0,00	0,78	0,89
A6	0,00	0,81	0,89	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00	0,76
A7	0,91	0,94	0,99	0,00	0,92	0,97	0,75	0,83	0,95	0,00	0,74	0,86
A8	0,86	0,91	0,96	0,00	0,92	0,96	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,76
A9	0,00	0,85	0,92	1,00	1,00	1,00	0,80	0,86	0,97	1,00	1,00	1,00
A10	0,86	0,91	0,96	0,00	0,89	0,95	0,00	0,00	0,77	0,00	0,78	0,89
A11	0,86	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00	0,93	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
A12	0,83	0,89	0,95	0,99	0,99	1,00	0,70	0,80	0,92	0,86	0,91	0,98

Adım 12: Fayda fonksiyonunu oluştur.

$\lambda = 0,5$  alınarak Eşitlik (28)'in kullanılmasıyla  $Q_i$  hesaplanmış ve Tablo 20'de verilmiştir. Burada ATM ve AÇM yaklaşımlarına ait sonuçların birleşik optimallik kriterinde eşit etkiye sahip olduğu varsayılmıştır.

Adım 13: Alternatifleri sırala.

$Q_i$  değerlerine göre elde edilen sıralama Tablo 20'de gösterilmiştir.

**Tablo 20: Sıralama Sonuçları**

	$Q_i$	Sıralama
<b>A1</b>	0,42	8
<b>A2</b>	0,23	11
<b>A3</b>	0,44	6
<b>A4</b>	0,72	2
<b>A5</b>	0,43	7
<b>A6</b>	0,13	12
<b>A7</b>	0,51	5
<b>A8</b>	0,38	9
<b>A9</b>	0,68	3
<b>A10</b>	0,24	10
<b>A11</b>	0,87	1
<b>A12</b>	0,66	4

## 7. KARŞILAŞTIRMA ANALİZİ

Bu bölümde önerilen yaklaşımdan  $0 \leq \lambda \leq 1$  arasındaki farklı değerler için elde edilen sıralamaların karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.  $\lambda$  değerlerinin farklılaşması, ATM ve AÇM'den elde edilen sonuçların  $Q_i$  üzerindeki etkilerinin farklılaşmasını da beraberinde getirmektedir. Bu durum, hata türlerinin öncelik sıralamasını da etkileyecektir.  $\lambda$ 'nın Tablo 21 ile verilen farklı değerleri için elde edilen sıralamaların benzerliği Spearman Sıra Korelasyonu Katsayısı hesaplanarak belirlenmiş ve korelasyon Tablosu Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 21: Farklı  $\lambda$  değerlerine göre sıralama

	$\lambda = 0,0$	$\lambda = 0,1$	$\lambda = 0,2$	$\lambda = 0,3$	$\lambda = 0,4$	$\lambda = 0,5$	$\lambda = 0,6$	$\lambda = 0,7$	$\lambda = 0,8$	$\lambda = 0,9$	$\lambda = 0,10$
A1	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
A2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10
A3	7	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
A4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A5	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8
A6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
A7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
A8	9	9	9	9	9	9	9	6	6	6	5
A9	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
A10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11
A11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A12	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4

Tablo 22. Spearman Sıra Korelasyonu Katsayısı

	$\lambda = 0,0$	$\lambda = 0,1$	$\lambda = 0,2$	$\lambda = 0,3$	$\lambda = 0,4$	$\lambda = 0,5$	$\lambda = 0,6$	$\lambda = 0,7$	$\lambda = 0,8$	$\lambda = 0,9$	$\lambda = 0,10$
$\lambda = 0,0$	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,97	0,93	0,93	0,92	0,-90
$\lambda = 0,1$	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,94	0,94	0,93	0,90
$\lambda = 0,2$	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,95	0,95	0,94	0,92
$\lambda = 0,3$	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,95	0,95	0,94	0,92
$\lambda = 0,4$	0,99	0,99	1,00	1,00	0,1,00	0,99	0,99	0,95	0,95	0,94	0,92
$\lambda = 0,5$	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,96	0,96	0,95	0,92
$\lambda = 0,6$	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,96	0,96	0,95	0,92
$\lambda = 0,7$	0,93	0,94	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	1,00	1,00	0,99	0,99
$\lambda = 0,8$	0,93	0,94	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	1,00	1,00	0,99	0,99
$\lambda = 0,9$	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,99	0,99	1,00	0,99
$\lambda = 1,0$	0,90	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,99	0,99	0,99	1,00

Tablo 22'den de görüldüğü gibi farklı  $\lambda$  değerleri için elde edilen hata türü sıralamaları arasında yüksek benzerlik görülmektedir. 11 numaralı hata türü olan araç soğutucularının düzenli bakımı ve kalibrasyonunun yapılmamasının bütün  $\lambda$  değerleri için birinci sırada olduğu görülmektedir.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıda lojistiği, nakliye firmalarının özel ekipman ve bilgi sahibi personellerle kuru gıda, içecek ve konserve gibi ürünleri belli sıcaklarda istenilen yere ulaştırma işlemidir. Bir ürünün, üretimden tüketiciye ulaşmasına kadar olan taşıma ve depolama sürecinde doğru derecede tutulmasını sağlamak ciddi bir iş ve yükümlülüktür. Gıda taşımacılığı yapan firmaların

öncelikle yaptıkları işin ne kadar hayati bir önem taşıdığına farkında olmaları gerekmektedir. Plansızlıklar veya yanlış yönlendirmelerle gıda taşımacılığı kapsamında çok fazla ürün kayba uğramaktadır. Bu durum hem müşteri bazında hem de ülke ekonomisi kapsamında maddi kayıpları beraberinde getirmektedir. Bu yüzden oluşabilecek hataların önceden tanımlanıp önlenmeye çalışılması çok önemlidir. Bu çalışmada gıda lojistiğinde karşılaşılabilecek hataların ve bu hatalara bağlı risk düzeylerinin tespiti için HTEA kullanılmıştır. Bu yöntemde, bir sistemin potansiyel hata türlerini analiz etmek için hatayı sonradan bulmak ve düzeltmek yerine hataları erkenden belirleyerek önlemek amaçlanmaktadır. Ancak, geleneksel HTEA prosedürünün geliştirilmesi gereken birçok yönü bulunmaktadır. Çalışmada geleneksel HTEA'nın geliştirilmesi gereken yönleri de dikkate alınarak risk faktörleri arasındaki nedensel ilişkiyi daha iyi yansıtabilecek Bulanık DEMATEL ile kriter ağırlıkları elde edilmiş ve Bulanık WASPAS kullanılarak hata türleri sıralanmıştır. Önerilen bu yaklaşımla, gıda lojistiğinde hataların belirlenerek risk derecelerine göre sıralanması sağlanmıştır.

Yapılan karşılaştırma analizi sonucunda önerilen yaklaşımın tutarlı sonuçlar ürettiği Sperman Sıra Korelasyonu katsayısı değerlerinden de görülmektedir. Burada, araç soğutucularının düzenli bakım ve kalibrasyonunun yapılmaması hata türünün birinci önceliğe sahip olduğu bütün farklı  $\lambda$  değerleri için belirlenmiştir. Gerçek hayatta da gıda lojistiğinde insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde gerekli ortam koşulları sağlanarak gıdaların taşınması büyük önem arz etmektedir. Bu koşullar arasında, ortam sıcaklığının taşınan gıdaya uygun olmaması önem gıdaların bozulabilmesi açısından en önemli problemlerden birisidir. Taşıma süresince bozulan gıdalar insanlar tarafından tüketildiklerinde sağlık problemlerini de beraberinde getirecek ve lojistik firması için de yüksek bozulan ürün maliyetlerine, müşteri kaybına sebep olacaktır.

## 8. KAYNAKLAR

1. Abdelgawad M, Fayek AR (2010) Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP. *J Constr Eng Manage* 136(9):1028–1036.
2. Aksakal E. ve Dağdeviren M. (2010), Anp Ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 25, No 4, 905-913.*
3. Akyuz E., Celik E. (2015), A fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing process in crude oil tankers, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 38243e253.
4. Allahverdi N. (2002). *Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul
5. Bitarafan, M., Zolfani, S. H., Arefi, S. L., Zavadskas, E. K., Mahmoudzadeh, A. (2014), Evaluation of real-time intelligent sensors for structural health monitoring of bridges based on swara-waspas; a case in IRAN. *Baltic Journal of Road & Bridge Engineering*, 9(4),333-340.

6. Chakraborty, S., Zavadskas, E. K. (2014), Applications of WASPAS method in manufacturing decision making. *Informatica*, 25(1), 1-20.
7. Chakraborty, S., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J. (2015), Applications of WASPAS method as a multi-criteria decisionmaking tool. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 49(1) 5-22.
8. Chang KH (2009) Evaluate the orderings of risk for failure problems using a more general RPN methodology. *Microelectron Reliab* 49(12):1586–1596.
9. Chang, B., Chang, C.W., Wu, C.H. (2011), “Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria”, *Expert Systems With Applications*, Volume 38, Issue 3, March 2011, 1850-1858.
10. Emovon I, Norman RA, MA J, Pazouki K (2015) An integrated multicriteria decision making methodology using compromise solution methods for prioritising risk of marine machinery systems. *Ocean Eng* 105:92–103.
11. Fontela, E., Gabus, A. (1974), “DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique”, Battelle Geneva Research Institute, 67-69.
12. Li, C.W., Tzeng, G.H. (2009), “Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall” *Expert Systems with Applications*, 36: 9891–9898.
13. Li, D. F., Yang, J. B. (2004). Fuzzy Linear Programming Technique for Multiattribute Group Decision Making in Fuzzy Environments, *Information Sciences*, 158, p. 263-264.
14. Rituparna C., Supahi M., D. Datta (2011), Arithmetic of Triangular Fuzzy Variable from Credibility Theory, *International Journal of Energy, Information and Communications* Vol. 2, Issue 3.
15. Šaparauskas, J., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. (2011), Selection of facade’s alternatives of commercial and public buildings based on multiple criteria. *International Journal of Strategic Property Management*, 15(2), 189-203
16. Tsai S., Chien M., Xue Y., Li L., Jiang X., Chen Q., Zhou J., Wang L. (2015), Using the Fuzzy DEMATEL to Determine Environmental Performance: A Case of Printed Circuit Board Industry in Taiwan. *PLoS ONE* 10(6): e0129153. doi:10.1371/journal.pone.0129153.
17. Tseng M.L., Lin Y. H. (2008), “Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste”, *Environ Monit Assess*, DOI 10.1007/s10661-008-0601-2.
18. Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Kosareva, N. (2015), A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 10(6), 113-128.
19. Vafaeipour, M., Zolfani, S. H., Varzandeh, M. H. M., Derakhti, A., & Eshkalag, M. K. (2014), Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi-criteria decision making approach. *Energy Conversion and Management*, 86, 653-663.

20. Wu, W.W. (2012), "Segmenting Critical Factors For Successful Knowledge Management Implementation Using The Fuzzy DEMATEL Method", *Applied Soft Computing*, Volume 12, Issue 1, Pages 527-535.
21. Zadeh, L. A. (1965), *Fuzzy Sets, Information and Control*, 8, p.338-353.
22. Zadeh, L. A. (1975), *The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I*, *Information Sciences*, 8, p.199-249.
23. Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., Turskis, Z. (2013a), *Multi-criteria assessment of facades' alternatives: peculiarities of ranking methodology*. *Procedia Engineering*, 57, 107-112.
24. Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2013b), *MCDM methods WASPAS and MULTIMOORA: verification of robustness of methods when assessing alternative solutions*. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 47(2), 5-20.
25. Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Hajiagha, S. H. R., & Hashemi, S. S. (2014), *Extension of weighted aggregated sum product assessment with interval-valued intuitionistic fuzzy numbers (WASPAS-IVIF)*. *Applied Soft Computing*, 24, 1013-1021.
26. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2015), *Selecting a Contractor by Using a Novel Method for Multiple Attribute Analysis: Weighted Aggregated Sum Product Assessment with Grey Values (WASPAS-G)*—Art. 02—Volume 24• Issue 2
27. Zammori F, Gabrielli R (2011) *ANP/RPN: A multi criteria evaluation of the risk priority number*. *Qual Reliab Eng Int* 28(1):85–104.
28. Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K., Varzandeh, M. H. M. (2013), *Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating*. *Expert systems with applications*, 40(17), 7111-7121.

# GIDA SEKTÖRÜNDE 5S UYGULAMALARININ PERFORMANS ÖLÇÜTLERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

*Hakan DEMİR<sup>1</sup>, Ahmet DURMAZ<sup>2</sup>, Mehmet YÜKSEL<sup>3</sup>*

## ÖZET

Organizasyonlar süreç verimliliklerini artırmak amacıyla sürekli iyileştirme (kaizen) felsefesine yönelik çeşitli uygulamalar gerçekleştirmektedirler. İlk olarak Japon işletmelerce benimsenen bu felsefenin zaman, maliyet gibi unsurlarda önemli tasarruflar sağladığı, bugün kabul edilen bir gerçektir. Bu çalışmanın temel motivasyonu, benzer bir felsefe olan 5S uygulamalarının gıda sektöründeki işletmelerin performans ölçütlerine olan etkilerini incelemektir. Bu kapsamda İstanbul ve Kocaeli’de faaliyet gösteren gıda işletmelerinin lojistik yöneticileri üzerinde bir anket çalışması yapılmıştır. Anket yöntemi ile elde edilen veriler yapısal eşitlik modellemesi testine tabi tutulmuştur. Sonuçlara göre 5S uygulamalarının lojistik kalitesi, maliyetler, süreç hızı, çalışan motivasyonu ve genel performans üzerinde olumlu ve dikkat çekici derecede yüksek etkilerinin olduğu görülmüştür. Verimlilik kavramının önem kazandığı günümüzde, bu çalışmada elde edilen sonuçların özellikle uygulamada organizasyonlara faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** 5S Uygulamaları, Performans, Lojistik Kalitesi, Maliyet, Süreç Hızı, Çalışan Motivasyonu.

## INVESTIGATING THE EFFECT OF 5S APPLICATIONS ON PERFORMANCE CRITERIA IN FOOD INDUSTRY

### ABSTRACT

Organizations implement various applications based on kaizen philosophy in order to improve their process efficiency. It is accepted today that this philosophy, which was at first adopted by Japanese corporations, provides significant savings in terms of time and cost. Main motivation of this research is to examine effects of 5S applications - a similar philosophy - on certain performance criteria of firms in the food sector. In this context, a questionnaire was applied to the to the logistics managers of firms that operate in Istanbul and Kocaeli districts. Data obtained from surveys were subjected to structural equation modelling test. According to the results, 5S applications have positive and substantial effects on logistic quality, costs, process velocity, employee motivation and general performance. With the prominence that efficiency notion has today, we contend that the results obtained in this study will be beneficial to organizations, especially in practice.

**Keywords:** 5S Applications, Performance, Logistics Quality, Costs, Process Speed, Employee Motivation.

---

<sup>1</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, hkn\_dmr\_87@hotmail.com

<sup>2</sup> Milli Savunma Üniversitesi, Barbaros Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü, adurmaz@dho.edu.tr

<sup>3</sup> Milli Savunma Üniversitesi, Barbaros Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü, myuksel@dho.edu.tr

## 1. GİRİŞ

İşletmelerin ulusal ve uluslararası pazarlarda başarıya ulaşabilmeleri ve ulaştıkları seviyeleri koruyup geliştirebilmeleri için rekabetçi güçlerini sürekli olarak arttırmaları gerekmektedir. Rekabet gücünün artırılması ise yaşanan hızlı gelişmelere uyum sağlama ile gerçekleşebilmektedir. Bunun için işletmeler, tüm birimlerinde çalışanlarının katılımı ile iyileştirme sistemleri kurmalı, mevcut yapılarını geliştirmeli ve sonuç olarak da günümüzde çok önemli bir kavram haline gelmiş olan “verimlilik” konusunda rakiplerinin önüne geçerek onlara öncülük etmeyi kendilerine amaç edinmelidirler.

Verimliliğin bu derece önemli olduğu günümüzde, işletmeler kendilerine avantaj sağlayacak performans kriterlerine sahip olmak ve sahip oldukları performans düzeyini arttırmak adına çeşitli faaliyetlerde bulunmaktadır. Literatürde toplam üretken bakım, poka-yoke, altı sigma, kaizen, 5S gibi isimlendirilen bu faaliyetler işletmelere ait iş yerlerinin, ürünlerin ve hizmetlerin iyileştirilmesini hedeflemektedir.

Yalın üretim felsefesinde yer alan 5S tekniği; yanlışlık, kusur ve iş yerlerinde yaralanmalara yol açan olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla Japonya’da uygulanmaya başlanan ve bir dizi faaliyetler içeren sistematik bir yöntemdir (Keleş vd., 2013). 5S tekniği ismini Japonca “Seiri”, “Seiton”, “Seiso”, “Seiketsu”, “Shitsuke” kelimelerinden almaktadır. 5S tekniği adım adım uygulanması gereken 5 prensipten oluşur. Bunlar; *sınıflandırma*, *düzenleme*, *temizlik*, *standartlaştırma* ve *disiplindir*. 5S yaklaşımında yöneticiler çalışanları destekleyerek özendirmeli, çalışanlar ise tekniği görevlerinin bir parçası olarak görmelidirler (Chang ve Chen, 2014). Uygulamada başarıya ulaşılabilmesi için son aşamaya kadar tüm prensiplerin eksiksiz biçimde uygulanması ve bunların alışkanlık haline getirilerek sürekliliğin sağlanması önem arz etmektedir.

Günümüzün artan rekabet ortamında maliyet ve verimlilik kavramlarının ön plana çıkması işletmeleri performans ve hız konularında gelişmeye yöneltmektedir. Bu ilerlemelerin sağlanmasında ise çalışanların, bu uygulamalara yönelik motivasyonu önemli bir yer tutmaktadır. Bu doğrultuda 5S tekniğinin prensipleri olan sınıflandırma, düzenleme, temizlik, standartlaştırma ve disiplin öğelerinin, işletmelerin temel performans ölçütlerinden olan ve literatürde sıkça bahsedilen *lojistik kalitesi*, *süreç hızı*, *maliyetler*, *çalışan motivasyonu* ve *genel performans* (Rosenfield, Shapiro ve Bohn, 1985; Miller ve Roth, 1988; Chou, ve Liang, 2001; Neely, Gregory ve Platts, 1995) değişkenleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi yapılan çalışmanın temel motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu çerçevede literatür araştırması bölümünde, 5S kavramı üzerinde durulmuş, bu konudaki çalışmalara değinilmiş, konu detaylandırılmış ve 5S faaliyetlerinin işletmelere sunacağı faydalar açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, yapılan anket uygulaması hakkında bilgi verilmiş ve anket verilerinin WarpPls programı ile analizi neticesinde ulaşılan sonuçlar sunulmuştur. Sonuç ve öneriler bölümünde ise sonuçlar hakkında yorumlar yapılmış, araştırmanın özellikleri ve sağladığı katkı hakkında bilgiler verilerek çalışma sonlandırılmıştır.



## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

5S yaklaşımı önceki bölümde bahsedildiği üzere çalışanları, daha temiz ve daha güvenli bir iş çevresi elde etmek için yönlendiren, süreçleri daha verimli hale getiren, maliyetleri azaltan, kaliteyi arttıran ve çalışanların süreçlere tam katılımını sağlayan yalın bir yönetim yaklaşımıdır (Akgün, 2015). 5S, Japonya’da doğmasına rağmen tüm dünyada kabul görmüş ve hızla birçok sektörde kullanılır hale gelmiştir. 5S’in uygulama alanlarında bir sınırlama yoktur. Bir kişi isterse evinde isterse fabrikasında 5S’i uygulayabilir. İşyerinde uygulanan 5S çalışmaları, elemanların hepsine muhtelif sorumluluklar vererek, onların işyerlerini evlerinden farksız görmelerini sağlamaktadır. 5S’in aşladığı takım ruhu ve yüksek disiplin anlayışı, iş yerinin düzene girmesini, ortam kalitesinin artmasını sağlarken, israf ve hataları ise azaltmaktadır.

5S kavramını meydana getiren Seiri (Sınıflandırma, Ayıklama), Seiton (Düzenleme, Yerleştirme), Seiso (Temizlik), Seiketsu (Standartlaştırma) ve Shitsuke (Devamlılık, Disiplin) prensipleri, Japon hayatının içine sinmiş bir felsefeyi oluşturmaktadır (Gapp vd. 2008). Bu nedenle rastgele oluşmuş bir felsefe değil, Japon kültürüne büyük etkisi olan Şintoizm, Budizm ve Konfüçyanizmin prensiplerinden etkilenilerek oluşturulmuş bir düşünce sistemidir.

### 2.1. Seiri (Sınıflandırma/Ayıklama)

Bir organizasyonda en önemli şeylerden biri sınıflandırma yönetimidir; yani bütün parçaları ve bilgileri sınıflandırmak ve bunların daha sonrasında nizami bir şekilde kullanımının sağlanmasıdır. İş ortamında bulunan kusurlu ve/veya kullanımı seyrek malzeme ve ekipmanlar, kapladıkları yer itibariyle, işyeri düzeninin bozulmasına ve çalışma veriminin düşmesine yol açarlar. Bu nedenle, işletme içinde, sadece gerekli olan malzeme ve ekipman bulundurmamak, bunun dışında kalan her şeyi işletme dışına alarak, karışıklığı önlemek ve düzeni sağlamak gerekir. Bu karışıklığın ortadan kaldırılması için atılacak ilk adım ise, iyi bir sınıflandırmanın yapılmasıdır. Dolayısıyla, sınıflandırma, öncelikle o anda ihtiyaç duyulmayan malzemelerin, çalışma alanından uzaklaştırılması demektir. Başka bir deyişle, israfın önlenmesi amacıyla, üretimin her aşamasında gözlenen fazla stoğun, ortadan kaldırılmasıdır (Khanna, 2009: 491). Sınıflandırma ilkesinin iyi uygulanması durumunda, iş akışı içindeki problemler ve rahatsızlıklar azalacak, gereksiz ve işe yaramayan malzeme/ süreçler ortadan kalkacak ve çalışanlar arasındaki iletişim kolaylaşacaktır. Bununla beraber, ihtiyaç duyulan çalışma sahası büyüklüğünde de ciddi tasarruflar sağlanacaktır.

### 2.2. Seiton (Düzenleme)

Düzenleme, iş süreçlerinde tüm faaliyetlere bir yer bulma ve mevcut alan içinde ekipmanların düzenlenmesi işlemidir. Özellikle, iş istasyonları için düzenleme, gerekli olan malzeme ve ekipmanın kolaylıkla bulunmasını ve işlem sonu tekrar yerine konmasını sağlayacak önlemlerin alınması aşamasıdır. Bu aşamada malzeme ve ekipmanların nereye ve ne miktarda konulması gerektiğine odaklanılır (Khanna, 2009; Korkut, Cakicier, Erdinler, Ulay ve Dogan, 2009).

Düzenleme işleminin fonksiyonel stoklamayı da içermesi nedeniyle “neyi nereye, ne kadar koymalı?” sorularına yanıt aranmalıdır. Rahat bir çalışma ortamının vazgeçilmez bir unsuru olan düzenlemede, her şeyin el altında ve bilinen bir yerde olması sağlanmalıdır. Düzenleme, gerekli olan şeyi ararken ve geri koyarken, meydana gelebilecek zaman kaybını önleyeceğinden iş verimliliği açısından büyük önem taşır. Düzenleme, bir diğer prensip olan standartlaştırmanın temelini oluşturması bakımından da ayrıca önemlidir. Standartlaştırmanın etkin uygulanabilmesi için, her şeyden önce işyerinin düzenli olması gerektiğinden düzenlemeyi, standartlaştırmanın temeli olarak görmek de mümkündür (Michalska ve Szewieczek, 2007).

### 2.3. Seiso (Temizlik)

Temizlik, temiz ve bakımlı bir çalışma ortamı sağlamak ve ekipmanların temiz tutulması ve korunması amacıyla yapılan çalışmalardır. Temizliğin amacı, işyerinin kirden ve tozdan arındırılarak, güzel bir çalışma ortamının hazırlanmasıdır. (Pheng, 2001). Bu nedenle temizlik, dikkatli bir denetleme olarak da ifade edilebilir. Temizlik, adına bakıldığında 5S’in en basit aşaması gibi görünse de, pek çok faaliyeti kapsayan kompleks bir içeriğe sahiptir. Çünkü bir sanayi işletmesinde gerek çalışma ortamının, gerekse tüm ekipman temizliğinin ideal seviyede sağlanabilmesi, yoğun bir uğraş ve yüksek bir maliyet gerektirir. Bu yönde yapılacak çalışmaların eksik ve yanlış yapılması, işletmelere gereksiz maliyetler oluşturabilecektir. Temizlik, sadece işgücü veya makine gücü ile yürütülecek bir hijyen sağlama faaliyeti olarak görülmemeli, daha da ileri gidilerek sorunun kaynağı bilimsel yönüyle araştırılmalıdır. Bu kapsamda temizlik aşaması sorunların kaynakları için çözümler üreten bir yapıyı da içermelidir (Gapp vd., 2008).

### 2.4. Seiketsu (Standartlaştırma/Süreklilik)

5S’in ilk üç ilkesinin sırasıyla ve sürekli uygulanması ile elde edilen sonuçların devamlı olmasını sağlamanın en önemli yolu standartlaştırmadır. Çünkü standartlaştırmanın amacı, güvenli ve iyi düzenlenmiş, kirden uzak bir ortamın sürekliliğini sağlamaktır (Khanna, 2009). Bunu sağlamak için yapılması gereken ve hatta kaçınılmaz olan, standartlaştırılmış unsurlara ilişkin herkesin kolayca anlayabileceği şekil, tablo, grafik vb. ile desteklenmiş uyarıları işletme içinde uygun yerlerde kullanmak ve bu sayede bir kurum içi bir standartlaşma sağlamaktır.

Standartlaştırma, ilk üç temel prensipteki engelleri aşmak amacıyla doğru tutum ve davranışların günlük bir alışkanlık haline getirilmesi ve onların tam anlamıyla uygulanmasını güvence altına almak demektir. Standartlaştırmada uygulanacak ilk adım, sınıflandırma, düzenleme ve temizliği bir karakteristik haline getirmektir. Dolayısıyla, standartlaştırmadaki üç temel işlev şunlar olacaktır:

- İlk üç ilke (Sınıflandırma-Düzenleme-Temizlik) için iş sorumluluklarını belirlemek,
- İlk üç ilke alanına giren görevleri, günlük görevlerle birleştirmek,

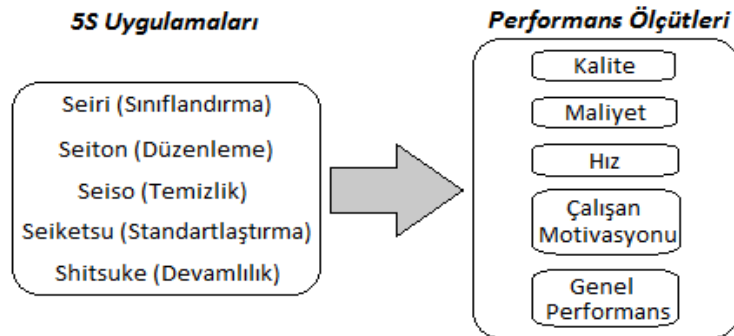
- Bu görevlerin devamlılığını kontrol etmektir.

Başka bir ifadeyle ilk üç ilkenin devamlılığı konusunda, herkes tam olarak nelerden sorumlu olduğunu ve ne zaman, nerede, neyi, nasıl yapacağını bilmelidir. Standartlaştırmanın uygulanmasındaki ikinci adım ise, standartlaştırma çalışmalarını bir üst düzeye çıkarmak yani sınıflandırma, düzenleme ve temizliği “bozulamaz hale getirmektir”. Bozulamazlık da ancak ve ancak önleyicilikle sağlanabilir. Yani; önleyici sınıflandırma, önleyici düzenleme ve önleyici temizlik (Rojasra ve Qureshi, 2013).

## 2.5. Shitsuke (Devamlılık/Disiplin)

Disiplin yapılması gereken şeyleri yapılması gerektiği şekilde özümsemek anlamına gelmektedir. Bu da eğitimi, iyi alışkanlıklar oluşturmayı, herkesi bunları yapmaya teşvik etmeyi; dolayısıyla da iyi alışkanlıkların devamının desteklenmesini teşvik eder. Sonuncu prensip olarak, kendisinden önceki dört prensibin bilinçli ve doğru bir şekilde gerçekleştirildiğinden emin olmayı içerir. 5S’yi rutin bir çalışma olarak gerçekleştirmek düzeni sağlamak için çok önemlidir. Kaizen felsefesinin önemli bir parçası olan disiplin, kullanımda olan uygulamaların kontrolünü, gözden geçirilip yenilenmesini kapsadığından (Osada, 1991; Gapp vd., 2008) sürekli şekilde takip edilip uygulanmadıktan sonra hiçbir anlam ifade etmeyecektir.

Yapılan literatür incelemelerinde, işletmelerin performans kriterlerinin belirlenmesine etki eden faktörlerin sektörlere göre değiştiği ve birçok farklı performans ölçütünün kullanıldığı görülmüştür. Buna karşın çalışmanın giriş bölümünde belirtilmiş olan lojistik kalitesi, süreç hızı, maliyetler, çalışan motivasyonu ve performans değişkenlerinin birçok çalışmada (Corbett ve V.Wassenhove, 1993; Rosenfield, Shapiro ve Bohn, 1985; Miller ve Roth, 1988; Schonberger, 1990; Gapp vd., 2008; Ghalayini ve Noble, 1996) kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca bazı yazarlar, işletmelerin faaliyetlerinde sürekli iyileştirmeyi ifade eden 5S kavramının, bu işletmelerin sürekli gelişmesi hedeflenen lojistik kalitesi, süreç hızı, maliyetler, çalışan motivasyonu ve şirketin performansı üzerinde olumlu bir etki oluşturacağını savunmaktadır (Hubbard, 1999; Gapp vd, 2008; Shih ve Gurnani, 1997).



**Şekil 1: Araştırma Modeli**

Her işletme ve organizasyonda olduğu gibi gıda işletmelerinde de performans ölçütlerine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu çalışmada, bahsekonu faktörlerden biri olan ve temelinde sürekli iyileşme ve ilerleme olan 5S uygulamalarının literatürde sıkça belirtilen performans ölçütleri üzerindeki etkileri ampirik bir deneyle araştırılmış, bu kapsamda İstanbul ve Kocaeli’de faaliyet gösteren gıda işletmelerinde bu uygulamaların performans ölçütlerini ne ölçüde ve hangi yönde etkilediği saptanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yazarlar tarafından geliştirilmiş olan araştırma modeli (bkz. Şekil 1) çerçevesinde bu etkiler araştırılmıştır.

### 3. UYGULAMA

Araştırma üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada literatür araştırması doğrultusunda tespit edilen değişkenlere ait anket soruları hazırlanmıştır. İkinci aşamada tespit edilen örnekleme anket uygulaması yapılmış ve veriler toplanmıştır. Üçüncü aşamada ise toplanan veriler analiz edilmiş ve değişkenler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Araştırma evreni, İstanbul ve Kocaeli illerinde faaliyet gösteren ve gıda üretimi yapan işletmelerin lojistik yöneticileridir. Araştırma konusunun doğası gereği araştırma evreni oluşturulurken gıda sektörü seçilmiştir. Araştırma örneklemini oluşturan firmalar rassal olarak seçilmiş olup, çalışanlar ise lojistik yöneticilerden oluşmaktadır. Toplamda, 58 firmadan yüz yüze anket uygulaması ile 73 adet gözlem toplanmış ve analize tabi tutulmuştur. Barclay vd. (1995) herhangi bir değişkene yöneltilen yol sayısının en az on katı kadar gözlemin olması gerektiğini belirtmiştir. Bu kapsamda 73 adet gözlem çalışmamız için yeterlidir.

Analiz aşamasında küçük örneklem hacmine uygun olarak sonuç verebilen WarpPls 5.0 istatistik programı kullanılmıştır (Hair vd., 2012; Kock, 2015). Toplanan veriler bahsekonu program ile faktör analizi, güvenilirlik ve geçerlilik testleri ve yapısal eşitlik modellemesi testlerine tabi tutulmuştur.

Anket formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde oluşturulan model ile ilgili sorular; ikinci bölümde ise katılımcıların demografik özelliklerine yönelik sorular bulunmaktadır. Ölçekler 5’li likert ölçeği kullanılmak suretiyle, en düşük seviye olan “1-hiç katılmıyorum” ile en yüksek seviye olan “5-tamamen katılıyorum” arasında derecelendirilmiştir. Modelde kullanılan bağımlı değişkenlerden, *Maliyet* ve *Hız* ölçeği Ward&Duray (2000)’den; *Genel Performans* ölçeği Johnson (1999) ve Chang, Yang, Cheng&Sheu (2003)’dan; *Kalite* ölçeği Garvin (1987), Ward&Duray (2000) ve Flynn, Schroeder&Sakakibara (1994)’dan; *Motivasyon* ölçeği ise Kuvaas (2006) ve Welbourne, Johnson&Erez (1998)’den uyarlanmıştır. Modelin bağımsız değişkeni olan *5S Uygulamaları* ölçeği ise araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.

### 3.1. Gözlem Sonuçları

Ankete katılan 73 kişinin demografik özelliklerine yönelik veriler Tablo 1’de sunulmuştur. Katılımcıların özellikleri incelendiğinde, çoğunluğun 36-45 yaş arası erkeklerden oluştuğu ve tamamının en az üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Anket uygulanan lojistik yöneticilerin %86 gibi büyük bir bölümünün çalıştığı işletme, en az 50 ile 249 arası bir çalışan hacmine sahiptir. Ayrıca katılımcıların %85’i en az altı yıllık bir işletmede çalışmaktadır.

**Tablo 1: Katılımcıların Demografik Özellikleri**

	<i>Frekans</i>	<i>Yüzde (%)</i>
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	49	67
Kadın	24	33
<b>Eğitim Durumu</b>		
Üniversite	52	71
Y.Lisans ve üstü	21	29
<b>Yaş Ortalaması</b>		
18-25	12	17
26-35	36	49
36-45	20	27
46+	5	7
<b>Firmanızdaki Çalışan Sayısı</b>		
1-9	3	4
10-49	7	10
50-249	42	57
250+	21	29
<b>Firmanız kaç yıldır bu sektörde faaliyet gösteriyor</b>		
1 yıldan az	2	3
1-5	9	12
6-10	23	32
11-15	22	30
16+	17	23
<b>Toplam</b>	<b>73</b>	<b>100</b>

Modele ait ölçekler, sorular ve katılımcılardan elde edilen verilere yönelik istatistiksel bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2: Araştırmada Kullanılan Ölçekler ve Temel İstatistiksel Sonuçlar**

	<i>Faktör</i>	<i>Ort.</i>	<i>Std.sap</i>
<b>5S Uygulamaları</b>			
Tüm işletme baştan aşağı gezilerek kullanılan her türlü araç-gereç ve malzeme için gerekli-gereksiz ayrımı yapılır.( <b>Seiri - Sınıflandırma</b> )	0,714	3,56	1,167
Tesis içerisinde her şeyin olması gereken yeri tanımlanır, bu yerler için belirleyici çizgiler, ayraçlar, işaretler oluşturulur.( <b>Seiton - Düzenleme</b> )	0,979	3,71	1,124
Tesis toz, yağ, kir, pas gibi olumsuzluklardan arındırılır ve işletmenin görsel olarak daha estetik olması sağlanır.( <b>Seiso - Temizlik</b> )	0,756	3,33	1,270
Yapılan tüm temizlik ve iyileştirmelerin bir defalık değil, her zaman geçerli ve standart hale getirilmesi sağlanır.( <b>Seiketsu - Standartlaştırma</b> )	0,711	3,44	1,202
Uygulamalar yaygınlaştırılarak ve alışkanlık haline getirilerek sürekli eğitimler ve iç tetkiklerle canlı tutulur.( <b>Shitsuke - Devamlılık</b> )	0,889	3,77	1,124
<b>Kalite</b>			
Hatalı üretim miktarı azalmıştır.	0,873	3,81	1,067
İade sayısının azalması sağlanmıştır.	0,579	3,75	0,935
Müşteri şikayetlerinde azalma sağlanmıştır.	0,950	3,84	0,918
İsraf, fire ve yeniden işleme oranlarını azalmıştır.	0,990	3,99	0,864
<b>Maliyet</b>			
Üretim maliyetleri azalmıştır.	0,877	3,64	1,040
Ürünün birim maliyetleri azalmıştır.	0,869	3,68	1,087
İşçilik maliyetleri azalmıştır.	0,991	3,79	1,017
<b>Hız</b>			
Toplam işleme (üretim) süresi azalmıştır.	0,853	3,77	1,072
Bakım ve onarım süreleri azalmıştır.	0,983	3,73	1,003
Üretimdeki malzeme taşıma süreleri azalmıştır.	0,674	3,64	1,015
<b>Çalışan Motivasyonu</b>			
Çalışan motivasyonu artmıştır.	0,998	3,78	1,258
Çalışan bağlılığı artmıştır.	0,895	3,67	1,168
Çalışanlar arasındaki uyum artmıştır.	0,896	3,56	1,211
<b>Genel Performans</b>			
Ciro kârlılığımız artmıştır.	0,855	3,48	0,884
Net kârımız artmıştır.	0,889	3,60	0,812
Satışlarımız artmıştır.	0,908	3,56	0,928
Piyasaya sürdüğümüz yeni ürün sayısı artmıştır.	0,844	3,71	0,964
Yeni ürünleri piyasada tutunma başarısı artmıştır.	0,697	3,72	0,905

*Not: Tablodaki faktör yükleri oblique döndürme ile elde edilmiştir.*

### 3.2. Güvenilirlik ve Geçerlilik

Reflective modellerde güvenilirlik ve geçerlilik testleri için Henseler vd. (2009) tarafından önerilen yol izlenmiştir. Bu çerçevede, güvenilirlik testi için Cronbach Alfa ( $\alpha$ ) ve birleşik güvenilirlik değerleri, geçerlilik testi için ise Fornell-Larcker kriteri, AVE değerleri ve faktör değerleri incelenmiştir. Bahsekonu testlere yönelik WarpPls paket programı (Kock, 2015) ile elde edilen değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3: Geçerlilik ve Güvenilirlik Testleri**

Değişken	Cronbach $\alpha$	Birleşik Güvenilirlik	AVE	Korelasyon Değerleri ve AVE değerlerinin kare kökü					
				5s	Kalite	Maliyet	Hız	Ç.Motivasyonu	G.Performans
5s	0,865	0,903	0,652	<b>0,807</b>					
Kalite	0,885	0,921	0,745	0,701	<b>0,863</b>				
Maliyet	0,898	0,936	0,831	0,703	0,762	<b>0,912</b>			
Hız	0,836	0,902	0,754	0,734	0,797	0,756	<b>0,686</b>		
Ç.Motivasyonu	0,92	0,949	0,865	0,688	0,746	0,689	0,777	<b>0,929</b>	
G.Performans	0,895	0,922	0,704	0,478	0,545	0,641	0,505	0,551	<b>0,839</b>

*Not: Kalın olarak gösterilen sayılar her bir değişkenin AVE değerinin kare kökünü göstermektedir.*

Araştırmanın istatistiksel iç tutarlılığı (güvenilirliği) sınanmış ve faktörlerin birleşik güvenilirliği değerlerinin 0,902-0,949 aralığında, Cronbach Alfa değerlerinin ise 0,865 ile 0,92 aralığında olduğu görülmüştür. 0,7 den büyük güvenilirlik katsayıları genel olarak kabul edilebilir güvenilirliğe işaret etmektedir (Bagozzi&Yi, 1988; Hair vd., 2010:123). Bu nedenle, model kapsamındaki değişkenlerin iç tutarlılığa sahip olduğuna karar verilmiş ve geçerlilik testlerine geçilmiştir.

Geçerlilik testi ayrışan (divergent) ve birleşen (convergent) geçerlilikleri olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir. Ayrışan geçerlilik kapsamında Fornell&Larcker (1981) kriteri uygulanmıştır. Bu kriter gere, modelde bulunan her değişkenin AVE değerlerinin kare kökünün birbirleriyle olan korelasyon katsayılarından yüksek olması gerekmektedir. Tablo 3 incelendiğinde bu kriterin sağlandığı görülmektedir. Birleşen geçerlilik kapsamında ise AVE değerleri ve faktör yükleri incelenmiştir. Bu geçerliliğin sağlanması için her değişkenin AVE değerinin 0,5 ten büyük olması ve her bir sorunun ilgili faktöre 0,5 veya daha büyük bir katsayı ile yüklenmesi gerekmektedir (Hair vd., 2010:664). Bu çerçevede Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde, modelin birleşen geçerliliğe sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak modelin birleşen ve ayrışan geçerlilik testlerinde bir problem ile karşılaşmadığından yapısal eşitlik modellemesine geçilmiştir.

### 3.3. Geliştirilen Modelin Yapısal Eşitlik Modeli ile Testi

Geçerlilik ve güvenilirlik testlerinden sonra geliştirilen model WarpPls 5.0 istatistik paket programı ile yapısal eşitlik modellemesi testine tabi tutulmuştur. Ancak sonuçlara geçmeden, hatalı bilgi edinimini önlemek için modelde çoklu doğrusal bağlantı probleminin olup olmadığı VIF (Variable Inflation Factor) değerleri incelenerek kontrol edilmedi (Kalaycı, 2014:223). WarpPls paket programından alınan çıktılara göre değişkenlerin VIF değerleri 1,781 ile 4,089 arasında değişmektedir. Mason&Perreault, (1991) ve Durmuş vd. (2013:156)'e göre 10'un altında VIF değerleri çoklu bağlantı problemi olmadığını göstermektedir. Bu çerçevede modelde çoklu bağlantı problemi olmadığından yapısal eşitlik modelinin test edilmesine geçilmiştir.

PLS algoritması özellikle bir teori ilk defa test edilirken veya örneklem hacmi düşük olduğu durumlarda tercih edilir (Gefen vd., 2011). Bu çalışmada örneklem hacminin düşük olması ve geliştirilen teorinin ilk defa test edilecek olması yazarları PLS algoritmasını kullanmaya yöneltmiştir. Bu kapsamda geliştirilen modelin yapısal eşitlik modellemesi WarpPls programı kullanılarak, en küçük kareler yöntemi (PLS-SEM) ile çözülmüştür. Çözüm gerçekleştirilirken PLS regresyon analiz algoritması ve düşük örneklem hacmine uygun sonuç veren jackknifing metodu (Kock, 2015) seçilmiştir. Modele ait genel uyum sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4: Genel Uyum Sonuçları**

<i>Uyum Ölçütleri</i>	<i>Sonuçlar</i>	<i>Kabul Aralığı (Kock, 2015)</i>
Ortalama Yol Katsayısı (APC)	0.687	
Ortalama Düzenlenmiş R <sup>2</sup> (AARS)	0.474	
Ortalama Tam VIF (AFVIF)	3.090	kabul ≤ 5, ideal ≤ 3.3
Tenenhaus GoF (GoF)	0.600	küçük ≥ 0.1, orta ≥ 0.25, büyük ≥ 0.36
Sympson's Paradox Oranı (SPR)	1	kabul ≥ 0.7, ideal = 1
R <sup>2</sup> Katkı Oranı (RSCR)	1	kabul ≥ 0.9, ideal = 1

*Not: Değerler WarpPls paket programı ile elde edilmiştir.*

Uyum test sonuçları incelendiğinde modelin genel VIF değeri, Tenenhaus (2005) tarafından önerilen Goodness-of-Fit değeri, R<sup>2</sup> katkı oranı ve Sympson's Paradox Oranı (Wagner, 1982) ideal aralıkta olduğu görülmüştür. Dolayısıyla geçerlilik, güvenilirlik ve genel uyum testleri neticesinde, geliştirilen modelin kabul edilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapısal eşitlik modellemesi testi ile elde edilen çözüm değerleri ve R<sup>2</sup> oranları Tablo 5'te sunulmuştur. Elde edilen çözüm değerlerinin tamamı 0,01 güvenilirlik düzeyinde anlamlıdır. Yapısal eşitlik analizi sonuçları incelendiğinde, WarpPls programı aracılığı ile elde edilen sonuçlar bize 5S uygulamalarının Kalite, Maliyet, Hız, Çalışan Motivasyonu ve Genel Performans değişkenleri üzerinde anlamlı ve dikkat çeken bir seviyede etkisinin olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5: Yapısal Eşitlik Analizi Sonuçları**

<i>Bağımsız Değişken</i>	<i>Bağımlı Değişkenler</i>	<i>Çözüm Değerleri (β)</i>	<i>R<sup>2</sup> Oranları</i>
5S Uygulamaları	Kalite	0,71	0,51
	Maliyet	0,71	0,5
	Hız	0,74	0,55
	Çalışan Motivasyonu	0,59	0,35
	Genel Performans	0,69	0,47



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, görsel fabrika olarak da bilinen sürekli iyileşme felsefesini esas alan 5S uygulamalarının gıda sektöründeki işletmelerin performans ölçütlerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu kapsamda İstanbul ve Kocaeli illerinde rassal yöntemle seçilen işletmelerdeki lojistik yöneticilere bir anket uygulanmıştır. Anket ile elde edilen veriler WarpPls istatistik programı ile analize tabi tutulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Analiz neticesinde elde edilen sonuçlar, literatür ile uyumlu bir görüntü sergilemektedir. Khanna (2009), Korkut vd. (2009), Michalska ve Szewieczek (2007), Osada (1991) ve Gapp, Fisher ve Kobayashi (2008) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya atılan ve 5S faaliyetlerinin performans ölçütleri üzerinde olumlu etkileri olduğu yönündeki tezler, bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Yazarlar tarafından yapılan ampirik çalışma ile bahse konu tezler kantitatif olarak sınanmış ve önerilen etkinin yönü ve şiddeti matematiksel değerlerle ortaya konmuştur. Analiz sonuçlarına göre 5S uygulamalarının lojistik kalitesi, maliyetler, süreç hızı, çalışan motivasyonu ve genel performans üzerinde büyük etkilerinin olduğu görülmektedir.

Bu makale literatürdeki çalışmaların aksine bu etkilerin ampirik bir çalışma ile değerlendirilmesi açısından ilk olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca sonuçların, özellikle gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için faydalı olacağı ve yalın üretim, kaizen gibi işletme felsefelerine sıcak bakan yöneticilere bir yol göstereceği değerlendirilmektedir. Bununla beraber, gelecek çalışmalarda 5S uygulamalarının diğer yalın üretim teknikleri ile beraber değerlendirilerek, farklı performans kriterleri üzerine olan etkilerinin ölçülmesi, 5S uygulamalarının literatürdeki ve uygulamadaki yerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilecektir.

#### KAYNAKLAR

1. Akgün, S. (2015). "Sağlık Hizmetlerinde Yalın Yönetim "5S" Yaklaşımının Uygulanması", Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2(1), ss.1-7.
2. Bagozzi, Richard P., Yi, Youjae (1988). On the Evaluation of Structural Equation Models. *Journal of Academy of Marketing Science*. 16(1). pp.74-94.
3. Barclay, D. W., Higgins, C. A., & Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares Approach to Causal Modeling: Personal Computer Adoption and Use as Illustration. *Technology Studies*, 2(2), pp.285-309.
4. Chang, S. C., Yang, C. L., Cheng, H. C., & Sheu, C. (2003). Manufacturing Flexibility and Business Strategy: An Empirical Study of Small and Medium Sized Firms. *International Journal of Production Economics*, 83(1), pp.13-26.
5. Chou, T. Y., & Liang, G. S. (2001). Application of a Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model for Shipping Company Performance Evaluation. *Maritime Policy & Management*, 28(4), pp.375-392.
6. Corbett, C., & Van Wassenhove, L. (1993). Trade-offs? What trade-offs? Competence and Competitiveness in Manufacturing Strategy. *California Management Review*, 35(4), pp.107-122.

7. Durmuş, B., Yurtkoru, E. S., & Çinko, M. (2013). Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi, 5. Baskı, Beta Basım Yayım, İstanbul.
8. Flynn, B.B., Schroeder, R., Sakakibara, S.,(1994). A Framework for Quality Management and an Associated Measurement Instrument. *Journal of Operations Management* 11, pp.339–366.
9. Fornell, C. and Larcker, D.F.(1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*. 18(1). pp.39-50.
10. Garvin, D.A.(1987). Competing on the Eight Dimensions of Quality. *Harvard Business Review* 65-6., pp.101–109.
11. Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese Context: An Integrated Management System. *Management Decision*, 46(4), pp.565-579.
12. Gefen, D., Straub, D. W., and Rigdon, E. E. (2011). An Update and Extension to SEM Guidelines for Administrative and Social Science Research. *Management Information Systems Quarterly*, 35(2), pp.3-14.
13. Ghalayini, A. M., & Noble, J. S. (1996). The Changing Basis of Performance Measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(8), pp.63-80.
14. Hair, Joseph F Jr., Black, William C., Babin, Barry J., Anderson, Rolph E. (2010). *Multivariate Data Analysis*. 7th Edition. Pearson Education. New Jersey.
15. Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Mena, J. A. (2012). An Assessment of the Use of Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Marketing Research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), pp.414-433.
16. Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing. *Emerald Group Publishing Limited*, Volume 20, pp.277–319.
17. Hubbard, R. (1999), “Case Study on the 5S Program: The Five Pillars of the Visual Workplace”, *Hospital Material Management Quarterly*, Vol. 20 No. 4, pp. 24-8.
18. Johnson, J. L. (1999). Strategic Integration in Industrial Distribution Channels: Managing the Interfirm Relationship as a Strategic Asset. *Journal of The Academy of Marketing Science*, 27(1), pp.4-18.
19. Kalaycı, Ş. (2014). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, 6. Baskı, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
20. Keleş, A.E. Gürsoy, G. ve Çelik, G.T. (2013). “5S Sistematiği Aşamaları ve Örnek Bir Uygulama”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(2), ss. 51-60.
21. Khanna, V.K. (2009). “5S and TQM Status in Indian Organizations”, *The TQM Journal*, Vol. 21, Iss 5, pp.486– 501.
22. Kock, N. (2015). *WarpPLS 5.0 User Manual*. Laredo. Texas: ScriptWarp Systems.
23. Korkut, D. S., Cakicier, N., Erdinler, E. S., Ulay, G., & Dogan, A. M. (2009). 5S Activities and Its Application at a Sample Company. *African Journal of Biotechnology*, 8(8), ss.1720-1728.
24. Kuvaas, B. (2006). Performance Appraisal Satisfaction and Employee Outcomes: Mediating and Moderating Roles of Work Motivation. *The International Journal of Human Resource Management*, 17(3), pp.504-522.

25. Mason, C.H. and Perreault Jr., W.D. (1991). Collinearity, Power, and Interpretation of Multiple Regression Analysis. *Journal of Marketing Research*. 28(3). pp.268-280.
26. Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S Methodology as a Tool for Improving The Organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), pp.211-214.
27. Miller, J., & Roth, A. (1988). Executive Summary of the 1988 North American Manufacturing Futures Survey. Boston University Roundtable, Manufacturing, p.6.
28. Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), pp.80-116.
29. Skinner, W. (1969). Manufacturing-Missing Link in Corporate Strategy, W.Harvard Business Review, pp.136-145.
30. Osada, T. (1991), The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment, Asian Productivity Organisation, Tokyo.
31. Pheng, L.S. (2001). "Towards TQM – Integrating Japanese 5-S Principles with ISO 9001:2000 Requirements", *The TQM Magazine*, Vol. 13, Iss 5, pp.334–341.
32. Rojasra, P. M., & Qureshi, M. N. (2013). Performance Improvement Through 5S in Small Scale Industry: A Case Study. *International Journal of Modern Engineering Research*, 3(3), pp.1654-1660.
33. Rosenfield, D. B., Shapiro, R. D., & Bohn, R. E. (1985). Implications of Cost-Service Trade-Offs on Industry Logistics Structures. *Interfaces*, 15(6), pp.47-59.
34. Schonberger, R. (1990). *Building a Chain of Customers: Linking Business Functions to Create the World Class Company*, Collier Macmillan Publishers, London.
35. Shih, L.C. and Gurnani, H. (1997), "Global Quality Management Programmes: How to Make Their Implementation More Effective and Less Culture Dependent", *Total Quality Management*, Vol. 8 No. 1, pp. 15-31.
36. Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin, Y.-M. and Lauro, C. (2005). PLS Path Modeling. *Computational Statistics & Data Analysis*. 48(1). pp.159-205.
37. Wagner, C.H. (1982). Simpson's Paradox in Real Life. *The American Statistician*. 36(1). pp.46-48.
38. Ward, P. T., & Duray, R. (2000). Manufacturing Strategy in Context: Environment, Competitive Strategy and Manufacturing Strategy. *Journal of Operations Management*, 18(2), pp.123-138.
39. Welbourne, T. M., Johnson, D. E., & Erez, A. (1998). The Role-Based Performance Scale: Validity Analysis of a Theory-Based Measure. *Academy of management journal*, 41(5), pp.540-555.
40. Yung-Chia Chang Chuan-Yung Chen, (2014),"Prioritisation on 5S Activities for a Semiconductor Wafer Fabrication: An Empirical Study", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 31 Iss 4 pp. 380 – 394.



# GIDA LOJİSTİĞİNDE ARZ-TALEP DENGESİNİN SAĞLANMASI ÜZERİNE PRATİK BİR ÇALIŞMA: BAYBURT ÜNİVERSİTESİ YEMEKHANESİ ÖRNEĞİ

*Necati AKYÜZ<sup>1</sup>, Nejla BİNİCİ DEMİR<sup>2</sup>, Selahattin KOŞUNALP<sup>3</sup>, Muhammed İhsan ÇUBUKCU<sup>4</sup>*

## ÖZET

*Arz-Talep kuralı bir kaynağın sağlayıcısı ile bu kaynağa olan talep arasındaki ilişkiyi açıklayarak bu kaynağın uygunluğu ve duyulan isteği tanımlar. Hayatın herhangi bir alanında bu dengenin en ideal koşullarda sağlanması önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bu dengenin sağlanması için, bu çalışmada Bayburt Üniversitesi personel ve öğrenci yemekhaneleri göz önüne alınmıştır. Günlük üretilen yemek sayısının tüketilen yemek sayısı ile arasındaki ciddi farklılıklar bu çalışmanın temel amacını olmuştur. Bu farklılığı azaltmak için literatürde çok iyi bilinen Exponential Weighted Moving-Average (EWMA) yaklaşımı kullanılmıştır. Üniversiteden 1 aylık günlük üretilen ve tüketilen yemek miktarları temin edilerek, EWMA algoritması uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, EWMA ile yaklaşık %40 oranında daha doğru tahminler yapılmıştır. Bu sayede, günlük üretilecek yemek miktarları daha doğrulukta tahmin edilebilmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik, arz-talep dengesi, EWMA.

## AN EXPERIMENTAL STUDY OF SUPPORTING SUPPLY-DEMAND BALANCE IN FOOD LOGISTICS: A CASE STUDY FOR BAYBURT UNIVERSITY

### ABSTRACT

*The motivation of supply and demand law is to explain the relationship among the supply of a resource and the level of demand for this resource, defining the availability of the product and the desire for the product in terms of the price. Providing a good balance between supply and demand has been an important research area in all areas of life. In order to make a balance, this study considers food demand at Bayburt University. The main motivation of this study is the significant differences between the numbers of*

- 
- <sup>1</sup> Öğr. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükbali MYO, Ulaştırma Hizmetleri, necati.akyuz@alanya.edu.tr
  - <sup>2</sup> Öğr.Gör., Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan MYO, Büro Hizmetleri ve Sekreterlik, nbinici@mku.edu.tr
  - <sup>3</sup> Yardımcı Doçent, Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, skosunalp@bayburt.edu.tr
  - <sup>4</sup> Yardımcı Doçent, Bayburt Üniversitesi, Bayburt MYO, Pazarlama ve Reklamcılık, icubukcu@bayburt.edu.tr

*food produced and consumed. To reduce the imbalance between the amounts of food produced and consumed, a well-known approach, Exponential Weighted Moving-Average (EWMA), was employed by this study. 1-month information about food production and consumption has been obtained from the University which was then implemented using EWMA. Results show us that EWMA has a better prediction at about 40%. This enables to predict the amount of food to be produced with a significantly high-accuracy.*

**Keywords:** Logistics, supply-demand balance, EWMA.

## 1. GİRİŞ

Lojistik; tüketici ihtiyaçlarını karşılamak üzere mal ve/veya hizmetlerin ve ilgili bilgilerin üretim noktasından tüketim noktasına etkili ve verimli biçimde ulaştırılmasını, depolanmasını planlayan, organize eden ve denetleyen süreçtir. Günümüzde tüketicilerin, ihtiyaçlarını karşılamak üzere birçok alternatifi olduğu kaçınılmaz gerçektir. Üreticilerin daha fazla satış yaparak kar elde etmeleri için iki önemli faktör ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki üründe farklılaştırmaya giderek fayda maksimizasyonunu sağlamaktır. Ürün farklılaştırılmasıyla, markaların mevcut müşterilerini kaybetmemeleri, yeni müşteri kazanmaları, rekabette avantaj sağlamaları, işletmelerin süreklilik sağlamaları ve dolayısıyla ortalamanın üzerinde karlılık sağlayarak fayda üretmeleridir(URL 1).Diğer faktör ise lojistik faaliyetlerdeki maliyet kalemlerini minimizasyonunu sağlayarak fiyat avantajıyla daha fazla satış yapmaktır. Günümüzde işletmeler genellikle birbirine yakın teknolojiler kullanmaktadır. Böylece işletmelerin maliyetleri birbirine yakın olmaktadır. Fiyat avantajı sağlamak isteyen işletmeler, lojistik maliyetlerini aşağı çekerek amaca ulaşmaktadır.

Lojistik kapsamında fiyat avantajı sağlamak için arz-talep tahminlemesi ele alınan konulardandır. Arzın talepten fazla olması durumunda kaynaklar israf edilmekte ve maliyet artmaktadır. İşletmelerin arz-talep dengesini korumak için öncelikli hedefleri olmalıdır. Arz faaliyetlerinin planlanmasında başlangıç noktası talep miktarlarını doğru tespit etmektir(Kobu, 2008:111).Arz-talep dengesini doğru tespit edebilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan başlıca birkaçı şunlardır:

- Zaman Serileri Analizi
- Hareketli Ortalamalar
- Kalitatif Modeller

Talep tahminleme modelleri temel varsayımlar üzerine inşa edilerek geliştirilmiştir. Kobu (2008) talep tahminlerinde göz önüne alınacak prensiplerden bazıları şöyle sıralamıştır:

- Miktar veya çeşit bakımından büyük olan gruplar için yapılan tahminler daha duyarlıdır.
- Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı kısaldıkça (kısa vadeye gidildikçe) duyarlılık artar.
- Her talep tahmin araştırmasında sapmaları belirleyecek hata hesaplamaları yer almaz.

- Herhangi bir talep tahmin araştırmasının sonuçlarını uygulamaya geçmeden önce kullanılan yöntemin geçerlik testi yapılmalıdır.

Talep tahminlemesi, her işletmede olduğu gibi gıda işletmelerinde de önemli konulardan biridir. Gıda işletmelerinin lojistik boyutunda önem arz etmektedir. Çünkü ürünlerin zamanında tüketiciye sunulabilmesi, talep görmeyen ürünlerin uygun koşullarda saklanabilmesi, hijyen koşullarını sağlayabilmek için imha edilmesi, taşınmasında ek özellikler gerektirmesi gibi birçok unsuru etkilemektedir. Örneğin taşınmasında bölümlendirilmiş frigorifik araçların kullanılması, her gıda ürününün farklı bir bozulabilirlik durumunun olması, depolanmasında ortamın ısı derecesinin uygunluğu, havaya maruz kalması, sunumunda sıcak/soğuk servis edilmesi, dış ortama temas etmesi gibi.

Ürünün durumunu etkileyen birçok durum olduğu için gerek depolama gerek taşıma durumu ve gerekse müşteri memnuniyeti açısından arz-talep dengesinde sıfır stok prensibine uygun olarak üretim yapılması daha uygun olacaktır. Çalışmamızda buna uygun olarak arz-talep dengesini kurmak temel amaç üzerine odaklanarak oluşturulmuştur. Bayburt Üniversitesi yemekhanelerinde günlük üretilen ve tüketilen yemek sayıları arasındaki dengesizliğin azaltılması amaçlanmıştır. Rastgele üretim yapılacağına talep göz önüne alınarak, arz-talep dengesi sağlanmaya çalışılmıştır. İlerleyen bölümlerde kullanılan metod ve yapılan ölçümler ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Lojistik bilimi yeni sayılabilecek bir bilim dalıdır. Ülkemizde ise lojistiğin önemi gün geçtikçe anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde ülkemizde bu alanda daha fazla çalışma yapılması ihtiyacı olduğu anlaşılmıştır. Gıda lojistiği bağlamında kapsamlı eserlerin olmadığı tespit edilmiştir. Gıda lojistiği bağlamında Erdal vd. (2008) gıda ürünlerini ve özelliklerine, soğuk zincir kavramına, tedarik zinciri yönetimine, taşıma ve depolama özelliklerine, soğutma tekniklerine, RFID ve barkod uygulamalarına ve yasal düzenlemelere değinmiştir. Burada daha çok temel özelliklerin lojistik öğrencilerine aktarılması amaçlandığı tespit edilmiştir. Çancı ve Yılmaz (2008) toplu yemek lojistiği ve toplu yemek lojistiği üzerine bir değerlendirme adlı çalışma yapmıştır. Bu çalışmada kentsel lojistik hizmet süreçlerinden toplu yemek lojistiğinin kent içi taşımacılık sorunlarını ele almıştır. Bu sorunları İstanbul örneği bağlamında incelemiştir. Yöntem olarak İstanbul'un geneli kapsayacak ölçütlerde örneklem belirleyerek anket metodunu kullanmıştır. Bulgularında toplu yemek taşınmasında kullanılan araçların verimli kullanılmadığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda İstanbul toplu yemek lojistiğinin sorunlarını tespit ederek çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Şen (2008) çabuk bozulabilen soğukta muhafaza gerektiren ve dondurulmuş gıdalar bağlamında yapılması gerekenleri depolama, taşıma, elleçleme, yükleme, boşaltma açısından ele almıştır. İnci Lojistik Kemalpaşa Dağıtım Merkezi'nde soğuk depolama faaliyetlerine yatırımın daha fazla ayırarak dolaylı olarak maliyeti azaltılması sonucuna ulaşmış-

tır. Alkusal (2006) dondurulmuş gıda sektöründe bütünleşik lojistik faaliyetlerinin, 3pl'nin hizmet kalitesi ve performansına etkisini araştırmıştır. Bu araştırma neticesinde olumlu yönde etkileşim olduğu sonucuna ulaşmıştır. Fakat ülkemizde üretici işletmelerin güven, maliyet ve rekabet açısından kaygılarının olduğunu gözlemlemiştir. Güven sorunu açısından, gıda maddelerinin özellikleri ve ticari bilgilerin paylaşımı konusunda sorunlar yaşanabilme kaygısının yüksek olması nedeniyle üretici işletmelerin dış kaynak kullanmak istemediğini belirtmiştir. Maliyet açısından ise taşıma faaliyetleri için 3pl lojistik işletmelerinin karşılıklı sefer olamayacağı ihtimalinin yüksek olması nedeniyle üretici işletmelere, yüksek fiyat vermeleri sonucunda dış kaynak kullanımını tercih etmek istemediklerini belirtmiştir. Rekabet açısından bakıldığında ise az sayıda işletmenin pazarın büyük payına sahip olmaları nedeniyle diğer işletmelerin rekabet edebilmeleri için 3pl lojistik işletmelerinden yararlanması gerektiği önerisinde bulunmuştur. Durak ve Ünverdi (2014) dondurulmuş gıda lojistiğinde maliyet bilgisi kullanımını araştırmıştır. Yapılan araştırma da lojistik faaliyetlerin dış kaynak kullanımında maliyet açısından değerlendirmesini amaçlamıştır. Dış kaynak kullanımının maliyet bağlamında avantaj sağladığı bunun yanında dondurulmuş gıda üretimi yapan işletmelerin, müşteri memnuniyeti bağlamını da göz önünde tutulması gerektiğini belirtmişlerdir. Müşteri memnuniyeti maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonunu sağlayacak çözüm yollarını tercih edilmesi önerisinde bulunmuşlardır.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan yöntem, geçmiş bilgileri temel alıp gelecek hakkında tahmin yapan birçok sistemde kullanılan *Exponential Weighted Moving-Average* (EWMA) algoritmasıdır (Kansal ve diğ., 2007). Örneğin, EWMA yenilenebilir enerji kaynaklarının geçmiş üretim oranlarına bakılarak gelecekte üretilen enerji miktarlarının tahmininde fazlasıyla kullanılmıştır (Kosunalp, 2016:5755). Bir diğer örnek uygulama ise EWMA'nın kablosuz algılayıcı ağlar'da en uygun kablosuz iletişim yaklaşımının geliştirilmesidir (Le ve diğ., 2015). EWMA geçmişteki bilgileri üstel olarak ayarlayıp gelecek hakkında tahmin yapan literatürde çokça kullanılan basit bir yaklaşımdır. Temel prensip, geçmişteki verileri tarihsel olarak uzaklığa göre üstel olarak azaltmak ve en son elde edilen gerçek değerle katılımıyla en yüksek doğrulukta tahmin yapmaktır. Bu denklem aşağıda formül 1'de verilmiştir.

$$E(d) = \alpha E(d-1) + (1 - \alpha) G(d-1) \quad (1)$$

Burada  $E(d)$  d. gün için tahmin edilen günlük yemek ihtiyacını,  $G(d)$  d. günde tüketilen gerçek yemek miktarını ve  $\alpha$  ağırlık (weighting) katsayısıdır. Ağırlıklı katsayısı,  $\alpha$ , ise (0, 1) aralığında tercih edilen bir önceki gün tahmin edilen yemek miktarının ve tüketilen gerçek yemek sayısının yeni hesaplanacak değer üzerindeki etkisini belirler. Formül 1'den açıkça görüleceği üzere,  $\alpha$  küçük seçildiği sürece günlük tüketilen gerçek yemek miktarının etkisi daha yüksek olacaktır. Ağırlıklı katsayısının değerinin seçimi çok önemli bir



çalışma konusudur. Uygun bir değerin seçimi en düşük hata ile tahmin yapımı için kritiktir. EWMA aslında tahmin yapılan günler arasında ciddi bir değişimin olmadığını kabul eder. Bu yüzden, günler arasında tüketilen yemek miktarları benzer olacağından EWMA yüksek doğrulukta tahminler yapacaktır. Fakat ciddi bir değişim söz konusu olduğunda, EWMA bu değişime uyum sağlamak için belli bir süreye ihtiyaç duyacaktır. Bu sürenin uzunluğunu kısa tutmak için ağırlık katsayısı için doğru bir değer seçilmelidir. Kansal ve diğ., (2007) çalışmasında en düşük hata ile doğru tahmin veren  $\alpha$  değerinin 0.5 olduğunu pratik olarak göstermişlerdir.

EWMA'nın en temel hedefleri arasında tahmin yapılan herhangi bir değerin mevsimsel/ sezonluk değişimine karşı adapte oluşudur. Bu değişimlere karşı adapte oluş süresi değişimlerin süresine, şiddetine ve ayrıca doğru  $\alpha$  değeri seçimine bağlı olarak değişir. Örnek bir sezonluk değişim senaryosu farklı 2 adet  $\alpha$  değeri için Şekil' 1 de sunulmuştur. Verilen örnekten de görüleceği üzere, EWMA belli bir süre içerisinde sezonluk değişimlere karşı iyi sayılacak bir tahmin yapmaktadır.

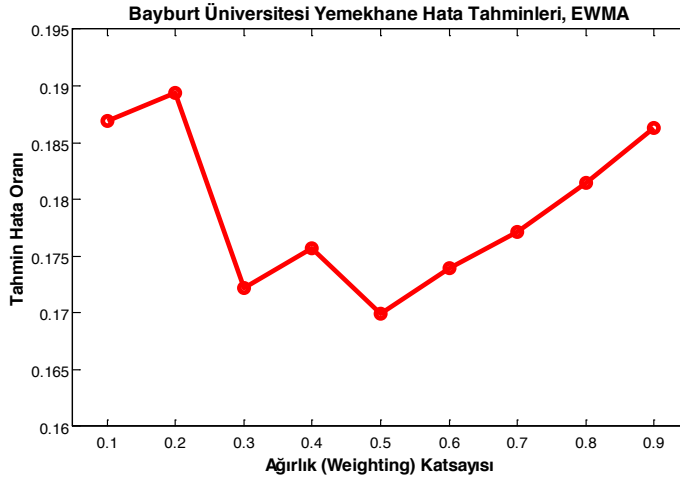
E = 750	E = 752	E = 503	E = 376	E = 315	E = 286	E = 269
G = 755	G = 255	G = 250	G = 255	G = 258	G = 252	G = 263
	E = 751	E = 602	E = 496	E = 424	E = 374	E = 337
	G = 255	G = 250	G = 255	G = 258	G = 252	G = 263

T. Gün (T+1). Gün (T+2). Gün (T+3). Gün (T+4). Gün (T+5). Gün (T+6). Gün

**Şekil 1:** EWMA'nın ani bir değişime örnek uygulaması,  $\alpha = 0,5$  and  $\alpha = 0,7$ .

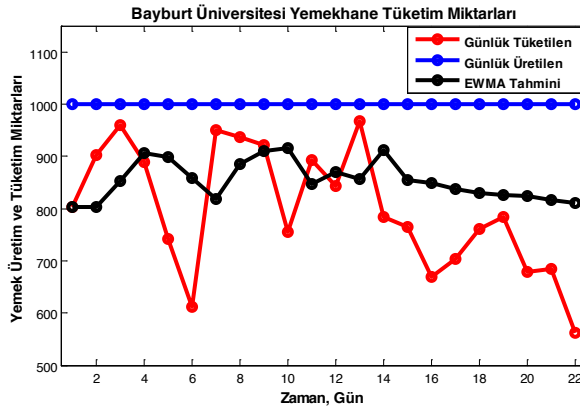
#### 4.UYGULAMA

Bu çalışmada Bayburt Üniversitesi personel ve öğrenci yemekhanelerinde 1 ay boyunca üretilen yemek sayılarının doğru tahminlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, personel ve öğrenci yemekhanelerinde günlük üretilen ve tüketilen toplam yemek sayıları kullanılmıştır. EWMA yaklaşımı kullanılarak günlük üretilecek en ideal yemek sayısı tahminlenmiştir. Performans değerlendirmesi ise tüketilen yemek ile üretilen veya tahmin edilen yemek sayıları arasındaki hata oranlarıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil-2 (0.1-0.9) aralığındaki  $\alpha$  değerleri için EWMA tarafından tahmin edilen değerlerdeki hata oranlarını göstermektedir. Görüleceği üzere, en düşük hata ile tahmin yapılan  $\alpha$  değeri 0,5 olmuştur. Bu değerde EWMA ile yaklaşık 0.17 civarında hata oranı olurken yemekhanede sabit üretilen yemek sayısı ile oluşan hata oranı 0.28 civarındadır.



Şekil 2: Farklı  $\alpha$  değerleri için hata oranları.

Şekil-3' de gösterildiği üzere, yemekhane günlük sabit sayıda yemek üretmektedir. Üretilen fazla yemekler gün sonunda fazlalık olarak atılmaktadır. Şekil-3 EWMA tarafından üretilmesi gereken yemek miktarını gün gün göstermektedir. Yukarıda gösterildiği üzere  $\alpha$  değeri 0,5 olarak alınmıştır. EWMA bazı günlerde, örneğin 4. ve 9. günler, çok düşük hata oranıyla tahmin yapmıştır. Hata oranının yüksek olduğu diğer günlerde, örneğin 5. ve 6. günler, sabit sayıda yemek çıkarılacağına EWMA ile daha uygun miktarda yemek çıkarılacağı aşikârdır. Ancak, ani değişimlerin olduğu günlerde EWMA yüksek hata oranıyla tahmin yapmaktadır. Dolayısıyla, çok sık değişimlere uğrayan durumlarda EWMA'nın kullanımı uygun olmayabilir. Bu çalışmada, EWMA genel olarak daha iyi sonuçlar vermiştir.



Şekil 3: 1 aylık üretilen, tüketilen ve tahmin edilen yemek sayıları.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Bayburt Üniversitesi personel ve öğrenci yemekhanelerde üretilen ve tüketilen yemek miktarları arasındaki ciddi farklılıkları azaltmayı hedeflemiştir. Yemekhane günlük tüketilen yemek miktarlarına bakmaksızın kişi bazında sabit sayıda yemek üretmektedir. Bu yüzden yüksek oranda fazla yemek üretilip boşuna harcanmaktadır. *Exponential Weighted Moving-Average* (EWMA) yaklaşımı kullanılarak geçmiş günlerde tüketilen yemek miktarları göz önüne alınarak günlük üretilmesi gereken yemek miktarları daha yüksek doğrulukta tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar EWMA'nın %40 oranında daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. İlerleyen çalışmalarda, ani değişimlerde yüksek hatalı tahminler üreten EWMA yaklaşımının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

2017 yılı Ocak ayı için personel ve öğrenci yemekhanelerinde günlük üretilen ve tüketilen yemek miktarlarını bize sağlayan Bayburt Üniversitesi Sağlık, Kültür ve Spor Dairesi Başkanlığına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Alkusal, M. (2006), "Dondurulmuş Gıda Sektöründe Bütünleşik Lojistik İlişkilerin Lojistik Hizmet Kalitesine ve Performansına Etkisi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Denizcilik İşletmeleri Yönetimi ABD, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
2. Çancı, M. ve Yılmaz, Ş. (2008), "Toplu Yemek Lojistiği ve Toplu Yemek Lojistiği Üzerine Bir Değerlendirme", Türkiye 10.Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
3. Durak, M.G. ve Ünverdi, İ. (2014), "Dondurulmuş Gıda Lojistiğinde Maliyet Bilgisi Kullanımı", Business and Economics Research Journal, ss.19-41.
4. Erdal, M., Görçün, Ö.F., Görçün, Ö. ve Saygılı, M.S. (2008), Entegre Lojistik Yönetimi, 1.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
5. Kansal, A., Hsu, J., Zahedi, S., ve Srivastava, M.B. (2007), "Power management in energy harvesting sensor networks", *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, 6(4), s.32.
6. Kobu, B. (2008), Üretim Yönetimi, 7.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
7. Kosunalp, S. (2016), "A New Energy Prediction Algorithm for Energy-Harvesting Wireless Sensor Networks with Q-Learning", *IEEE Access*, 4, ss. 5755- 5763.
8. Le, T.N., Pegatoquet, A., Berder, O. ve Sentieys, O. (2015), "Energy-Efficient Power Manager and MAC Protocol for Multi-Hop Wireless Sensor Networks Powered by Periodic Energy Harvesting Sources", *IEEE Sensors Journal*, 15(2), ss. 7208-7220.

9. Şen, A. (2008), “Tedarik Zinciri Yönetiminde Soğuk Lojistik Uygulamalarının Etkinliğinin Arttırılmasına Yönelik Bir Çalışma”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi ABD, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
10. URL1, OKAY H. (2016), <http://www.dunya.com/kose-yazisi/urun-farklilastirma-ve-cesitlendirme/330136>, 26.02.2017.

# TURİZM BÖLGELERİNDE DONDURULMUŞ GIDA ÜRÜNLERİNE YÖNELİK SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ

Işılray TALAY-DEĞİRMENCİ<sup>1</sup>, Öznur ÖZDEMİR-AKYILDIRIM<sup>2</sup>, İsmail KARAYÜN<sup>3</sup>

## ÖZET

*Bu çalışmada dondurulmuş gıda üreticileri tarafından turizm tesislerine gıda maddelerinin soğuk zincir lojistiği kapsamında taşınması için en uygun dağıtım kanalı türünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yöntem olarak Çoklu Vaka Analizi kullanılmış olup, üretici firmalardan verilerin toplanması aşamasında ülkemizin turizm potansiyeli açısından en yoğun bölgesi olan Antalya ilinde yer alan üreticiler tercih edilmiştir. Çalışmaya katılan işletmeler ölçek ve ürün çeşitliliği konusunda farklılaşmaktadır. Elde edilen veriler sonucunda turizm sektörüne yönelik gıda ürünlerinin soğuk zincir lojistiği kapsamında taşınması ile üçüncü taraf lojistik merkezli perakende operasyonları arasında ciddi farklılıklar tespit edilmiştir. Antalya'daki sıcak iklim ve gıda ürünlerinin dağıtımı esnasında sık aralıklarla duraklama yapılması, özellikle konaklama tesislerinin ısı değişimi riski ile karşı karşıya kalmasına ve buna bağlı olarak da soğuk zincirin kırılarak gıdaların bozulmasına neden olmaktadır. Turizm sektörünün en yoğun olduğu zamanlarda, konaklama tesisleri yüksek dondurulmuş gıda talebi ile karşı karşıya kalmakta ve bu durum üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıların dağıtım programları için uygun olmayan bir şekilde siparişlerin acilen karşılanmasını gerekli kılmaktadır. Çalışmaya katılan üretim tesislerinin birçoğu tarafından, yatırım maliyeti avantajına rağmen gıda güvenliği, gıda kalitesi ve siparişlerin acil olarak karşılanamaması gibi konulara bağlı olarak üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı firmalarla çalışma durumu tercih edilmemektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Dondurulmuş Ürünler, Lojistik Yönetimi, Turizm Bölgeleri

## COLD CHAIN LOGISTICS FOR FROZEN FOOD AT TOURISM DESTINATIONS

### ABSTRACT

*In this paper, possible distribution system models of cold chain logistics for frozen food producers serving to tourism enterprises were explored. The data were collected through multiple case study method and the firms were chosen from the most visited touristic destination in Turkey, Antalya. They differed in size and the types of products. We have observed that there are significant differences in cold chains for tourism and 3PL-oriented retail sectors. The firms serving to tourism sector generally choose not to use 3PLs due to issues on food safety/quality despite the advantages in investment costs. The very hot weather and frequent stops made at hospitality facilities leads to increased risk of temperature changes, and this leaves the cold chain prone to product damage. Moreover, during peak times, the hospitality firms may encounter high demand, and this would lead to urgent order requests nonconforming to 3PL service schedules.*

**Keywords:** Frozen Foods, Logistics Management, Tourism Destinations

- 
- <sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Uluslararası Antalya Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Yönetimi, isilay.degirmenci@antalya.edu.tr
  - <sup>2</sup> Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İİBF İşletme, oozdemirak@akdeniz.edu.tr
  - <sup>3</sup> Öğr.Gör., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, ismailkarayun@akdeniz.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Soğuk zincir kavramı, dondurulmuş gıda ürünlerinin taşınması esnasında ısı değişimine duyarlı özel bir lojistik zincirin varlığını ifade etmektedir. Soğuk zincir, gıda ürünlerinin üreticiden tüketiciye taşınması esnasında gıda güvenliği ve gıda kalitesi konularına uygun bir şekilde yapılan soğuk depolama, soğuk taşıma gibi benzer operasyonlar şeklinde de ifade edilebilmektedir (Tanyaş, 2013). Soğuk zincir lojistiği, gıda ürünlerinin müşterilere ulaşana kadar herhangi bir kimyasal katkı maddesi kullanılmadan besin değerinin korunması amacıyla uzun yıllardır süregelen özel bir lojistik süreçtir. Soğuk zincir, özellikle teknolojik gelişmeler dolayısıyla enerji tasarrufu konusunda ortaya çıkan gelişmelerdeki artış sayesinde de geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bu eğilimin önemli göstergelerinden birisi, 1970 yılında 7 ülke ile Cenova’da imzalanan, ancak bugün 52 ülkenin taraf olduğu Bozulabilir Gıda Ürünlerinin Uluslararası Taşımacılığı ve Taşımalarında Özel Araçların Kullanımı Anlaşması (ATP Konvansiyonu)’dır (Tarhan, 2013). Soğuk tedarik zincirinin kontrol edilmesi ve zincirin kırılmasının önlenmesi amacıyla tüm süreçlerde (depolama, paketleme, yükleme, taşıma vb.) uluslararası standartlar geliştirilmeye çalışılmış ve bu standartların bozulabilir gıda üreticilerinden müşterilere kadar uygulanması amaçlanmıştır.

Gıda ürünlerine yönelik talebin yüksek olduğu bölgelerde, soğuk zincir lojistiğine duyulan ihtiyaç da artış göstermektedir. Örneğin turizmin geliştiği bölgelerde müşteri tatmini açısından daha kaliteli ve lezzetli gıda ürünlerinin tedariki ve müşterilere sunulması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca bazı konaklama tesislerinde farklı ülkelerden gelen bir çok turist olduğu için söz konusu tesislerde turistlerin geleneksel mutfaklarına uygun ürünleri tedarik etmesi söz konusu olabilmektedir. Bu ihtiyaçların karşılanması için, konaklama tesisleri ihtiyaç duyulan gıda ürünlerinin çok büyük bir kısmını donmuş ürün olarak farklı gıda üreticilerinden tedarik etmekte, tesislerde bu ürünler için yalnızca pişirme ve ısıtma faaliyetleri söz konusu olmaktadır. Gıdaların hazırlanması için herhangi bir faaliyet söz konusu olmadığı için fazla personel istihdamı ortadan kalkmakta ve yapılan bu uygulamalar ile tesislerin en önemli maliyet kalemlerinden birisi olan personel maliyetleri azaltılmaktadır.

Lojistik süreçler boyunca gıda ürünlerinin ısı değerlerinin korunmasındaki başarısızlık ya da diğer adıyla soğuk zincirin kırılması, hem üretici hem de konaklama tesisi için büyük bir risktir. Bu durum gıda ürünlerinin ekonomik değerini düşürebileceği gibi, aynı zamanda ürünleri tamamen tüketilemez hale de getirebilmektedir. Ekonomik değer düşüşü ya da ürünlerin tüketilemez hale gelişi üreticiler için ciddi bir finansal yük olarak karşımıza çıkmaktadır. Gıda ürünlerini talep eden ve alıcı konumda olan konaklama tesisleri açısından bunun anlamı siparişlerin zamanında karşılanamaması veya ürünlerin istenen kalitede kendilerine ulaşmaması demektir. Bu durumda da tesisler, gıda ürünlerinin müşterilere sunulması aşamasında büyük bir sorun yaşamaktadır. Yaşanan bu sorunlar turizm sektörü için önemli olan ziyaretçi/turist tatminini ciddi bir oranda düşürmektedir. Yukarıda bahsi geçen nedenler dolayısıyla soğuk zincir lojistik süreçlerindeki problemler doğru bir şekilde ortaya konmalı ve hem üreticiler hem de konaklama tesisleri için en uygun olan dağıtım kanalı modelinin belirlenmesi her iki taraf için de problemlerin önüne geçilmesi aşamasında önemli bir noktayı ifade etmektedir.

Bu çalışmada konaklama tesislerine hizmet veren donmuş gıda üreticilerinin soğuk zincir lojistik süreçlerinde karşılaştığı problemler ortaya konarak her iki taraf için de en uygun dağıtım modeli belirlenecektir. Uygun dağıtım modellerinin belirlenmesinin ardından farklı durumlarla karşılaşıldığında hangi dağıtım modelinin daha verimli sonuçlar vereceği de incelenecektir. Yapılan araştırmalar sonucunda akademik literatürde turizm sektörüne yönelik soğuk zincir lojistik süreçleri konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Dondurulmuş gıda ürünlerinin konaklama tesislerine ulaştırması sürecinde, birbirine yakın teslimat noktaları yüzünden özellikle talebin yoğun olduğu yaz aylarında sık aralıklı

teslimatlar (birbirine çok yakın oteller) dolayısıyla taşıma koşullarının tam olarak sağlanamaması ve soğuk zincirin kırılması nedeniyle gıda ürünlerin güvenliği açısından ciddi problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Çalışma kapsamında cevaplarını aradığımız araştırma soruları aşağıda özetlenmiştir:

- 1- Öncelikle uygulamadaki durumu belirleyebilmek için; çoklu vaka analizi yöntemiyle dondurulmuş gıda üreticilerinin, üretmiş oldukları gıda ürünlerini konaklama tesislerine ulaştırması aşamasında hangi lojistik süreçlerin gerçekleştirildiği belirlenecektir. Diğer bir deyişle, mevcut dağıtım operasyonlarındaki lojistik süreç adımları ve süreçlerde karşılaşılan problemler sınıflandırılarak hangi lojistik süreçlerin hangi zincir üyesi (lojistik hizmet sağlayıcılar, dondurulmuş gıda üreticileri, konaklama tesisleri vb.) tarafından uygulandığı ve finanse edildiği ortaya konacaktır.
- 2- İlgili süreç ve problemlerin belirlenip hangi kanal üyesinin sorumluluğunda olduğunun ortaya konmasının ardından, dondurulmuş gıda ürünlerinin üreticilerden konaklama tesislerine ulaştırılması aşamasında hangi dağıtım modellerinin kullanılabileceği belirlenecektir.
- 3- Seçilmiş dağıtım modelleri, çeşitli kriterler (verimlilik, esneklik, talebi yanıtlayabilirlik, ürün kalitesi, süreç kalitesi) (Aramyan vd, 2007) bazında karşılaştırılarak, her bir kriter bazında hangi dağıtım modelinin dondurulmuş gıda üreticileri için daha avantajlı olduğuna dair bir çerçeve oluşturulacaktır.
- 4- Tüm bunlara ek olarak, dondurulmuş gıda üreticilerinin lojistik süreçleri kendilerinin yönetmesi ya da dış kaynaklama yoluyla bu süreçlerdeki kontrolü sağlamasına yönelik faktörler tanımlanarak, dış kaynaklama durumunda elde edilecek olan fayda ve zarar durumları belirlenecektir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Araştırma soruları çerçevesinde, daha önce soğuk zincir lojistiği analizi ve tasarımı, lojistik sistemlerin performans değerlendirmesi ve lojistikte dış kaynaklama ile ilgili araştırmalar özetlenecektir. Akademik veri tabanları aracılığı ile yapmış olduğumuz araştırmalarda, doğrudan dondurulmuş ürünlerin soğuk zincir lojistiği kapsamında turizm sektöründe faaliyet gösteren konaklama tesislerine dağıtımını konusuna odaklanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak özellikle nüfus yoğunluğunun fazla ve önceden hazırlanmış, paketlenmiş gıda ürünlerine yönelik talebin fazla olduğu bölgeleri kapsayan çalışmalarda, araştırmacıların bu bölgelerde yapılan ürün dağıtımlarında soğuk zincir lojistiğine özellikle vurgu yaptıkları tespit edilmiştir.

Zhang ve diğerlerinin (2003) yapmış olduğu çalışmada maliyet minimizasyonu sağlamak amacıyla tedarik zincirinin tamamında veya sadece belirli bir kısmında soğuk zincir lojistiğinin tasarımına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Söz konusu çalışmada, merkezi ve yerel depolara sahip bir donuk ürün perakendecisinin tedarik zinciri tasarımı içerisinde depolar arası ürün transferi ve ürünlerin toplanması maliyetini minimize etmek için Tabu Search Algoritması kullanılmıştır.

Montanari (2008), Xiaohui vd. (2009), Behzadi vd. (2013) ve Chen vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalar referans olarak alındığında, söz konusu çalışmaların en düşük maliyetle güvenli bir izleme sistemi tasarımı üzerinde yoğunlaştıkları görülmüştür. Gıda güvenliği ve kalitesi faktörü, dondurulmuş ürünlere yönelik tedarik zinciri performansına yönelik yapılan diğer araştırmalarda da vurgulanmaktadır. Chaowarut vd. (2009), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Dengeli Ölçüm Karnesi Tekniği yöntemleri ile dondurulmuş gıdalara yönelik tedarik zincirleri içerisinde gıda güvenliği ve müşteri talebi konusunun en önemli anahtar performans göstergeleri olduğunu ortaya koymuşlardır. Perakende odaklı soğuk zincir lojistiği, tedarikçilerini Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) prensipleri çerçevesinde detaylı kontrollere maruz bırakmaktadır (Losito vd, 2011). Bu doğrultuda,

Wang (2010) tarafından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile belirlenmiş olan uzman görüşleri esas alınarak, dondurulmuş hamur tedarik zincirinin kalite indeksinin belirlenmesinde, üreticiler tarafından en çok ihmal edilen kriterlerden birisinin “taşıma ve gıda ürünlerinin ön muhafazası” kriteri olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar haricinde aynı zamanda soğuk zincir lojistiği çerçevesinde gıda güvenliğini etkileyen bir çok farklı faktörün etkilerine odaklanan çalışmalar da söz konusudur. Örneğin Rediers vd. (2009) tarafından gıda ürünlerinin taşınması esnasında ısı değişimlerinin etkisi ortaya konulurken; Shabani vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise satış acentelerinin uygulamaları dolayısıyla gıda güvenliğinin etkilenmesine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Yukarıda yer alan bilgilerden anlaşılacağı üzere, dondurulmuş gıda ürünleri tedarik zincirinde yaşanan problemlerin ortaya çıkışındaki en önemli kriterlerden birisi; ürün kalitesinin müşteri beklentilerini karşılayabiliyor olmasıdır. Literatürde diğer kriterler çoğunlukla maliyet, zaman ve hız kavramları olarak incelenmiştir (Akyüz ve Erkan, 2010) (Gunasekaran vd. 2004). Bu çalışma kapsamında karşılaştırmalı bir analiz yapabilmek için kriterler; verimlilik, esneklik, talebi yanıtlayabilirlik, ve süreç kalitesi olmak üzere 4 ana grupta toplanmıştır. Bahsi geçen kriterler, Aramayan ve diğerleri (2007) tarafından tarımsal ürünlere yönelik tedarik zincirinin performans ölçümü ile ilgili yapılan çalışmadan elde edilerek çalışmamızın içeriğine göre uyumlaştırılmıştır. Çalışma kapsamında dikkate alınan her bir grup kriterleri ve kriter açıklamaları Tablo 1’de yer almaktadır:

**Tablo 1: Dondurulmuş Gıda Soğuk Zincir Lojistik Sistemlerine Yönelik Karşılaştırma Kriterleri**

Karşılaştırma Kriteri		Kriter Açıklaması	
Verimlilik	1	Değişken Dağıtım Maliyetleri	Her bir ürünün birim dağıtım maliyeti.
	2	Dağıtım Yatırım Maliyetleri	Tüm dağıtım sisteminin oluşturulmasının maliyeti.
	3	Kârlılık	Tüm dağıtım süreçlerinin karlılığı.
Esneklik	4	Hacim Esnekliği	Dağıtım yapılacak miktar konusunda esneklik
	5	Dağıtım Esnekliği	Planlanan dağıtım zamanında esneklik
	6	Müşteri Tatmini	Müşterilerin teslim edilen üründen ve dağıtım hizmetinden duydukları memnuniyet düzeyi
	7	Karşılanamayan Sipariş (Back-Order) Düzeyi	Zamanında karşılanamayan; ancak müşterinin de bekleme kabul etmesi halinde daha sonra karşılanabilecek sipariş miktarı
	8	Kayıp Satış Miktarı	Müşterinin siparişin eksik kalan kısmını bekleme reddetmesi halinde siparişlerin hiç karşılanamaması durumu
Talebi Yanıtlayabilirlik	9	Dağıtımda Gecikme	Siparişin müşteriye söz verilen zamanda ulaştırılmaması
	10	Müşteriye Cevap Verebilme Zamanı	Müşterinin sipariş verdiği andan itibaren siparişin müşteriye ulaşmasına kadar geçen süre
	11	Hatalı Sevkiyat Miktarı	Müşteriye teslim edilen sipariş miktar, ürün türü vb. nedenler dolayısıyla yanlış algılanması
	12	Gıda Güvenliği	Ürünün bozulmadan ve insan sağlığı için herhangi bir risk oluşturmadan teslim edilmesi
	13	Teslim Edilen Ürünün Fiziksel Durumu	Ürünün fiziksel durumunda olabilecek deformasyonlar
Süreç Kalitesi	14	İzlenebilirlik	Siparişe konu olan ürünlerin dağıtım esnasında konum, sıcaklık, sevkiyat noktası vb. bilgilerinin kontrol edilebilmesi.
	15	Uygun Taşıma ve Depolama Koşulları	Ürünün sıcaklık derecesi, raf ömrü gibi kritik faktörler çerçevesinde en uygun taşıma ve depolama şartlarının sağlanması
	16	Yönetim Kolaylığı	Üretici açısından dağıtım sürecinin yönetimindeki kolaylık



Lojistik faaliyetlerde dış kaynaklama yoluna gidilmesi, bir firmanın tamamen ya da kısmen lojistik faaliyetleri üçüncü taraf bir lojistik hizmet sağlayıcıdan almasını ifade etmektedir. Bu durumda lojistik iş birliği durumu ortaya çıkmakta ve bu iş birliği, iki veya daha fazla firma arasında orta veya uzun dönemli bir sözleşmenin varlığını gerekli kılmaktadır. Bu sözleşme ile, taraflar kendi uzmanlık alanlarındaki işlere yönelerek, firmaların kendi temel faaliyet alanlarında rekabetçi bir avantaj elde etmeleri söz konusu olmaktadır (Yıldız vd., 2013) (Aydın, 2005). Lojistik faaliyetlere ilişkin yapılan yatırımlar, firmaların kendi lojistik ihtiyaçlarını kendi sermayeleri ile karşılayacağı anlamına gelmektedir (örneğin bir firmanın kendine ait kamyon filosu satın alması). Örneğin Yıldız ve diğerlerinin (2013) yapmış olduğu vaka analizi çalışmasında yer alan firma; işlem hacmindeki artış, işletmenin temel faaliyet alanlarına daha fazla odaklanma isteği, üçüncü taraf lojistik işletmelerle yaşanan problemler ve hizmet kalitesi gibi nedenlere bağlı olarak lojistik ihtiyaçlarını kendi yatırımları ile gerçekleştirmiştir. Diğer yandan Özyörük (2008) tarafından yürütülen çalışmada, Ankara'da faaliyet gösteren ve Orta Anadolu Bölgesi'nde yer alan illere dağıtım yapan bir çimento fabrikası, kiralama yoluyla oluşturmuş olduğu araç sayısındaki yetersizlikten dolayı ürün satışlarında düşüş yaşamış ve bu yüzden lojistik faaliyetleri dış kaynak kullanımı yoluyla yönetme kararı almıştır. Durak ve Ünverdi (2014) tarafından yapılan çalışmada ise, İstanbul'daki şarküteri mağazalarının ürünlerini tedarik eden dondurulmuş ürün firmasının dış kaynaklama ve yatırım yapma maliyetleri karşılaştırılmış ve sonuç olarak orta ölçekli bir işletmenin lojistik süreçlerini dış kaynaklama yoluyla yöneterek daha esnek ve daha etkin maliyetli bir dağıtım süreci gerçekleştireceğini ve müşteri tatmininin de bu sayede yükseleceği açıkça ortaya konmuştur.

Çalışma kapsamında yapılan literatür taramasında, doğrudan turizm sektörüne hizmet veren dondurulmuş gıda üreticilerine ilişkin bir çalışma bulunamamıştır. Diğer yandan dondurulmuş ürünlerle ilgili lojistik süreçlere ilişkin literatür kapsamında çok az çalışma yer almakta, ve bu çalışmaların tamamı perakende sektörüne yönelik olma özelliği taşımaktadır. Çalışma kapsamında perakende odaklı dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tedarik zinciri, turizm bölgelerine hizmet veren soğuk zincir lojistiğinden tamamen farklı olarak kabul edilmiştir. Bunun nedeni; turizm sektöründeki talep, stok yapısı ve firmaların faaliyet gösterdiği bölgelerin altyapı olanaklarından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden aşağıda sunulmuş olan araştırma bulgularının akademik literatürdeki önemli bir boşluğu doldurması beklenmektedir.

### 3. YÖNTEM

Çalışma kapsamında ele alınan araştırma soruları, bu çalışmanın keşifsel bir nitelik kazanmasına yol açmıştır. Literatür taraması bölümünde detaylı bir şekilde anlatıldığı üzere, bu alanda akademik literatürde yeterli sayıda çalışma bulunmamasından dolayı önceden oluşturulmuş teoriler söz konusu değildir. Bu yüzden bu çalışma, bu alandaki teorinin şekillenmesine katkıda bulunması açısından tanımlayıcı bir çalışma olarak planlanmıştır. Bu tür çalışmalar için en uygun yöntem keşifsel analiz olarak belirtilmektedir (Flynn vd, 1990).

Çalışmada ilk olarak dondurulmuş gıda üreticilerinin turizm sektöründeki konaklama tesislerine ürün dağıtımını aşamasında hangi lojistik süreçlerin ortaya çıktığı belirlenecektir. Diğer bir deyişle, her bir lojistik süreç adımında karşılaşılan problemler mevcut durum dikkate alınarak sınıflandırılacak ve süreçler içerisinde hangi tarafın (lojistik hizmet sağlayıcı, üretici firma, bayiler vb.) hangi süreçleri yönettiği ve finanse ettiği açıkça belirlenecektir. Dondurulmuş gıda üreticilerinin konaklama tesislerine gıda maddelerini hangi dağıtım modelini/modellerini kullanarak gönderdiği belirlenerek gerekli inceleme ve değerlendirmeler yapılacaktır.

Bu amaçlara erişebilmek için, çalışma çoklu vaka analizi olarak tamamlanmıştır. Vaka çalışmalarının seçimi esnasında ilk olarak çalışmamızın kapsamında uygun olarak Antalya Organize Sanayi Bölgesi yöneticileri ile yüzyüze görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler neticesinde aktif olarak Antalya Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren 45 adet dondurulmuş gıda üreticisi olduğu bilgisi teyit edilmiştir. Bu aşamadan sonra, belirlenen firmalar tek tek aranarak konaklama tesislerine dondurulmuş gıda hizmeti verilip verilmediği araştırılmıştır. 45 firmadan yalnızca 13 tanesi çalışma kapsamına uygun bulunmuştur. Ancak 13 firmanın tamamı çalışmaya dahil edilememiş, yalnızca 3 firma ürün çeşitliliği, firma ölçeği ve çalışmaya katılmayı kabul etme durumlarına göre çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Çok çeşitli dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik farklı ölçekteki firmaların yapmış olduğu soğuk zincir operasyonları ile ilgili elde etmiş olduğumuz bilgiler doğrultusunda, çalışmaya dahil edilen firmaların mesleki açıdan turizm sektörüne hizmet veren donuk ürün sanayisini doğru bir şekilde yansıttığı söylenebilir. Üretici firmaların yanı sıra, ayrıca Türkiye'deki önemli soğuk zincir lojistiği hizmet sağlayıcı firmalarından birisi ile de görüşme yapılarak, bu alanda üretici ve üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının da turizm sektörüne dondurulmuş ürün sevkiyatı ile ilgili olarak karşılaştırma fırsatı elde edilmiştir.

Veriler, tek bir turizm sezonu içerisinde yaklaşık bir yıl gibi bir sürede toplanmıştır. Araştırma sorularına yanıt olarak çalışmanın hedeflerine ulaşmak için hem üreticilerden hem de üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıdan detaylı verilerin toplanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle, verilerin toplanması aşamasında yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmıştır. Mülakatlar, araştırmaya dahil olan işletmelerden randevular alınarak yüz-yüze yapılmış; doğru ve kesin verilerin elde edilebilmesi için her firma ile görüşmeye ikişerli gruplar şeklinde gidilmiştir. Görüşme esnasında kişilerden birisi firma yetkilisine soruları yönlendirirken, bir diğeri de yanıtları not almış ve izin dahilinde ses kayıtları almıştır. Bazı mülakatlarda üç kişilik araştırma grubu ile katılım sağlanmış ve görüşmeler sonunda her bir araştırmacının ilgili firma ile ilgili topladığı yanıtlar karşılaştırılarak ortak bir yanıt havuzu oluşturulmuştur. Her bir mülakat yaklaşık 1,5-2 saatlik sürede tamamlanmıştır.

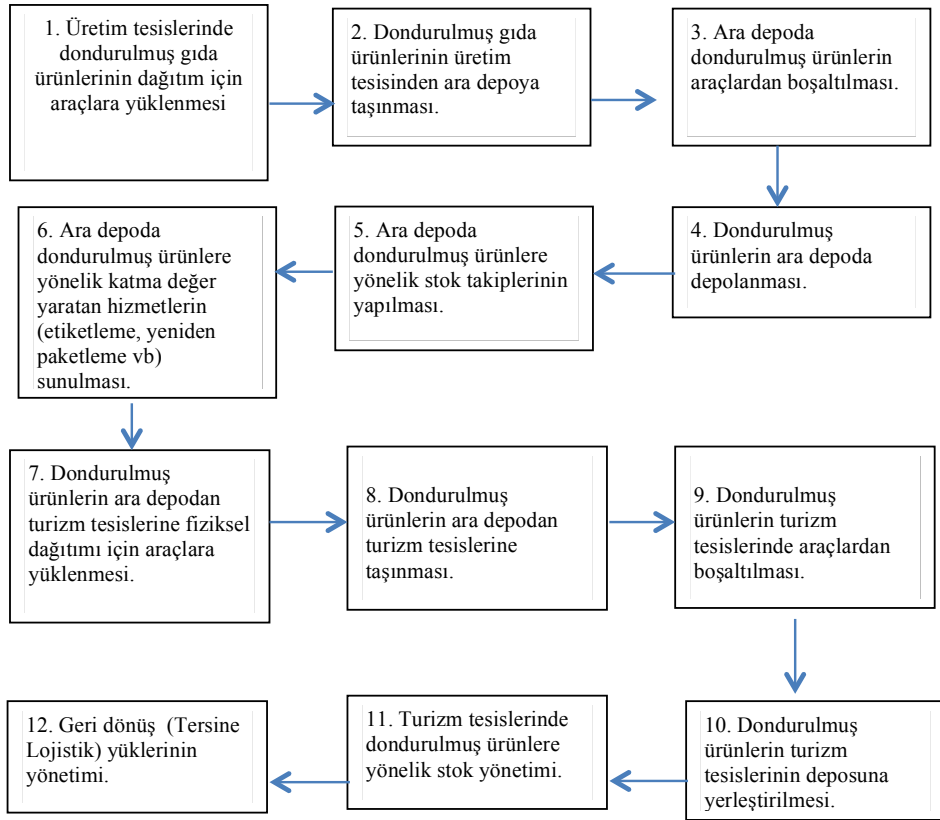
#### 4. VAKA ANALİZİ

Antalya, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yer alan, dünyanın en çok ziyaret edilen şehirlerinden birisidir. Antalya genelinde yüzlerce otel, tatil köyü ve çok çeşitli konaklama tesisleri yer almaktadır. İlkbahar, yaz ve sonbahar aylarını kapsayan Antalya'nın en yoğun turizm sezonunda şehir nüfusu, yoğun turist ziyaretleri nedeniyle çok ciddi rakamlara ulaşmakta ve sezonun en yoğun zamanlarında konaklama tesislerinde yiyeceklerin gerekli malzemeler tedarik edilerek uzun bir hazırlama süreci içerisinde oluşturulması imkânsız hale gelmektedir. Bu yoğun sezon zamanlarında daha önceki bölümlerde soğuk zincirin doğru bir şekilde, kırılmadan gerçekleştirilmesini engelleyen bir çok nedenin varlığı baskısı altında dondurulmuş gıda üreticileri sorunsuz bir şekilde ürünleri tesislere dağıtım hizmeti vermeye çalışmaktadır. Durum bu kadar ciddi iken, bazı konaklama tesislerinde mal kabul aşamasında yaşanan sıkıntılar dolayısıyla mallar tesislere kabul edilmemekte ve üretici firmalar büyük bir zarar ile karşı karşıya kalmaktadır. Dolayısıyla bu deneysel çalışma, turizmin yoğun sezonunda konaklama tesislerine hizmet veren donuk gıda üreticileri ve üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar üzerine odaklanmaktadır.

Çalışma kapsamındaki vaka analizlerine konu olan tüm üreticiler, konaklama tesislerinin yalnızca ısıtma ve pişirme faaliyetlerini gerçekleştireceği hazır paketlenmiş ürünleri üretmekte ve dağıtımını yapmaktadır. Gıda ürünlerindeki çeşitlilik, turizm sektöründe yer alan konaklama tesislerine ürünlerin

ulaştırılması aşamasında yönetilmesi gereken lojistik faaliyetlerin de geniş bir çerçevede farklılaşmasına neden olmaktadır.

Tam anlamıyla bütünsel olarak baktığımızda soğuk zincir lojistiği faaliyetleri, aşağıda Şekil.1'deki gibi tanımlanabilmektedir. Ancak her dondurulmuş ürün tedarik zinciri yapısı bu şekilde bir tasarıma sahip olmayıp, zincir faaliyetleri tedarik zincirindeki farklı üyeler (üretici, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı, konaklama tesisleri) tarafından yönetilmekte ve/veya finanse edilebilmektedir. Bu durum tüm tedarik zincirinin performansını etkilemektedir. Çalışma doğrultusunda turizm bölgelerinde dondurulmuş gıdalara yönelik mevcut lojistik yapının ne şekilde tasarlandığı, zincir üyelerinin üstlenmiş olduğu sorumlulukların neler olduğu ve tüm bu bilgileri analiz ederek bu konuda bir fikir sahibi olmak amaçlanmıştır.



**Şekil 1: Turizm Bölgelerine Hizmet Veren Dondurulmuş Gıda Soğuk Zincir Süreç Adımları**

Yöntem kısmında da yer aldığı üzere, çalışmaya dâhil edilen dondurulmuş gıda üreticileri; turizm sektörüne hizmet veren et, süt, sebze, hamur ve patates ürünleri üreticilerinden oluşmaktadır. Son olarak her tür dondurulmuş gıda ürününe yukarıda yer alan süreçlerin her birisi için hizmet verebilmek kapasitesine sahip bir üçüncü taraf lojistik işletme ile de görüşmeler yapılarak süreçler hakkında bilgiler elde edilmiştir.

#### 4.1.VAKA-I

##### 4.1.1.Firma Hakkında Genel Bilgiler:

Bu vaka çalışmasında, oteller için peynir ve tereyağı üreten süt üreticisi bir firma analiz edilmiştir. Firma, 50 yıldır faaliyet göstermekte olup, yıllık satışları 200-250 milyon TL (53-67 milyon USD) civarındadır. Yıllık satış miktarının %10 ila %15'lik kısmını turizm sektörüne gönderilen ürünler oluşturmaktadır. Bu tutar yaklaşık olarak 30 milyon TL (8 milyon USD) civarında seyretmektedir. Firmada toplam 495 kişi istihdam edilmektedir.

##### 4.1.2.Turizm Sektörüne Yönelik Dondurulmuş Gıda Ürünleri Tedarik Zinciri Yapısı:

Firma ürünlerinin büyük bir kısmını kendi bayilerine satmaktadır. Bu yüzden Şekil.1 de verilen süreçlerden yalnızca 1.ve 2.süreçler fiziksel ve finansal anlamda üretici tarafından gerçekleştirilirken, 3 ve 9 numaralar arası tüm süreçler bayiler; 10 ve 11.süreçler ise müşteri kısmında yer alan konaklama tesisleri tarafından yönetilmekte ve finanse edilmektedir. 12.süreç ise, gıda ürününün neden iade edildiğine bağlı olarak hem bayi hem de firmanın kendisi tarafından yönetilmekte ve finanse edilebilmektedir. Örneğin, eğer ki ürünlerin son kullanma tarihleri henüz sona ermediyse, üretici firma turizm sezonu sonrasında satılmayan bu ürünleri iade olarak kabul edebilmektedir.

Soğuk zincir dağıtım modelinin seçimi için üretici firma, farklı koşulları göz önünde tutarak çeşitli alternatifler uygulayabilecektir. Üretici, ürünlerin dağıtım ve finansal sorumluluğunu bayiye verdiğinde, Antalya'nın dışında uzak bir bölgeden talep geldiğinde, bayi, bu talebi karşılayabilmek için ürünlerin dağıtımını konusunda üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılardan destek alabilmektedir. Diğer yandan, eğer büyük hacimli bir sipariş söz konusu ise, ve siparişin kısa sürede karşılanması gerekiyorsa üretici firma bayi yerine kendisi siparişe konu olan ürünlerin konaklama tesislerine ulaşmasını sağlayabilmektedir. Bazı oteller, gıda ürünlerinin tüm tedarik zinciri boyunca hareketi esnasında ısı değişim kayıtları gibi teknik konularda izlenebilirliğe daha çok önem vermektedir. Ancak eğer bayilerin araçlarında bu şekilde yeterli bir teknik donanım yok ise, üretici firma üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı kullanma kararından vazgeçecektir. Bu üretici için farklı soğuk zincir lojistik sistemlerin değerlendirmesi Tablo 2'de özetlenmiştir.

Üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar; sigorta şartı, lojistik hizmet sağlayıcının ulusal dağıtım ağı ve lojistik süreçlerin üretici tarafından izlenebilirliği gibi kriterler çerçevesinde seçilmekte ve her iki taraf arasında sözleşme yapılarak bir iş birliği oluşturulmaktadır. Var olan dağıtım ağı içerisindeki potansiyel sorunlar olarak; üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcının kendisine belirtilenden daha farklı bir bayiye ürünlerin dağıtımını yapması durumuna rağmen bunun hangi sorundan kaynaklandığı ve çözüm yollarının geliştirilmemesidir. Üretici firma daima bayilerin dağıtım yapılacak güzergâhlar, personel, soğuk depolama ve ısı rejimli araçlar gibi konularda kendi standartlarına sadık kaldıklarını onaylamak ve kabul etmek durumunda kalmaktadır.

#### 4.2.VAKA-II

##### 4.2.1.Firma Hakkında Genel Bilgiler:

Bu vaka analizinde konaklama tesisleri için kırmızı ve beyaz et üretimi yapan bir firmanın incelenmesi söz konusudur. 18 yıldır faaliyet gösteren firmanın yıllık satışları 50-100 milyon TL (13-26 milyon USD) olup, bu satışların %25-50 aralığındaki kısmını konaklama tesislerine yapılan gıda ürünleri satışları oluşturmaktadır. Firmada toplam 175 kişi istihdam edilmektedir.

#### 4.2.2.Turizm Sektörüne Yönelik Dondurulmuş Gıda Ürünleri Tedarik Zinciri Yapısı:

Turizm sektöründe yer alan konaklama tesislerine gıda ürünlerinin dağıtım aşamasında üretici işletme tarafından kullanılabilir temelde iki tip dağıtım kanalı yapısı söz konusudur. Bunlardan birisi doğrudan nitelikte olup ürünler üretici işletmenin kendisi tarafından otellere iletilirken; diğer dağıtım kanalında bu faaliyetler bayiler aracılığıyla yapılarak dolaylı bir yapı söz konusu olmaktadır. Dolayısıyla da hem doğrudan hem de dolaylı bir dağıtım yapısı kapsamında firmanın karma (hibrid) bir dağıtım kanalı yapısına sahip olduğu açıkça görülmektedir.

Dolaylı dağıtım kanalı kapsamında bayiler üzerinden gerçekleşen lojistik operasyonlara baktığımızda Şekil 1’de yer alan süreçleri dikkate alarak, birinci süreç kapsamında gıda ürünlerinin dağıtım işlemleri için araçlara yüklenmesi faaliyeti, üretici firmanın kendisi tarafından yönetilmekte ve finanse edilmektedir. İkinci süreç ise ya tamamen üretici tarafından ya da bayi tarafından yönetilip finanse edilmektedir. 3.süreç konusunda da yönetim kısmında üretici veya bayinin çabaları söz konusu iken bu kez finansman kısmında bayinin sorumluluğu söz konusu olmaktadır. 4,5,7,8 ve 9.adımlar tamamen bayinin sorumluluğunda olup; 6,10,11 ve 12.adımlar üretici firma için söz konusu olmayan aşamaları ifade etmektedir. Üretici firmanın doğrudan dağıtım kanalı çerçevesinde ürün dağıtım faaliyetlerini kendisi yapması durumunda yalnızca 1 ve 9 numaralı süreçler söz konusu olmakta ve diğer süreçlerin hiç birisi firmanın lojistik süreçleri içerisinde yer almamaktadır.

Bayilerin seçimi, tamamen iş birliği içerisinde bulunulacak bayilerin, faaliyet gösterdiği bölgelerdeki güçlü ağ yapısına, dolayısıyla güçlü müşteri ilişkilerine ve aynı zamanda da üreticinin standartlarına uyum sağlayabilme becerisine göre yapılmaktadır. Eğer ki üretici, otellere gıda ürünlerinin dağıtım aşamasında uygun bir bayi bulamaz ise, bu durumda firma kendi ürünlerini kendisi dağıtarak dolaylı olarak tasarladığı dağıtım kanalını doğrudan dağıtım kanalı formuna dönüştürmektedir. Bu aşamada firma, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarla çalışmamaktadır. Bu firma için söz konusu olan farklı soğuk zincir lojistik sistemleri Tablo 2’de özetlenmiştir.

Lojistik süreçlerde yaşanan potansiyel sorunlar arasında ısının korunması ile ilgili gereksinimler firmanın en hassas olduğu konuyu ifade etmektedir. Özellikle de gıda ürünlerinin üreticinin kendisi tarafından doğrudan otellere dağıtımının yapıldığı süreçte, dağıtım yapılacak otellerin birbirine çok yakın olması halinde sık duraklama ve mal boşaltma süreçleri, araç kapılarının normalden daha fazla açılmasına neden olarak soğuk zincirin kırılmasını kaçınılmaz hale getirebilmektedir. Firma aynı zamanda dolaylı dağıtım kanalı kapsamında çalıştığı bayileri de denetleyerek, ürünlerin dağıtım esnasında son kullanım tarihi sona eren ilk ürün grubunun ilk sırada dağıtılması (FEFO) kuralının uygulanması için eğitimler vermeyi de gerekli görmektedir.

### 4.3.VAKA-III

#### 4.3.1.Firma Hakkında Genel Bilgiler:

Bu vakaya konu olan firma, otellere yönelik olarak dondurulmuş meyve, sebze, hamur ve patates ürünlerini üretmekte ve dağıtımını yapmaktadır. 50 yıldan uzun süredir faaliyette bulunan firma, 25 yıldır sebze üretimi gerçekleştirmektedir. Toplam yıllık satışları 300-400 milyon TL (80-107 milyon USD) aralığında olan firmanın toplam satışlarının %10’luk kısmı konaklama tesislerine yapılan gıda ürünü satışlarını ifade etmektedir. Firmada toplam 1400 kişi çalışmaktadır.

#### 4.3.2.Turizm Sektörüne Yönelik Dondurulmuş Gıda Ürünleri Tedarik Zinciri Yapısı:

İkinci vaka çalışmasına benzer olarak, bu vakada da üretici firmanın hem kendisinin hem de

bayiler aracılığıyla iki farklı dağıtım kanalı çerçevesinde konaklama tesislerine hizmet verdiğini söyleyebiliriz. Dolayısıyla burada da karma (hibrid) bir dağıtım kanalı yapısı söz konusudur.

Firma yurt içi pazarına ürün satışı yapmakta olup, ulusal çapta 50 bayi ve 8 bölge müdürlüğü aracılığı ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu durumda süreçler bazında 1-5 ve 7-9 arası; buna ilaveten 12.süreç dağıtım kanalı yapısında gerçekleşmekte olup; kalan 6,10 ve 11.süreçler kanal yapısı içerisinde yer almamaktadır. Bazı durumlarda üretici firmadan ara depoya malların taşınması esnasında üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılardan destek alınmaktadır. Ancak her iki durumda da dağıtım sürecine dahil olan adımların finansal sorumluluğu firmaya aittir. Vaka kapsamında incelenen firma için farklı soğuk zincir lojistik sistemlerinin değerlendirilmesi Tablo 2'de özetlenmiştir.

Firmanın ulusal anlamdaki ölçek büyüklüğü ve ekonomik anlamda güçlü bir yapıya sahip olmasından dolayı, gıda ürünlerinin dağıtımını esnasında yüksek kaliteli araçlar kullanılmakta olup, ürünlerin birbirine çok yakın konaklama tesislerine dağıtımını aşamasında soğuk zincirin kırılma riskinin diğerlerine nazaran daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bu süreçteki söz konusu sorunlara baktığımızda ister tüm dağıtım faaliyetlerini firma kendi araçlarıyla yapsın; isterse de üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı kullanılsın, araç sürücülerinin bazen bekleme esnasında aracı çalışır konumda bırakmayı unuttukları ve bu yüzden ısı gereksiniminin yeteri kadar karşılanamaması durumu söz konusu olmaktadır. Bu durum daha çok otellerin aynı zaman diliminde birden fazla mal kabul sürecini bir arada yürütmesi ve araçların diğer üretici firma araçlarının boşaltma faaliyetleri bitene kadar uzun süre beklemek zorunda olmasından dolayı ortaya çıkmaktadır.

#### 4.4.VAKA-4

##### 4.4.1.Firma Hakkında Genel Bilgiler:

Bu incelemede bu sefer bir üretici yerine ulusal çapta lider soğuk zincir lojistik hizmet sağlayıcılarından birisi ile görüşme sağlanarak, turizm sezonunda konaklama tesislerine ürün gönderen üreticilerin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıları neden tercih edeceği/etmeyeceği ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Vaka kapsamında incelenen lojistik hizmet sağlayıcı, yaklaşık olarak 10 yıldır hizmet vermekte olup yıllık 1,3 milyar TL (350 milyon USD) düzeyinde satış hacmine sahiptir. Firmada toplam 7.000 kişi istihdam edilmekte olup, ulusal çapta 50, uluslararası alanda 25 ve toplamda 75 dağıtım merkezi ile müşterilerine entegre lojistik çözümler sunulmaktadır.

##### 4.4.2.Turizm Sektörüne Yönelik Dondurulmuş Gıda Ürünleri Tedarik Zinciri Yapısı:

Ulaştırma, depolama, elleçleme, paketleme, stok yönetimi, denetim-kontrol ve sigorta gibi lojistik fonksiyonların birçoğu firma tarafından müşterilerine sunulmaktadır. Üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı açısından, turizm sektöründe yer alan oteller, lojistik hizmet sağlayıcıların ölçek ekonomisinden yararlanması ve kendilerine ait yüksek teknolojik ekipmanlarla (depolardaki yüksek kapasiteli jeneratörler sayesinde enerji kesintisi durumunda bile etkin soğuk zincir yönetimi) gıda ürünlerinin taşınması aşamasında daha düşük seviyede soğuk zincirin kırılması problemi ile karşı karşıya kalınacağından, üreticilerin daha düşük maliyetlere katlanmaları açısından dağıtım süreçlerinde tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Diğer yandan üreticilerin büyük kısmının, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarla iş birliğinin kendilerine yaratacağı fırsatların farkında olmadıkları için ve sorumluluğun lojistik hizmet sağlayıcıya geçmesinin ürünlerin kontrolü ve takibi kapsamında sorun yaratacağını düşündükleri için iş birliğine girmedikleri belirtilmiştir. Bu tip üreticilerin çok kısa sürede büyük teslimatlar talep etmiş ol-

dukları gibi, daha standart dışı hizmetler talep ettiği belirtilerek, analitik bir maliyet hesabı yapılamadığı ve bu yüzden de optimal olmayan kararlarla tedarik zinciri süreçlerinin yönetildiği belirtilmiştir. Üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı firmanın belirtmiş olduğu bir diğer unsur da; özellikle daha küçük ölçekli üretim firmalarının tamamen duygusal nedenlerle uzun süredir çalıştığı bayilerle çalışmaya devam etmek istediklerini ve yeni bir lojistik hizmet sağlayıcı ile çalışma sürecine isteksiz bakıyor olmasıdır.

**Tablo 2: Üreticiler Açısından Farklı Dağıtım Kanallarının Karşılaştırılması**

Karşılaştırma Kriteri			Soğuk Zincir Dağıtım Kanalı Lojistik Sistem Dizaynı (Değerlendirme Kriteri 1- Kesinlikle Tercih Edilmez, 2- Tercih Edilmez, 3- Kararsız, 4- Tercih Edilir, 5-Kesinlikle Tercih Edilir. Yanıt alınamayan kısımlar boş bırakılmıştır)														
			Üretici tarafından doğrudan otellere dağıtım			Bayiler aracılığıyla otellere dağıtım			Karma (Hibrid) Sistem (Doğrudan üretici+bayi)			Üçüncü Taraf Dış Kaynak Kullanımı					
												Evet			Hayır		
Vaka Çalışmasına Dahil Edilen Firmaların Değerlendirdiği Kriterler			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Verimlilik	1	Değişken Dağıtım Maliyetleri	4	3		3	4		3	5		4	2		1	4	
	2	Dağıtım Yatırım Maliyetleri	2	2		3	5		4	4		4	4		2	2	
	3	Karlılık	3	5		3	4		3	5		4	4		2	3	
Esneklik	4	Hacim Esnekliği	3	5		3	4		4	5		5	5		1	3	
	5	Dağıtım Esnekliği	3	2		3	5		3	4		5	3		1	3	
	6	Müşteri Tatmini	4	5		3	5		3	5		4	3		2	3	
	7	Siparişin Karşılanamama Düzeyi (Back-Order)	4	1		2	3		3	4		4	3		2	3	
Talebi Yanıtlayabilirlik	8	Kayıp Satış Miktarı	4	1	5	2	4	4	3	3	4	4	4		2	2	
	9	Dağıtımda Gecikmeler	4	5	5	3	4	4	3	5	4	4	2		2	3	
	10	Müşteriye Cevap Verebilme Zamanı (Leadtime)	2	4	5	3	4	4	3	4	4	5	4		1	2	
	11	Hatalı Sevkiyat Miktarı	5	5	5	3	4	4	3	4		4	3		2	3	
	12	Gıda Güvenliği	4	5	5	3	4	5	4	4		4	2		2	4	
Süreç Kalitesi	13	Gönderilen Ürünün Fiziksel Durumu	4	5	4	3	4	3	3	4		4	3		2	4	
	14	İzlenebilirlik	4	5	1	2	5	1	3	5		4	4		2	3	
	15	Uygun Depolama ve Elleçleme Koşulları	4	5	5	2	4	4	3	4		4	3		2	4	
	16	Yönetim Kolaylığı	5	5	5	3	4	4	4	4		4	4		2	3	



## 5.BULGULAR

Dondurulmuş gıda üreticilerinin, otellere yönelik dağıtım kanalı yapısı seçiminde firma odaklı ve sektör odaklı faktörlerin seçim süreci üzerinde ciddi bir baskı oluşturduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, ikinci vaka çalışmasında incelenmiş olan et üreticisi firma, diğer iki vakada incelenmiş olan üreticilere göre ulusal çapta daha küçük bir ölçeğe sahiptir. Sadece bu firma, pazarlama ve müşteri ilişkilerinin önemli bir faktör olduğunu belirterek bayiler aracılığıyla dolaylı bir dağıtım kanalını tercih etmiştir. Firma ayrıca, en küçük bir ısı değişiminden bile etkilenebilecek türde bir et üretimi yaparken yine yalnızca bu firma süreçlerin hiç birisinde üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılardan destek almamaktadır. Bu yüzden, daha küçük ölçekli dondurulmuş gıda üreticilerinin, faaliyet gösterdikleri turizm bölgelerinde güçlü bir müşteri ilişki yapısına sahip bayilerle çalıştığı gözlemlenmiştir. Ürünün ısı değişimine bağlı hassaslık düzeyi, üreticinin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı tercih etmemesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bu durum, dördüncü vakaya konu olan üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı firmanın belirtmiş olduğu gibi yüksek ısı hassasiyetine sahip ürünlerin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından dağıtım işlemlerinin yapılması durumunda üreticilerin, finansal yönetim hizmet sağlayıcıda olmasına rağmen çok istekli olmadıkları bilgisiyle örtüşmektedir. Bu tür üreticiler, ısı temelli oluşacak olan bir hasar durumunda müşteri tatmin düzeyinin düşmesi riskini daha önemli bir konu olarak göz önünde bulundurmaktadır.

Birinci ve üçüncü vaka analizinde incelenmiş olan firmalar daha büyük bir ölçeğe sahip olup, tedarik zinciri yapılarında üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarına da yer vermektedir. Bu tür üreticilerin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıları olmadan kendi süreçlerini yönetmeleri çok acil ve kısa sürede karşılanması gereken ve ısı gereksinimine yönelik hassaslık durumu içermeyen siparişler durumunda söz konusu olmaktadır.

Dördüncü vaka analizinde, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı firma, standart dışı acil sipariş durumlarında verilen hizmetleri tanımlamıştır. Bu firmalar üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarından hizmet alsalar bile mutlaka hizmet sağlayıcılarının ürünlerin hareketi konusunda izlenebilirlik ve sigorta sorumluluğunu almalarını beklemektedirler. Üreticilerin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı kullanım tercih sonuçlarına baktığımızda, yine dördüncü vaka analizinde lojistik hizmet sağlayıcı tarafından da ifade edildiği gibi, üçüncü taraf hizmet alımı yatırım maliyetlerinin düşmesi açısından önemli bir avantajdır. Ancak üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının yüksek teknolojik donanıma sahip araç ve tesis yatırımlarına rağmen gıda güvenliği ve kalite gereksinimleri zorlayıcı bir özellik oluşturmakta ve buna rağmen hala üreticiler lojistik hizmetler konusunda dış kaynaklama yoluna gitmemektedir. Eğer üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar, kendilerinden beklenen sigorta sorumluluğu ve personelin eğitilmesi konularında isteksiz davranırsa, üretici haliyle bu firmalardan hizmet almayacak ve gıda ürünlerine yönelik tedarik zinciri yalnızca bayiler veya doğrudan üreticilerin kendileri tarafından yönetilen bir sisteme dönüşecektir. Bu farklılık perakende sektörü ile karşılaştırıldığında tamamen turizm bölgelerinden kaynaklanan faktörlerle sistemin ne şekilde değiştiğini açıkça göstermektedir. Birbirine yakın teslim noktaları, araç sürücülerinin sık duraklama yapmalarına ve frigorifik araçlar içerisinde taşınan donmuş ürünlerin yakın aralıklarla sıcak hava temasına maruz kalmasına neden olmaktadır. Turizm sektörünün özellikle yoğun zamanlarında oldukça fazla sayıda acil siparişler olduğu için bu durum üreticilerin dağıtım hizmetlerini üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarından almasına izin vermemektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada konaklama tesislerine yönelik dondurulmuş gıda ürünlerinin dağıtımını açısından hangi dağıtım kanalı yapısının daha uygun olduğu, çeşitli işletmelerle yapılan vaka analizi çalışmaları ile incelenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde, üçüncü taraf lojistik hizmet temelli perakendeye yönelik soğuk zincir lojistiği operasyonları ile turizm sektörüne yönelik soğuk zincir lojistiği operasyonları arasında farklı olduğu tespit edilmiştir. Büyük ölçekli dondurulmuş gıda üreticileri genellikle, yatırım maliyeti avantajına rağmen gıda güvenliği ve gıda kalitesi konuları bazında üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarından hizmet almayı tercih etmemektedir.

İklimin özellikle turizm sektörünün yoğun sezonunda çok sıcak olması, konaklama tesislerinin yoğun taleplerini karşılamak üzere araçların sık ve sürekli duraklama yapmaları ve ısı değişiminin yüksek risk oluşturması soğuk zincirin kırılmasına ve ürünlerin bozulmasına neden olmaktadır. Isı değişimleri dolayısıyla ürünlerin ısı değişimine hassasiyetlerinin artması, gıda üreticilerinin üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarla iş birliği konusunda isteksiz olmasına neden olmaktadır. Bu durum ikinci vaka incelemesine konu olan et üreticisi firmada da açıkça gözlemlenmiştir. Bu yalnızca sağlık açısından oluşacak tehlikeleri değil; aynı zamanda otellerin tatmin düzeylerinin düşmesine ve uzun dönemde finansal kayıpların daha sancılı olmasını da beraberinde getirecektir. Bu yüzden eğer gıda üreticileri, bazı durumlarda üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılardan destek alacaksa, bu firmalarda finansal sorumluluk, soğuk zincir lojistiği konusunda nitelikli ve eğitimli eleman ve ısı hassasiyeti konusunda kontrol noktalarını içeren bir sözleşme imzalamalıdır.

Üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcı açısından duruma baktığımızda, bu firmaların faaliyet alanları doğrudan lojistik olduğu için daha yüksek teknolojiye sahip altyapı ve araç kullanımı söz konusudur. Ancak ölçek ekonomisine bağlı olarak üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar, acil taleplere karşı esnek olamamakta ve yine bu durum da talebin daha düzenli ve doğru tahmin edilebildiği perakende sektörü ile arasındaki farkı ortaya koymaktadır. Turizm sektöründe organizasyon anlamında özellikle turizm sezonunun açıldı ve talebin yüksek olduğu dönemlerde planlanandan daha yüksek seviyede bir gıda talebi söz konusu olacağından bu durum acil siparişleri de oluşturacağı için üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının programları için çok uygun kabul edilmemektedir.

Daha sonraki araştırmalarda farklı turizm bölgelerinde daha fazla vaka analizi yapılarak, dondurulmuş gıda üreticilerine hizmet veren üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıları arasında farklılıklar olup olmadığı ortaya konmalıdır. Ayrıca üretilen gıdanın türüne ve firma ölçeklerine bağlı olarak üreticilerin soğuk zincir lojistik süreçlerinde farklılıklar olup olmadığı da incelenmeli ve akademik çalışmaların neredeyse yok denecek kadar az olduğu bu alanda daha fazla çalışma ortaya konmalıdır.

## 7. KAYNAKÇA

1. Akyüz, G. A., Erkan, T. E. (2010). "Supply chain performance measurement: a literature review", *International Journal of Production Research*, 17 (1), pp.5137-5155.
2. Aramyan, L. H., Lansink, A. G. F. M. O., van der Vorst, J. G. A. F., van Kooten, O., (2007). "Performance measurement in agri-food supply chains: a case study", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 12, No.4, pp.304-315.
3. Aydın, S. Z. (2005). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Stratejik İttifak Olarak Üçüncü Parti Lojistik*, Yayımlanmamış Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta.

4. Chaowarut, W., Wanitwattanakosol, J., Sopadang, A. (2009). "A Framework for Performance Measurement of Supply Chains in Frozen Food Industries", ThaiVCML, pp.98-108.
5. Chen H.-L., Li J.-Y., Liu Y.-S. (2011). "A Review On The Service Quality Of Fresh Food Cold Chain Logistics", Logistics Technology, p.19.
6. Durak, M. G., Ünverdi, İ. (2014). "Dondurulmuş Gıda Lojistiğinde Maliyet Bilgisinin Kullanımı", International Journal of Economics and Business Research, 5 (4), ss.19-41.
7. Flynn, B. B., Sakakibara, S., Schroeder, R.G., Bates, K.A. ve Flynn, E. J. (1990). "Empirical Research Methods in Operations Management", Journal of Operations Management, 9(2) pp.250-284.
8. Golnar B., Balan S., Elham M., (2013). "Robust optimisation model for the cold food chain logistics problem under uncertainty", International Journal of Logistics Economics and Globalisation, 5 (3), pp.167-179.
9. Gunasekaran, A., Patel, C., McGaughey, R. E. (2004). "A framework for supply chain performance measurement", Int. J. Production Economics, 87, pp.333-347.
10. Losito, P., Visciano, P., Genuardo, M., Cardone, G. (2011). "Food Supplier Qualification by an Italian Large-scale-Distributor: Auditing system and non-conformances", Food Control, 22, pp.2047-2051.
11. Montanari, R. (2008). "Cold chain tracking: a managerial perspective", Trends in Food Science Technology, 19, pp.425-431.
12. Özyörük, B. (2008). "Tedarik Zincirinde Ürün Dağıtımını İçin Üçüncü Taraf Kullanımı (3PL) ve Firma Seçimi", Süleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, 13 (2), ss.65-73.
13. Rediers, H., Claes, M., Peeters, L., Willems, K. A. (2009). "Evaluation of the cold chain of fresh-cut endive from farmer to plate". Postharvest Biology and Technology, 51, pp.257-262.
14. Shabani A., Saen R. F Torabipour, S. M. R. (2012). "A new benchmarking approach in Cold Chain", Applied Mathematical Modelling, 36, pp.212-224.
15. Sun X., Tan L., Guo Q., (2009). "To Study on Quality Safety Controlling for Agriculture Products Supply Chain", Value Engineering, p.12.
16. Tanyaş, M. "Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği". Ekonomi Ajandası. <http://ekonomiajandasi.net/gida-ve-soguk-zincir-lojistigi/28472> Son Erişim Tarihi: 2 Mart 2017.
17. Tarhan, E. 2013. "Soğuk tedarik zincir lojistiği ve ATP konvansiyonunun katkıları", <http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=10619>. Son erişim tarihi: 2 Mart 2017.
18. Wang, H. (2010). "An Empirical Research on Quality and Safety of The Quick-Frozen Food Supply Chain", International Conference of Information Science and Management Engineering, pp.314-317.
19. Yıldız, M. S., Bilgin, Y., Yazgan, H. İ. (2013). "İşletmeleri Lojistik Faaliyetlerde Yatırıma Yönelten Faktörlerin İncelenmesi: Çınar Boru Profil Sanayi ve Ticaret A.Ş. Örneği", International Journal Of Economics And Business Research, 4 (4), ss.131-145.
20. Zhang, G., Habenicht, W., Spieß, W. E. L. (2003). "Improving the structure of deep frozen and chilled food chain with tabu search procedure", Journal of Food Engineering, 60, pp.67-79.

# ŞEHİR İÇİ SOĞUK ZİNCİR DAĞITIMINDA İŞBİRLİKÇİ TAŞIMA YAKLAŞIMININ MODELLENMESİ VE ANALİZİ

Ahmet BALCIOĞLU<sup>1</sup>, Buğra BAYENDER<sup>2</sup>

## ÖZET

Günümüzde büyük bir ivme ile gelişen teknoloji ve artan küreselleşme; tedarik zincirlerini rekabetçi ve yenilikçi politikalar izlemeye yöneltmekte; modern taşımacılık uygulamaları ile maliyetlerin azaltılması ve rekabet düzeyinin artırılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda; işbirlikçi taşımacılık uygulamaları literatürde ve pratikte yer almaya başlamış, özellikle şehir lojistiğindeki problemlerin çözümünde alternatif stratejiler sunan bir araç haline gelmiştir. Bu çalışmada; şehir içinde toptancılarına soğuk zincir üzerinden dağıtım yapan iki firmanın tek başlarına ve işbirlikçi yapıda icra edecekleri taşımacılık faaliyetleri matematiksel bir model üzerinden analiz edilmektedir. Önerilen model, kapasiteli araç rotalama problemi olarak oluşturulmuş ve çözülmüştür. Müşteri taleplerinin değişken olarak alındığı bu modelde, ortak taşıma yapılması durumunda sağlanacak kazançların, farklı senaryolar altında, firmalar ve şehir lojistiği açısından ortaya konulması hedeflenmektedir. Özellikle araç sayıları ve sefer sayılarının talep duyarlılığı analiz edilerek yatırım ve işletim maliyetlerinin incelenmesi; ayrıca şehir içinde trafik yoğunluğu, enerji kullanımı ve emisyon salınımı etkilerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın; ele alınan işbirlikçi taşıma yönteminin hayata geçirilmesinde, şehir lojistiğinde yer alan paydaşlar için karar verme ve politika üretmede yardımcı olacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel Modelleme, Araç Rotalama, Şehir Lojistiği, İşbirlikçi Taşıma, Tedarik Zinciri Yönetimi, Sezgisel Yöntemler.

## MODELLING AND ANALYSIS OF COOPERATIVE FREIGHT TRANSPORTATION OF COLD CHAIN DISTRIBUTION IN URBAN LOGISTICS

### ABSTRACT

Today's rapid rate in developing technology and increasing globalization is leading supply chains to pursue competitive and innovative policies; modern transportation practices are being utilized in reducing costs and increasing level of competition. In this context; collaborative transportation practices have become a tool in theory and in practice, offering alternative strategies, especially in solving urban logistics problems. In this study, transportation activities of two firms that distribute to wholesalers in the city through a cold chain by themselves and in a cooperative structure will be analyzed via a mathematical model. It is

<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, SBE, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Bölümü, abalciog@gmail.com

<sup>2</sup> Maltepe Üniversitesi, SBE, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Bölümü, bugrabayender@hotmail.com

*aimed in this model, where customer demands are subject to change, to put forward the benefits of cooperative transportation from perspectives of the firms and city logistics under different scenarios. In particular, by analyzing the demand sensitivity on vehicle and tour numbers to observe investment and operating costs as well as determining the effects on traffic congestion, energy use and emission release within the city. It is assessed that this study might assist all stakeholders involved in city logistics in decision and policy making in implementing such cooperative transportation schemes discussed here.*

**Keywords:** Mathematical Modeling, Vehicle Routing, Urban Logistics, Cooperative Transportation, Supply Chain Management, Heuristic Methods.

## 1. GİRİŞ

Günümüz tedarik zincirleri ve bünyesinde yer alan lojistik hizmet sağlayıcıları, süratle gelişen yeni teknolojiler ve artan müşteri beklentileri ile karşı karşıyadır. Firmalar, bu yenilikçi ortama uyum sağlamadaki sürat ve esneklikleri ölçüsünde lojistik maliyetlerini azaltırken, performanslarını arzu ettikleri düzeyde tutabilecekler ve rekabet yeteneklerini sürdürebileceklerdir (Tanyaş, 2015). Özellikle yük taşıyan firmalar, kıyasıya rekabetin yaşadığı ulaştırma/taşımacılık pazarında karlılıklarını geliştirmek için filo yönetimi ve taşıma planlama stratejilerini yeniden düzenlemek zorunda kalmış; mevcut kaynakların optimize edilmesinin yanı sıra diğer taşıyıcılarla kazanç sağlayan ortakçı-işbirliği yöntemleri geliştirmek zorunda kalmışlardır (Wang, 2015).

Ayrıca yürürlüğe konan kanun ve yönetmelikler ile müşteri ve sivil toplum örgütlerinin değişen tercihleri, firmaları çevre ve enerji açısından sürdürülebilir stratejiler belirlemeye yöneltmektedir (Glock ve Kim, 2014). Özellikle şehir lojistiği içerisinde; çevreye duyarlı, trafik yoğunluğunu ve enerji kullanımı ile karbon salınımını azaltan operasyonel yöntemler stratejik ve taktik seviyelerde aranır bir özellik haline gelmiştir. Kentsel lojistik ya da şehir lojistiği; “şehir alanlarında trafikle ilgili yoğunluk, çevre, güvenlik ve enerji kazanımlarını göz önünde tutarak, firmaların yapmış oldukları lojistik ve taşımacılık faaliyetlerini, ileri bilgi sistemlerinin desteğinde ve serbest piyasa koşullarında tamamen eniyileme süreci” olarak tanımlanmıştır (Taniguchi vd., 2001). İngilizcede “*urban logistics*” veya “*city logistics*” olarak da adlandırılan kentsel lojistik, genel manada büyük şehirlerdeki farklı işletmeler tarafından meydana getirilen lojistik sorunların en aza indirilmesini hedeflemektedir.

Lojistiğin en bilinen fonksiyonu olan taşımacılık, aynı zamanda lojistiğin temel ve en ağırlıklı kısmını oluşturmaktadır (Tanyaş, 2015). Kentsel lojistikte; daha iyi ulaştırma yöntemleri olarak ortak yük taşımacılığı ile trafik akışı ve araç yönetimi kapsamında araç rota optimizasyonu kentsel yük taşımacılığı planlamaları arasında yer almaktadır. Dünya üzerinde birçok şehirde uygulamaya konulan bu yönetim planlarının, taşıma maliyetlerinde iyileştirme sağlarken; trafik yoğunluğu, hava ve ses kirliliği ve araç kazaları gibi negatif etkileri de azalttığı görülmüştür. (Taniguchi vd., 2015; Browne vd., 2012). Lojistikte İşbirliği, en genel anlamıyla en az iki aktörün ortak bir amaca erişmek için çaba ve kaynaklarını paylaşmaları olarak tanımlanabilir (Munoz-Villamizar vd., 2015). Taşımacılık maliyetlerini azaltmak için

birden fazla müşteriye ait ürünün birden fazla noktaya gidecek şekilde tek bir araç içerisinde konsolide edilmesi taşımacılıktaki işbirlikçi yöntemlerdendir (Hiohi, 2015).

Lojistiğin içerisinde ayrı bir ihtisas olan soğuk zincir; gıda maddelerinin üretiminden tüketimlerine kadar geçen süre içinde sahip oldukları doğal niteliklerin korunmasını hedefler. Bu maksatla gıda maddelerinin soğuk ortamda depolanması, frigorifik (soğutmalı) araçlarla taşınması, satılacakları zamana kadar yine soğuk depolarda muhafazası ve tüketim anına kadar tüm aşamalarındaki soğuk uygulama ve işlemlerin genel ismidir (Şen, 2008). Üretimden tüketiciye kadar olan tüm zincirlerde soğuk zincirin bozulmamasında uygun araçların doğru, etkin ve sürekli takip edilen bir yapı içerisinde kullanımı ve kontrolü önemli bir gerekliliktir.

Araç Rotalama Problemi (ARP), optimizasyon literatüründe oldukça geniş kapsamda çalışılmış bir alandır. ARP, tedarik zincirlerinde, ürün ve hizmetlerin müşterilere belirli kısıtlar altında fiziksel dağıtımını gerçekleştirecek araç filosuna optimal rota oluşturmada kullanılır (Kumar ve Panneerselvam, 2012). Amaç ve dağıtım sisteminden kaynaklanan kısıtlara göre kategorilere ayrılan ARP'nin ana bileşenleri yol şebekeleri, müşteriler, depolar ve araçlardır (Zibaei vd., 2016). Günümüz gerçek problemleri klasik ARP ile çözülemeyecek kadar karmaşık olduğundan araç kapasitesi veya müşteride bulunma zamanı gibi kısıtlar eklenerek ARP türevleri geliştirilmiştir. Bunlar içinde her aracın belirli bir kapasiteye sahip olduğu Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (KARP), lojistik planlamanın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle pratik ve teorik olarak büyük ilgi gören KARP, klasik ARP'nin akademik olarak en çok incelenen versiyonudur (Golden vd, 2008; Toth ve Vigo, 2014).

Bu çalışmada; şehir içerisinde toptancılarına soğuk zincir üzerinden dağıtım yapan iki firmanın tek başlarına ve işbirlikçi yapıda icra edecekleri taşımacılık faaliyetleri matematiksel programlama modeli üzerinden analiz edilmiştir. Bu maksatla firmaların dağıtım ağlarının optimizasyonu, Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (KARP) olarak ele alınmıştır. Soğuk zincir, frigorifik araçların enerji kullanımı ve ürün dağıtımında mesafe veya zaman kısıtları gerektirmesi nedeniyle örnek olarak alınmıştır. Temel amaç; firmaların taşımacılıktaki lojistik kaynaklarını paylaşımlı kullanmaları ve ortak hareket etmelerinin, taşımacılık maliyetlerinin yanı sıra enerji kullanımı, karbon salınımı ve şehir içi trafik yoğunluğu gibi kentsel lojistiğin ana sorunlarına etkilerini incelemektir. Çalışmanın; ele alınan işbirlikçi taşıma yönteminin hayata geçirilmesinde, şehir lojistiğinde yer alan paydaşlar için karar verme ve politika üretmede yardımcı olması hedeflenmektedir.

Bir sonraki bölümde modelleme yöntemi olarak ARP türevleri (KARP özelinde) ile işbirlikçi taşımacılık uygulamalarına ilişkin literatür incelemesi verilmiştir. Üçüncü bölümde KARP modeli, tam çözüm yöntemleri kullanılarak anlatılmıştır. Dördüncü bölümde; farazi iki firmaya ait ağ yapıları üzerinde müşterilerine yapacakları dağıtımlara ait oluşturulan farklı işbirlikçi senaryolar çözülmüştür. Son bölümde ulaşılan sonuçlar ve öneriler yer almıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Modelleme, kentsel lojistikle ilgili problemlerin incelenmesinde özel bir yere sahiptir. Taşımacılıkla ilgili gerçekte bir şeyi değiştirmeden öngörülen tasarım ve değişikliklerin etkilerinin incelenmesine ve tahminine olanak verir. Kentsel lojistikte yük taşımacılığına ilişkin yönetsel süreçlerin uygulanmaya konulmadan değerlendirilmesinde ve tüm paydaşlar açısından etkilerinin anlaşılmasında etkin bir araçtır. Taşımacılıkla ilgili modellemelerde simülasyon ve optimizasyon modelleri kullanılmaktadır (Taniguchi vd., 2015). Taşımacılık ve rota optimizasyonu alanında ARP modelleri tam ve yaklaşık çözümlü optimizasyon modelleri olarak yer almaktadır.

Taniguchi vd. (2001); kentsel lojistiğin temel konseptini paydaşlarıyla birlikte tanımlamış, kentsel lojistik planlaması değerlendirme kriterlerini ve modelleme esaslarını belirlemişler; kentsel lojistiğin modellenmesi, akıllı ulaştırma sistemlerinin kullanılması, araç rotalama, lojistik terminallerin yeri gibi çalışmaları sistem yaklaşımı temelinde ortaya koymuşlardır. Taniguchi ve Thompson (2015), Taniguchi vd. (2001) tarafından yapılan kentsel lojistik konsepti kapsamındaki çalışmaları güncelleyerek; modelleme, değerlendirme ve kentsel yük taşıma sistemlerinin planlanması konularını da kapsayan en son gelişmeleri belirlemişlerdir.

ARP için ilk matematiksel model ve çözüm yöntemi Dantzig ve Ramser (1959) tarafından verilmiştir. Daha sonra Clarke ve Wright (1964), klasik ARP için yaklaşık çözüm üreten, meşhur “Tasarruf (*Savings*) Algoritması” olarak bilinen “Açgözlü (*Greedy*)” yaklaşımla etkin bir sezgisel algoritma geliştirmişlerdir. Bugün ARP ve türevlerinin çözümünde tam çözüm algoritmaları ile meta-sezgisel ve sezgisel yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Konuya ilişkin alan taraması ve son gelişmeleri sunan birçok çalışma literatürde yer almaktadır (Kumar ve Panneerselvam, 2012; Keskinürk vd, 2015; Golden vd, 2008; Toth ve Vigo 2014). Araç rotalama problemleri, yöntemleri ve uygulamaları hakkında geniş ve derinlemesine bilgi edinmek isteyen okuyucu Toth ve Vigo’ya (2014) bakabilir.

KARP uygulamalarını lojistik planlama ve taşımacılık uygulamalarında yaygın olarak görmekteyiz. Atmaca (2012) Eş zamanlı dağıtım-toplamalı ARP tam çözümünü, bir kargo şirketinin transfer merkezi ve 71 adet şubesi arasında uygulamış, araç sayıları ve doluluk oranları ile kat edilen mesafelerdeki kazançları (mesafelerde yaklaşık %26 iyileşme) sunmuştur. Özkök ve Kurul (2014), benzer şekilde bir gıda şirketinin her seferinde en fazla 24 noktadan oluşan müşteri grubuna optimal dağıtım planını KARP kullanarak iyileştirmişlerdir (mesafelerde %8’in üstünde iyileşme). Akmeşe (2003), Kara Kuvvetlerinde yurt içinde belirli noktalara periyodik olarak lojistik malzeme dağıtımını yapan araç sayılarının değişiminin optimal rota ve maliyetlere etkisini incelemiştir. Zaman, araç türü, rota uzunluğu ve çeşitli özelliklere ait kısıtlar ile “zengin” hale getirilen ARP uygulamaları da literatürde görülmektedir. Barman (2014), çok sayıda karma araç çeşidi içeren karma-ARP kullanarak içinden en uygun araç tiplerinin seçildiği bir model ve çözüm algoritması geliştirmiş; Hiermann vd.,



(2016) elektrikli araçlar için ARP ile rotaları ve uğranacak batarya şarj istasyonlarını ve varış zamanlarını modellemiştir; Salhi vd., (2013) karma araçlardan oluşan filo miktarını belirleyen karma-ARP ile müşterilere dağıtım yaptıktan sonra toplama yapılan ARP modelini birleştirerek tam sayılı doğrusal programlama (TSDP) olarak formüle etmiştir; Gudmundsdottir ve Petursdottir (2005), farklı müşterilerden toplanacak siparişleri farklı müşteri grubuna dağıtacak cross-docking merkezi için toplama-dağıtım için ARP versiyonu kullanarak toplama ve çıkarmanın senkronize edildiği çözüm geliştirmişlerdir.

Problemde yer alan düğüm sayısındaki artışın, KARP türü problemlerin tam çözümünü oldukça zorlaştırdığı bilinen bir gerçektir. Bu durum, problemin büyüklüğü ve pratik kullanım ihtiyacı göz önüne alınarak KARP'ın tam çözümü yerine yaklaşık çözüm veren sezgisel algoritmaların kullanılması ile aşılabilmektedir. Cáceres-Cruz, vd. (2013), birçok yan kısıtla zenginleştirilen KARP için, Clark ve Wright'ın (1964) meşhur "Tasarruf (*Savings*)" sezgisel algoritmasını kullanarak bir firmanın 50'den fazla noktaya hazır yiyecek dağıtımını çözmüşler; Cacceta vd., (2013), "Tasarruf (*Savings*)" algoritmasını geliştirerek maliyet ve mesafe matrislerini belirli ölçütlere göre kategorilere ayırmışlar (*Domain Reduction*) ve klasik algoritmanın çözüm doğruluğunu %18 oranında artırmışlardır .

Matematiksel modellerin lojistiğin birçok alanında oldukça yaygın kullanımı beraberinde işbirlikçi politikaların teoride ve pratikte uygulanmasını ve elde edilen sonuçların paylaşımını getirmiştir. Neto vd., (2016) yoğun yerleşim alanlarında adet olarak büyük miktarlarda dağıtım yapan bir içecek firmanın özmal ve kiralık araçlarla dağıtımını maliyetler açısından incelemiştir, firmanın öngördüğü tahmini maliyetlerde %37'lere varan azalma sağlayan sezgisel ve karma çözüm yöntemleri sunmuştur. Laseter ve Weiss (2008), sebze üreticileri arasında yapısal tedarik zinciri işbirliğini incelemişler; ortak bir dağıtım ağı üzerinde stratejik seviyede ve çok taraflı işbirliğine dayalı senaryolar oluşturarak ortak perakendecilere yapılacak dağıtımların maliyet kalemlerini ve kazanımlarını analiz etmişlerdir. Laseter ve Weiss (2008), çalışmalarında; taktik seviyedeki İşbirliğine Dayalı Tahmin, Planlama ve İkmal (*Collaborative Planning, Forecasting, Replenishment – CPFR*) talep değişkenliğinin azaltılmasının stok seviyelerini azalttığını, ancak lojistik maliyetler içerisinde büyük yer tutan dağıtım merkezi operasyonları ve ulaştırma üzerinde az etkisi olduğunu, hatta bazı işbirliği şekillerinin bazı üreticiler için maliyetleri artırıcı etkileri olduğunu göstermişlerdir.

Wang (2015), doktora tezinde yük taşımacılığında firmalar arasında taşımacılık taleplerinin değişimini (yatay işbirliği) ve alt kontrat (dikey işbirliği) yönetimini incelemiştir. Wang, Taşımacılık talebinin yerine getirilmesindeki tüm seçeneklerin incelenmesinin, günümüz modern taşımacılığının operasyonel planlamasını oldukça karmaşık duruma getirdiğini belirterek, potansiyel maliyet avantajlarını gerçekleştirecek karmaşık optimizasyon problemleri için çözüm yöntemleri üzerinde durmuştur. Wang ayrıca, Ölçek ekonomisi elde etmek için taşımaların birleştirilmesi farklı firmaları yatay bir koalisyonda bir araya getirmekte; rota bazlı taşımacılık talep değişimi mekanizması ile koalisyondaki bağımsız taşıyıcıların bilgi

değişimi ve merkezi olmayan kararlarının kazanç avantajı elde etmesini hedeflemiştir.

İşbirlikçi uygulamalar kapsamında; dağıtım ve konsolidasyon merkezleri ile dağıtım araçlarının ortak kullanımını ele alan çalışmalar yapılarak, işbirliğinin parasal ve çevresel fayda ve maliyetleri incelenmiştir (Gonzales-Feliu, 2012; Juan, vd., 2014; Hiohi, vd., 2015; Munoz-Villamizar vd., 2015). Bir diğer grup çalışma da işbirliğine dayalı uygulamalarda; oluşan talebin paylaşımı ile kâr ve maliyetlerin, işbirliği kapsamında ortaya konan kaynaklar ve diğer kısıtlar doğrultusunda belirlenmesi ve paylaşılması esaslarını hedeflemektedir. Bu tür çalışmalar işbirlikçi koalisyonlarda yer alan aktörler açısından büyük önem arz etmektedir (Krajewska, vd., 2008; Liu, vd., 2010; Zibai, vd, 2016; Guajardo vd., 2016).

### 3. YÖNTEM

#### Tamsayılı Matematiksel KARP Modeli

Modelde, verilen ağ üzerinde depodan ( $s$ , nokta 0) müşteri olarak adlandırılan  $n$  sayıdaki noktaya talep edilen ürünlerin dağıtımını en az maliyetle (zaman, mesafe, vb.) gerçekleştiren rota/araç sayısı belirlenecektir. Model,  $V = \{0,1,2, \dots, n, n+1\}$ , yani  $n+2$  sayıda nokta ve  $(n+1)(n+1)$  kadar,  $A = \{(i,j): i,j \in V, i \neq j\}$  yönlü bağlantı içeren  $G(V,A)$  ağı üzerinde tanımlanmıştır. KARP modelinin matematiksel ifadesi Toth ve Vigo (2014) esas alınarak aşağıda açıklanmıştır:

İndis ve Kümeler:

$s$  : Depo, nokta 0

$t$  : Sanal depo, nokta  $n+1$

$N$  : Ağ üzerindeki müşteriler,  $N = \{1,2, \dots, n\}$

$V$  : Ağ üzerindeki noktalar,  $V = \{s \cup N \cup t\} = \{0,1,2, \dots, n, n+1\}$

$i, j$  : Ağ üzerindeki noktalar indeksi,  $i, j = 0,1, \dots, n, n+1$

$k$  : Kullanılan araç indeksi,  $k = 1,2, \dots, K$

Parametreler:

$n$  : Müşteri sayısı

$K$  : Araç sayısı

$Q$  : Araç kapasitesi

$q_i$  :  $i$  müşterinin talebi

$C_{ij}$ :  $i$  ve  $j$  noktaları arasındaki ulaşım maliyeti (mesafe, zaman, vb.)

Değişkenler:

$X_{ijk}$  :  $\begin{cases} 1, & i \text{ ve } j \text{ noktaları arasında } k \text{ aracı hareket varsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$



$$Y_{ik} : \begin{cases} 1, k \text{ aracı } i \text{ noktasına uğrarsa} \\ 0, \text{ aksi takdirde} \end{cases}$$

$U_{i,k}$  :  $i$  müşteriye gelene kadar  $k$  aracı ile taşınan birikimli yük/talep miktarı.

Amaç Fonksiyonu:

$$\min \sum_{i=0}^{n+1} \sum_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^{n+1} \sum_{k=1}^K c_{ij} X_{ijk} \quad (3.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{k=1}^K Y_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (3.2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{sjk} \leq 1 \quad k = 1, \dots, K \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=0}^n X_{ihk} - \sum_{j=0}^n X_{hjk} = 0 \quad k = 1, \dots, K, h = 0, \dots, n \quad (3.4)$$

$$Y_{ik} = \sum_{j=1}^n X_{ijk} \quad k = 1, \dots, K, i = 0, \dots, n \quad (3.5)$$

$$Y_{ik} = \sum_{i=1}^n X_{ik} \quad k = 1, \dots, K \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=0}^n q_i Y_{ik} \leq Q \quad k = 1, \dots, K \quad (3.7)$$

$$U_{ik} - U_{jk} + QX_{jk} \leq Q - q_i \quad \begin{matrix} i, j = 0, 1, \dots, n, n+1, i \neq j \\ k = 1, \dots, K \end{matrix} \quad (3.8)$$

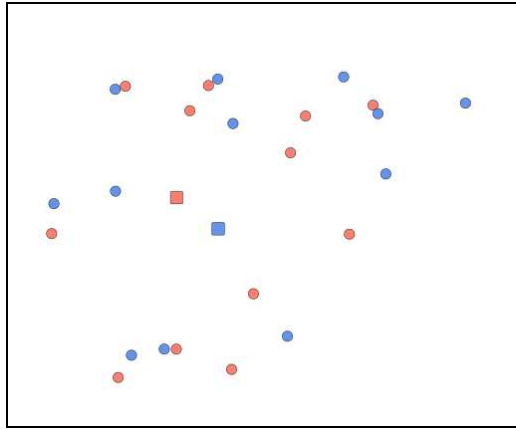
$$q_i \leq U_{jk} \leq Q \quad i = 0, 1, \dots, n, n+1, k = 1, \dots, K \quad (3.9)$$

Modelde yer alınan kısıtlara baktığımızda; (3.2) her müşteriye sadece bir aracın uğramasını, (3.3) her aracın en fazla bir kez kullanılması sağlar. Ağ üzerinde kesintisiz yük-rota akışını sağlayarak bir müşteriye giden aracın o müşteriden ayrılmasını (3.4) – (3.6) kısıtları gerçekleştirir. (3.7) müşteriye ulaştırılan talebin aracın kapasitesi içerisinde olmasını sağlar. Son olarak ağ üzerinde sürekliliği sağlayan ve alt tur oluşumunu engelleyen (3.8) – (3.9) kısıtları bulunmaktadır.

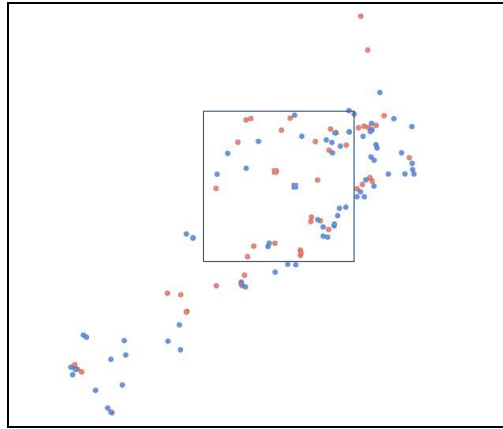
#### 4. UYGULAMA

Oluşturulan senaryolarda başlangıç olarak; farazi iki firmanın, kendi ağ yapıları içerisinde yer alan perakendecilerine kendi dağıtım kaynaklarını (dağıtım merkezi, frigorifik araçlar, vb.) kullanarak ürünlerini ulaştırdıkları esas alınmıştır. Senaryoların oluşturulmasında kullanılan veriler (dağıtım noktaları, perakendeci sayıları ve yerleri, günlük talep ve dağıtım bilgileri, vb.) firmaların ticari sır anlayışı nedeniyle, bütün halde açık kaynaklarda bulunmamak-

tadır. Bu nedenle çalışmada, soğuk zinciri kullanan üreticiler ve dağıtıcılardan uzman görüşü kapsamında yararlanılmış, ancak ticari avantaj/dezavantaj sağlayacak herhangi bir bilginin, açık kaynaktan yer alan ve kaynak gösterilenler hariç, paylaşılmasına özen gösterilmiştir. Firmalar (bundan sonra Firma-1 ve Firma-2 olarak adlandırılacaktır), İstanbul'da yer alan iki market zincirinin (Market-A ve Market-B) şubelerine süt ürünleri dağıtımını yapmaktadırlar. Çalışmada örnek alınan bölgedeki dağıtım noktaları, göreceli gerçek konumları ile Şekil-1'de gösterilmektedir.



a. Örnek alınan müşteri konumları ve depolar  
■ Dağıtım Merkezi ● Müşteriler



b. Gerçek durumdaki konumlar (Market-A 51 Şube, Market-B 75 Şube)

**Şekil 1: Örnek Alınan Firmalar Müşteri ve Dağıtım Noktaları**

#### 4.1. Örnek Uygulama ve Senaryonun Belirlenmesi

Örnek uygulama için belirlenen senaryoda Firma-1 Market-A'nın, Firma-2 ise Market-B'nin 12 şubesine, sahip oldukları dağıtım ağı üzerinden ürün dağıtmaktadırlar. Firmaların ellerinde 2'şer adet şehir içi taşımaya uygun, 950 kg taşıma kapasitesine sahip panelvan tipte frigorifik araç bulunmaktadır. Müşteri talepleri günlük olarak alınmakta ve o gün karşılanmaktadır. Firmaların gerçek noktalarına ait (Market-A 51 Şube, Market-B 75 Şube) günlük taleplere ilişkin tanımlayıcı istatistik bilgileri Tablo-1'dedir.

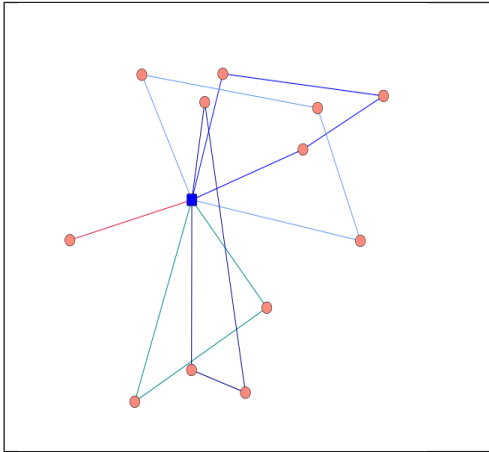
**Tablo 1: Market Talepleri Tanımlayıcı İstatistik Bilgileri (kg)**

	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	En Küçük	En Büyük	Aralık	Basıklık	Çarpıklık
<b>Market-A</b>	101,36	40,30	88,63	56,51	232,49	175,98	2,88	1,71
<b>Market-B</b>	71,83	169,59	49,49	20,34	1652,72	1632,38	8,64	9,30

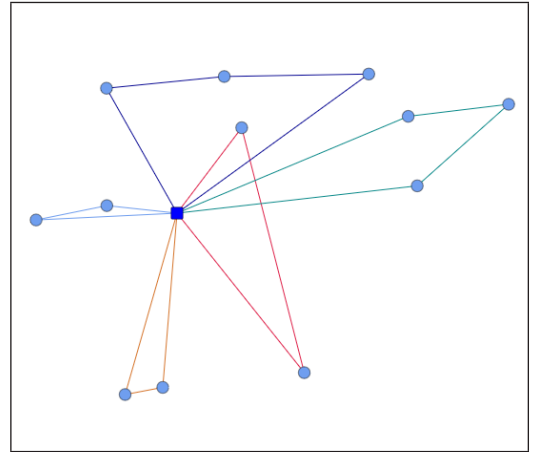
Yukarıdaki veriler, bölgedeki geniş dağıtım ağında yer alan müşteri taleplerini temsil etmektedir. Daha az müşteri (12’şerden toplam 24 şube) içeren örnek senaryo için araç kapasitesi ve toplam talep yükü kıyaslanarak uyarlanmış ve rassal olarak üretilmiştir. Örnek senaryoda taleplerin %30 azalıp artabileceği kabul edilmiştir. Çalışmada, -30%’dan +30%’a %10’luk değişimler içeren 7 farklı talep grubu kullanılarak model çalıştırılmıştır. Senaryoda, önce firmaların sadece kendi araçları ile dağıtım yapmalarını durumu incelenmiş, daha sonra araçların ortak kullanımı ile müşteri taleplerinin karşılanması analiz edilmiştir. Seçilen marketlerin şubelerine ait konum bilgileri açık kaynak arama motorları ve harita sunucuları vasıtasıyla elde edilmiş, hesaplamalarda Öklid mesafesi esas alınarak tüm noktalar arası mesafe matrisi oluşturulmuştur.

#### 4.2. Optimizasyon Modelinin Çalıştırılması

Üçüncü bölümde açıklanan optimizasyon modeli GAMS Yazılımı (GAMS, 2001) kullanılarak kodlanmış ve 4 çekirdekli 2,60 GHz i7-6700HQ işlemcili Windows 10 işletim sistemi üzerinde çalıştırılmıştır. Talep grubu 4 için optimizasyon modelinin tam çözümü ile elde edilen bir rota planı Şekil-2’de verilmektedir. Örnek senaryonun 7 farklı talep grubunu içeren tam çözüm sonuçlarına ait özet bilgiler Tablo-2’dedir.



a. Firma-1 için müşterilerine en uygun dağıtım



b. Firma-2 için müşterilerine en uygun dağıtım

**Şekil 2: Talep Grubu 4 için Firma-1 ve Firma-2'nin GAMS Çözümü- Dağıtım Rotaları**

**Tablo 2: Örnek Senaryonun 7 Farklı Talep Grubu için Çözümü**

	Firma-1 (Market-A)			Firma-2 (Market-B)		
	Rota Sayısı	Toplam Mesafe (km)	Taşınan Yük (kg)	Rota Sayısı	Toplam Mesafe (km)	Taşınan Yük (kg)
<b>Talep Grubu 1 (%-30)</b>	3	890,83	2654	4	967,65	2545
<b>Talep Grubu 2 (%-20)</b>	4	898,79	3034	4	967,65	2909
<b>Talep Grubu 3 (%-10)</b>	5	956,34	3413	4	1039,75	3272
<b>Talep Grubu 4 (%0)</b>	5	1001,07	3792	5	1242,99	3636
<b>Talep Grubu 5 (%10)</b>	5	1056,62	4171	5	1196,58	4000
<b>Talep Grubu 6 (%20)</b>	6	1201,06	4550	6	1254,99	4363
<b>Talep Grubu 7 (%30)</b>	6	1207,40	4930	6	1254,99	4727

Yukarıdaki tablodan da görülebileceği gibi her iki firmada müşterilerine yapacakları dağıtımları 5 rota ile yerine getirebilmektedir. Firma-1, Market-A'ya 3792 kg yükü 1001,07 km mesafe giderek dağıtırken, Firma-2, Market-B'ye 3636 kg yükü 1242,99 km yol giderek dağıtmaktadır. Bu basit senaryoda her firma ellinde bulunan 2 araç ile müşterilerinin taleplerinin yerine getirmektedir. Ortalama taleplerin verilen aralıkta değişmesi durumuna göre firmaların araç kapasite kullanım durumu ve trafikte geçirecekleri saat Tablo-3'de verilmiştir. Araç kapasitesi rota sayısı ile çarpılmış, kullanılmayan araç var ise eklenmiştir. Ayrıca trafikte şehir iç ortalama 70 km/sa hız esas alınmıştır.

**Tablo 3: Kapasite Kullanımı ve Trafikte Geçirilen Süre**

	Firma-1 (Market-A)			Firma-2 (Market-B)		
	Araç Kapasitesi (kg)	Kullanılan Kapasite (%)	Trafikteki Süre (sa)	Araç Kapasitesi (kg)	Kullanılan Kapasite (%)	Trafikteki Süre (sa)
<b>Talep Grubu 1 (%-30)</b>	2850	93,1%	12,73	3800	67,0%	13,82
<b>Talep Grubu 2 (%-20)</b>	3800	79,8%	12,84	3800	76,6%	13,82
<b>Talep Grubu 3 (%-10)</b>	4750	71,9%	13,66	3800	86,1%	14,85
<b>Talep Grubu 4 (%0)</b>	4750	79,8%	14,3	4750	76,5%	17,76
<b>Talep Grubu 5 (%10)</b>	4750	87,8%	15,09	4750	84,2%	17,09
<b>Talep Grubu 6 (%20)</b>	5700	79,8%	17,16	5700	76,5%	17,93
<b>Talep Grubu 7 (%30)</b>	5700	86,5%	17,25	5700	82,9%	17,93

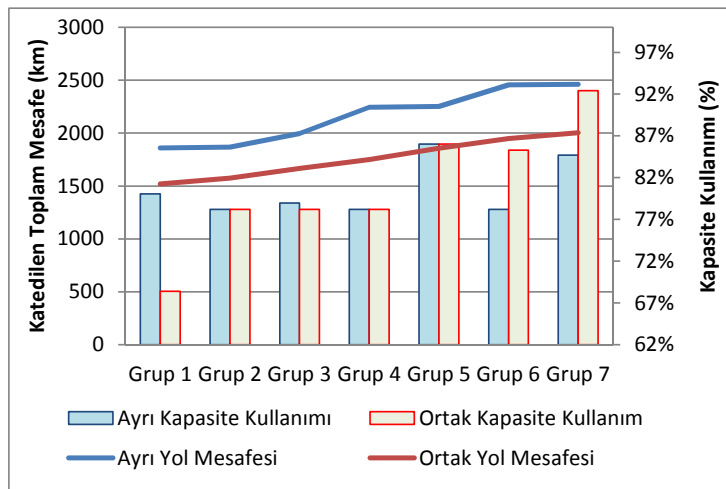
Senaryonun devamında iki firmanın tek firma gibi araçlarını birleştirdikleri ve müşterilerine ortak dağıtım yaptıkları durum incelenecektir. Burada firmaların müşteri talep bilgilerini doğru paylaştıkları ve günlük talep miktarı diğer firmanın deposunda ve zamanında hazır

edecekleri varsayılmıştır. Bu durumda 4 araç ve bir dağıtım merkezinden 24 müşteriye aynı talep grupları kullanılarak yapılan dağıtım için modelin çözüm bilgileri ve kapasite kullanımı Tablo-4’te sunulmuştur.

**Tablo 4: Ortak Dağıtımda Rotalar ve Kapasite Kullanımı**

	Ortak Dağıtım (Firma-1 ve Firma-2)					
	Rota Sayısı	Toplam Mesafe (km)	Taşınan Yük (kg)	Araç Kapasitesi (kg)	Kullanılan Kapasite (%)	Trafikteki Süre (sa)
Talep Grubu 1 (%-30)	8	1520,53	5199	7600	68,4%	21,72
Talep Grubu 2 (%-20)	8	1574,87	5943	7600	78,2%	22,5
Talep Grubu 3 (%-10)	9	1666,22	6685	8550	78,2%	23,8
Talep Grubu 4 (%0)	10	1749,56	7428	9500	78,2%	24,99
Talep Grubu 5 (%10)	10	1857,14	8171	9500	86,0%	26,53
Talep Grubu 6 (%20)	11	1949,40	8913	10450	85,3%	27,85
Talep Grubu 7 (%30)	11	2003,03	9657	10450	92,4%	28,61

Ortak dağıtım durumunda aynı miktarda yükün, toplamda daha az mesafe kat ederek ve dolayısıyla trafikte daha az kalarak dağıtıldığı görülmektedir. Ayrıca kapasite kullanımı düşük talep miktarlarında farklılık göstermezken, talebin yüksek olduğu altıncı ve yedinci talep gruplarında artış göstermektedir. İki firmanın ortaklaşa ve tek başlarına yaptıkları dağıtımın, toplam mesafe ve kapasite kullanımı bakımından grafik olarak karşılaştırılması Şekil-3’tedir.

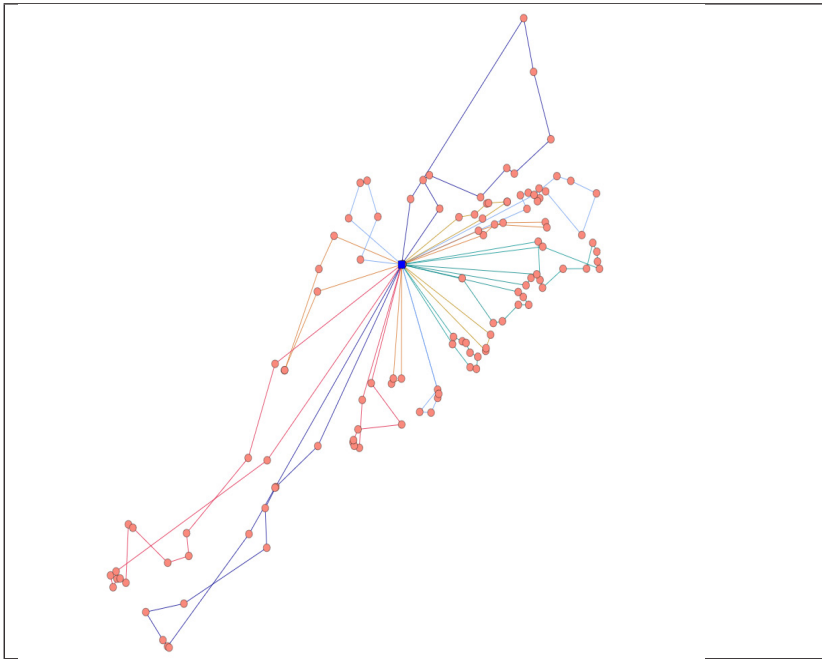


**Şekil 3: Ortak ve Ayrı Dağıtımda Kapasite Kullanımı ve Gidilen Toplam Mesafe**

### 4.3. Daha Büyük Ölçekli Örnek Uygulama ve Sezgisel Çözümü

KARP türü rotalama problemlerinin çözümünün problemdeki dağıtım noktalarının sayısının artması ile üssel olarak arttığı bilinmektedir. Bu durum, modelin yapısına göre 40-50 düğüm/noktadan oluşan bir problemi pratik kullanımdan uzak hale getirebilmektedir. Bu güçlüğü aşmak için, tam çözüm yerine optimuma belli bir yakınlıkta ve daha süratli çözüm sağlayan algoritmalar geliştirilerek kullanılmaktadır (Golden vd, 2008; Toth ve Vigo, 2014). Bunlardan en yaygın ve uygulaması kolay olanı Clarke ve Wright'ın (1964) klasik ARP için yaklaşık çözüm üreten, "Tasarruf (*Savings*) Algoritmasıdır. Bölümün başında Şekil-1.b'de verilen ve 126 dağıtım noktasından oluşan büyük örneği çözmek için Tasarruf Algoritmasını kullanacağız. Algoritma Java programlama dili kullanılarak (Java 8.0) kodlanmıştır. Kodlamada Toto ve Vigo (2014) esas alınmıştır. Burada algoritmanın detayına değinilmeden büyük örnek kümenin çözümü verilecektir. İlgili okuyucu Toto ve Vigo'yu (2014) esas alabilir.

Bölümün başında kullanılan 12'şerden 24 müşteriye küçük örneğin oluşturulduğu esas örneklem; Market-A için 51 Şube, Market-B için 75 şube olmak üzere toplam 126 dağıtım noktasını içermektedir. Kodlanan Tasarruf Algoritması ile önce Firma-1 ve Firma-2 tarafından ayrı dağıtım şekli esas alınarak çözüm elde edilmiş, müteakiben 126 noktadan oluşan bir dağıtım ağı için sezgisel çözüm sağlanmıştır. Çözümde, talep grubu 4, yani beklenen değerleri esas alan talepler kullanılmıştır. Sezgisel algoritma ile elde edilen yaklaşıktır. Çözümde ait rotalar Şekil-4'te sunulmuştur.



Şekil 4: Talep Grubu 4 için Firma-1 ve Firma-2'nin 126 Müşterisine Ortak Dağıtım Rotaları

Tasarruf Algoritması ile bulunan çözüm incelendiğinde; firmaların tek başına dağıtım yaptıkları durum için Firma-1'in, oluşturulan 9 rota üzerinde 51 müşterisine 4023 kg taşıyarak, 2693 km mesafe ile dağıtım yaptığı; Firma-2'nin ise 75 müşterisine 10 rota üzerinde 4933 kg ürünü 3277 km taşıdığı görülmektedir. Her iki firma ortak dağıtım kararı alırlarsa, toplam 126 müşteriye 4655 km yol giderek 16 rota üzerinde 8962 kg yükü dağıtabildikleri görülmektedir. Sadece mesafe bazında bakıldığında ortak dağıtım ile toplam mesafede %21 azalma meydana gelmektedir ( $\%21 = 4655 / (2693 + 3277 = 5970)$ ). Günlük araç hareketinden sağlanan bu kazancı; çok basit olarak km başına 225 g CO<sub>2</sub> salınımı ve 10 lt/100 km yakıt kullanımı (URL 1) esas alındığında günlük 296 kg CO<sub>2</sub> ve 130 lt yakıt tasarrufuna karşılık geldiği görülebilir. Burada rota sayıları ve trafikte kalma süreleri firmalara sahip olunması gereken araç miktarı konusunda yol gösterici olarak alınabilir. Özellikle ilk maliyetleri oldukça yüksek olan frigorifik araçlara yatırım kararının bu çerçevede değerlendirilmesi ve edinilen araçların ayrıca daha etkin ve verimli kullanımı sağlanabilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan rekabet ve teknolojik gelişmelerin, firmaları lojistik maliyetlerini azaltarak rekabet gücünü artırmaya zorladığı günümüzde ortak taşımacılık ile bu kapsamda işbirlikçi politikalar ve uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Şehirleşme ve nüfus arışı göz önüne alındığında özellikle gıda ürünleri; üreticiler, dağıtım merkezleri ve perakendeciler arasında büyük hacimli ürünlerin dağıtım ağları üzerinde hareketi kaçınılmazdır (Laseter ve Weiss 2008). Bu kapsamda kentsel lojistik bakış açısıyla işbirlikçi politikaların üretilmesi ve ilgili planların hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.

Çalışmada, şehir içerisinde dağıtım yapan iki firma için önce ufak sayıda müşteriden oluşan bir senaryo üzerinde tek başlarına ve ortaklaşa müşterilerine dağıtım yapımları durumu incelenmiş, değişik talepler karşısında ortaklaşa yapılan dağıtımın özellikle gidilen toplam mesafede ile hacimli taleplerin dağıtımında araç kullanım kapasitesi bakımından avantajları ortaya konulmuştur.

Çalışmada kullanılan KARP modelinin tam çözümü ve tasarruf algoritması ile elde edilen yaklaşık çözümlerin; kentsel lojistik paydaşları arasında sürdürülebilir politikalar üretilmesinde ve analizinde kullanılabilir olduğu aşikârdır. Özellikle karar vericilere, verecekleri kararın etkilerini (maliyet, çevre, müşteri hizmet düzeyi vb.) fayda ve mahzurları ile analiz edebilme imkânı vermesi bakımından faydalı olacaktır.

Gelecek çalışmalarda, müşteri taleplerinin ortakçı politikalar içerisinde paylaşımının maliyet ve kârlılık duyarlılığı incelenebilir. Ortaya çıkan maliyetlerin ve potansiyel kârların belirlenmesi için oyun teorisi kapsamında paydaşların karar modelleri oluşturulabilir. Tedarik zinciri içerisinde yer alan stokastik unsurları modele katan simülasyon çalışmaları yapılabilir, bu kapsamda matematiksel modeller ve sezgisel modellerden oluşan karma (hibrit) modeller denenebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Akmeşe, H.Ü., (2003), Kara Kuvvetleri Merkezi Ring Taşımacılığı Sisteminin Modellenmesi ve Optimizasyonu, Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
2. Atmaca, E., (2012). Bir Kargo Şirketinde Araç Rotalama Problemi ve Uygulaması. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi*, 5(2), ss. 12-27
3. Barman, S.E. (2014), Modeling and solving vehicle routing problems with many available vehicle types, Chalmers University of Technology, Department of Mathematical Sciences, Master's Thesis, Gothenburg, Sweden.
4. Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D., Visser, J. (2012, "Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, pp.19–33.
5. Clarke, G., Wright, J. (1964), "Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points", *Operations Research*, 12(4), pp. 568-581.
6. Caccetta, L., Alameen, M., and Abdu-Niby, M. (2013), "An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem", *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 3(2), pp. 413-415.
7. Cáceres-Cruz, J., Riera, D., Buil, R., Juan, A.A. (2013), "Applying a savings algorithm for solving a rich vehicle routing problem in a real urban context", *Lecture Notes in Management Science*, 5, pp. 84–92.
8. Dantzig, G.B., Ramser, J.H. (1959), "The truck dispatching problem", *Management Science*, 6(1), pp. 80–91.
9. GAMS (2001), GAMS Development Corporation. General Algebraic Modeling System (GAMS) Release 19.6. Washington, DC, USA, 2001.
10. Glock, C.H., Kim, T. (2014). "Container management in a single-vendor-multiple-buyer supply chain", *Logistics Research*, 7(1), 112. <https://doi.org/10.1007/s12159-014-0112-1>
11. Golden, B.L., Raghavan, S., Wash, E. (2008), *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*, Springer Science, New York.
12. Gonzales-Feliu, J. (2012), "Costs and benefits of logistics pooling for urban freight distribution: scenario simulation and assessment for strategic decision support", *Seminario CREI*, Nov 2011, Rome, Italy.
13. Guajardo, M., Rönnqvist, M. (2016), "A review on cost allocation methods in collaborative transportation", *International Transactions in Operational Research*, 23(3), pp. 371–392. <https://doi.org/10.1111/itor.12205>
14. Gudmundsdottir, M., Petursdottir, A.M. (2005), Solving a Vehicle Routing Problem with Cross Docking, Technical University of Denmark, Master's Thesis, Lyngby, Danimarka.



15. Hiermann, G., Puchinger, J., Ropke, S., Hartl, R.F. (2016), "The Electric Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations", *European Journal of Operational Research*, 252(3), pp. 995–1018. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.01.038>
16. Hiohi, L., Burciu., Popa, M. (2015), "Collaborative Systems in Urban Logistics", *U.P.B. Science Bulletin, Series D*. 77(4), pp. 711-84.
17. Juan, A.A., Faulin, J., Pérez-Bernabeu, E., Jozefowicz, N. (2014), "Horizontal Cooperation in Vehicle Routing Problems with Backhauling and Environmental Criteria", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, pp.1133–1141. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.148>.
18. Keskindürk, T., Topuk, N., Özyeşil, O. (2015), "Araç Rotalama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri", *The Journal of Business Science*, 3(2), ss. 77–107. <https://doi.org/10.22139/ibd.84127>.
19. Krajewska, M.A., Kopfer, H., Laporte, G., Ropke, S., Zaccour, G. (2008), "Horizontal cooperation among freight carriers: request allocation and profit sharing", *Journal of the Operational Research Society*, 59(11), pp.1483–1491. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602489>
20. Kumar, S. N., Panneerselvam, R. (2012), "A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants", *Intelligent Information Management*, 04(03), pp.66. <https://doi.org/10.4236/iim.2012.43010>.
21. Liu, P., Wu, Y., Xu, N. (2010), "Allocating Collaborative Profit in Less-than-Truckload Carrier Alliance", *Journal of Service Science and Management*, 03(01), pp.143-149. <https://doi.org/10.4236/jssm.2010.31018>.
22. Neto, S., De, J.F., Pureza, V. (2016), "Modeling and solving a rich vehicle routing problem for the delivery of goods in urban areas", *Pesquisa Operacional*, 36(3), pp. 421–446. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.03.0421>
23. Muñoz-Villamizar A., Montoya-Torres J.R., Vega-Mejía C.A. (2015), "Non-Collaborative versus Collaborative Last-Mile Delivery in Urban Systems with Stochastic Demands", *Procedia CIRP* 30(2015) pp. 263 – 268.
24. Zibaei, S., Hafezalkotob, A., Ghashami, S.S. (2016), "Cooperative vehicle routing problem: an opportunity for cost saving", *Journal of Industrial Engineering International*, 12(3), pp. 271–286. <https://doi.org/10.1007/s40092-016-0142-1>
25. Salhi, S., Wassan, N.A., Hajarat, M. (2013), "The Fleet Size and Mix vehicle Routing Problem with backhauls: Formulation and Set partitioning-based heuristics", *Transportation Research Part E*, 56 . pp. 22-35. ISSN 1366-5545.
26. Şen, A. (2008), *Tedarik Zinciri Yönetiminde Soğuk Lojistik Uygulamalarının Etkinliğinin Arttırılmasına Yönelik Bir Çalışma*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

27. Laseter, T. M., & Weiss, E. N. (2008), "Structural Supply Chain Collaboration Among Grocery Manufacturers", C. S. Tang, C.-P. Teo, & K.-K. Wei (Ed.), Supply Chain Analysis: A Handbook on the Interaction of Information, System and Optimization içinde, pp. 29–44, Springer, Boston, MA.
28. Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., van Duin, R. (2001), City logistics: Network modeling and intelligent transport systems, Pergamon, Oxford.
29. Taniguchi, E. ve Thompson, R.G. (2015), City Logistics: Mapping The Future içinde (s.1-12), CRC Press, Boca Raton, FL.
30. Tanyaş, M. (2015), İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu, MÜSİAD Araştırma Raporları No.95, İstanbul.
31. Toth, P., Vigo, D. (2014), Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications, 2.Baskı, SIAM, Philadelphia.
32. URL1, UKVANS (2016), [http://www.ukvans.com/vans\\_co2.asp?manufacturer=Renault&model=Master](http://www.ukvans.com/vans_co2.asp?manufacturer=Renault&model=Master), 14.03.2017.
33. Wang, X. (2015), Operational Transportation Planning of Modern Freight Forwarding Companies, Springer Gabler, Wiesbaden.

# DEMATEL YÖNTEMİYLE SOĞUK HAVA DEPOCULUĞU KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

*Ramazan Eyüp GERGİN<sup>1</sup>, İskender PEKER<sup>2</sup>, Birdoğan BAKİ<sup>3</sup>*

## ÖZET

*Bu çalışmanın amacı soğuk hava depoculuğunu etkileyen kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi, söz konusu faktörler arasındaki ilişkinin ortaya konulması ve önem sırasının tespit edilmesidir. Bu amaçla soğuk hava depoculuğunu şekillendiren faktörler literatürden elde edilerek DEMATEL yöntemiyle ilişkilendirilip ağırlıklandırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre en önemli başarı faktörü yer seçimi olurken, raf faktörü ise en az öneme sahip başarı faktörü olarak tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Depo, Soğuk hava depoculuğu, DEMATEL.

## WEIGHTING CRITICAL SUCCESS FACTORS OF REFRIGERATED WAREHOUSING WITH DEMATEL METHOD

### ABSTRACT

*The aim of this study is to determine; the critical success factors that affect refrigerated warehousing, the relationship between the relevant factors and the order of importance. For this purpose, the factors that shaping the refrigerated warehousing have been obtained from the literature and have been associated with the DEMATEL and weighted. According to the results of the analysis, the most important success factor was "location selection" whereas the "shelf" was determined as the least.*

**Keywords:** Storage, Refrigerated Warehousing, DEMATEL.

## 1. GİRİŞ

Depolama, insanlığın varoluşundan günümüze kadar süregelen önemli bir ihtiyaç olarak tarihin her aşamasında karşımıza çıkmaktadır. İnsanoğlunun elde ettiği ürünlerin ihtiyaç anında tüketilebilmesi için doğru koşullarda saklanması büyük önem arz etmektedir. Depolama, lojistik ağ içerisinde tedarik noktasında başlayan üretim noktasına kadar süren ham-

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör., Gümüşhane Üniversitesi, İrfan Can Köse MYO, Posta Hizmetleri, gergin@gumushane.edu.tr

<sup>2</sup> Yardımcı Doçent, Gümüşhane Üniversitesi, İİBF, İşletme, iskenderpeker@gumushane.edu.tr

<sup>3</sup> Profesör, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF, İşletme, bbaki@ktu.edu.tr

madde, yarı mamul ve mamullerin saklanması (Lambert vd.,1998) olarak tanımlanmaktadır. Depolama, günümüz pazar piyasasında oluşan rekabet şartlarında fark yaratabilmek için, maliyetlerin azaltılması, lojistik yönetim sürecinin sürekliliğinin sağlanması ve müşteri memnuniyetinin artırılması yönünden çok büyük role sahiptir (Keskin, 2006).

Depolama faaliyetinin özel bir dalı olan soğuk hava deposu, her türlü soğutma donanımı bulunan, dış koşullardan etkilenmeyecek şekilde yalıtılmış, ısı ve nem koşulları depolanacak ürünün türüne göre farklılaştırılabilen, bozulabilir nitelikteki gıdaların depolanması amacıyla kurulmuş tesislerdir (Sayılı vd., 2006). Soğutma faaliyetine ilk olarak Çinliler önem vermiş ve kışın donmuş göllerin buz ve karlarını derin kuyularda sıkıştırarak koruyup yaz dönemi boyunca buz ve karların soğukluğundan faydalanmışlardır (Sargın ve Okudum, 2014). Antik Yunanda ise taze et yeme imkânı genellikle dini törenlerde tanrılara kurban verildiği dönemlerde sağlanabilirken, etlerin daha uzun süre saklanabilmesi için tuzlama işlemi gerçekleştirilmekte, tuzlanmış ve saklanmış etin ise büyük bir pazar payı bulunmaktaydı (URL 1). Çin ve Hindistan nüfus sayılarıyla (URL 2) orantılı olarak küresel soğuk depolamada da ilk iki sırayı paylaşmaktadır (URL 3; URL 4). 2014 küresel soğuk depolama kapasitesi raporuna göre; Türkiye, 6.804.000 m<sup>3</sup> soğuk depolama alanı ile on dördüncü sırada yer almakta, kişisel harcanabilir gelirden ise %11,4 oranında büyüme gerçekleştirmiş ve 2004-2014 yılları arasında ise yıllık bileşik büyüme oranı %36,64 iken 2008-2014 yılları arasında ise %68,14'lük büyüme oranı ile ilk sırada yer almıştır (URL 3). 52 ülkenin yer aldığı 2016 raporunda ise küresel kapasitenin toplamda 600 milyon m<sup>3</sup> olduğu ve küresel kapasitenin Dünya genelinde sabit bir şekilde arttığı gözlenmiştir (URL 4). Küresel kapasitede Dünya genelinde artış gözlenmesine karşın Türkiye ve Büyük Britanya dışında soğuk hava depolarında azalış görülmüştür (URL 4).

Dünya nüfusundaki hızlı artışla birlikte insanların soğuk hava depoculuğu gerektiren alanlardaki ihtiyaçlarında meydana gelen artış ve soğuk hava deposunda saklanan ürünlerin insan sağlığını hızlı bir şekilde etkileyebilecek hassaslığına sahip olması gibi nedenler, soğuk hava depoculuğu alanında yapılacak çalışmaların denli önemli olacağını göstermektedir.

Depolamada etkin hacim kullanımı, firmaların piyasadaki rakipleri ile rekabet edebilme gücünü etkileyen önemli bir unsur haline dönüşmeye başlamıştır. Ayrıca, Türkiye'nin artan nüfusu etkin hacim kullanımını daha da önemli hale getirmektedir. Depoların sahip oldukları hacimlerin etkin kullanılması seçilen depolama sistemlerine bağlıdır. Kullanılan depolama sistemleri ise farklı faktörler açısından değişiklikler arz etmektedir. İlgili literatür incelendiğinde depolama sistemleri ve depolamanın özel bir şekli olan soğuk hava depoculuğu ile ilgili çalışmaların sayısındaki eksiklik dikkat çekmektedir. Literatürdeki mevcut eksiklik ve soğuk hava depoculuğunun insan sağlığında oldukça önemli bir yer tutması çerçevesinde çalışmanın amacı; etkin bir soğuk hava depoculuğu için gerekli kritik başarı faktörlerinin önem düzeyinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda faktörlerin ilişkilerinin belirlenmesinde ve ağırlıklandırılmasında DEMATEL yönteminden faydalanılmıştır.

Beş bölümden oluşan çalışmanın bundan sonraki bölümünde soğuk hava depoculuğu ile ilgili Dünya’da ve ülkemizde gerçekleştirilmiş çalışmalara ait literatür araştırmasına yer verilmiştir. Literatür araştırmasının ardından DEMATEL yöntemine ait bilgiler sunulmuştur. Dördüncü bölümde yapılan uygulamaya ilişkin elde edilen bulgular ortaya konulmuş ve son bölümde elde edilen bulgular çerçevesinde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sayılı vd. (2006) Tokat ilinde basit ve modern depolamanın mevcut durumunu araştırmış, karşılaşılan sorunları ve ilgili çözüm önerileri sunmuştur. Tassou vd. (2009) Birleşik Krallıkta karayolu gıda taşımacılığında kullanılan mevcut soğutma yaklaşımlarını, çevresel etkilerini ve enerji tüketimini azaltma potansiyeline sahip olan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik araştırma gerçekleştirmişlerdir. Liu ve Ma (2012)’nı yapmış oldukları çalışmada, Şangay Waigaoqiao bölgesindeki düşük sıcaklıklı tahıl depolarının, avantajlarıyla birlikte temel parametrelerini tartışmış ve tasarım örneğiyle kahverengi pirincin düşük sıcaklıkta depolama sistemleri açısından soğutma yükleri, soğutma ekipmanlarının yapısı ve havalandırma sistemlerinin tasarım hesapları yapılmıştır. Alkan (2013) yüksek lisans çalışmasında, Aydın ilinde meyve ve sebze depolamada kullanılan soğuk hava depolarına ilişkin genel ve yapısal özellikleri belirlemiştir. Fernandes vd. (2014) farklı modifiye atmosfer paketleme sistemlerinin  $\pm 1$  C o’de saklanan kuzu etlerinin stabilitesi üzerine yirmi sekiz gün boyunca etkisini değerlendirmişlerdir. Kılıçaslan ve Koyun (2014) iklimlendirme uygulamaları için mevcut soğuk hava depolama malzemelerindeki son gelişmeler ve depolama malzemelerinin ticari yönünü incelemişlerdir. Sargın ve Okudum (2014) Isparta ilinde soğuk hava depolarının yıllara göre gelişimi ve dağılımını coğrafi bir yaklaşım ile analiz etmişlerdir. Babiloni vd. (2015) çalışmalarında literatürde mevcut olan ticari soğutmada en güncel gelişmeleri incelemiş ve sistemlerin avantajları ile dezavantajlarını değerlendirmişlerdir. Schalbart vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada, gıda depolamasında PCM enerji depolama sistemi kullanarak soğuk zincir etkisinin çevresel etkilerini iyileştirmek için yeni bir yaklaşım geliştirmeye çalışmışlardır. Stratakos vd. (2015) yüksek basınçlı işlemenin, lazanya gibi çok popüler olan çok bileşenli hazır yemeklerin işleme ve depolama sonrası etkilerini belirlemek için bilişsel analiz ve ANOVA yöntemlerini kullanmışlardır.

Geçer vd. (2016) Iğdır ilinde üretilen meyve türleri, bunların muhafaza yolları, kurulmuş olan soğuk hava depolarının durumları, yaşanan sorunlar ve bu sorunların çözümlerini araştırmışlardır. Nunes vd. (2016) gıda endüstrisinde enerji tüketimi, enerji verimliliği önlemleri ve enerji göstergeleri ile ilgili araştırmalar gözden geçirilmiş ve bu endüstriye uygulanabilen büyük maliyet etkili elektrik tasarrufu, gelişmiş kapı koruması, buz çözme optimizasyonu, kontrol ayarları ve onarımları tanımlamışlardır. Pinto vd. (2016) çok çabuk bozulabilen ham karpuz suyunun uygun sıcaklıklarda yedi günlük bir analizi ile raf ömrü değerlendirmiş ve karşılaştırmışlardır. Tanner (2016) çalışmasında soğuk hava depo tasarımının alan seçimi,

malzeme seçimi ve soğuk depoda ihtiyaç duyulan yerleşim alanlarını ele almıştır. Madera vd. (2017) İkili programlama modeli kullanarak Kolombiya'nın Ubate bölgesinde bulunan bir süt kooperatifi için süt depolama ve lojistik soğutma sistemleri için güçlü bir planlama sistemi tanımlamışlardır. Bejarano vd. (2017) buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin modellenmesinin ve küresel optimizasyonunun önemli yönlerini detaylı olarak açıklamış, kararlı duruma sahip en iyi işlem amaçlandığında bu tür sistemlerin kontrol edilmesindeki bazı zorlukları ortaya koymuşlardır.

Gerçekleştirilen literatür araştırmasında soğuk hava depoculuğu ile ilgili çalışmaların çok sınırlı olduğu, ayrıca sosyal bilimler açısından soğuk hava depoculuğu ile ilgili çalışmaların yetersiz kaldığı göze çarpmaktadır. Ayrıca, söz konusu çalışmalarda çok kriterli karar verme yöntemlerinin tercih edilmediği de göze çarpmaktadır. Bu çalışmada soğuk hava depoculuğu kriterlerinin DEMATEL yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi ve ayrıca soğuk hava depoculuğu ile ilgili literatürdeki mevcut boşluğu doldurması çalışmanın farklılığını ortaya koymaktadır.

### 3. DEMATEL

DEMATEL yöntemi, değerlendirme kriterleri arasındaki sebep sonuç ilişkisini çözmek için yaygın olarak kabul gören bir yapısal modelleme aracıdır (Tzeng vd., 2007; Yang ve Tzeng, 2011). DEMATEL yönteminin uygulama aşamaları aşağıda gösterilmektedir (Liou vd.,2007;Li ve Tzeng, 2009;Shieh vd., 2010):

#### 1. Adım: Doğrudan İlişki Matrisinin Kurulması

Uzman gruptan etki açısından kriterler arasında çift karşılaştırmalar yapması istenir. DEMATEL'de kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1:** İkili Karşılaştırma Ölçeği

Rakamsal Değerler	Tanımları
0	Nötr
1	Düşük Etki
2	Orta Etki
3	Yüksek Etki
4	Çok Yüksek Etki

Bu değerlendirmenin sonuçları her katılımcı için nxn matrisi oluşturmaktadır. Doğrudan ilişki matrisi A her uzmanın K değerlendirmesinin ortalaması (1) ile hesaplanır.

$$a_{ij} = \frac{1}{K} \times \sum_{k=1}^K x_{ij}^k \quad (1)$$

2. Adım: *Normalleştirilmiş İlişki Matrisinin Oluşturulması*

Normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi (M) A matrisinin normalizasyonu ile (2) (3) elde edilir.

$$M = k \times A \quad (2)$$

$$k = \min \left( \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij}} \right) \quad (3)$$

3. Adım: *Toplam Etki Matrisinin Oluşturulması*

Toplam etki matrisi T (4) numaralı eşitlikler kullanılarak oluşturulur. I birim matristir.

$$T = M^1 + M^2 + M^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i = M \times (I - M)^{-1} \quad (4)$$

4. Adım: *Alıcı ve Dağıtıcı Grupların Hesaplanması*

D (5) ve R (6), T matrisinin sırasıyla satır ile sütunlarının toplamını verir ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$D = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (5)$$

$$R = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (6)$$

D+R değeri sistemde kriterlerin önem derecelerine karşılık gelmektedir. Faktörün daha yüksek bir D+R değerine sahip olması, diğer faktörler ile daha fazla karşılıklı ilişkiye sahip olduğunu gösterir. Pozitif D-R değerine sahip olan kriterler neden grubunda olup, diğer kriterlere etki ederler. Negatif D-R değerlerine sahip olan kriterler etki grubunda olup diğer kriterlerden etkilenmektedir.

5. Adım: *Nedensel Diyagramı Oluşturmak İçin Eşik Değeri Belirlemek*

Toplam ilişki matrisi (T), bir kriterin diğer bir kriteri nasıl etkilediğini gösterir. Karar vericiler, göz ardı edilebilir bazı ilişkileri filtrelemek için eşik değeri oluşturmalıdır. Bu yol ile yalnızca eşik değerinden daha büyük ilişkileri seçmesine ve neden-sonuç ilişkisini buna göre eşleştirmesine imkan sağlar. Nedensel diyagram, yatay eksen (D+R) ve dikey eksen'in (D-R) bulunduğu (D+R, D-R) veri kümesini haritalama yoluyla bulunur.

#### 4. UYGULAMA

Soğuk hava depoculuğu kritik başarı faktörlerinin DEMATEL yöntemiyle ilişkilerinin belirlenip ağırlıklandırılmasını amaçlayan bu çalışmanın uygulama sürecinin aşamaları sırasıyla; problemin belirlenmesi, ilgili literatürün incelenip kritik başarı faktörlerinin tespit edilmesi ve DEMATEL yöntemiyle kritik başarı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesi olarak gerçekleştirilmiştir.

Soğuk hava depoculuğu birçok başarı faktöründen etkilenmektedir. Bu çalışmada ele alınan problem olan soğuk hava depoculuğu başarı faktörlerinin ilişkileri ve önem dereceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada soğuk hava depoculuğunda hangi başarı faktörlerinin bulunabileceği, bu faktörlerden hangisinin daha fazla önem arz ettiği ve hangi faktörlerin etkileyen, hangilerinin ise etkilenen faktörler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

İlgili literatür incelendiğinde soğuk hava depoculuğu ile ilgili çalışmaların eksikliği göze çarpmaktadır. Bu doğrultuda literatürde yer alan ve soğuk hava deposu tasarımında kullanılan faktörler çalışmanın faktörleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan faktörler, Tanner(2016)'nın çalışmasından elde edilmiş olup Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2: Soğuk Hava Depoculuğu Kriterleri**

Faktörler	Açıklamalar
Yer Seçimi( $F_1$ )	Soğuk hava tesisleri, genellikle çevre koşullarının altında çalışması gerektiği için yer seçimi önemlidir.
Yalıtım ( $F_2$ )	Soğutma sistemi tarafından üretilen ısının, soğuk ürünlerin sıcaklığını korumak için uygulanmaktadır.
Buhar Bariyer İhtiyacı ( $F_3$ )	Nemin, ürünlere nüfuz etmesini önlemektedir.
Kapılar ( $F_4$ )	Personel giriş ve çıkışları için küçük kapılar kullanılır ve depo duvar panelleri ile aynı malzemeden yapılır. Daha önemli kapılar ürünün mağazaya girip çıkmasını sağlar. Bu kapılar genellikle yalıtım panelinden yapılmış sürgülü, kapakları manuel olarak açılabilir ya da dikey olarak yukarı yuvarlanan kapılar olabilir.
Oda Yerleşimi ( $F_5$ )	Serin veya soğuk bir depo yerleşimi, depolanan ürüne, diğer ürünlerin uygunluğuna, saklama sırasındaki formatına ve gerekli lojistik işlemlere bağlıdır.
Yükleme Kapıları ( $F_6$ )	Malların yüklenmesi ve boşaltılması için depolama tesislerinde malların hareket etmesini sağlamak için yükleme kapıları gerekmektedir. Yükleme kapıları zemin katından erişilebilecek şekilde inşa edilmelidir.
Raf ( $F_7$ )	Palet raf sistemleri, serin depolama tesislerinde verimli ve güvenli alan kullanımına izin vermek için kullanılır.
Işıklandırma ( $F_8$ )	Çalışanlar için güvenli bir çalışma ortamı yaratmak için soğuk bir depoda aydınlatma gerekir.
Soğutma Sistemleri ( $F_9$ )	En yoğun ürün ve ortam ısı yükleri için yeterli soğutma kapasitesi sağlamalıdır.



Soğuk hava depoculuğu faktörlerinin ağırlıkları, faktörler arasındaki etkileşimi de analize dâhil etmeye yarayan DEMATEL yöntemi ile belirlenmiştir. DEMATEL anketi, lojistik ve depo alanında çalışmalar yürüten 3 akademisyene ve 2 soğuk hava depoculuğu yapan lojistik firmaların yöneticilerine uygulanmıştır. 0-4 ölçeği kullanılarak elde edilen Direk İlişki Matrisi, faktörlerin önem dereceleri, ilişki yönleri ve sahip olduğu ağırlıklar Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 3: Direk İlişki Matrisi ve Faktörlere Ait Bilgiler**

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	D+R	D-R	Ağırlıklar
F <sub>1</sub>	0,0000	3,0000	3,0000	1,3333	3,0000	2,3333	1,3333	1,6667	3,0000	1,3313	1,3313	0,2171
F <sub>2</sub>	0,0000	0,0000	2,3333	1,6667	0,6667	0,3333	0,3333	1,0000	1,3333	0,8680	0,1272	0,1012
F <sub>3</sub>	0,0000	0,0000	0,0000	0,6667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8980	-0,8120	0,1396
F <sub>4</sub>	0,0000	1,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	1,3333	0,3333	0,0000	0,7741	-0,3679	0,0988
F <sub>5</sub>	0,0000	0,0000	1,3333	2,0000	0,0000	1,3333	2,3333	2,0000	1,0000	0,8974	0,3823	0,1125
F <sub>6</sub>	0,0000	0,6667	1,6667	1,0000	0,6667	0,0000	0,3333	0,3333	1,0000	0,7239	0,0425	0,0836
F <sub>7</sub>	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0,6667	0,0000	1,6667	0,3333	0,5783	-0,2002	0,0706
F <sub>8</sub>	0,0000	0,0000	0,6667	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,5824	-0,4163	0,0825
F <sub>9</sub>	0,0000	1,0000	2,6667	1,0000	0,0000	0,6667	0,0000	0,3333	0,0000	0,8118	-0,0870	0,0941

Tablo 3'teki verilere göre faktörler arasında *Yer Seçimi* soğuk hava depoculuğunda en yüksek öneme sahip olan başarı faktörü olarak görülmektedir. *Yer Seçimi* faktörünün ardından önem sırasına göre *Buhar Bariyer İhtiyacı* ve *Oda Yerleşimi* başarı faktörleri öne çıkmaktadır. Soğuk hava depoculuğunda en az öneme sahip olan faktör ise *Raf* olarak belirlenmiştir.

Tablo 3'teki verilere göre, başarı faktörleri arasında en fazla etki gücüne sahip olan faktör *Yer Seçimi* olarak belirlenmiştir. Başarı faktörleri üzerinde etki gücüne sahip diğer faktörler ise etki gücüne göre sırasıyla *Oda Yerleşimi*, *Yalıtım* ve *Yükleme Kapıları* olarak belirlenmiştir. Etkilenen başarı faktörleri arasında ise en fazla etkilenen faktör *Buhar Bariyer İhtiyacı* iken en az etkilenen ise *Soğutma Sistemleri* olarak belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Soğuk hava depoculuğu günümüz şartlarında toplumsal yaşamın vazgeçilmez bir unsuru haline dönüşmüş durumdadır. Soğuk hava depoculuğunun etkin bir şekilde gerçekleştirilmesinde çeşitli faktörler önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma kapsamında etkin bir soğuk hava depoculuğu gerçekleştirilebilmek amacıyla belirlenen faktörler arasındaki ilişkilerin ve ağırlıklarının belirlenmesi çerçevesinde bir ÇKKV problemi oluşturulmuştur. Bu amaç doğ-

rultusunda ilk olarak soğuk hava depoculuğuna ait faktörler belirlenmiştir. Faktörlerin belirlenmesinden sonraki aşamada ise soğuk hava depoculuğuna ait faktörlerin aralarındaki ilişki ve ağırlıkları DEMATEL yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre soğuk hava depoculuğunu etkileyen en önemli faktörler *seçimi* (0,2171) olarak belirlenmiştir. *Yer seçimi* faktörünün ardından gelen iki önemli faktör ise önem sırasına göre *buhar bariyer ihtiyacı* (0,1396) ve *oda yerleşimi*(0,1125) olarak tespit edilmiştir. Tanner (2016) çalışmasında *yer seçiminin* önemli olduğunu vurgulamıştır. Gerçekleştirilen çalışmada *yer seçimi*faktörünün en önemli başarı faktörü olarak tespit edilmesi iki çalışma arasında benzerlik oluşturmaktadır.

Soğuk hava depoculuğunu etkileyen faktörlerin birbirleri ile etkileşim durumları incelendiğinde etkileme gücüne göre sırasıyla etkileyen grupta yer alan faktörler *yer seçimi*, *oda yerleşimi*, *yalıtım* ve *yükleme kapıları*; etkilenen grupta ise etkilenme durumuna göre en azdan en fazlaya doğru sırasıyla *soğutma sistemleri*, *raf*, *kapılar*, *ışıklandırma* ve *buhar bariyer ihtiyacı* olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, soğuk hava depoculuğunun toplumsal yaşantıda bulunduğu yer nedeniyle önemlidir. Bu noktadan hareketle soğuk hava depoculuğu ile ilgili saha araştırmalarının artırılması etkin bir soğuk hava depoculuğunun sunulmasına katkılar sağlayacaktır.

Çalışmada üç kısıt bulunmaktadır. Birincisi, araştırmanın üç akademisyen ve iki uzman ile sınırlı olup daha geniş bir örnekleme analizin gerçekleştirilebilmesidir. İkinci kısıt ise, soğuk hava depoculuğu faktörlerinin neler olduğuna dair literatürde birlikteliğin olmaması sebebiyle söz konusu faktörlerin tek bir çalışmadan edinilmiş olmasıdır. Bunun yanında DEMATEL'in doğal yapısından kaynaklanan subjektifliğin gereği olarak farklı faktörlerin analize dâhil edilip çıkarılması çalışma sonucunu farklılaştırabileceği diğer bir kısıt olarak ifade edilebilir.

Söz konusu çalışmada kullanılan faktörler lojistik paydaşların (akademisyenler, lojistik hizmet alan ve veren firmalar) fikirleri alınarak Delphi yöntemi veya grup mülakat yöntemi gibi konsensus oluşturmayı sağlayan teknikler ile geliştirilebilir ve bu yolla literatüre katkı sağlanabilir. Bunun yanında farklı ÇKKV yöntemleri (Analitik Hiyerarşik Süreci, Analitik Ağ Süreci, Entropi Ağırlık Yöntemi vb.) ve bulanık mantık kullanılarak söz konusu faktörlere ağırlıklandırılabilir ve sonuçlar kıyaslanabilir. Ayrıca söz konusu faktörler çerçevesinde etkin soğuk hava depoculuğu yapan firmaların seçilmesiyle de çalışmanın kapsamı genişletilebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Alkan, Ü. (2013), "Aydın İlindeki Soğuk Depolama Yapılarının Mevcut Durumlarının Belirlenmesi ve Geliştirilmesi", Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Babiloni, A.M., Esbri, J.N., Cervera, A.B., Moles, F., Peris, B., Verdu, G. (2015), "Commercial Refrigeration- an Overview of Current Status", *International Journal of Refrigeration*, 57, pp. 186-196.
3. Bejarano, G., Alfaya, J.A., Ortega, M.G., Vargas, M. (2017), "On The Difficulty of Globally Optimally Controlling Refrigeration Systems", *Applied Thermal Engineering*, 111, pp. 1143-1157.
4. Fernandes, R.P.P., Freire, M.T.A., Paula, E.S.M., Kanashiro, A.L.S., Catunda, F.A.P., Rosa, A.F., Balieiro, J.C.C., Trindade, M.A. (2014), "Stability of Lamb Loin Stored Under Refrigeration and Packed in Different Modified Atmosphere Packaging Systems", *Meat Science*, 96, pp. 554-561.
5. Geçer, M.K., Ertürk, Y.E., Gündoğdu, M., Kurgan, S. (2016), "İğdır İlinde Meyve Hasadı, Muhafazası ve Pazarlanması", *Meyve Bilimi*, 1, pp. 94-99.
6. Keskin, M. Hakan (2006), "Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi: Geçmişi, Değişimi, Bugünü, Geleceği", Ankara: Nobel Yayınları.
7. Kılıçaslan, L. ve Koyun, T. (2014), "İklimlendirme Uygulamaları İçin Soğuk Depolama Malzemelerinin Araştırılması", *Tesisat Mühendisliği*, 143, pp. 25-36.
8. Lambert, M. Douglas ve diğerleri (1998), "Fundamentals of Logistics Management", ABD: McGraw-Hill Companies.
9. Li, C.W. ve Tzeng, G.H. (2009), "Identification of a Threshold Value for the DEMATEL Method Using the Maximum Mean De-Entropy Algorithm to Find Critical Services Provided by a Semiconductor Intellectual Property Mall", *Expert Systems with Applications*, 36, pp. 9891-9898.
10. Liou, J.J.H., Tzeng, G.H., Chang, H.C. (2007), "Airline Safety Measurement Using a Hybrid Model", *Journal of Air Transport Management*, 13, pp. 243-249.
11. Liu, Y. ve Ma, J. (2012), "Analysis of Refrigeration System for Quasi-Low Temperature Warehouse", *Procedia Environmental Sciences*, 12, pp. 354-358.
12. Madera, R.T., Polo, A., Munoz, D., Rodriguez, L.G. (2017), "A Robust Design for a Colombian Dairy Cooperative's Milk Storage and Refrigeration Logistics System Using Binary Programming", *International Journal of Production Economics*, 183, pp. 710-720.
13. Nunes, J., Silva, P.D., Andrade, L.P., Gaspar, P.D. (2016), "Key Points on the Energy Sustainable Development of the Food Industry – Case Study of the Portuguese Sausages Industry", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, pp. 393-411.
14. Pinto, C., Moreira, S.A., Fidalgo, L.G., Santos, M.D., Delgadillo, I., Saraiva, J.A. (2016), "Shelf-life Extension of Watermelon Juice Preserved by Hyperbaric Storage at Room Temperature Compared to Refrigeration", *LWT - Food Science and Technology*, 72, pp. 78-80.

15. Sargin, S. Ve Okudum, R. (2014), "Isparta İlinde Soğuk Hava Depolarının Kuruluşu, Gelişimi ve Gelişime Etki Eden Faktörler", SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 31, pp. 111-132.
16. Sayılı, M., Batu, A., Tokatlı, M., Yıldız, M. (2006), "Tokat İlinde Meyve ve Sebze Depoculuğunun Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri", Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3, pp. 27-36.
17. Schalbart, P., Leducq, D., Alvarez, G. (2015), "Ice Cream Storage Energy Efficiency With Model Predictive Control of a Refrigeration System Coupled to a PCM Tank", International Journal of Refrigeration, 52, pp. 140-150.
18. Shieh, J.I., Wu, H.H., Huang, K.K. (2010), "A DEMATEL Method in Identifying Key Success Factors of Hospital Service Quality", Knowledge-Based Systems, 23, pp. 277-282.
19. Stratakos, A.C., Linton, M., Patterson, M.F., Koidis, A. (2015), "Effect of High Pressure Processing on the Shelf Life, Safety and Organoleptic Characteristics of Lasagne Ready Meals During Storage at Refrigeration and Abuse Temperature", Innovative Food Science and Emerging Technologies, 30, pp. 1-7.
20. Tanner, D. (2016), "Cool and Cold Store Design and Construction", Reference Module in Food Science, pp. 1-5.
21. Tassou, S.A., Lille, G.D., Ge, Y.T. (2009), "Food Transport Refrigeration – Approaches to Reduce Energy Consumption and Environmental Impacts of Road Transport", Applied Thermal Engineering, 29, pp. 1467-1477.
22. Tzeng, G.H., Chiang, C.H., Li, C.W. (2007), "Evaluating Intertwined Effects in e-Learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based on Factor Analysis and DEMATEL", Expert Systems with Applications, 32, pp. 1028-1044.
23. URL 1, Antik Yunanda Beslenme (2015), file:///C:/Users/Acer/Downloads/antik-yunanda-beslenme%20(2).pdf, 18.03.2017.
24. URL 2, The World Factbook, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2119rank.html>, 19.03.2017.
25. URL 3, Global Cold Storage Capacity Report (2014), [https://www.gcca.org/wp-content/uploads/2014/12/SelectCharts\\_Media\\_2014IARWCapacityReport.pdf](https://www.gcca.org/wp-content/uploads/2014/12/SelectCharts_Media_2014IARWCapacityReport.pdf), 10.03.2017.
26. URL 4, Global Cold Storage Capacity Report (2016), <http://www.gcca.org/wp-content/uploads/2016/08/SAMPLE-2016-GCCA-Global-Cold-Storage-Capacity-Report.pdf>, 10.03.2017.
27. Yang, J.L., ve Tzeng, G.H. (2011), An Integrated MCDM Technique Combined with DEMATEL for a Novel Cluster Weighted with ANP Method, Expert Systems with Applications, 38, 1417-1424.

# SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ İÇİNDE RİSKLERİN AZALTILMASINDA YENİ TEKNOLOJİLER

*Doğan Ahmet İZER<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Soğuk zincir lojistiği son yıllarda ilaç ve gıda sektöründe artan talep doğrultusunda önem kazanmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütüne göre gıda üretimin üçte biri hiçbir zaman son tüketiciye ulaşmamaktadır. Bu kayıpların yüzde ellisi kontrol ve sıcaklık yönetimi dahil teknik hataların yol açtığı belirtilmektedir. İlaç sektörü de soğuk hava teknolojileri sıcaklık hassas ürünlerin taşınmasına ve kullanılmasına izin vermektedir. Bu ürünleri taşımalarındaki ufak bir hata ürünü kullanılmaz veya etkisiz hale getirmesi sağlık riski ve üretici için ise hem gelir hem de prestij kaybı anlamına gelmektedir. Soğuk Zincir lojistiğinde soğuk taşıma zincirinin kırılma riski en fazla taşıma ve bunun içinde de taşıma araçları ya da araç ile depo veya depo ile uçak ya da konteyner arasında geçişte oluşmaktadır. Bu riski azaltmak için termal battaniye, özel izole edilmiş ve soğutucu teknolojileri ile sınıfını koruyan aktif ve pasif teknolojiler kayıp ve bozulma riskine karşı artan bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yeni teknolojiler fayda bazında incelenecektir.*

**Anahtar Sözcükler:** Soğuk Zincir, termal örtü, soğuk kutular.

## NEW TECHNOLOGIES FOR REDUCING RISK IN COLD CHAIN LOGISTICS

### ABSTRACT

*Cold Chain logistics has grown in importance due to the rising demand in food and pharmaceutical sectors for cold and chilled transportation. According Food and Agriculture organization, a third of the world's food production never reaches to the consumers. From these losses, % 50 are due to technical errors in the cold chain. In the pharmaceutical sector, a small error in the cold chain logistics can render the product unusable or ineffective, which is a loss of revenue and image for the producer. In cold chain logistics, the risk for temperature excursion are highest during transportation and the risk increase additionally during transfer from vehicle to cold storage warehouse or from cold storage warehouse to aircraft or to shipping containers. To reduce this excursion risk, several new technologies are being used like thermal blankets, boxes and containers with active cooling or passive cooling. These technologies will be reviewed effectiveness.*

**Keywords:** Cold chain, thermal blankets, cold box.

---

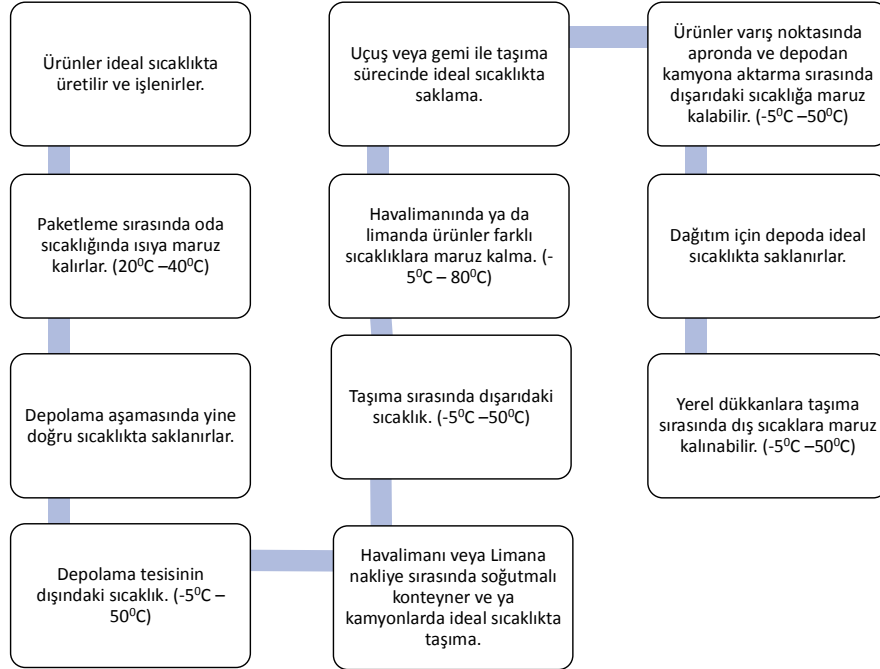
<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı, İstanbul, Doktora Öğrenci, ahmetizer@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Soğuk zincir lojistiği için dünya da giderek artan bir talep mevcut olup, bu talep ağırlıklı olarak iki sektörden gelmektedir: ilaç ve gıda. Soğuk zincir lojistiğinin pazar değerinin 2014 – 2022 yılları arasında yıllık olarak %16 büyüyerek 426 milyar USD'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Upadhyay, 2014). İlaç sektöründe ısı kontrollü taşımaların pazarı DHL Global Forwarding firmasına göre 2020 yılında 13,4 milyar USD ulaşacaktır. Soğuk hava zinciri lojistiği Türkiye'nin ihracatında giderek daha büyük yer almakta olup, 2016 yılında sadece yaş meyve ve sebze ihracatı Akdeniz İhracatçılar Birliği rakamlarına göre 2 milyar USD'ye yaklaşmış olup, yurtiçinde soğuk zincir lojistiği giderek büyümekte olup, özellikle önde gelen lojistik servis sağlayıcıları bu konu yeni yatırımlar yapmaktadır. Soğuk zincir içinde taşınan miktarlar artarken, giderek büyüyen küresel talep soğuk zincir içinde taşınan mesafe ve sürelerin artırmaktadır. Ülkemizde üretilen meyve ve sebzenin %25 ile %30 dağıtım ve üretim sırasındaki hatalar nedeni ile zayi olmaktadır (Vahap, 2017). Bu kayıpların içinde soğuk zinciri içinde yapılan hata veya uygulanmamasının açtığı kayıp oranı %22,5 olup, bu da toplam kayıpların %75'nin soğuk zincir ile alakalı olduğuna işaret etmekte ve soğuk zincirin gıda sektöründe ekonomik kayıpların azaltılmasındaki önemini vurgulamaktadır (Vahap, 2017). Mart ayında IATA tarafından yapılan Abu Dhabi'de yapılan Dünya Kargo Sempozyumdan ilaç sektöründe soğuk zincir hatalarının yıllık olarak 34.1 milyar USD değerinde ürün kaybına yol açarken, soğuk zincir içinde taşınan aşuların %25'i varış noktası kötüleşmiş bir durumda ulaşmaktadırlar. (URL 1) Ayrıca hem ilaç sektöründe hem de gıda sektöründe çıkan yeni standartlar olan Good Distribution Practice (GDP) – ilaç sektörü – ve Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) – gıda sektörü – ürünlerin soğuk zincir içinde taşımalarını önemini artırmakta ve soğuk zincir için sapmaların engellenmesini daha önemli hale getirmektedir.

Soğuk zincire lojistiğinde uygulamada ürün ister gıda ister ilaç olsun, sadece doğru sıcaklık aralığında tutmak yeterli olmamakta, ayrıca sıcaklıktaki artış ve azalışlardan belirlenen sınırlar içinde kalırsa engellemek veya en aza indirmek hem ürün kalitesi ve güvenliği için büyük önem taşımaktadır. Meyvede hasat sonrası soğuk zincirdeki kopmalar sonucu kayıplar dünya çapında %10- %20 arasında olup, sıcaklıktaki ufak değişiklikler bile ürünlerin raf ömrünü ve kalitesini önemli derecede etkilemektedir. (Goedhals – Gerber, Haasbroeker, Freiboth, Van Dyk, 2015). Özellikle, 0 ile +1 derece arasında soğutulmuş gıdalarda belirtilen sıcaklık sınırlarının birkaç derece bile aşılması mikrobiyolojik üremenin başlamasına ve gıdanın kalitesini yüksek seviyede azalmaya, bozulmaya ve gıda zehirlenmesi riskinin artmasına yol açmaktadır. (Carulla, Corbellini, Parvis, Reyneri, ve Vallan, 2009) Gıda için kalite kaybını saklama sıcaklığı ve bu sıcaklık değerlerinin üzerinde geçirilen zaman belirlemektedir; ayrıca kalite kaybı süreci sıcaklık değerlerindeki oynamalar ile teşvik edilmektedir. (Martin ve Roman, 2000) Soğuk zincirde kalitenin ve ürün güvenliği hasat veya üretimden sonra mümkün olduğu kısa süre için ideal saklama sıcaklığına soğutulması ile sağlanabilir. (Jedermann, Edmond, & Lang, 2007) Sıcaklık kontrolü gıda ürünlerinde bakteri büyümesi

engellenmesi, ürün kayıplarının engellenmesi ve kalitenin korunması için gereklidir. Soğuk zincir lojistiğinde şu anda sıcaklık artışı için en büyük risk ürünlerin soğuk hava deposundan nakliye araçlarına aktarımı ya da liman ya da havalimanında soğuk hava deposundan gemi ya da uçağa götürüldüğü zaman sürecinde oluşmaktadır. Bu risklerin azaltılması için son 10 yıl için yeni teknolojik çözümler üreticiler ve nakliyeciler tarafından kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 1: Soğuk Zincir Lojistik akışı (URL 2)

Soğuk zincir gıda veya ilaç ürünleri için üretim anında başlar. Gıda ya da ilaç eğer üretiliyorsa, ideal sıcaklıkta üretilir ve hemen paketleme ve buradan da depoya alınır. Gıda eğer tarladan toplanıyorsa, hızlı bir şekilde paketlemeye (dışarı sıcaklığında) ve oradan da ideal saklama sıcaklığına getirilmesi için soğutmaya alınır. Depolama tesislerinin dışındaki sıcaklıklar genelde mevsimine göre -5 derece ile 50 derece arasında değişebilir. Uluslararası gönderilecek gıda ve ilaç ürünleri genelde gemi ve havayolu ile taşınırlar. Havalimanı veya limanı aktarımların soğutmali kamyonlar ile yapılır ve bu soğutmanın amacı ideal saklama derecesini korumak olup, kamyonların soğutma kapasitesi bu hedef ile tasarlanmıştır. Aktarma sırasında dışarıdaki sıcaklık -5 derece ile 50 derece arasında değişebilir. Ürünler liman veya havalimanındaki aktarmaları sırasında doğrudan güneş ışına maruz kalabilirler ve güneş altında sıcaklık 80 dereceye kadar ulaşabilir. Gemi veya uçak ile nakliye sırasında ideal sıcaklığın korunması için soğutma sistemleri soğuk zincirin devamlılığı sağlar. Ürünler varış noktalarında havalimanı ya da limanda çıkış noktasına benzer koşullar ile karşılaşılır.



Dağıtım için havalimanından depoya giderken yine soğutmalı kamyonlar ile ideal sıcaklığını korunması için soğutma yapılır. Dağıtım deposunda ürünler ideal sıcaklıkta korunur ve son kullanıcıya dağıtım sırasında yine soğutmalı kamyon veya benzeri nakliye araçları ile ideal sıcaklık korunarak taşınırlar.

Soğuk Zincir Lojistik pazarı gıda sektörü için 230 milyar USD’lik bir değere ulaşırken, ürünlerdeki kayıp oranı taşıma sırasında %20’ye ulaşmaktadır. Taşıma sürelerinin 4 gün ile 15 gün arasında sürmektedir. Taşıma sürecindeki kayıpların en aza indirilmesi için kullanılacak teknolojik yenilikleri ekonomik faydaları yukarıda belirtilen rakamlardan rahatlıkla öngörmek mümkündür.



**Şekil 2: Soğuk Zincir pazarı (URL 3)**

Bu çalışmanın için önce soğuk zincir lojistiğinde sıcaklık sınırların aşılmasının riskleri ile ilgili literatür incelenecektir. Bu risklerin en aza indirilmesi için geliştirilen çözümler ise çözüm ve bulgu kısmında incelenecek, maliyet ve kullanım açısından sektör kriterlerine gıda ve ilaç sektörlerine hangi teknolojik çözümün uygun olacağı değerlendirilecektir. Sonuç bölümünde bu teknolojilerin soğuk zincir lojistiği için alacaklar yer ve teknolojileri gelecekte gideceği yön tartışılacaktır.

## 2. LİTARETÜR ARAŞTIRMASI

Soğuk zincir lojistiği ekonomik boyutunun büyümesi ve sağlık ile gıda gibi toplum için kritik iki sektörü içinden önemli rolü neden araştırmacılarından artan bir ilgi görmektedir. Shuchang, Yufan, ve Radzion (2015) soğuk dağıtım zincirlerindeki zayıf noktaları araştırmış ve bunlardan biri olaraktan aktarma sayısı ve bu aktarmalar sırasındaki sıcaklık oynamalarını soğuk zincirlerdeki zayıf noktalardan biri olarak değerlendirmişlerdir.



Aynı yıl içinde Goedhals-Gerber, Haasbroek, Freiboth, ve Van Dyk (2015), Cape Town limanından Güney Afrikalı meyve üreticilerinin liman üzerinden frigo gemi konteynerleri ile yaptık ihracatlar da sorunları incelememişler ve meyvelerin kalitesi ve ürün kayıplarındaki önemli bir faktörlerden birinin soğuk hava deposundan frigo konteynerin kamyon üzerindeki dolumu ve limanda kamyonun konteynerlerin gemiye aktarılması ve güç kaynağına taşınması sırasında maruz kaldıkları ısı değişimlerinin olduğu tespitinde bulunmuşlardır. Ayrıca yine bu araştırma içinde frigo gemi konteynerlerinde soğutma sistemlerini tasarımının belli bir sıcaklığı korumaya yeterli olduğu ama soğutma için yeterli olmadığından meyveleri mutlaka bu konteynerlere tavsiye edilen soğuklukta yüklenmesinin önemine işaret etmişlerdir. İlk soğutmanın önemi ve burada ulaşılan ısı derecesini bütün taşıma boyunca korunmasının kritik önemi aynı araştırma içinde ifade edilmektedir. Rong, Akkerman, Grunow (2009) araştırmalarında gıda soğuk zincirinde raf ömrü ve ürün kalitesi için sıcaklığın ana belirleyici etken olduğunu ifade ediyorlar. Aung ve Chang, (2013) araştırmalarında soğuk zincirde sıcaklığın raf ömrünü azaltan ve kaliteyi bozan mikrobiyolojik aktivitenin artışında ağırlıklı etken olduğuna işaret ediyor. Rediers, Claes, Peeters, ve Willems, (2008) ise soğuk zincirdeki sıcaklık dalgalanmalarının koliform bakterilerinin büyümesi hızlandırdığına tespit etmişlerdir. Abad, Palacio, Nuin, Zarate, Juarros, Gomez, ve Marco, (2009) taze balık için soğuk zincir lojistiğini incelemiş ve Capetown'da yapılan uçak yüklemeleri sırasında balıkların saklama sıcaklığında 5 derecelik bir artış belirlemişler ve aynı araştırmada taşıma sırasında sıcaklığın ve nemin dalgalandığını ama bu karşın saklama sırasında sabit olduğunu tespit etmişlerdir.

### 3. SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİNDE YENİ KORUYUCU TEKNOLOJİLER

Soğuk zincir lojistiği içinde sıcaklık dalgalanması ve tavsiye edilen sıcaklık aralığına çıkışlar en fazla nakliye aşamasında farklı taşıma şekilleri arasında aktarımı sırasında gerçekleşmektedir. Bu riskin azaltılması için gıda ürünleri için ilk soğumadan sonra sıcaklığın kalması ortam ve ekipman bağımsız sağlayacak teknolojiler önemli olacağı işaret etmektedir. Soğuk zincir lojistiğinde 2000 yıllarında beri sıcaklığın korunması için yeni teknolojiler hızla geliştirilmekte olduğunu gözlemleyebiliyoruz. Artan soğuk zincir lojistiği talebi ve tüketici kaliteli ürün talebi soğuk zincir içindeki kayıpların azaltılması için yeni teknolojilerin gelişiminde itici faktörlerden biri olmuştur. Aynı zamanda, soğuk zincir lojistiği içinde uzun daha mesafeler geçiren ürünler için artan soğuk zincirin kırılma riski ve giderek büyüyen kapsayıcı yasal çerçeveye ise bu teknolojiye gelişmelerin itici sebeplerinde biri olarak öne çıkmaktadır.

Soğuk zincir lojistiği bu riski azaltmakta üzere kullanılan teknolojiler ikiye ayrılmaktadır: Aktif soğutma ve Pasif soğutma. Aktif soğutma buzdolabı soğutma teknolojisine, kuru buz veya soğutma sağlayan jel veya sıvı içeren paketler ile ayarlanma yöntemi ile çalışmaktadır. Buzdolabı teknolojisi boyutları bakımında giderek küçülürken enerji ihtiyacı bakımından ise giderek azalan teknolojik göstermişler. Bu iki eğimden yararlanarak Envirotainer ve va – Q – tainer gibi firmalar özellikle hava taşımacılığında kullanılan konteynerler geliştirmişlerdir. Bu konteynerler özellikle ilaç sektörü için yapılan taşımalarda tercih edilmektedirler.

Bu konteynerler belli sıcaklığa soğutulmuş ürünleri yüksek veya düşük sıcaklıklardan, güneş ışığı gibi dış etkenlerden korumak ve sıcaklığı en az değişim ile koruma için tasarlanmışlardır. Bu konteynerler gemi konteynerleri gibi ürünü belli bir sıcaklığa soğutma kapasiteleri sahip değildirler. Aktif soğutma teknolojileri genelde sağladıkları etkin sıcaklık koruması nedeni ile ilaç sektörü tarafında soğuk zincir lojistiğinde kullanılmaktadır. Aktif soğutma teknolojileri taşıma kapasitesi olarak soğutma sistemleri içermeleri nedeni ile daha sınırlı taşıma kapasitelerin ve sabit ebatları nedeni ile soğuk zincirdeki her ürünün taşınması için uygunluk taşımazlar. Ayrıca aktif soğutma sistemlerinin maliyetinin hem tedariki hem de kullanımı aşamasında yüksek olması, bu sistemlerin ağırlıklı olarak yüksek değerli ilaç taşımaları için kullanım da sınırlamaktadır. Gıda sektörü için aktif soğutma yüksek değerli ve hassas ürünleri (dondurma ve benzeri dondurulmuş ürünler) için kullanılmaktadır.

Pasif Soğutma sistemleri yapımların kullanılan malzemeleri yalıtım kapasitelerinden yararlanarak korudukları ürünü belirli sıcaklıkta tutmak üzerine tasarlanmışlardır. Pasif soğutma sistemleri korudukları ürünleri taşıma sürecinde belli zamanda soğuk hava tesisleri veya soğutma kapasiteli taşıma araçlarda olacağı ya da taşımının tasarlandıkları koruma süresi içinde yapılacağı öngörüsü içinde tasarlanmışlardır. Pasif soğutma sistemleri ana hedefi giriş bölümünde işaret ettiğimiz ürünün aktarma sırasındaki sıcaklık sapmasına yolacak dış etkenlerden korumaktır, böylece korunan ürün taşıma sürecindeki bu aşamaları en az sıcaklık sapması veya tercihen, hiç sapma olmadan geçmesini sağlamaktır. Pasif ürünler temel olarak ikiye ayrılırlar: termal örtüler ve termal kutular. Termal örtü üreticinin tasarımına göre bir ya da birden fazla yalıtım katmanı oluşabilir ve yine tasarımına göre hava alabilirlik, nem emme, karbondioksit emme gibi özelliklere de sahip olabilir. Ebatları kullanılacağı ürün ve taşıma aracına göre ayarlanabilir. Aynı şekilde taşıma sırasında koruma sağlanması dış etkenlere ve mevsime göre de yalıtım katmanları planlanabilir. Bir örtü olarak korudukları ürünün şekillene uygunları yüksektir.

Termal kutular aşağıda şekilde malzemeler ile yapılırlar, bunlardan en yenisi ve en incisi VIP adı verilen malzeme olup, diğer malzemelerin 145 mm ve üzerinde kalınlıkta sağladığı yalıtımı 35 mm kalınlık ile sunarak hem ağırlıktan hem de hacimden tasarruf sağlamaktadır. Kutular termal örtülere göre daha ufak kapasiteli olup, genelde Euro palet (1200 mm x 800 mm) tabanlı veya daha küçük ebatlı ürünleri taşımak için genelde tasarlanmaktadır. Termal örtülere sert dışı kabukları sayesinde ürünü fiziki dış etkilerden (darbe ve benzeri) daha iyi korurken, sıcaklığın korunması ise daha uzun süreli bir koruma süresi sunabilir. Bunun karşılığında ebat ve hacim esnekliği termal örtülere göre sınırlıdır. Termal örtüler gıda sektöründe ağırlıklı olarak kullanılırken, termal kutular hem ilaç ve hem de gıda sektöründe kullanılmaktadır.

Soğuk Lojistik zinciri içinde taşıma ve özellikle aktarma sırasındaki sıcaklık dalgaları ve aşımaları en büyük problemlerden biri olduğu görülmektedir. Uzayan soğuk zincir lojistiği ve artan güvenlik gerekleri, özellik şu anda hava taşımacılığında, gönderici ve lojistik firmalarının özellikle havalimanı ve liman gibi alanlarda kontrolünü azaltacak ve aynı zamanda

yüklerin dış iklim şartlarına ve güneş ışığına maruz kalma riskini artıracaktır. Bu nokta ilk soğutmada ulaşılan sıcaklığını tüm taşıma sürecinde en az sıcaklık dalgalanması ile taşımasını sağlayacak koruma tedbirlerinin alınmasının giderek daha büyük önem taşıyacaktır. Bu noktada çeşitli çözümleri avantajları ve dezavantajları ile koyan bir tablo ile hem üreticilerin hem de lojistik firmaların doğru çözümü doğru maliyet ile seçebilmesini sağlamayı amaçlıyorum.

**Tablo 1: Termal Koruma Ürünleri Avantajları ve Dezavantajları (Linke, 2015)**

Ürün	Avantajları	Dezavantajları	Sıcaklık menzilli/ Koruma süresi (dakika)
Termal örtü	Boyutları ayarlanabilir, her türlü şekli alma yetisi, alt taban ile etkili koruma sağlama yetisi, yansıtıcı en ucuz çözüm	Tam izolasyon sağlamaması, katman sayısı ve kalınlığın sınırlı olması, çabuk yıpranma	02 – 08 derece/12 saate kadar  15 – 25 derece/264 saat
Termal kutu	Çok etkili izolasyon ile uzun süreli sıcaklık koruması sağlanması, dış etkenlere karşı çok etkili koruma, soğuk paketler kullanıma izin veren tasarım. -15 ile -25 derecede sıcaklık sabitlemesi, uzun süreli ve çok tekrarlı kullanım.	Boyutlar ve her tür şekil taşıma yetisi sınırlı, katman kalınlığı ve izolasyon gerekleri için hacmi sınırlandırabiliyor. Göreceli yüksek maliyet,	02 – 08 derece/120 saat
Aktif buzdolabı kutular	Kutu açılmadığı sürece sıcaklığı belli bir derecede sabit tutma garantisi, enerji sağlandığı sürece sıcaklığı aynı tutma yetisi	Boyut ve her türlü şekli taşıma yetisi sınırlı, soğutma için kullanılan buzdolabı kutu iç hacmini daraltıyor ve ilave ağırlık nedeni ile taşıma kapasitesini sınırlıyor, düzenli bakım ve taşıma sırasında kontrol ihtiyacı.	0 – 25 derece/ sınırsız*
Aktif soğutucu paketli kutular	Kutu açılmadığı sürece – 20 dereceye kadar sıcaklığı sabit tutma yetisi, enerji sağlanması ve soğutucu paketlerin değiştirilmesi şartı ile sıcaklığı istenen derece süresiz tutma yetisi.	Boyut ve her türlü şekli taşıma yetisi sınırlı, soğutma için kullanılan soğutucu paketlerin kutu iç hacmini daraltıyor ve ilave ağırlık nedeni ile taşıma kapasitesini sınırlıyor, düzenli bakım ve taşıma sırasında kontrol ihtiyacı.	-20- +20 derece/ sınırsız*

\* Aktif buzdolabı kutuları için bataryaların şarj edilmesi kaydı ile, aktif soğuk paketli kutular için soğuk paketlerin değiştirilmesi veya kuru buz takviyesi yapılması ve kontrol sisteminin pillerinin değiştirilmesi kaydıyla.

Maliyet olarak termal örtüler en uygun maliyetli çözüm iken termal kutular daha pahalı ve ebatları sınırlı olması nedeni ile daha fazla adet kullanımı nedeni ile daha yüksek maliyet

getirirler. Termal kutular termal örtülere daha çok defa ve daha uzun vadeli kullanım imkânı nedeni ile uzun vadeli ve sık kullanımda bazı ürünler için daha ekonomik olabilirler özellikleri geri dönüşüm lojistik kurgusunun doğru kurulmuş olması gerekmektedir. Aktif çözümler hem termal kutulardan hem de örtülerden daha pahalı olup, genelde yüksek değerli ve dondurulmuş ürünler için tercih edilmektedir.

## 5. SONUÇ

Soğuk zincir lojistiğinin giderek uzadığı ve aynı zamanda genel lojistik ile beraber artan güvenlik kurallarının içinde olduğumuz bir ortamda, soğuk zincir içindeki ürünlerin ilk soğutma sıcaklığı içinde tutulması giderek önem kazanmaktadır. Soğuk zincir lojistiğinin 2016 – 2022 yılları arasında yıllık olarak ortalama %16 büyüceği öngörülmekte, et, balık ve deniz ürünleri soğuk zincir lojistiği içinde en büyük parasal hacmi temsil ederken, ilaç sektörü en hızlı büyümeyi göstereceği tahmin edilmektedir (Upadhyay, 2017). Tahminler 2019 yılında soğuk ilaç zincirinin değerinin 350 milyar USD ulaşacağı ve International Air Transport Association verilerine göre soğuk zincir hava taşımalarında sıcaklığının aşımının %50’den fazlası havalimanında ve yer hizmetleri firmalarının soğuk zincir ürünlerinin elleçledikleri süreçlerde olduğu göz önüne alındığında termal korumayı sağlayan bu yeni teknolojiler ürünleri sıcaklığını korunarak taşıma ve aktarmadaki risklerin azaltılmasında büyük rol oynayacaklardır. Şu anda ilaç sektörü bu teknolojilere 3,1 milyar USD harcamakta olup, bu harcama artacağı öngörülmektedir (Pharmaceutical Commerce, 2015). Böylece üreticinin taşıma ve aktarma sırasında kalite ve ürün bozulma oranı düşürerek gelir ve kaybını engellemekte ve üreticilerin daha fazla pazara ulaşmasını sağlarken, tüketicinin daha fazla çeşitli ürünü daha kaliteli ve güvenli olarak tüketmesini sağlamaktadır. Gelecekte aktarma ve taşıma sırasında risklerin daha detaylı incelendiği ve önemleri derinlemesine araştırmalara devam edilmesi yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Abad, E., Palacio F, Nuin M., Gonzales de Zarate A., Juarros A., Gomez J.M., Marco S. (2009), “RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain”, *Journal of Food Engineering*, 93, pp. 394-399.
2. Aung M. M., Chang Y. S., (2014) “Temperature management for quality assurance of a perishable food supply chain”, *Food Control*, 40, pp. 198 – 207.
3. International Trade Administration, 2016, “2016 Top Markets Report Cold Chain”, U.S. Department of Commerce, Washington D.C.
3. Goedhals-Gerber, L.L., Haasbroek, L., Freiboth, H. & Van Dyk, F.E., (2015), ‘An analysis of the influence of logistics activities on the export cold chain of temperature sensitive fruit through the Port of Cape Town’, *Journal of Transport and Supply Chain Management* 9(1), Art. #201, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/jtscm.v9i1.201>

4. Kou J., Chen M., (2010), “Developing an advanced Multi-Temperature Joint Distribution System for the food cold chain”, *Food Control*, 21, pp. 559 – 566.
5. Likar K., Jevnik M., (2006), “Cold Chain maintaining in food trade” *Food Control*, 17, pp. 108 – 113.
6. Linke M., (2015), “GDP from a packaging perspective”, Schenker Deutschland AG, bilgilendirme sunumu, Coburg, Almanya.
7. Pharmaceutical Commerce (2015), “The Cold Chain Directory 2015: The 2015 Biopharma Cold Chain Landscape”; [http://pharmaceuticalcommerce.com/lib/sitefiles/pdf/Cold\\_Chain\\_Dir\\_2015.pdf](http://pharmaceuticalcommerce.com/lib/sitefiles/pdf/Cold_Chain_Dir_2015.pdf).
8. Rediers H., Claes M., Peeters L., Willems K.A., (2009), “Evaluation of the cold chain of fresh – cut endive from farmer to plate”, *Postharvest Biology and Technology*, 51, pp. 257 – 262.
9. Rong A., Akkerman R., Grunow M., (2011), “An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain”, *Int. J. Production Economics*, 131, pp. 421 – 429.
10. Shuchang L., Yufan G., Radzion P., (2015), “How to Assess Risks in Weak Links in Cold Chain Distribution Process?”, Linneuniversitetet, Kalmar.
11. Terry L., (2014), “Perishable Logistics: Cold Chain on a Plane”, *Inbound Logistics*, Ocak 2014, <http://www.inboundlogistics.com/cms/issue/2014-01/>.
12. Upadhyay S., (2017), “Cold Chain Logistics Market by Application Type (Fruits & Vegetables, Dairy & frozen desserts, Bakery & Confectionary, Meat, Fish & sea food, Drugs & pharmaceuticals, and Others) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecasts, 2014-2022”, Allied Market Research, Portland, Oregon, USA.
13. URL1, Kauffman C. (2017), WCS 2017: Schiphol to Combat Temperature Excursions with New Warning System, <http://aircargoworld.com/wcs-2017-schiphol-to-combat-temperature-excursions-with-new-warning-system/>.
14. URL2, Ram E. (2015), Infographics – Why Temperature Monitoring is Important, <https://nimblewireless.com/info-graphics-why-reefer-temperature-monitoring-is-important/>.
15. URL3, BT9 (2015), [http://www.bt9-tech.com/wp-content/uploads/2015/07/Food\\_Pharma-Cold-Chain-Challenges\\_How-Much-do-They-Overlap-160715.pdf](http://www.bt9-tech.com/wp-content/uploads/2015/07/Food_Pharma-Cold-Chain-Challenges_How-Much-do-They-Overlap-160715.pdf).
16. Vahap M., (2017), “Kötü koşul domates kaybını 9’a katlıyor”, *Hürriyet gazetesi*, 24 Şubat 2017.



# SOĞUK ZİNCİRDE AKILLI AMBALAJLAMA SİSTEMLERİ İLE GIDA GÜVENLİĞİ VE ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ

*Burcu DEMİR<sup>1</sup>, Gülcan KESKİN<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Artan dünya nüfusuyla beraber gıda ihtiyacına sağlıklı bir şekilde ulaşması gereken insan sayısı da artmıştır. Gelişen teknoloji sayesinde insanların gıdaya ulaşması ve onu saklaması konusunda sürekli yenilikler yaşanmıştır ve daha güvenli bir yaşam oluşturmaya önem verilmiştir. Bu gelişmeler, firmaların tedarik zinciri oluşturma süreçlerini etkilemiştir; özellikle çabuk bozulabilen gıdalar için tedarik zincirinin doğru ve etkin bir şekilde oluşturulması önem verilmesi gereken bir konu olmuştur.*

*Soğuk zincirde gıda güvenliği; hammadde temininden başlayarak, üretim, taşıma ve dağıtım süreçlerinde yer alan bir olgudur. Gıdanın zincir üzerinde bozulması, firmaya ek bir maliyet oluşturmakla beraber müşteri sağlığını tehdit etmektedir. Bu riskleri ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilen akıllı ambalajlama sistemleri, soğuk zincir boyunca gıdanın iç ve dış durumunu gösterebilen sistemlerdir. Akıllı ambalajlar ürün izlenebilirliği sağlayarak; gıdanın depolama, taşıma ve satış aşamalarında doğru işlem görüp görmediği ve kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Bu sayede gıdada meydana gelen değişimler ürünün satışı yapılmadan fark edilebilmektedir.*

*Sonuç olarak; akıllı ambalajlama sistemleri sayesinde gıda kaynaklı güvenlik riskleri azaltılarak satıcının itibarı korunur ve tüketicinin sağlıklı ürün tüketmesi sağlanır. Bu çalışmada, soğuk zincirde akıllı ambalajlama sistemleri ile gıda güvenliği ve ürün izlenebilirliğinin Dünyadaki uygulamaları ile firma görüşmeleri ve veri analizleri kullanılarak Türkiye'deki uygulanabilirliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Soğuk Zincir Lojistiği, Akıllı Ambalajlama Sistemleri, Gıda Güvenliği, Ürün İzlenebilirliği

## FOOD SAFETY AND PRODUCT TRACEABILITY WITH SMART PACKAGING SYSTEMS IN COLD CHAIN

### ABSTRACT

*Along with the increasing world population, the number of people who need to reach their food needs in a healthy way has also increased. Thanks to the developing technology, people are constantly innovating*

- 
- <sup>1</sup> Öğrenci, Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi (İngilizce), [bdemir1802@gmail.com](mailto:bdemir1802@gmail.com)
  - <sup>2</sup> Öğrenci, Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi (İngilizce), [gulcannkeskin@hotmail.com](mailto:gulcannkeskin@hotmail.com)

*in reaching and keeping food, and it is important to create a safer life. These developments have affected firms' supply chain creation processes; It has been a matter to be emphasized that the supply chain has to be formed in a correct and effective way especially for the food which can be broken quickly.*

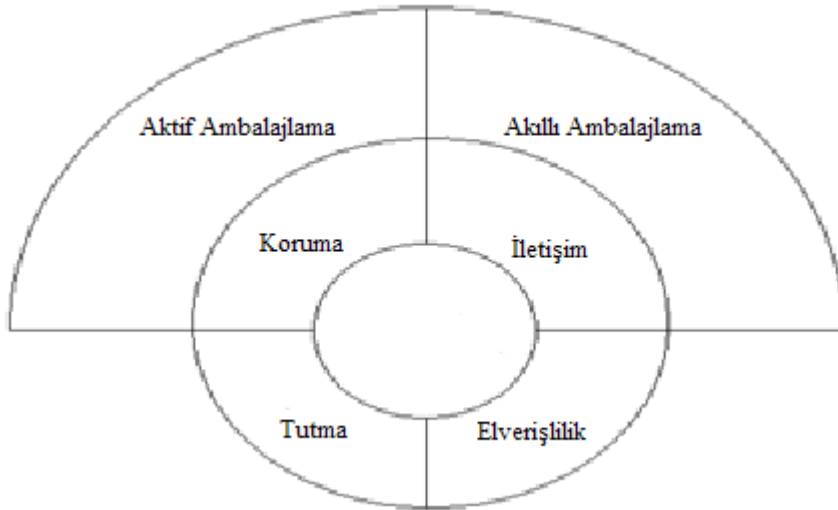
*Food safety in the cold chain; Starting from the supply of raw materials, to production, transportation and distribution processes. The spoilage of food on the chain creates an additional cost to the company, threatening customer health. Intelligent packaging systems developed to eliminate these risks are systems that can display the inner and outer states of the food along the cold chain. Intelligent packaging brings product traceability; Information on the quality, storage and handling of the food, whether it is being processed correctly and the quality of it. In this respect, changes occurring in the food can be noticed before the sale of the product.*

*As a result; Smart packaging systems reduce food safety risks and protect the reputation of the seller and enable consumers to consume healthy products. In this study, it is aimed to compare the applicability of intelligent packaging systems in cold chain with the applications of food safety and product traceability in the World and firm negotiation and data analysis in Turkey.*

**Key Words:** Cold Chain Logistics, Intelligent Packaging Systems, Food Safety, Product Traceability

## 1. GİRİŞ

Ürün tedarik zinciri aşamalarından biri olan ambalajlama; hem pazarlama açısından hem de ürün güvenliği açısından önemli bir fonksiyondur. Dağıtım kanalının son üyesi olan tüketicinin satın alma tercihini etkileyen ambalaj; içine konulan gıdayı tüketiciye bozulmadan en güvenilir biçimde ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araçtır (Kokangül ve Fenerci-oğlu, 2012). Bir ambalajın temel fonksiyonları içermek, korumak/muhafaza etmek, taşımak, bilgi vermek/satmak olarak özetlenebilir.



**Şekil 1. Ambalajlama Fonksiyonları Modeli (Yam vd., 2005).**



Özellikle gıda ürünlerinin ambalajlanması konusunda, insan sağlığını yakından etkileyen koruyuculuk fonksiyonunun gittikçe artırıldığı görülmektedir (Okumuş vd., 2003). Tüketicilerin artan farkındalığıyla beraber güvenilir ürüne ulaşma isteği de gıda ürünlerinin ambalajlanması sırasında koruyuculuk fonksiyonuna ekstra bir önem verilmesini sağlamıştır. Bu sayede akıllı ambalajlama teknolojilerine verilen önem artmıştır. Sağlıklı gıda talebini karşılayabilmek için daha güvenilir ve daha fonksiyonel ambalajlama yöntemleri araştırılmıştır. Bu nedenle, ürünün korunması ve muhafaza edilmesi, bir zamanlar gıda ambalajının başlıca rolleri olarak algılanırken, son dönemlerde izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik önem kazanmıştır. Bu yeni ambalajlama sistemleri akıllı ambalajlama olarak adlandırılır. Akıllı ambalajlar ürünün durumunu algılar ve tüketilebilirliği ile ilgili bilgi verir. Bu sayede tüketicinin bozulmuş, zarar görmüş ürüne ulaşması engellenir.

Çalışmanın ilerleyen bölümünde ilk olarak gıda güvenliği ve izlenebilirliğiyle ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir. Ardından üçüncü bölümde akıllı ambalajlama teknikleri anlatılmıştır. Daha sonraki bölümde akıllı ambalajlama uygulamalarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise bulgulara yönelik sonuçlar yer almaktadır.

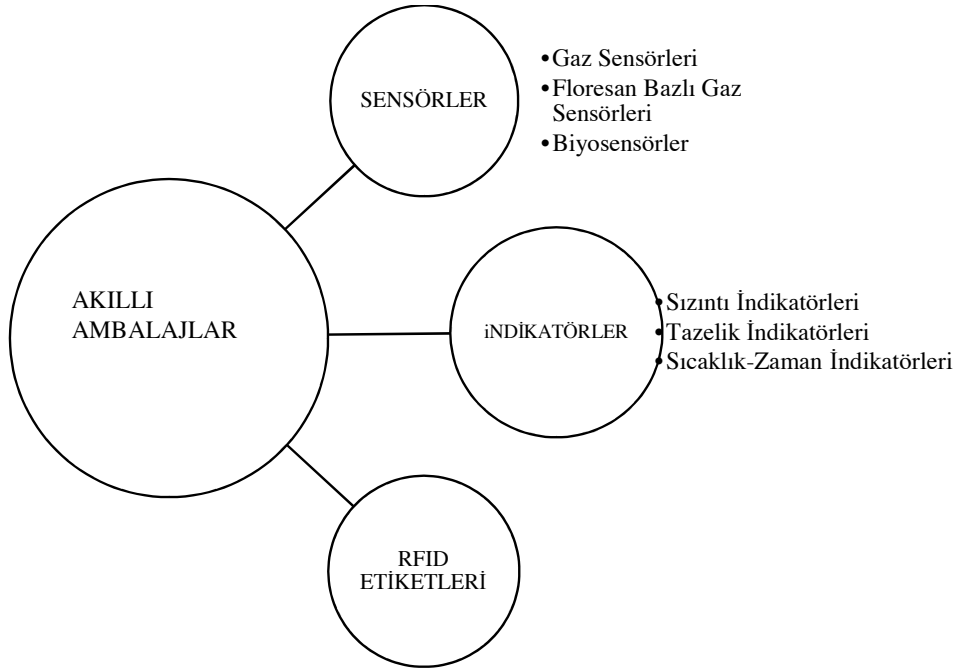
## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünya çapında gıda tedarik zinciri yönetiminde iki metodoloji kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi, ISO 22000, HACCP (Tehlike Analiz ve Kalite Kontrol Noktası) ve GMP (İyi Üretim Uygulamaları) ile sistemlerin gerektirdiği ön koşullar sağlanarak tüm süreçlerde kritik kontrol noktalarının kontrol altında tutulması ve sürecin ileriye ve geriye yönelik olarak izlenmesi mümkündür (URL 1). Ülkeler bu yasal zorunluluklarla, tüketici sağlığını korumayı amaçlasa da gıda izlenebilirliğini tam olarak sağlayamamaktadır. Bu noktada ikinci bir metodoloji olarak akıllı ambalajlama sistemleri devreye girmektedir. Gıdalarda gözlemlenen sağlığı tehdit eden unsurları en aza indirmek için gıda izlenebilirlik sisteminin kurulması gıda güvenliği için zorunlu hale gelmiştir. Öte yandan tüketicinin güvenilir gıdaya ulaşma isteği gıdayı üreten ve dağıtımını yapan işletmeleri gıda güvenliğini tehlikeye düşürecek etmenleri önceden belirleyip elimine etmek için bir sistem kurmaya teşvik etmiştir. Tüketicinin güvenini kazanmak, gıda güvenliğini tehlikeye düşüren unsurları azaltmak için kullanılan izlenebilirlik sistemi kanunlar ve yönetmeliklerle de yasal olarak zorunlu hale getirilmiştir ve bununla beraber çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Akıllı ambalajlar, Amerika ve Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. 2004 yılına kadar Avrupa'da, bu tür ambalajlar için bir yasal düzenleme bulunmamaktaydı (Toni, 2008). Türkiye'de de Türk Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliği akıllı ambalajların doğru kullanımı, güvenliği ve pazarlamasına yönelik düzenlenen yönetmelikleri oluşturmaktadır (2011). “Gıda Güvenliği” kavramı gıdaların amaçlanan kullanıma uygun olarak hazırlanması ve tüketildiğinde tüketiciye zarar vermemesi, “Gıda Zinciri” ise gıdanın ilk üretimden tüketimine kadar üretim, işleme, dağıtım, depolama, taşıma, yükleme ve boşaltmayı içeren sıralı aşama ve işlemler olarak ifade edilmektedir (ISO 22000: 2005).

İnsan sağlığı ve tüketici haklarını koruyacak bir başka yasal düzenleme ile gıda ve yem üretim, işleme ve dağıtım aşamalarında izlenmesi, izleme sisteminin oluşturulması konusunda koşullara yer verilmiştir (178/2002/EC Sayılı Gıda Güvenliği Regülasyonu). İzlenebilirlik kavramı, ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi'nde, İngiliz perakendecilerinin oluşturmuş olduğu İngiliz Perakendecilik Konsorsiyumu Standartlarında (BRC) ve Uluslararası Gıda Standartlarında (IFS) da yer almaktadır. Codex Alimentarius tarafından yayınlanan, CAC/KL 60-2016 "İzlenebilirlik için Prensipler/Gıda İnceleme ve Sertifikasyonu için Ürün İzleme Yöntemi" standardında, gıda kaynaklı tehlikelerden tüketicinin korunması amacıyla işletmelerde oluşturulacak izlenebilirlik sisteminin tasarımı ve uygulamalarını da kapsamaktadır (URL 2). Ayrıca "Gıda ve Yem Zincirinde İzlenebilirlik Standardı", üretim, proses ve dağıtım aşamalarında izlenebilirlik sisteminin korunması için genel prensipleri ve operasyon adımlarını tanımlamaktadır (ISO 22005-2007).

### 3. YÖNTEM



Şekil 2. Akıllı Ambalajlama Teknikleri (Kokangül vd., 2012)

#### 3.1. Sensörler

Sensörler yardımıyla ürünlerin tazelikleri, mikrobiyolojik açıdan bozulmalar ve sıcaklık nedeniyle oluşan değişimler öğrenilir. Sensörler, ürüne fiziksel veya kimyasal olarak temas

eden enerjiyi veya maddeyi tespit etmek, bulmak veya ölçmek için kullanılan cihazlar olarak tanımlanabilir (Rogers, 1998; Kerry vd., 2006).

### **3.1.1. Gaz Sensörleri**

Gaz sensörleri analizi yapılan gazın bulunması durumunda sensörün fiziksel parametrelerini değiştirerek tepki veren ve dışarıdan bir aygıt tarafından izlenebilen cihazlardır. Gaz sensörleri gıdanın niteliğine, paketin yapısına veya çevre koşullarına bağlı olarak değişir. Bu sensörler paketin içindeki gazlı ortam ile temas etmek zorunda oldukları için gıda ile direkt temas halindedir. (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012) Bu nedenle; gaz sensörleri daha çok araştırmalarda kullanılan sistemlerdir, paketin bütünlüğünü bozması sebebiyle ticari ürünlerde kullanımı pek mümkün değildir.

### **3.1.2. Floresan Bazlı Sensörler**

Paketlenmiş ürünlerde oluşan gazların uzaktan ölçümünü sağlayan sistemdir. Gıda ambalajında bulunan oksijen miktarı ambalajın ışıldamasıyla ölçülür; pakette bulunan oksijen miktarı ışıldama parametrelerinin ölçülmesiyle belirlenir. Bu sensörlerin çoğu geniş bir sıcaklık aralığında çalışabilirler (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015). Geniş sıcaklık aralığında çalışan sensörler kullanım alanları açısından avantaj sağlar.

### **3.1.3. Biyosensörler**

Ambalajlanmış gıdalarda meydana gelen biyolojik reaksiyonları belirleyen, kayıt eden ve ileten cihazlara biyosensörler denir (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012). Biyosensörler ticari ürünler için uygundur. Örneğin, paketin üzerine yerleştirilen barkod sayesinde, üründe yaşanan değişimler tespit edilebilmektedir; paketin içinde istenmeyen bir bakteri oluştuğunda bölgesel siyah çubuklar oluşmakta ve barkod okunamamaktadır.

## **3.3. İndikatörler**

Akıllı ambalajlama teknolojileri sayesinde dağıtım ve depolama sırasında gıdanın kalite özelliklerinin korunmasında ve gıda güvenliğinin sağlanmasında ambalaj içi ve dışı indikatörleri kullanılmaktadır. İndikatörler, paketlenmiş ürünün durumunu genellikle renk değişimi ile gösterirler. Tablo 1’de çeşitli indikatörlerin etkileri ve örnek kullanım alanları gösterilmiştir.

**Tablo 1: İndikatörler örnekleri**

Tip	Etki	Örnek Kullanım Alanı
Zaman-Sıcaklık İndikatörü	Süre- sıcaklık ve sıcaklık dalgalanma bilgisi	Depolama ve nakliye sırasında etiket bilgisi
Oksijen İndikatörü	Sızıntı bilgisi	Modifiye veya kontrollü atmosferde gıda ambalajları
Karbondioksit İndikatörü	Modifiye atmosfer ambalajlarda karbondioksit konsantrasyonu bilgisi	Modifiye veya kontrollü atmosferde gıda ambalajları
Renk İndikatörü	Ambalaj içindeki gıdanın sıcaklığı hakkında bilgi	Mikrodalga fırında hazırlanan gıdalar
Patojen İndikatörü	Mikrobiyolojik durum hakkında bilgi	Et, balık veya kanatlılar
Ambalajda Zedelenme İndikatörü	Ambalaj zedelenmesi ve kırılması konusunda bilgi	Konserve bebek mamaları

(Purma ve Serdaroğlu, 2006)

### 3.2.1. Sızıntı İndikatörleri

Ambalajda herhangi bir sızıntı olduğunda ürünün koruyucu ortamı bozulur ve dış ortamdan içeriye ürüne zarar verecek maddeler girebilir. Bu gibi durumlarda sızıntı indikatörleri renk değişimi ile ürün durumu hakkında bilgi verir. İki tip sızıntı indikatörü kullanılmaktadır; oksijen indikatörü ve sızıntı indikatörü. İndikatörler; tablet, etiket, baskı şeklinde veya polimer film kaplanarak formüle edilebilmektedir (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012). Örneğin, bir oksijen gazı indikatörü yerleştirildiği ambalaj içerisindeki oksijen gazı seviyesi %0.1 in altına düştüğünde etiket rengi pembeye, %0.5 in üzerine çıktığında ise maviye

dönüşmektedir. Bunun yanında, karbondioksit sızıntı indikatörleri ise daha çok ilaç sektöründe kullanılmaktadır.

### 3.2.2. Tazelik İndikatörleri

Tazelik indikatörleri, bir gıda ürününde yaşanan değişikliklere bağlı olarak ürün kalitesi ile ilgili bilgi sağlar. Örneğin; balık ürününde kullanılan bir tazelik indikatörü, balıkta bayatlama olması durumunda renk değiştirerek pembeye dönüşecektir (Purma ve Serdaroğlu, 2006). Ancak tazelik indikatörünün bir dezavantajı bulunmaktadır; önemli ölçüde duyuşal

olması sebebiyle kalite bozulmasından bağımsız olarak renk değişimleri gözlemlenebilmektedir (Hogan ve Kerry, 2008).

### 3.2.3. Sıcaklık-Zaman İndikatörleri

Sıcaklık-zaman indikatörleri paketin dağıtım sürecinde ısı durumunu bildirir. Göstergelerin ana amaçlarından biri ürün bozulmadan önce, ambalajdaki kalitenin azaldığını, renginin değişimiyle göstermektir. Göstergeler genellikle her zaman aktiftir ve bu nedenle kritik sıcaklığın altında depolanması gerekir.

Sıcaklık, gıda ürünlerinde bozulmaların yaşanmasının en önemli çevresel faktörüdür. Zaman-sıcaklık göstergeleri, belli bir sıcaklığın belli bir zaman içinde aşılabildiği veya ürünün olması gereken sıcaklığının üzerinde geçirdiği minimum süreyi tahmin edip bilgi vermek amacıyla düzenlenmiştir. Bu etiketler, dağıtım ve depolama esnasında sıcaklık öyküsü görsel olarak verir. Temelde Sıcaklık-Zaman indikatörleri, üretim noktasından son tüketiciye kadar geçen sürede bozulabilir bir ürünün zaman ve sıcaklığını takip eden küçük etiketlerdir (Fu ve Labuza, 1995).

Piyasada bulunan patentli TTI'lar aşağıda belirtilmiştir;

- Moleküler difüzyona dayalı sistemler,
- Polimerleşme reaksiyonlarına dayalı sistemler,
- Enzimatik aktiviteye dayalı sistemler ve
- Mikrobiyal büyümeye dayalı sistemlerdir (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012)

**3.2.3.1.Moleküler difüzyona dayalı TTI uygulaması**, ilk olarak çiçek aşularının nakliyesindeki soğuk

zincirinin izlenmesinde kullanılmıştır. Örneğin; difüzyona dayalı bir indikatör farklı erime sıcaklığına sahip kimyasalların bir kurutma kağıdından yapılmış fitile difüzyonu baz alınarak geliştirilmiştir. Sıcaklık değişimlerinde Mavi boyalı kimyasal maddenin fitil boyunca yayılarak ilerlemesiyle sonuç verir. Bu etiket daha çok 10oC'nin altında saklanan gıdalarda kullanılmaktadır.

**3.2.3.2.Polimerleşme reaksiyonlarına dayalı (polimer bazlı) zaman-sıcaklık indikatörleri**, sıcaklık dalgalanmalarına bağlı renk değişimlerini gösteren etiketlerdir. Ürüne hiçbir yan ekisi bulunmamaktadır. Örneğin; sağlıklı bir üründe renk koyu mavi iken sıcaklık dalgalanması sebebiyle renkte açılma gözlemlenir. Ya da referans bir halka ile çevrilmiş polimer küçük daire ile gözlemlenebilir. Polimer (aktif daire) merkez yüksek sıcaklıklarda daha hızlı ve düşük sıcaklıklarda daha yavaş şekilde, geri dönüşümsüz koyulaşır. Isıya maruz kalan polimer merkez, süreye bağlı olarak gıdanın tazeliğini göstermek için yavaş yavaş renk değiştirir. Polimer merkez referans dış halkadan daha açıksa, ürün kullanıma uygun demektir. Polimer merkez ile referans halka aynı renk ise, ürün yakın zamanda kullanılmalıdır. Polimer

Merkez, referans halkadan daha koyu olduğunda, ürün kullanılmamalıdır (Kokangül ve Fenerciöğlü, 2012).

**3.2.3.3.Enzimatik aktiviteye dayalı zaman-sıcaklık indikatörleri** de paket içi etiketi olarak kullanılır. Doğrudan ürünün kalitesiyle ilgili bilgi vermektedir. Örneğin; etiketin rengi yeşilden sarıya döner.

**3.2.3.4.Mikrobiyal büyüme dayalı zaman-sıcaklık indikatörleri** ürünün doğru sıcaklık aralığında muhafaza edilip edilmediğini göstermektedir. Örneğin, ürün doğru sıcaklık aralığında muhafaza edilmeyip, daha yüksek sıcaklığa maruz kaldığında veya son kullanım tarihi geçtiğinde, bakteri faaliyetleri sonucu indikatör rengi kırmızıya döner. İndikatör kırmızı renge dönüştüğünde barkod okunamaz ve tazeliğini kaybetmiş olan ürünün satışının yapılması mümkün olmaz.

### 3.3. RFID Etiketleri

Radyo frekansı tanımlama (RFID), nesneleri tanımlamak ve insan müdahalesi olmadan veri toplamak için kablosuz sensörleri kullanan otomatik tanımlama teknolojisidir (Tajima 2007; Hong vd., 2011).

Radyo frekansı tanımlama, etiketler, okuyucular ve bilgisayar sistemleri aracılığıyla gıda ambalajlarının kablosuz olarak izlenmesini sağlar. Gıda endüstrisinde gıdaların izlenebilirliğini kolaylaştırmaktan tedarik zincirlerinin etkinliğini arttırmaya kadar çok sayıda kullanımı vardır. Ancak belki de RFID'nin gıda paketlemesindeki nihai faydaları stok rotasyonunu hızlandırması ve izlemeyi geliştirmesidir. RFID sistemleri birçok gıda üretim operasyonları ve tedarik zincirleri için yararlıdır. Gıda kalitesi ve güvenliği için akıllı bir gıda ambalajı geliştirmek, RFID'nin gıda endüstrisinde ve gıda biliminin entegrasyonunda daha fazla kurulmasını gerektirir (Yam vd., 2005) (Kuswandi vd., 2011).

Marketlerde RFID sisteminin kurulması ile bir üründen rafta kaç adet kaldığı, depoda ne kadar stok olduğu, ürünlerden hangilerinin raf ömrünü tamamlamak üzere olduğu, doğru sıcaklıkta muhafaza edilip, edilmediği gibi bilgilere otomatik olarak ulaşılabilir. Barkod okuma sistemlerinden farklı olarak, alışveriş sepetindeki tüm ürünlerin tek tek okunmasına gerek kalmamakta, ürünler kasaya yaklaşınca sistem otomatik olarak hesaplamaktadır. Bu da hem zamandan, hem de iş gücünden kazanım sağlamaktadır.

RFID gıda endüstrisinde özellikle soğuk zincir gerektiren et ve et ürünleri gibi ürünlerde kullanılmaktadır. RFID tarım uygulaması Kasım 2004 de Namibia'dan İngiltere'ye dondurulmuş et ithalatında gerçekleştirilmiştir. RFID etiketleri ile et yüklü konteynerin, konum bilgileri, konteynerin yolculuk sırasında açılıp açılmadığı bilgisi, mühürlerin kırılma bilgisi, konteynerlerin yolculukları sırasında tanımlanmış güzergahlarda kalış süreleri bilgilerinin takibi mümkün olmuştur (Kavas, 2007).

Tipik olarak, RFID etiketleri iki modülden oluşur; bir tanesi işlem ve bilgi depolama için kullanılırken ikincisi bilgi aktarımı ve alımı için kullanılır. Avantajları, tedarik zincirinin her aşamasında birden çok ögenin izlenebilmesidir; Bu da dağıtımın hızını ve verimliliğini artırabilir. Modern tedarik zincirlerinde, çok miktarda hammadde farklı bölgelerden toplanıp bir yerde işlenip daha sonra farklı noktalarda bulunan tüketicilere dağıtılır ve bu süreçte ürün izlenebilirliği çok önemli bir faktördür. Daha hızlı ve etkili olması açısından günümüzde yaygın olarak kullanılan barkodların yerine RFID etiketlerinin kullanılması beklenmektedir (Subramanian vd., 2005) (Kuswandi vd., 2011).

#### 4. UYGULAMA

Ambalajlı gıdaların tüketime uygun olup olmadığına dair bilgilerin doğruluğunu arttırmayı amaçlayan akıllı ambalajlar birçok avantaja sahiptir. Akıllı ambalajlama ürünlerin raf ömrünü uzatır ve izlenebilirlik yönüyle de ürünlere erken müdahale imkanı verir. Bu da karlılığı arttıran unsurların başında gelir. Önlenen ürün israfı ve azaltılan atık miktarı ile oluşabilecek ekstra maliyetlerin önüne geçilir. Karlılığı arttıran bir diğer unsur da marka değeridir. Bu itibar tüketicinin güvenini kazanmaya yönelik çalışmalar yaparak sağlanabilir, bu nokta da yine akıllı ambalajlama sistemleri gündeme gelmektedir. Tüketici tarafından tercih edilmenin yanında yeni teknolojileri takip etmek uygulamak rakiplere karşı da üstünlük sağlar. Akıllı ambalajlamanın avantajlarını tüketiciye ulaşım açısından değerlendirdiğimizde, kontrol edilebilir olması sayesinde daha geniş bir coğrafyaya hitap imkanı sunar. Mesafelerin uzunluğundan kaynaklanan bozulma riskleri minimize edilebilir. Son olarak çevresel açıdan baktığımızda azaltılan atık miktarı ve enerji tasarrufu sayesinde karbon ayak izi salınımının da azaltılması söz konusudur.

Grand view Research tarafından 2015 yılında yayınlanan araştırma raporu incelendiğinde de akıllı ambalajlamaya verilen önem anlaşılmaktadır; küresel ambalajlama sektörünün 2024 yılında 26.7 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir.

Avrupa, aktif ve akıllı ambalaj konusunda Japonya, ABD ve Avustralya ile karşılaştırıldığında sınırlı kalıyor. Son olarak Avrupa Birliği'nde, bu konudaki yasal düzenlemenin 1935/2004 sayılı "Gıda ile Temas Eden Materyal ya da Maddeler" ile ilgili yönetmelik ve 450/2009 sayılı "Gıdayla Temas Etmesi Amaçlanan Aktif ve Akıllı Malzemeler" hakkındaki yönetmeliğe göre yürütüldüğünü belirtmek gerekir. Bu yönetmelik maddesindeki tanımlama aşağıdaki gibidir: "*Akıllı malzemeler ve maddeler; gıdanın durumunu denetlemek üzere tasarlanmış maddeleri ve malzemeleri; aktif malzemeler ve maddeler ise, ambalajlı gıdanın raf ömrünü uzatmayı, durumunu muhafaza etmeyi ya da iyileştirmeyi amaçlayan malzemeler ve maddeleri ifade eder*". Bu konu Türkiye'de de 2011 yılında yürürlüğe konulan 'Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler' yönetmeliği ile desteklenmektedir (Türk Gıda Kodeksi, 2011).

Gıda endüstrisinin her alanında kullanılan nanoteknolojik araştırmaların ve uygulamaların gıda ambalajlamasında da olduğu görölmektedir. Gıda ambalajlama uygulamaları, nanoteknolojinin hızlı bir şekilde büyüyen alanıdır. Nanoteknoloji gıdaların ambalajlamasında üç farklı şekilde kullanılabilir; ambalaj malzemesinin bariyer özelliklerini geliştirmek amacıyla, aktif ambalaj materyallerinin geliştirilmesinde, nanosensörlerin üretiminde ve akıllı ambalajların geliştirilmesinde. Gıdanın üretilmesinden paketlenip, tüketiciye ulaştırılmasına kadar farklı aşamalarda uygulanabilen nanoteknoloji için henüz uygulamaya konulmuş bir regölasyon yoktur.

Dünyada nanoteknoloji ile ilgilenen ölkelerin başında Çin ve ABD gelmektedir. Bunu Japonya ve Avrupa ölkeleri takip etmektedir. Türkiyede ise nanoteknoloji çalışmaları ve uygulamaları son yıllarda gündeme gelmeye başlamıştır. Bu amaçla ilk olarak, Devlet Planlama Teşkilatı tarafından alınan kararla Bilkent Üniversitesi bünyesinde Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) kurulmuştur.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık insan yaşamı üzerinde etkili olan en önemli kavramların başında yer almaktadır; satışa sunulan tüketim ürünlerinde ambalajlama olmazsa olmazdır. Bu amaçla Türk Gıda Kodeksine göre tüm gıda maddelerinin ambalajlanması zorunludur.

Çağımızda insan sağlığını tehdit eden birçok etken bulunmasının yanında mütemadiyen gelişen bilim ve teknoloji ışığında insanlığın yararına oluşturulan uygulamalardan biri olan akıllı gıda ambalajlam Dünyamız ve insanlık için oldukça faydalı bir gelişmedir. Gıda güvenliği konusunda insan sağlığına olan tehdidi ortadan kaldıran ve kaliteyi belirleyen unsurlardan biri olan akıllı ambalajlama gün geçtikçe önem kazanacaktır.

Tedarik zinciri yönetimi açasından baktığımızda, zincirin en önemli fonksiyonlarından olan iletişim üzerine konuşlandırılmış akıllı ambalajlama ürünün doğru zamanda doğru yerde olması kadar önemli olan ürün durumu hakkında da bilgi vermesi sayesinde en kısa zamanda müdahale edebilme şansı tanır. Akıllı ambalajlama sistemleri, kısa vadede bakıldığında gelecekteki ambalajlama yöntemlerine göre maliyetli gözükse de uzun vadede karlılık, güven ve sürdürülebilirlik sağlar.

Sonuç olarak; uygulama bölümünde belirtilen verilere göre küresel akıllı ambalajlama sektöründeki büyümeyle birlikte ilgili tarafların teknolojik gelişmeleri daha aktif bir şekilde kullanarak sürdürülebilirliğe ve insan sağlığına katkı sağlaması beklenmektedir.

## TEŞEKKÜR

Değerli hocalarımız Yrd. Doç. Dr. Fulya TAŞEL'e ve Arş. Gör. Gülnihal AKAN'a desteklerinden dolayı teőkükür ederiz.



**KAYNAKÇA**

1. [Ariyaratna, I., R.M.P.I. Rajakaruna, Karınaratne, D., \(2017\), 'The Rise of Organic Nano-material in Food Applications', Food Control, ss. 251-259.](#)
2. [Butler, P., \(2013\), 'Smart and Interactive Packaging Developments for Enhanced Communication at the Packaging/User Interface', Packaging Materials & Technologies, ss. 261- 287](#)
3. Esmer, Ö., Melikoğlu, A., (2015), 'Gıda Güvenliğinin Sağlanmasında Radyo Frekanslı Tanımlama Teknolojisinin Rolü', Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 13(1), ss.72-80.
4. [Fang, Z., Zhao, Z., Warner, R., Stuart, K., \(2017\), 'Active and Intelligent in Meat Industry', Trends in Food Science & Technology, ss. 60-71.](#)
5. <http://www.paksense.com/>
6. <http://www.sedef.com/>
7. [ISO 22000:2005](#)
8. Kavas, A., (2007), 'Radyo Frekanslı Tanıma Sistemleri, 430. Sayı.
9. Kerry, JP., Butler, P. (2008), 'Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods',
10. Kit L. Yam, Paul Takhistov, Joseph Miltz, 2005, 'Intelligent Packaging: Concepts and Applications', Article in Journal of Food Science 70(1): R1-R10.
11. [Kocaman, N., Sarımehtemoğlu, B., \(2010\), 'Gıdalarda Akıllı Ambalaj Kullanımı', Vet Hekim Der Dergi 81\(2\): ss. 67-72.](#)
12. Kuswandi, B., Wicaksono, Y., J., Abdullah, A., Heng, LY., Ahmad, M., (2011), 'Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety', Smart Packaging:Sensors for Monitoring of Food Quality and Safety, volume 5, issue 3, ss. 137-146.
13. Mohebi, E., Marquez, L., (2015), 'Intelligent Packaging in Meat Industry: an overview of existing solutions', Journal of Food Science and Technology, ss. 3947-3964.
14. [O'Sullivan, M., \(2016\), 'Packaging Technologies for Monitoring Sensory', A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development, ss. 125-149.](#)
15. Okumuş, A., Yaraş, E., Yeniçeri, T., (2003), 'Tüketicilerin Ambalaja İlişkin Tutum ve Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Bir Çalışma', 8. Ulusal Pazarlama Kongresi, Kayseri, ss. 255.
16. Öcal, D., Karapınar, Ç., (2016), 'Akıllı Ambalajlama Sistemlerinin Tüketicilere Yansımaları', Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
17. Öksüztepe, G., Beyazgül, P., (2015), 'Fatih Üniversitesi, Sağ. Bil. Vet. Derg., 29(1): 67-74.
18. Proc., V. Subramanian, J.M.J. Frechet, P.C. Chang, D.C. Huang, J.B. Lee, S.E. Molesa, A.R. Murphy, D.R. Redinger, (2005), 'Progress toward development of all-printed RFID tags: materials, processes, and devices', IEEE **93**, ss. 1330-1338.

19. Purma, Ç., Serdaroglu, M., (2006), 'Akıllı Ambalajlama Sistemlerinin Gıda Sanayiinde Kullanımı', Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye 9. Gıda Kongresi; Bolu.
20. Ravishankar, CN., Biji, Kb., Mohan, CO., Gopal, TK., (2015), 'Smart packaging systems for food applications', Journal of Food Science and Technology, Volume 52, [Issue 10](#), ss. 6125–6135.
21. Sandholmand, M., vd., (1998), Journal of Food Science and Technology, October 2015, Volume 52, Issue 10, pp 6125-6153.
22. Tajima, M., (2007), 'Strategic value of RFID in supply chain management', J Purch Supply Manag 13:261–273.
23. TGK.Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği.Gıda ile temas eden madde ve malzemeler yönetmeliği 29.12.2011/28157.
24. Toni, T., (2008), 'Novel Ideas in Food Packaging', Food Tech, (10), ss., 54-59.
25. [Tsironi, T., Giannogluo, M., Plataku, E., Taoukis, P., \(2016\), 'Evaluation of Time Temperature Integrators for Self-life Monitoring of Frozen Seafood under Real Cold Chain Conditions', Food Packaging and Shelf Life, ss. 46-53.](#)
26. [Türk Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliği, 29 Aralık 2011, Sayı: 28157.URL 1, \[http://www.wcs.com.tr/iso22000\\\_kalite\\\_nedir.htm\]\(http://www.wcs.com.tr/iso22000\_kalite\_nedir.htm\)](#)
27. URL 2, <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>
28. Üçüncü, M., (2000), Gıdaların Ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, ss. 689.
29. Vanderroost, M, Ragaert, P, Devlieghere, F, Meulenaer, BD., (2014), 'Intelligent foodpackaging: The nextgeneration', Trends Food Sci Technol, (39), ss. 47–62.
30. [Yam, K., Takhistov, P., and Miltz, J., \(2006\), 'Intelligent Packaging: Concept and Applications, Journal of Food Science, Volume 70, Issue 1, ss. 1-10.](#)
31. Yam, K., Takhistov, P., Miltz, J., (2005) Journal of Food Science, Intelligent Packaging:Concepts and Applications, Volume 70, Issue 1, Pages R1–R10.
32. [Yuan Lee, S., Jae Lee, S., Soo Choi, D., Jin Hur, S., \(2015\), 'Current Topics in Active and Intelligent Food Packaging for Preservation of Fresh Foods', Science of Food and Agriculture, Colume 95, Issue 14,ss. 2799-2810.](#)
- Ahvenainen, R., Hurme E. (1997), Active and smart packaging for meeting consumer demands for quality and safety, Food Additives & Contaminants
33. Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Jayus, Abdullah A., Heng, L., Ahmad, M.(2011), Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety
34. Nilsson, H., Unander, T., Sidén, J., Andersson, H., Manuilskiy, A., Hummelgård, M., Gulliksson M.(2012), System Integration of Electronic Functions in Smart Packaging Applications

35. Biji, K.B., Ravishankar, C.N., Mohan, 2015, Smart packaging systems for food applications, *Journal of Food Science and Technology*
36. O'Grady, MN., Kerry, JP.(2008), Smart Packaging Technologies and Their Application in Conventional Meat Packaging Systems, *Meat Biotechnology*
37. Otles, S., Yalcin, B.(2008), *Intelligent Food Packaging*
38. Fabech, B., Hellström, T., Henrysdotter, G., Hjulmand-Lassen, M., Nilsson J., Rüdinger, L., SipiläinenMalm.
39. T., Solli E., Svensson, K., Thorkelsson, Á.E., Tuomaala, V.(2000), A Nordic report on the legislative aspects, Norden.
40. Gontard, N.(2003), *Active and Intelligent Food Packaging: Technological Evolutions and Safety*
41. Evaluation. Joint Research Unit "Agropolymers Engineering and Emerging Technologies", Montpellier.
42. Kerry, J.P.(2006), Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: a review. 52nd ICoMST, Dublin, Ireland.
43. Murphy, A., Millar N., Cuney S.(2003), *Active and Intelligent Packaging The Kitchen of the Future*, Cambridge Consultants.
44. Otles, S., Yalcin B.(2008), Smart food packaging. *LogForum*, 4, (3), 4, 1-7.
45. Popa, M.E.(2007), *Modified Atmosphere and Intelligent Packaging of Food*. USAMV BucharestBiotechnology Faculty.
46. Veraart, J.R.(2006), Current and future EU legislation for smart and intelligent packaging for food.
47. TNO-Knowledge for business. Stockholm.
48. Yam, K.L., Takhistov P.T., Miltz J.(2005). *Intelligent Packaging: Concepts and Applications*. *Journal of Food Science*, 70, (1), R1-10.
49. Yezza, I.A.(2008), *Active/intelligent packaging: Concept, Applications and Innovations*,
50. *Technical Symposium New Packaging Technologies to Improve and Maintain Food Safety*, Toronto.



# TÜRKİYE’DE SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİNDEKİ GELİŞMELER VE GIDA SEKTÖRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN EKONOMİK BAĞLAMDA İNCELENMESİ

Fulya TAŞEL<sup>1</sup>, Ebru Beyza BAYARÇELİK<sup>2</sup>

## ÖZET

*Gıda sektöründe özellikle bozulabilen ürünlerin ve dondurulmuş gıdaların üreticiden başlayarak tüketiciye ulaşıncaya kadar ki geçirdiği süreç hem ürün kalitesi hem de sağlık açısından önemli bir süreç oluşturmaktadır. Soğuk zincir lojistiği özellikle bozulabilir gıdaların veya dondurulmuş gıda ürünlerinin belirtilen sıcaklıkta muhafaza edilerek taşınması açısından gıda sektörü için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile amaçlanan, gıda sektöründe soğuk zincir lojistiğinin etkilerini analiz etmek ve bu konu hakkında gerçekleştirilen araştırma bulgularına yer vermektir. Gıda sektörü açısından soğuk zincir lojistiği ile ilgili temel kavramlar, mevcut sorunlar ve geliştirilmesi için öneriler, ekonomik ve ticari etkileri bu çalışma kapsamında ele alınacaktır.*

**Anahtar Kelimeler:** Soğuk Zincir Lojistiği, Gıda Sektörü, Ekonomi

## DEVELOPMENTS IN COLD CHAIN LOGISTICS IN TURKEY AND ANALYZING THE ECONOMICAL EFFECTS ON THE FOOD SECTOR

### ABSTRACT

*The process of the food sector starting from producer to the consumer is an important process both in terms of product quality and health especially for the perishable goods and the frozen goods. Cold chain logistics is of great importance for the food industry, especially for perishable goods or frozen goods products for transportation at a specified temperature. The aim of this study is to analyze the effects of cold chain logistics in the food sector and to include research findings on this subject. Basic concepts related to cold chain logistics in terms of food sector, current problems and suggestions for development, economic and commercial effects will be covered in this study.*

**Keywords:** Cold Chain Logistics, Food Sector, Economics

## 1.GİRİŞ

Küresel yiyecek ve içecek pazarının Çin, Hindistan, Brezilya gibi yükselen ekonomilerde sağlıklı ürünlere yönelik talebin artması ve net gelir seviyesinin yükselmesi sayesinde sek-

<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, İ.Y.B.F, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü, [fulyatase@maltepe.edu.tr](mailto:fulyatase@maltepe.edu.tr)

<sup>2</sup> Gelişim Üniversitesi, İ.İ.S.B.F, Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık Bölümü, [ebbayarcelik@gelisim.edu.tr](mailto:ebbayarcelik@gelisim.edu.tr)

törde büyüme beklenmektedir. Tüketiciler zorunlu ihtiyaç olmayan ev eşyası gibi ürünlerdeki harcamalarını küresel ekonomik krize bağlı olarak kısma eğilimindedirler. Ancak, yiyecek ve içecek gibi temel ihtiyaç ürünlerindeki harcamalar bu dönemde sabit kaldığı gözlemlenmektedir. Ekonomik daralmanın tüketim alışkanlıklarını ve önceliklerini etkilemiş olmasına rağmen, kaliteye olan ilgi, sağlık ve sürdürülebilirlik tüketim alışkanlıkları açısından büyük önem taşımaktadır. Buna bağlı olarak ise gıda güvenliği konusundaki önceliklerin öneminin gelecekte giderek artması beklenmektedir (Deloit,2010).

Gıda endüstrisi açısından gıda güvenliği ile ilgili bir diğer önemli konu ise gıdaların taşınmasıdır. Gıda ürünleri, sebze ve meyveler, et ve et ürünleri, tahıllar, endüstriyel gıda ürünleri gibi farklı gıda gruplarına ayrılabilir. Her bir grup için lojistik operasyonlar, depolama, taşıma ve ambalajlama gibi faaliyetler farklı şekillerde gerçekleştirilirler. Gıda ürünleri yeterli özen gösterilmediği takdirde kısa zamanda bozulabilir ve çürüyebilir bir nitelik taşımaktadır. Bu sebepten ötürü gıda ürünleri ile ilgili olarak depolama ve taşıma gibi lojistik süreçlerde özel koşullara gereksinim duyulmaktadır. Bu noktada gıda ürünlerinin taşınmasıyla ilgili olarak gerekli olabilecek özel koşulların başında ısı kontrollü (frigorifik) araçlara ihtiyaç duyulmaktadır (Erdal, 2010).

İyi bir soğuk zincir yönetimi ile tüketicinin arzu ettiği ürüne taze ürün kalitesinde ve güvenli gıda olarak ulaşması sağlanacak, bu da tüketici memnuniyetinin artmasını ve üretilen ürünlere olan talebin artmasını sağlayacaktır. Taze ürünlerin ihracat işlemi çoğu zaman uzun bir nakliye süreci ve yüksek miktarda elleçleme işlemleri içermektedir. Bu durum soğuk zincir lojistiği yönetimini daha zor bir hale soksa da, bu ürünlerin nihai tüketiciye taze, kaliteli ve güvenli ulaşabilmesi açısından soğuk zincir yönetimini daha da elzem bir hale getirmektedir (Deloit, 2010).

## **2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

### **2.1 Gıda Endüstrisi**

Tarımdan sağladığı bitkisel ve hayvansal hammaddeyi, uyguladığı bir veya birden fazla işleme, raf ömrü uzun ve tüketime hazır ürünlere dönüştüren sanayi koluna gıda sektörü adı verilmektedir. Tarımsal üretimin bir kısmı doğrudan yani taze olarak tüketilirken, bir kısmı da gıda sanayinde hammadde olarak işlenmekte ve değişik gıdalara Dönüştürülmektedir. Tarımsal üretimin gıdaya işlenen oranı üründen ürüne farklılık göstermektedir. Bu oran buğdayda, yağlı tohumda, şeker pancarında daha yüksek, et, süt, sebze ve meyvede daha düşük olarak görülmektedir (İTO, 2006).

İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri olan besleme, toplumların gelişiminde, iktisadi kalkınmada önemli yer tutmaktadır, bu fonksiyonu sağlayan maddeler besin elementleri ve onu içeren işlenmiş ve doğal haldeki hayvansal, bitkisel ve sentetik kökenli yenilebilir ve içilebilir maddeler de gıda olarak tanımlanmaktadır (Halaç 2002). Gıda ürünleri, ürünlerin mevsimi dışı tüketimine olanak tanır. Gıda sanayii işleyeceği hammaddenin temininden baş-

layarak, tüketiciye gıda ürünlerinin kaliteli ve güvenilir bir şekilde sunulması ve hazır hale getirilmesine kadar geçen bütün süreçleri kapsamaktadır. Uluslararası Standart Sanayii Sınıflaması (ISIC-3) sistemine göre, “gıda endüstrisi tarımsal hammaddelerin bir ya da birden fazla işleme tabi tutulması ile elde edilen ürünleri” kapsamaktadır. Buna göre 8 alt başlıkta toplanmaktadır; Et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, su ürünleri, tahıl ve nişasta mamulleri, meyve ve sebze işleme, bitkisel yağlar ve yağ mamulleri, şeker ve şekerli mamuller ile diğer mamuller ve yem sanayileridir. Hammaddesinin büyük bir kısmını tarım sektöründen alan gıda sektörü, tarımsal ürünlerin mevsimsel, yöresel ve hızlı bozulma eğiliminden dolayı işleme ve muhafaza uygulamalarını beraberinde getirmektedir (Bulu, vd.,2007). Böylece gıda sektörünü tarım ve et ürünlerinin temizleme, ayırıştırma, karıştırma, pastörizasyon, evaporasyon, dondurma, ambalajlama, depolama, gibi lojistik faaliyetlerini kapsayan geniş bir süreç olarak tanımlanmalıdır (Sariso, 2011).

Türkiye hem mevsimsel özellikleri açısından hem de elverişli coğrafi koşulları ve iklimsel özellikleri bakımından gıda ve tarım sektörü açısından önemli özelliklere sahip bir ülke konumundadır. Ayrıca Türkiye'nin sahip olduğu geniş ekilebilir toprakları ve su kaynaklarının bol olması gibi özellikleriyle birlikte dünyanın önde gelen ülkelerinden bir tanesidir (URL 1). Coğrafi ve iklim koşullarının büyük önem taşıdığı gıda ve tarım sektöründe ülkemiz sahip olduğu bu özellikleriyle, bitkisel üretimde, hayvancılıkta, su ürünlerinde, ormancılıkta, kısaca tarımın tüm kollarında dünyanın en şanslı ülkelerinden birisidir (TOBB, 2007).

Gıda ve tarım endüstrisi Türkiye'de istihdam yaratan önemli sektörlerden bir tanesidir. Türkiye'de tarım sektörü toplam istihdamın %35'ini oluşturmaktadır. Türkiye OECD ülkeleri arasında toplam istihdam içinde tarımın payının en yüksek olduğu ülkedir (TOBB, 2007). GSYİH verileri incelendiğinde gıda ve tarım endüstrisi GSYİH'nın %7,1'ni oluşturmaktadır. 2002 ve 2104 yılları arasında tarım ve gıda sektörünün GSYİH içindeki payı incelendiğinde %43 artış göstererek 2014 yılında 57,2 milyar ABD Dolarına ulaşan bir sektör haline gelmiştir. Genç nüfus, büyüyen pazar, dinamik özel sektör ekonomisi, güçlü turizm geliri ve elverişli iklim koşulları sektörün önemli özellikleri arasında sıralanabilir. Söz konusu üretim hacmi, Doğu Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika (EMENA) bölgesindeki en büyük tarım ürünleri ihracatçılarından biri olarak Türkiye'nin açık ara pozitif ticaret dengesini korumasını sağlamaktadır. Türkiye 2015 yılında 190 ülkeye 1781 tür tarım ürünü ihraç ederek 16,8 milyar ABD doları ihracat geliri elde etmiştir (URL 1).

Türkiye gıda sanayii, özellikle gıda teknolojisinde kaydedilen gelişmeler sonucunda sektörde doğrudan ihracata yönelik üretim oluşturarak, uluslararası piyasalarda rekabet edebilir konuma ulaşmıştır. Halen, gıda sanayii, istihdam, katma değer, ihracat ve GSMH'ya önemli katkılarda bulunan bir sektör durumundadır. Gıda sanayiinin GSYİH içindeki payı %8,8, imalat sanayii üretimindeki payı %14,1, imalat sanayii katma değeri içindeki payı %11'dir. Sektörde katma değer/üretim kıymeti oranı %31,1'dir. Gıda sanayiinde çalışanların toplam imalat sanayiinde çalışanlar içindeki payı %13,7 civarındadır. Türkiye'de istihdam edilen-

lerin %1,9'u gıda sanayiinde çalışmaktadır. Sektör ihracatının toplam ihracat içindeki payı %5,3'tür. 2004 yılı verilerine göre Türkiye'nin genel gıda ihracatı yaklaşık 3,4 milyar ABD Doları, ithalatı ise yaklaşık 1,9 milyar ABD Dolarıdır. Gıda sektöründe ihracatın ithalatı karşılama oranı %175,9'dur (TOBB, 2007).

1980'den bu yana tarım, tarıma dayalı sanayi ve özellikle gıda sanayii, çok önemli yapısal, değişim ve dönüşüme uğramıştır. Tarladan başlayıp tüketiciye kadar ulaşan süreç içerisinde eskiden üretici belirleyici konumdayken, artık tüketici hem nicelik, hem de nitelik olarak önem kazanmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmeler, kalite sistemlerinin yaygınlaşması, satın alma, firma birleşmeleri ya da şirket evlilikleri, yeni pazarlama tekniklerinin ve sektörel örgütlenmenin gelişmesi, sektördeki diğer önemli yapısal değişim ve dönüşüm göstergeleridir.' Bu değişim ve gelişmelere yol açan faktörler arasında uluslararası anlaşmalar, tarım politikaları, tüketici talepleri, gıda mevzuatı, sağlık, çevre duyarlılığı ve sürdürülebilir gelişme gibi konular yer almaktadır.' Ülkemiz açısından bakıldığında, tarım ve tarıma dayalı sanayide sağlanan gelişmenin sınırlı düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Sektörün ve özellikle gıda sanayininin temel girdilerden başlayıp tüketime uzanan zincirde düzeltme atılımlarına rağmen sorunlar devam etmektedir (TOBB, 2007).

Gıda sanayi, tarımsal hammaddeyi uygun yöntemlerle işleyen, hazırlayan, muhafaza eden ve ambalajlayan bir sanayi dalıdır. Gıda sektörü açısından gıdanın korunması ve uygun koşullarda saklanması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda gıda muhafazası amacı ile soğuk muhafaza, kurutma, donmuş muhafaza, sterilizasyon ve pastörizasyon, iyonize radyasyon, kimyasal muhafaza, vakum veya modifiye atmosfer ambalajlama gibi teknikler uygulanmaktadır. Uygulanan teknik, gıdadan gıdaya, ülkeden ülkeye ve zaman içerisinde farklılık göstermektedir. Uygun tekniğin belirlenmesinde, gıdanın tipik özellikleri, kalitenin korunma durumu, maliyetin değişkenliği ve çevre koruma gibi etkenler dikkate alınmaktadır. Gıda sanayisinin iki önemli işlevi bulunmaktadır. İlki tarımsal ürünler toplandıktan sonra kısa süre içerisinde bozulabilmektedir. Eğer yeterli bir işleme veya muhafaza kapasitesi yoksa tarımsal üretimde kayıp ve bozulma oranının artması kaçınılmazdır. Bu noktada gıda endüstrisi büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca sağlıklı yaşamak için gerekli olan temel besin kaynağının gıdalar olması nedeniyle temel besin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için değişik gıda gruplarından tüketilmesi gerekmektedir. Ancak tarımsal üretimin genellikle belirli mevsim ve yöre ile sınırlı olması gıda sanayisinin uyguladığı işleme ve muhafaza yöntemleri ile her gıdanın her mevsim her yörede pazarlanmasını sağlayarak ikinci önemli işlevini gerçekleştirebilmektedir (Ekşi, 1992).

Gıda sanayi, imalat sanayininin daha çok tüketim malları üreten sanayiler grubunda yer almaktadır. Gıda sanayi, imalat sanayi içinde ve dolayısıyla ülke ekonomisi içerisinde önemli bir paya ve role sahiptir. Ülkemiz gıda sanayi ürünleri ihracatı özellikle 1980'li yıllardan sonra ihracata yönelik modern gıda sanayi tesislerinin kurulmasıyla ivme kazanmıştır.

Son yıllarda Türk gıda sanayi ürünleri ihracatında Avrupa Birliği pazarı önemli bir paya



sahiptir. Halen dünyanın en büyük ve yüksek gelirli tüketim bölgesinin AB pazarı olduğu gerçeği göz önüne alındığında bu önemlidir. Genel olarak bakıldığında, 2000'den bu yana yaşanan yapısal değişim sürecinde gerek üretim, gerek ihracatta emek yoğun tarım, tekstil gibi geleneksel sektörler paylarını kaybederken, benzer nitelikte olan gıda sektöründe artış görünmektedir. Gıda sektörünün, temel farkı, talep esnekliğinin düşük olmasıdır. Diğer bir ifade ile, tüketim alışkanlık ve kültürün değişime dirençli olması nedeni ile fiyat dalgalanmalarına daha az duyarlılık göstermesi ve dolayısıyla ithalata göreli olarak daha kapalı olmasıdır (İTO, 2006).

Bu bağlamda ekonomik büyüme ve refahın en önemli oyuncularının başında gelen gıda sektörü, tüm dünyada ve ülkemizde hızla gelişmekte olmasına rağmen bazı temel sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların bazıları tarım sektörünün yapısal sorunları; kaliteli, sürekli, yeterli, rekabetçi fiyatla standart hammadde temin edilememesi; üretimden pazarlamaya her aşamada kayıt dışılık ve kayıt dışılığın yarattığı haksız rekabet; gıda güvenliği ve hijyen uygulama gereksinimlerini tam anlamıyla yerine getirmemesi, bu alanda yeterli denetimin yapılmaması ve tüm işletmelerde ilgili üretim ve lojistik standartlarının gerçek anlamda yerleşmiş olmaması olarak isimlendirilebilir. Avrupa Birliği uyum sürecinin getirdiği güvenilir gıda üretimi, gıdanın taşınması, depolanması ve pazarlanması zorunluluğu çabuk bozulabilen yapıya sahip et, sebze, meyve ve süt ürünleri gibi taze gıda ürünlerinin üretimden tüketime kadar olan süreçte gıda güvenliği ve hijyen uygulamalarının titizlikle gerçekleştirilmesini zorunlu hale gelmiştir.

**Tablo 1 Hanehalkı tüketim harcamasının dağılımı, Türkiye 2002-2015**

Harcama türleri	Hanehalkı tüketim harcamasının dağılımı (%)													
	2002	2003	2004	2005	2006	2007 <sup>(1)</sup>	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 <sup>(2)</sup>	2015 <sup>(2)</sup>
<b>Toplam - Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Gıda ve alkolsüz içecekler	26,7	27,5	26,4	24,9	24,8	23,6	22,6	23,0	21,9	20,7	19,6	19,9	19,7	20,2
Alkollü içecekler, sigara ve tütün	4,1	4,1	4,3	4,1	4,1	4,3	3,8	4,1	4,5	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2
Giyim ve ayakkabı	6,3	6,2	6,5	6,2	5,9	5,9	5,4	5,1	5,1	5,2	5,4	5,3	5,1	5,2
Konut ve kira	27,3	28,3	27,0	25,9	27,2	28,9	29,1	28,2	27,1	25,8	25,8	25,0	24,8	26,0
Mobilya, ev aletleri ve ev bakım hizmetleri	7,3	5,7	6,6	6,8	6,2	5,9	5,8	6,2	6,3	6,4	6,7	6,6	6,8	6,1
Sağlık	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	1,9	1,9	2,1	1,9	1,8	2,1	2,1	2,0
Ulaştırma	8,7	9,8	9,5	12,6	13,1	11,1	14,1	13,6	15,1	17,2	17,2	17,4	17,8	17,0
Haberleşme	4,5	4,3	4,5	4,3	4,2	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	4,0	3,7	3,7
Eğlence ve kültür	2,5	2,2	2,5	2,5	2,2	2,1	2,5	2,6	2,8	2,7	3,2	3,1	3,0	2,9
Eğitim hizmetleri	1,3	2,0	2,1	1,9	2,1	2,5	2,0	1,9	2,0	2,0	2,3	2,4	2,4	2,2
Lokanta ve oteller	4,4	4,1	4,5	4,4	4,2	4,5	4,4	5,2	5,4	5,7	5,8	5,9	6,0	6,4
Çeşitli mal ve hizmetler	4,6	3,5	3,9	4,1	4,0	4,2	4,1	4,0	3,7	4,3	4,2	4,3	4,3	4,3

TÜİK, Hanehalkı Bütçe Araştırması

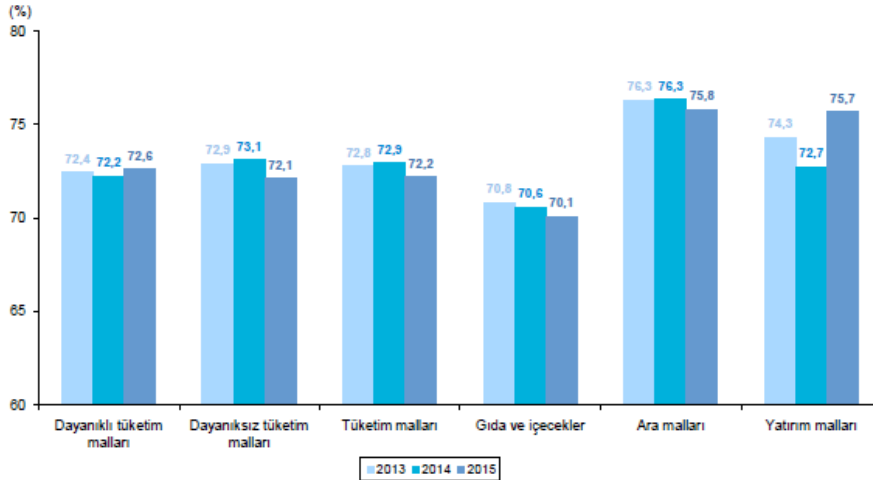
(1) 2007 yılından itibaren yeni nüfus projeksiyonları kullanılmaktadır.

(2) 2014 yılından itibaren örneklem tasarımında yeni idari bölünüş temel alınmıştır.

Tablo 1, 2002-2015 yılları arasında Türkiye’de hanehalkı tüketim harcamasının dağılımı görülmektedir. 2002 yılında gıda sektörünün toplam harcama türleri içerisindeki payı %26,7 iken 2008’de yaşanan ve etkileri ilerleyen yıllarda da sürmeye devam eden küresel krizin de etkileriyle birlikte 2010’lu yıllarda düştüğünü gözlemlemekteyiz. Ancak 2015 yılında yine gıda ve alkolsüz içeceklerin toplam harcama içerisindeki payında bir artış yaşandığı görülmektedir. Yine Tablo 1 incelendiğinde gıda ve alkolsüz içeceklere yapılan harcama konut ve kira harcamalarının ardından ikinci sırada yer almaktadır. Bu durum gıda sektörünün hanehalkı tüketim harcaması açısından büyük önem taşıdığını göstermektedir. Gıda sektörüyle ilgili olarak bir diğer önemli gösterge olan kapasite kullanım oranları incelendiğinde Tablo 2’de gösterilmiş olduğu üzere dayanıklı tüketim malları ve yatırım mallarında 2013-2015 yılları arasında artış gözlemlenmekte ancak tüketim malları, dayanıksız tüketim malları, ara mallarda olduğu gibi gıda ve içecekler sektöründe de düşüş gözlemlenmiştir.

2015 yılında dünya genelinde büyüme düşük seyrini sürdürmüş, kriz öncesi büyüme oranları yakalanamamıştır. Küresel ekonomideki durgunluğun olumsuz etkilerine rağmen ülkemizde özellikle özel tüketim kaynaklı olarak nispeten yüksek büyüme sağlanmıştır. Ekonomide ki büyüme sanayinin öncü göstergelerinden olan imalat sanayi kapasite kullanım oranlarına da yansımıştır. 2014 yılında bir önceki yıla göre 0,2 puan azalış göstererek % 74,4 seviyesine düşen imalat sanayi kapasite kullanım oranı, 2015 yılında 0,3 puan artarak % 74,7 seviyesine yükselmiştir (TOBB,2015)

**Tablo 2 Mal gruplarına göre kapasite kullanım oranları (Ağırlıklı Ortalama, %)**



Kaynak: (TOBB, 2015)

Tablo 3 incelendiğinde ise gıda ve içecek sektöründe kapasite kullanım oranları 2016 yılının Ocak ayında 70,9 iken yine aynı yılın Aralık ayında 71,2 olarak gerçekleşmiştir. 2017

yılıının ilk iki ayına bakıldığında ise Ocak ayında 70,0, Şubat ayında ise 69,2 olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 3 Mal Gruplarına Göre Kapasite Kullanım Oranı (Ağırlıklı Ortalama - %)**

	Yıllar	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Toplam İmalat	2016	74,9	73,5	74,3	75,3	75,7	76,1	75,7	75,2	76,6	76,4	76,4	76,5
	2017	75,5	75,4										
Dayanıklı Tüketim Malları	2016	71,3	70,5	71,2	71,0	71,4	71,5	73,6	73,1	74,9	76,7	75,0	72,5
	2017	69,2	69,7										
Dayanaksız Tüketim Malları	2016	72,5	70,6	71,6	71,6	72,1	72,0	71,1	70,4	72,8	71,0	71,7	72,6
	2017	71,0	71,2										
Tüketim Malları	2016	72,3	70,6	71,5	71,5	72,0	71,9	71,6	70,9	73,2	72,1	72,4	72,6
	2017	70,6	70,9										
Gıda ve İçecekler	2016	70,9	68,7	69,4	69,6	69,2	69,5	68,0	67,4	70,9	69,7	70,7	71,2
	2017	70,0	69,2										
Ara Malları	2016	75,4	74,6	75,1	76,1	76,8	76,8	76,1	76,1	77,0	76,9	76,9	76,7
	2017	75,5	75,4										
Yatırım Malları	2016	76,7	74,4	76,2	77,7	77,8	77,8	77,7	76,4	76,4	76,9	76,6	77,6
	2017	76,5	76,0										

Kaynak: <http://tuik.gov.tr>

## 2.2.Gıda Lojistiği ve Soğuk Zincir

Dünya’da ve Türkiye’de kişi başı gelirlerin artmasıyla tüketim alışkanları ve beklentileri değişmeye başlamıştır. Gıda ürünlerinden oluşan hastalıkların artması ve gıda üretiminin küresel ölçeklere ulaşması, tüketicilerin gıda güvenilirliği ve gıda kodekslerine daha fazla önem göstermesine ve katma değeri yüksek paketli, taze ve kaliteli gıdalara yönlendirmiştir (Soysal, vd., 2012).

Gıda lojistiği, tarladan sofraya kadar olan süreçte ürünlerin depolama, taşıma ve diğer lojistik hizmetlerini kapsayan gıdaya özel bir lojistik türüdür (Lan ve Tian, 2013). Gıda sektöründe özellikle et, taze balık, süt ürünleri gibi dayanıklılığı kısa olan, çabuk bozulabilir gıdaların üretimi, depolanması ve taşınması sürecine dikkat edilmesi gereklidir (Likar ve Jevsnik, 2006: 108).

Hayvansal ve tarımsal hammaddelerden oluşan gıda ürünleri içsel ve dışsal nedenler sonucu mikrobiyal artışından bozulmaktadır. Bu süreçte, ürünün Ph derecesindeki değişiklikler; nem kaybı; oksidasyon; besin kaybı; anti-mikrobiyal ilaçların aşırı kullanılması içsel nedenler olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan gıda ürününün taşınması, depolanması sırasında ısı da oluşan ani değişimler ile ürünlerin organik kökenli gazlarla temas etmesi sonucu oluşan mikro organizmalar en önemli dışsal etkenlerdendir. (Erdal, vd.,2010).

Ulusal Ulaştırma Kamu Araştırma Programı soğuk zinciri “gıda maddelerinin üretim noktalarından başlayarak tüketimlerine kadar geçen süre içinde sahip oldukları doğal nitelikleri korumak amacıyla soğuk ortamda depolanması, depolardan tüketim merkezlerine soğutmalı araçlarla taşınması, satılacakları zamana kadar yine soğuk depolarda muhafazası ve satın alındıktan sonra tüketim alanına kadar evlerde soğuk ortamda koruma aşamalarından oluşan soğuk uygulamaları” olarak tanımlamaktadır (Ulaştırma Bakanlığı, 2006: 58). Kısaca soğuk zincir, soğutarak ve dondurarak muhafaza işlemleri, gıda sanayisinin üretim, depolama, pazarlama ve tüketim gibi birçok safhasında kullanılan en etkin ve yaygın muhafaza yöntemidir. Bu yöntem gıda ürünlerinde hem hammadde olarak kullanılan hem de direk son tüketiciyle buluşan tarımsal ve hayvansal ürünlerin fiziksel, duyuşsal, kimyasal yapılarının bozulmalarını önlemektedir (Jedermann, vd., 2013). Sürecin verimli şekilde yürüyebilmesi için soğuk zincirin üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda kırılmaması gerekmektedir. Ürünün korunması için gerekli olan sıcaklık lojistik sürecin tamamında (depolama, elleçleme, taşıma) sürdürülmelidir. Herhangi bir süreçte ürünün korunduğı sıcaklığın değışmesi ürünün bozulmasına ve içerisinde zararlı mikroorganizmalar ve canlıların çoğalmasına neden olmaktadır (Erdal, vd., 2010). Soğuk zincirin fiziksel akışında ön soğutma tesisi, soğuk depo, soğutuculu konteyner ve taşıyıcıları bulunur (Şekil 2). Çabuk bozulan gıda ürünleri iki kategoriye ayrılır; ilki meyveler, sebzeler ve çiçeklerin oluşturduğu canlı ürünler; ikincisi et, süt ve süt ürünleri, işlenmiş gıdalar, ilaçlar ya da donmuş ürünler gibi cansız ürünlerdir (Sharma ve Pai, 2015).



**Şekil 1. Soğuk Zincirde Ürünlerin Fiziksel Akışı (Sharman ve Pai, 2015)**

Soğuk zincir lojistiğı, raf ömrü, üretimdeki mevsimsellik etkisi, tadı, görüntüsü, ölçütleri gibi ürünün fiziksel özellikleri, soğutucularla taşınması ve depolanması için gerekli koşullar, izlenebilirlik, kalitesi ve gıda güvenliğı gibi farklı karakteristik özelliklere sahip olmasından dolayı, diğer tedarik zinciri çeşitlerinden performansını ölçmek çok zordur (Aramyan, vd., 2007). Yapılan araştırmaların ortak bulgusu, soğuk zincirin bir aşamada kırılması sonucu tüm lojistik sürecinin performansın azalmasına neden olduğu sonucudur (Sahin, vd., 2007; Blanco ve Bandoni, 2005; Mangina ve Vlachos, 2005; Jahre ve Hatteland, 2004)

Joshi ve arkadaşları (2011), gıda güvenliğı, ısı kontrolü, izlenebilirlik, altyapı, bilgi teknolojileri (IT) ve standardizasyon gibi faktörlerin soğuk zincirin bozulmasında önemli engeller (inhibitörler) olduğunu ve performansı düşürdüğünü vurgulamaktadır. Sharman ve Pai (2015), ise soğuk zincirin verimliliğinin bu süreçte çalışanların yeteneğine, aralarındaki kaliteli iletişime, işlem maliyetlerine ve devlet politikalarına bağlı olduğunu savunmaktadır.

Ayrıca, bozulabilir gıda ürünlerinin sağlıklı, güvenli, taze ve kaliteli ulaştırılabilmesi için termal özellikli, uygun modlarda ve ilgi teknolojilerle, izlenebilir özelliklere sahip olması gerekmektedir (Amjadi, 2005). Rijswijk ve Frewer (2008) soğuk zincirin performansı için takip edilebilirlik sadece güvenli gıda ürünü için değil aynı zamanda kalitesi içinde önemli olduğunu kanıtlamıştır. Soğuk zincir uygulamaları, gıda ürünlerinin kalitesinin korunmasında ve tüketici sağlığının korunmasında geniş bir kullanım alanı ve öneme sahiptir aksi durumlarda soğuk zincir kırılması, kalite kayıplarına sebep olacağı gibi ciddi tüketici sağlık problemlerine ve hatta ölümlere yol açabilecektir (Sariso, 2011).

Gıda lojistiğinde soğuk zincir uygulamalarının temel amacı, gıda hammadde ve ürünlerinin mikrobiyal bulaşıcılar, fiziksel bulaşıcılar, kimyasal bulaşıcılar ve alerjenler gibi risklerden koruyarak, işleme, depolama, taşıma ya da satış süresince kayıpların oluşmasını engellemektir (Erdal, vd., 2010). Çabuk bozulabilir et, sebze ve meyvelerin depolama ve taşınmasından ilk aşama ön soğutmadır. Ön soğutma işlemi ürünün ömrünü uzatarak soğutma maliyetlerini de düşürmektedir. Gıdalar ön soğutmaya tabii tutulurken frigorifik araçlar da gıdalar yüklemeye yapılmadan önce ön soğutmaya tabii tutulmalıdır (Aksu, vd., 2013). Soğuk zincir bozulmadan gıdaların taşınmasında frigorifik taşıt araçları olarak bilinen soğuk taşıt araçları kullanılmaktadır. Gıda maddelerinin üretim yerlerinden tüketim ve pazarlama yerlerine veya soğuk depolara ve soğuk depolardan yine tüketim ve pazarlama yerlerine taşınmalarında kullanılmaktadır. Frigorifik taşıt araçları olarak frigorifik treyler'ler, frigorifik vagon ve konteynırlar ile frigorifik gemi ve uçaklar kullanılmaktadır (Şen, 2008). Ön soğutma işleminin başarılı olarak devam edebilmesi için frigorifik taşıtların da gıda ürünleri yüklenmeden önce soğutmaya tabii tutulması gerekmektedir. Taşıma sırasında yüklenen gıda ürününün özelliklerine uygun sıcaklıkta taşınmalıdır. Ayrıca ürünler, etrafında hava sirkülasyonu rahat yapılabilecek şekilde yerleştirilmeli, ürünler şeffaf örtü ile sarılmış koli ve kasalarla araca yerleştirilmeli, araç içinde kontrolsüz hareketini önleyen ayraçlar kullanılmalı, ve ısı dereceleri birbirine yakın ürünler araçlara beraber yüklenmelidir. Aksi durumlarda bölümlendirilmiş araçlar tercih edilmelidir. Gıda maddeleri frigorifik araçlara seri bir şekilde yüklemeye yapılmalı, kasa kapısı fazla açık tutulmadan mümkünse kasa içinde hava perdeleri kullanılarak ısı kaybı engellenmelidir (Erdal, 2010). Üretimden tüketime kadar soğuk zincir bozulmadan gıda maddelerinin korunmasında bir diğer önemli konu soğuk depolardır. Gıda maddelerinin muhafazasında soğuk depolar ticari amaçla geliştirilmiştir. Ticari amaçla gıda maddesi bazı hallerde soğuk, bazı hallerde ise donmuş olarak muhafaza edilir (Şen, 2008).

Günümüzde gıda güvenliği ve hijyen konusunda tüketici beklentilerinin yükselmesi, gıda lojistiğinde ulusal ve uluslararası yasal düzenleme ve kalite standartlarının önemini ve zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Avrupa'da hazırlanan ve 1 Eylül 1970 tarihinde imzalanan "Bozulabilir Gıda Maddelerinin Uluslararası Taşımacılığı ve Bu Taşımacılık Faaliyetinde Kullanılacak Özel Ekipmana İlişkin Anlaşma (ATP Konvansiyonu)" 21 Kasım 1976 yürürlüğe girmiştir, ancak Türkiye'de 10 Mayıs 2012 tarihinde hayata geçirilmiştir. ATP, Uluslararası uygulaması bozulabilir gıda maddelerin taşınması sırasında buzdolabı, de-

rin dondurucu ve ısıtma sağlayan özel taşıma araç ve gereçleri kullanılmaması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, standardizasyon, taşınması gereken gıda ürünlerini listelemekte, bu ürünlerin taşınabilecekleri ısı derecelerini ve standartlara uyulması için ilgili ekipmanlara yapılması gereken testleri belirtmekte, standartlara uygun ekipmanlara sertifika sağlayan bir sistem kurulmasını sağlamaktadır (Tanyaş, 2016) Antlaşmaya göre antlaşmaya taraf ülkeler arası veya sınır ötesi bozulabilir gıda maddesi taşınması yapılırken ATP sertifikası olmayan araçlar kullanmak yasa dışıdır. Dünyada gıda ve insan sağlığı konusunda HACCP yani Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi standartları uygulanmaktadır. HACCP “bir gıda zincirinde hammadde temininden başlayarak, gıda hazırlama, işleme, üretim, ambalajlama, depolama ve nakliye gibi gıda zincirinin her aşamasında ve noktada tehlike analizleri yaparak, gerekli yerlerde kritik kontrol noktalarını belirleyen ve bu noktaları izleyen herhangi bir problemi henüz oluşmadan önleyen sistemin korunmasını sağlayarak belirli normlara uygun güvenilir gıdaların üretilmesini sağlayan, her ölçekteki kuruluşa uygulanabilen” ISO gıda güvenliği standartlarıdır. Gıda lojistiği yapan işletmelerin bu belgelere sahip olması gıda hijyeni ve güvenliği konularında müşteri beklentilerini karşılamaktadır.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıda sanayi, imalat sanayinin daha çok tüketim malları üreten sanayiler grubunda yer almaktadır. Gıda sanayi, imalat sanayi içinde ve dolayısıyla ülke ekonomisi içerisinde önemli bir paya ve role sahiptir. Türkiye gıda sanayii, özellikle gıda teknolojisinde kaydedilen gelişmeler sonucunda sektörde doğrudan ihracata yönelik üretim oluşturarak, uluslararası piyasalarda rekabet edebilir konuma ulaşmıştır. Halen, gıda sanayii, istihdam, katma değer, ihracat ve GSMH’ya önemli katkılarda bulunan bir sektör durumundadır. Gıda sanayi, tarımsal hammaddeyi uygun yöntemlerle işleyen, hazırlayan, muhafaza eden ve ambalajlayan bir sanayi dalıdır. Gıda sektörü açısından gıdanın korunması ve uygun koşullarda saklanması büyük önem taşımaktadır. Gıda lojistiğinde soğuk zincir uygulamalarının temel amacı, gıda hammadde ve ürünlerinin mikrobiyal bulaşıcılar, kimyasal bulaşıcılar ve alerjenler gibi risklerden koruyarak, işleme, depolama, taşıma ya da satış süresince kayıpların oluşmasını engellemektir.

### 4. REFERANSLAR

1. Aksu F, Kuşcuoğlu M., Varlık C., (2011). “Gıda Lojistiğinde Soğuk Zincirin Ve İzlenebilirliğin Önemi”, Dünya Gıda Dergisi, cilt.3, ss.68-72.
2. Amjadi, K. (2005). Integrating food hygiene into quantity food production systems. *Nutrition & Food Science*, 35(3), 169–183.
3. Aramyan, L. H., Oude Lansink, A. G. J. M., Van der Vorst, J. G. A. J., & Van Kooten, O. (2007). Performance measurement in agri-food supply chains: A case study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 304–315.

4. Blanco, A. M., Masini, G., Petracci, N., & Bandoni, J. A. (2005). Operations management of a packaging plant in the fruit industry. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 299–307.
5. Ekşi, A. (1992). Türkiye’de Gıda Sanayinin Durumu ve Geleceği, *Gıda*, Sayı: 17, No: 1, ss: 3 - 6.
6. Erdal, M., Görçün, Ö.F, Görçün, Ö., Saygılı, M.S., (2010). Entegre lojistik yönetimi. 2. Baskı, Beta Basım A.Ş., İstanbul. ss. 79-128.
7. Hongjie Lan, Yongbin Tian.(2013). Analysis of the demand status and forecast of food cold chain in Beijing, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(1):346-355.
8. Jahre, M., & Hatteland, C. J. (2004). Packages and physical distribution Implications for integration and standardization. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(2), 123–139.
9. Joshi, R., Banwet, D.K. and Shankar, R. (2011), “A Delphi-AHP-TOPSIS based benchmarking framework for performance improvement of a cold chain”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38 No. 10, pp. 10170-10182.
10. Likar, K. ve Jevnik, M. (2006). Cold Chain Maintaining İn Food Trade. *Science Direct Food Control*. Vol. 17 (2006): 108- 113.
11. Mangina, E., & Vlachos, I. P. (2005). The changing role of information technology in food and beverage logistics management: Beverage network optimization using intelligent agent technology. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 403–420.
12. Prof. Dr. Mehmet Tanyaş (2016), Tarım, gıda ve soğuk zincir lojistiği. (<http://www.lojistikhatti.com/haber/2016/02/tarim-gida-ve-soguk-zincir-lojistiği>).
13. Rijswijk, W. V., & Frewer, L. J. (2008). Consumer perceptions of food quality and safety and their relation to traceability. *British Food Journal*, 110(10), 1034–1046.
14. Sharma, S., Satheesh Pai, S., (2015), Analysis of operating effectiveness of a cold chain model using Bayesian networks. *Business Process Management Journal*,(21) 4,722-742.
15. Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Meuwissen, M.P.M., Vorst, J.G.A.J., (2012). A Review on Quantitative Models for Sustainable Food Logistics Management, *Int. J. Food System Dynamics* 3 (2), 136-155.
16. Şahin, E., Babai “, M. Z., Yves, D., & Renaud, V. (2007). Ensuring supply chain safety through time temperature integrators. *The International Journal of Logistics Management*, 18(1), 102–124.
17. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) “Sektörel Raporlar”. 2007, Ankara.
18. Ulaştırma Bakanlığı (2006). Ulusal Kamu Araştırma Programı.
19. URL 1 <http://www.invest.gov.tr/tr-TR/sectors/Pages/Agriculture.aspx>.





## Tarım, Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği Özel Oturumu-II

(Tedarik Zinciri Yönetimi ve Kentsel Lojistik)

### FMCG VAKA ÇALIŞMASI: TEDARİK ZİNCİRİ PLANLAMASINDAN ENTEGRE İŞ PLANLAMASINA GEÇERKEN ZİHNİYET DEĞİŞİMİ ve KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ

Nazmi CİVİL<sup>1</sup>, Demet ÇAPRAZ TEKİN<sup>2</sup>, Tolga İŞCAN<sup>3</sup>

#### ÖZET

FMCG (Hızlı Tüketim Ürünleri) sektörünün Tedarik Zinciri Departmanları için geçtiğimiz birkaç senenin şüphesiz en güncel konusu, geleneksel S&OP'den (Satış ve Planlama) daha entegre iş planlamasına geçiştir. Geleneksel S&OP, tahminden rafa kadar olan ürün akışını kapsar. Oysaki Operasyon entegre iş planlamasının ölçeği, planın finansal etkilerini de içerdiği için daha zengin bir perspektif sunar. Bu da bütüncül tedarik zinciri planını (her hangi bir an veya ufuk için), potansiyel finansal etkiler ve hassasiyet analizi açıları dahil olmak üzere, iş planının vazgeçilmez bir parçası haline getirir.

Her ne kadar entegre planlama tahmin, talep, üretim, envanter, sevkiyat, finansal performans ve benzeri konularda uçtan uca izlenebilirlik sağlasa da başarılı bir uygulama için dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Bu çalışmada, muhtelif FMCG şirketlerindeki uygulama tecrübelerine dayanarak kritik başarı faktörleri analiz ediliyor olacak. En önemli başarı faktörlerinden biri, şirket üst yönetiminin süreci tamamen sahiplenmesi, bir diğer deyişle entegre iş planlamasının şirketi yöneten başlıca süreçlerden biri olarak konumlandırılmasıdır. Başarısız olmuş süreç uygulamalarında sıklıkla gördüğümüz kök sebeplerden biri de üst yönetimin süreci sahiplenmemiş olmasıdır.

Bu çalışmada, sağlıklı bir uygulama için kritik başarı faktörleri tetkik edilecek ve sunulacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Üst Yönetimin Süreç Sahipliği, S&OP (Satış ve Operasyon Planlama), Tedarik Zinciri Planlaması

<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul, nazmi.civil@gmail.com

<sup>2</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul, [d\\_capraz@yahoo.com](mailto:d_capraz@yahoo.com), [tolgaiscann@gmail.com](mailto:tolgaiscann@gmail.com)

<sup>3</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul, [tolgaiscann@gmail.com](mailto:tolgaiscann@gmail.com)

## FMCG CASE STUDY: THE MENTALITY CHANGE THROUGH FROM SUPPLY CHAIN PLANNING TO INTEGRATED WORK PLANNING AND CRITICAL SUCCESS FACTORS

### ABSTRACT

*Over the last few years, without any doubt, one of the most recent topics in FMCG (Fast Moving Consumer Goods) companies' Supply Chain Offices has been transition from traditional S&OP (Sales & Operations Planning) to more integrated business planning. Traditional S&OP encompasses planning about product flow from forecasting up until replenishment to the shelves. Integrated business planning, however, brings much broader perspective by enriching the planning scope with financial impact of the total plan. This makes the total supply chain plan (at any time and for any horizon) a perfect integral part of the business plan including potential financial performance and sensitivity analysis*

*Although integrated planning gives end to end visibility of forecast, demand, supply, inventory, shipment, financial performance etc, there are obviously watchouts for a successful implementation. In this study, critical success factors will be analyzed based on experiences of few implementations in various FMCG*

*companies. One of the very important key success factors is full process ownership of the executives of the company including the chief executive. i.e. integrated business planning should be positioned as one of the main processes to govern various aspects of the business. It is very common in failed process implementations the lack of senior ownership is one of the root causes of the failure.*

*Critical success factors for a healthy implementation will be explored and presented in this study.*

**Keywords:** Process Ownership of the Executives, S&OP (Sales & Operations Planning), Total Supply Chain Plan

### 1. GİRİŞ

Organizasyonların hedeflerine ulaşabilmeleri ve alınacak stratejik kararlar için iyi bir planlama ve sayısal verilere ihtiyaç duymaktadır. Orta ve uzun vadeli stratejik planlar ise daha yoğun ve detaylı çalışma yapmayı gerektirir.

Orta ve uzun vadeli planlarının başarılı olabilmesi için, hedef belirleme, planlama, takip ve yayılımın sağlıklı şekilde yapılması çok önemlidir.

Bu planlamanın yönetim tarafından sahiplenerek takibi ve sonuçlara yönelik aksiyon ihtiyaçlarının tespiti başarının anahtarıdır.

Artan maliyet baskıları ve verimlilik ihtiyacı sebebiyle EİP yaklaşımı her geçen gün daha önem kazanmaktadır. Bu çalışmada EİP yaklaşımı incelenmiş ve örnek vaka çalışması ile detaylandırılmıştır.

## 2. ENTEGRE İŞ PLANLAMASI

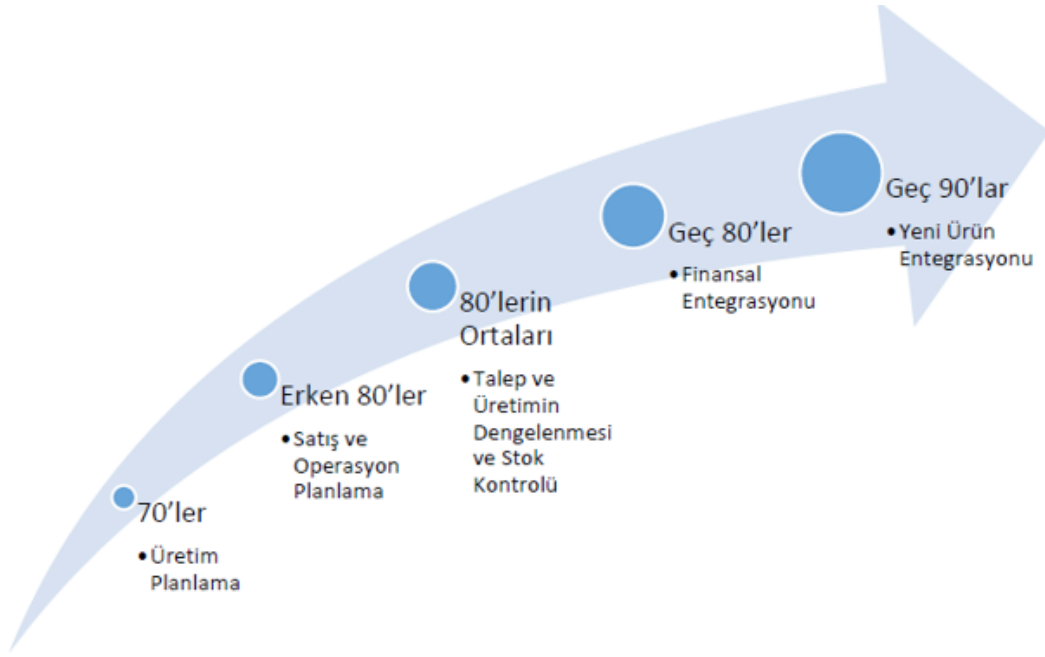
Entegre İş Planlaması temel olarak gelişmiş veya yeni nesil satış ve operasyon planlama (S&OP) metodu olarak tarif edilebilir. EİP, S&OP'nin 1970'lerdeki üretim planlama köklerinden evrimleşmiş ve artık tamamen iç içe geçmiş yönetim ve tedarik zinciri işbirliğini temsil eder. Entegre İş Planlama sürecinin ve metodolojisinin geliştirilmesinde öncülüğü Oliver Wight International danışmanlık şirketi yapmıştır [1]. Geleneksel olarak S&OP, üretim ve talebi 12 aylık dönemler için dengeleyen ancak finansallarla bağı zayıf; gündeme odaklanmaktansa rakamlara ve kısa vadeye odaklanan bir tedarik zinciri süreci olarak değerlendirildi. Ek olarak EİP ile tipik bir S&OP süreci arasındaki fark ürün yönetiminin dahil edilmesidir.

Üst düzey yöneticilerin liderliğinde EİP, etkili karar vermeyi sağlayan ortak akıl sürecidir. Üst yönetimin tüm organizasyonu 24 aylık bir ufuk veya daha fazlası için planlayıp yönetmesini sağlar. Aylık periyotlarla stratejik ve taktik planları hizalar, kritik kaynakları – insan, ekipman, envanter, ham madde, zaman ve para – müşterilere en karlı şekilde hizmet verebilmek için tahsis eder.

### 2.1EİP Tarihsel Gelişimi

Geçmişten günümüzde her dönem yoğun rekabetin yaşandığı ve işletmelerin başarılı olabilmek için iş planlama modellerini geliştirmeye çalışmaktadır. İlk olarak 1970 lerde işletmeler fonksiyonlarındaki tüm faaliyetlerin, amaçlarının neler olduğunun ve bunlara nasıl ulaşılacağına belirlenmesi diğer adıyla üretim planlaması ile başlamıştır. Üretim planlaması, bir üretim yönetimi faaliyeti olup gelecek bir planlama dönemi için belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek veya mevcut satış imkânlarından faydalanabilmek için kaynakların optimal şekilde kullanılmasıdır. [2]

Sales and Operations Planning-S&OP temeli ise 1980'lere dayanan, üretim planlamasının satış planlaması ile birlikte değerlendirildiği bir yaklaşımdır. Satış ve üretim işlemleri arasında koordinasyon sağlamayı amaçlar. [3] 90'larda yeni ürün entegrasyonu günümüzde entegre iş planlaması modelleri geliştirilmiştir. Şekil 1 de tarihsel gelişiminin gösterimi verilmiştir.



Şekil 1 S&OP ve EİP Tarihsel Dönüşüm

## 2.2 EİP İşletmelerde Sağladığı Kazanımlar

Temel olarak EİP ile;

- Sürecinin kilit noktası ürün gamı, talep ve üretimi barındıran 12 aylık entegre hacim ve finansal planı sağlar. Bu planda aynı metrikler için birbirinden farklı rakamlar olmayacağı için tutarlı ve değerli sonuçlar yaratabilir,
- Aşağıdan yukarı yapılan plan sayesinde hedeflere ulaşmayı engelleyecek potansiyel düşük iş performansı senaryolarına önceden odaklanma imkanı verdiği için; değişen koşullar öngörülüp uygun yanıtlar verilir. Ufukta bekleyen ne olursa olsun, onu EİP ile planlandırabilirsiniz.

EİP fayda sağladığı ölçülebilir çıktılarının bazıları ise: ciro artışı, SKU optimizasyonu, servis seviyelerinde artış, stok ve lojistik maliyetlerinde düşüş olarak sıralanabilir.

## 2.3 Kimler EİP Kullanabilir?

EİP sadece büyük ya da kompleks organizasyonlar için değil, doğru süreç tasarımıyla (organizasyonun tarzı ve şekline uygunluk) kurmak isteyen tüm yapılarda kullanılabilir. Buradaki başarı ya da başarısızlık bazı temel kriterlere bağlıdır.

Başarılı bir EİP için gereksinimler,

- Güçlü liderlik ve süreç sahipliği çok önemlidir.
  - Ekipteki tüm kişilerin katılımı ve motivasyonları yüksek olmalıdır.
  - Verilecek eğitimler ekibin olaya bakışı ve motivasyonu üzerinde etkilidir.
  - Organizasyon içerisinde uzmanlar yaratılarak süreç işlerliği kazandırılmalıdır.
  - Çok taraflı takımlar geliştirmek
  - Açık sorumluluklara ve izlenebilirliğe sahip tutarlı süreçler
  - Kısa vadeye değil uzun vadeye odaklanan 24 aylık kayar ufuk
  - Bütünleşik Planlama: Toplantılarda doğru tartışmaları öne çıkartacak çekirdek aile ve segment gruplamaları neler olacak?
  - Dört aylık ya da haftalık değil toplantıların aylık olarak yapılması
  - Aşağıdan yukarı doğru akan kaliteli ve erişilebilir bilgi
  - Dürüst ve güvenilebilir sayısal veriler
- şeklinde sıralanabilir.

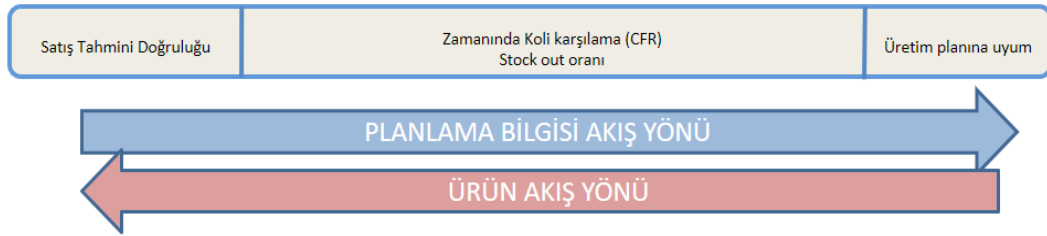
### **3 FMCG VAKA ÇALIŞMASI**

Bu çalışmada firma adı belirtilmeyecektir. Türkiyenin sayılı kuruluşlarından biri olan firmada yapılmış olup, stratejik plan kapsamında tedarik zinciri sürecinde uygulanan EİP çalışmasına ait tüm sancı, sıkıntılar ve kritik başarı faktörleri incelenmiş ve Servis seviyesi, Stok Miktarı ve Lojistik maliyetlerinde çift haneli iyileştirmeler sağlanmıştır.

#### **3.1 EİP Öncesinde Mevcut Tedarik Zinciri Ana-Süreci**

Şekil 2 de gösterilen klasik tedarik zinciri akışına sahip olan firmanın departmanlarındaki sorumluluk, iş akışı ve kontrol kpi ları gösterilmiştir. Bu yapı sebebiyle yaşanan bazı sorunlar nedeniyle yapısal bir değişikliğe ihtiyaç duyulmuştur. Yaşanan sorunların aşağıda listelenmiştir.

Satış ve Pazarlama	Tedarik Zinciri – Talep Planlama	Tedarik Zinciri – Tedarik Planlama	Üretici	Depolama ve Nakliye
1. Satış, satış tahmini yapar.	1. Satış verilerini analiz ederek tahminlerin tutarlılığını kontrol eder.	1. Net üretim ihtiyacından yola çıkarak tedarik planını hazırlar.	1. Tedarik planından yola çıkarak, haftalık olarak üretim çizelgeleme yapar.	1. Depolama 2. Sevkiyat planlama 3. Nakliye
2. Pazarlama, satış tahminini pazarlama aktivitelerinin etkileri ile zenginleştirir.	2. Distribütör stoklarını dikkate alarak net sevkiyat ihtiyacını belirler.	2. Hangi fabrikada üretilecek? Kapasite planlaması		
3. Tedarik planlama sonunda Tedarik Zinciri Birimleri ile uzlaşır.	3. Tahminleri konsolide ederek talep planını oluşturur.	3. Üretim mi fason mu?		
	4. Stoklar ve tedarik planını dikkate alarak net üretim ihtiyacını belirler.	4. Gerekliyse, ürün tahsislendirme		
	5. Tedarik planlama sonunda Satış şirketleri ve İş Birimi ile tahsisli SKU'lar ve miktarlar konusunda uzlaşır.			



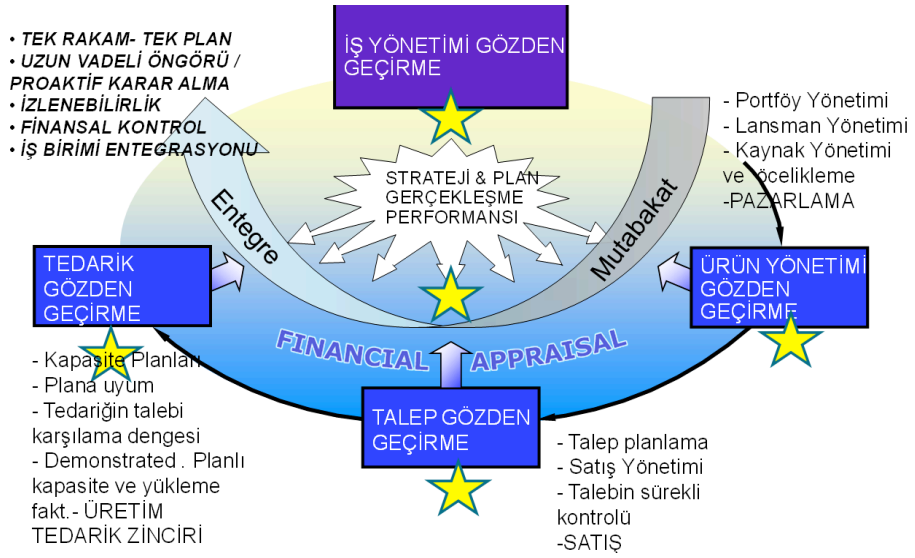
**Şekil 2 Mevcut Tedarik Zinciri Ana-Süreci**

Genel sorunlar,

- Aylık kısa vadeli planlar yapılması sebebiyle problemler zamanında tespit edilip düzeltilemiyor. Talep – tedarik dengelenmesinin daha uzun vadeli planlamayı kapsayacak şekilde yapılmamasından dolayı bazı ürünlerde yetersiz stok, bazı ürünlerde ise aşırı stok ile neticelenen vakalar yaşanmaktaydı.
- İş birimlerinin hedeflerini farklı parametrelerle takip etmesi nedeniyle (hacim ve/veya ciro), tek bir sayısal rakam üzerinden ölçümlenememekte ve farklı farklı sonuçlar doğa.
- Satış rakamları sadece satış tarafından alındığından ve yorumlanmadığından sapmalar olabilmektedir.
- Siaprişlerin gerçek talebi temsil edeceği varsayılmakta.
- KPI'ların sürecin tamamını ve değişen pazar yapısını ölçebilecek nitelikte olmaması.
- Değişen durumlara hızlı bir şekilde reaksiyon verememe, satış ve operasyon planlamasının bu tip durumlarda eşgüdümlü olmaması.
- Satış ve operasyon planlamasının yeterli özende yapılmaması.
- Finansallar ile bağının zayıf olması.
- Üst yönetimin durumdan geç haberdar olması ve reaksiyon gösterememesi.

### 3.2 EIP Yapısının Kurulması

EIP yapısını aslında bir gözden geçirme sistematığıdır. Şekil 3’de görüldüğü üzere yapı, 5 farklı faaliyeti gözden geçirilir. Çalışmaya konu olan firmaya bu yapı kurulmuş ve aylık entegre iş planlama döngüsü çalıştırılmıştır. Entegre İş Planmanın aşamalarına ait açıklamaları aşağıda bulabilirsiniz:



Şekil 3 Entegre İş Planlama

• **Ürün Yönetiminin Gözden Geçirilmesi:**Bu gözden geçirme adımı pazarlama faaliyeti sorgulanır. Pazarlama faaliyetlerinin sonucu olarak pazara ne zaman hangi ürünün sokulacağı, hangi ürünlerin delist edileceği ya da rekabet koşulları ve satış artırıcı aktivitelerin ne zaman planlandığı yapının diğer birimlerinin işlerini etkileyen çok önemli bir husustur.

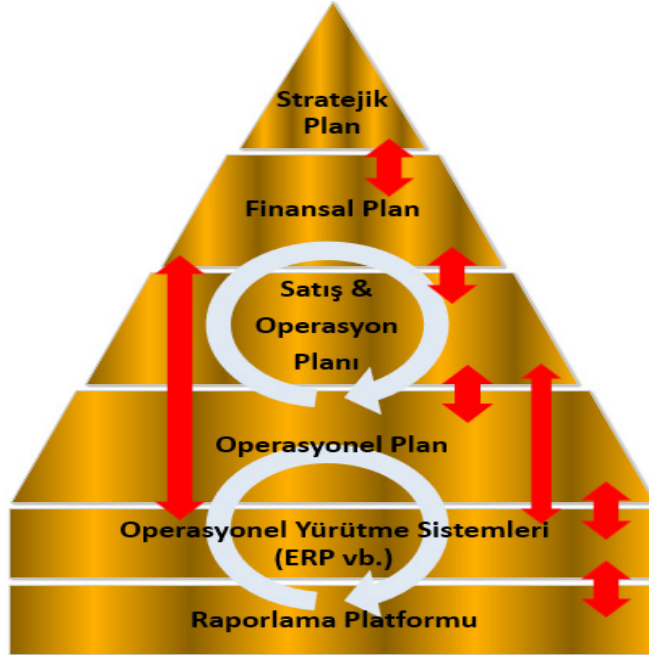
• **Talebin Gözden Geçirilmesi:** Talep ekonomik, sektörel ve piyasa dinamiklerine – büyüme, enflasyon, döviz kuru, tüketici güveni, rekabet, promosyon aktiviteleri, yeni ürünler, vb.- göre değişecektir. Talep gözden geçirmesinin amacı talep tahmini ve satış planlama performansını ölçmek, geliştirmek ve bu bilgileri satış hacim ve ciroyuyla temellendirip satışın ve pazarlamanın güncel durumunu edinmektir. Şeffaflığı ve anlaşılabilirliği sağlamak için varsayımların dökümanite edilmesi gerekir. En muhtemel talep planında mutabık kalmak için satış ve pazarlama perspektifleri uzlaşmalıdır.

• **Tedarik Planının Gözden Geçirilmesi:** Pazarlama ve satış gruplarından gelen talep tahminleri, satış artırıcı faaliyetler ve bunlara ait takvime göre tedarikçi ve ana tedarik zincirinin tüm elemanlarının planlanan işi zamanında ve tam kapasitede yapıp yapamayacağını gözden geçirmesi yapılır.

• **Entegre Mutabakat:** Üstteki gözden geçirmelerin muhtemelen hepsinde değişim noktaları belirlenmiştir. Bu noktaların üzerine gidip çözülmesi; yeniden optimizasyon; güncel performans ve strateji arasındaki farkın giderilmesi için sürekli bir mutabakata ihtiyacı vardır. Mutabakatın rakamların ötesine geçip önemli kilit noktalarına, değişen güçlere ve senaryo modellerine eğilmesi gerekir. Bütünleşmiş tablo ve kritik sorunlar bu sayede üst yönetime seçenekler ve tavsiyelerle öz bir şekilde sunulabilir.

• **Üst Yönetiminin Gözden Geçirilmesi:** Bu son aşama ciddi yönetim bilgilerine dayanmalıdır: KPI'ların incelenmesi; finansal ve operasyonel gidişatın analizi; gerçekleşen performans ve hedefler arasındaki farkların öne çıkartılması. Zayıf noktalara, fırsatlara ve varsayımlara dayanarak dikkat bekleyen noktalar açığa çıkacaktır ki bu noktalar ya önceki aşamalarda çözülmüştür ya da mutabakat aşamasındaki tavsiyeleri temel alan bir karar neticesinde çözülecektir. Bu aşama revize edilmiş planı onaylayacak aşama olup, işe yön verecek olan rakamlara şeffaflık kazandıracaktır. [1]

Şekil 4'de de görüleceği üzere stratejik plan çerçevesinde diğer operasyonel iş birimleri ile ilişkili ve IT destekli yapılar kurmak süreci sağlıklı olarak işletmek açısından önemlidir. Tüm sonuçların bütünsel olarak değerlendirilmesi sürecin kontrolünü kolaylaştırır. Kurum kültüründen ortak değerler algısı artırır.



Şekil 4 Entegre İş Planlama Yapısı



### 3.3 EIP Yapısı Kurulurken Dikkat Edilmesi Gereken Tuzaklar

Gartner firmasında 2009 yılında EIP uygulamaya çalışan 182 firmanın %67'si ilk 6 ay ya da 1 yıl içerisinde sistematiği uygulayamadıklarını ve başarısız olduklarını fark etmişlerdir. Bunun sebebi incelendiğinde 7 ölümcül hata ile karşılaşmıştır. Aşağıda hata sebepleri ve açıklamalarını bulabilirsiniz. Çalışmada belirtilen firmada uygulama esnasında bu zorluklar ile de karşılaşmıştır.

- **Hedef belli değil:** Hedeflerin üst yönetim tarafından net olarak ortaya konmaması ekibin yaptığı işe kanalize olmasının engeller. Her birim kendi doğruları ya da yöneticilerin öngörülerine göre yön alır. Bu da çalışan ekip için tamamıyla yorucu ve sonuç alınmadığı için tatminsizlik getirir.

- **Strateji ile uyumluluk yok:** Her bölümün hedefi üst hedef olan şirket stratejisine uyumlu olmak ve destekler nitelikte olmalıdır.

- **Üst yönetimin sahiplenmesi yok ya da zayıf olması:** Yönetimin doğrudan desteklemediği hiçbir projenin başarılı olması mümkün değildir. Bu tip projeler ekibin katılımını ve süreçlerde ciddi değişiklikleri doğuracağı için yönetimin sahiplenmesi ve katılımı çok önemlidir.

- **Roller tanımlanmaması:** Kişilerin ve departmanların sorumlulukları ve ilişkileri tanımlanarak bu ilişkiye yönelik bilgi akışları netleştirilmelidir.

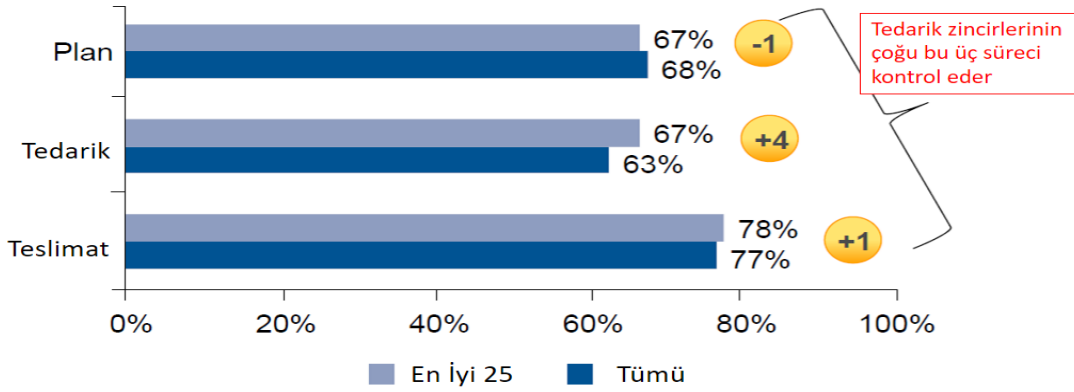
- **Değişim yönetimine önem verilmemesi:** Diğer süreçlerde ve işletmelerde olduğu gibi değişimi içselleştirerek uygulamak ve uygulatmak önemlidir. Unutulmamalıdır ki, değişmeyen tek şey değişimdir.

- **Tedarik Zinciri ile Ticari Birimler arasında işbirliği zayıf olması:** Talep tahminleri, planlaması gibi faaliyetler tedarik zincirinin bir iş kolu olmasada sonuçları itibarıyla etkileyen ve etkileyen birimdir. Hatalı bir talep nedeniyle tedarik edilememiş ürün ve satış kaybı firma için hem finansal hemde reputasyon problemi yaratacaktır.

- **Planlama için analitik yöntemler iyi tarif edilmemesi:** Sayısal verilere ve hesaba dayanan planlama faaliyetleridaha doğru sonuçlar doğurmakla beraber, üst yönetimin güvenini kazanma ya da kaybetme açısından çok önemlidir. Kimse kendisini kandırılmış hissetmek istemez.

### 3.4 Yeni Planlama Zihniyetinin, Sürecinin ve KPI Listesinin Oluşturulması

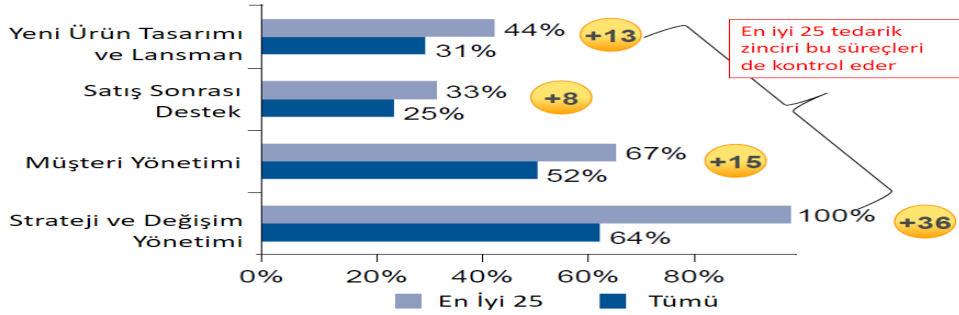
Yapılan araştırmalar (Sekil 5) göstermiştirki firmalar tipik tedarik süreçlerinin kontrolünde aşağıdaki metrikleri kullanılmaktadır. Şekil 6'de gösterilen diğer bir analiz ise talep odaklı tedarik zincirleri, kontrol ettikleri süreçleri genişletmektedir .



Top 25 — n = 9 All — n = 198

Kaynak : Gartner

Şekil 5 Tipik Tedarik Zinciri Süreçleri ve Kontrolü [4]



Top 25 — n = 9 All — n = 198

Kaynak : Gartner

Şekil 6 Talep Odaklı Tedarik Zincirleri [4]

Bu sebeple çalışmaya konu olan firmasının Eip yapısı öncesinde kpi olarak Satış Tahmini Doğruluğu, Zamanında Koli karşılama (CFR), Stock out oranı, Üretim planına uyum kpi ları ile ölçümleme yapılırken, yeni durumda talep riski, müşteri hizmetleri, Pazar payı, satış sonrası destek, nakit akışı gibi kpi lar eklenerek hedeflerden sapan bir kpi olması durumunda önceden çalışılmış senaryolar uygulamaya alınarak, değişen koşullara uygun yanıtlar verilir.

### 3.5 Projenin Esnasında Çekilen Sancılar

- Planlamadan çok veri toplamaya harcanan zaman

- EİP sürecine dahil olan çok sayıda sistem ve excel dosyası
- Kullanıcıları girdi sağlamak için motive etmekte yaşanan zorluk
- Güncel olmayan talep, tedarik, finans planları
- Talep değişikliklerinin tedarik ve finansal etkilerini görememek
- Simülasyon ve senaryo analizinde zorluklar

### 3.6 Değişim Yönetiminin Önemi

Her şey eskisi gibi olmayacak. Rollerin, sorumlulukların, organizasyon yapısının ve davranışların değişmesi gerekebilir. EİP teknik açıdan basittir, ancak uygulama sancılı olabilir, çünkü zihniyeti değişim gerektirir.

Değişim yönetimi için mutlaka paralel bir uygulama planı olmalı ve organizasyon uygulama adımları boyunca test edilip, değişimin mümkün olduğundan emin olunmalıdır.

### 3.7 Sonuç ve Kritik Başarı Faktörleri

Sonuç olarak EİP karar alma sürecidir. Şirket ihtiyaçlarına ve stratejisine göre özelleştirilmiş olmalıdır. En üst düzeyde sahiplenilirse ve katılımı gelişen bir süreçtir ve tüm taraflar bir aradayken karar alınır.

Ek olarak entegre iş modeli yapılandırılırken aşağıda belirtilen maddeler göz önüne alınmalıdır.

- Teorik tartışmalara takılıp kalmadan, pragmatik yöntemlerle kendinize ait bir model olmalıdır
- Basit ve anlaşılabilir bir sistem olmalıdır
- Mevcut işleyişinizin üzerine bina edilmelidir
- Temel S&OP prensipleriyle başlayıp, zamanla geliştirilmelidir
- Üst Yönetimin ve katılımcıların süreci sahiplenmesinden taviz verilmemelidir
- EİP toplantıları, karar almaya ve uygulamaya yönelik olmalıdır
- Performans göstergelerinin ölçülmesine ve iyileştirme planlarına ilk günden başlanmalıdır

Bu maddelerde belirtilen adımlar gerçekleştirilmediği durumlarda projelerin başarı oranları azalmaktadır.

**KAYNAKLAR**

- [1] Oliverwright
- [2] Acar, 1996: 52; Thompson vd., 1993: 1957
- [3] Feng, 2008
- [4] Gartner, 2009

# GEZGİN SATICI PROBLEMLERİNDE YAPAY SİNİR AĞI UYGULAMALARI

Ayşenur USLU<sup>a,1</sup>, Berna DENGİZ<sup>2</sup>

## ÖZET

*Gezgin satıcı problemi (GSP), n düğümlü bir şebekede herhangi bir düğümden tura başlayan ve tüm düğümleri bir kez ziyaret edecek olan bir gezgin için minimum maliyetli turun bulunmasını amaçlayan kombinatoryal bir optimizasyon problemi olup lojistik alanında önemli bir yere sahiptir. NP-zor problem sınıfına giren GSP için matematiksel modellerin yanı sıra araştırmacılar büyük boyutlu problemlere makul sürede çözüm üretebilmek amacıyla sezgisel-meta sezgisel yöntemler ve zeki sistemler üzerinde yoğun bir şekilde çalışmaktadır. Yapay sinir ağları da (YSA) özellikle son yıllarda kombinatoryal optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan yeni bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. YSA, biyolojik sinir ağlarını taklit ederek öğrenme yolu ile yeni bilgiler üretebilen bilgi işleme yapılarıdır. Bu çalışmada, gezgin satıcı problemi ve uzantıları (çoklu-GSP, simetrik-asimetrik GSP vb.) için YSA uygulamalarını içeren çalışmalarla ilgili bir literatür incelemesi yapılmış ve literatürde sıklıkla kullanılan “kendi kendini düzenleyen haritalar” yöntemi açıklanarak ileriki çalışmalar için olası çalışma alanları tartışılmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** GSP, Yapay sinir ağları, Zeki sistemler.

## ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPLICATIONS ON TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

### ABSTRACT

*Travelling salesman problem (TSP) is a combinatorial optimization problem that purposes to find minimum cost tour for a traveler who starts the tour from any node in a network with n nodes and visits each node exactly once, has an important place in the field of logistics. In addition to the mathematical models for TSP which is classified as NP-hard problem, researchers are working intensely on heuristic – meta heuristic methods and intelligent systems in order to find solutions to large scale problems within a reasonable time. Especially in recent years, Artificial Neural Networks (ANN) have emerged as a new approach used in the solution of combinatorial optimization problems. ANNs are information processing structures that have the ability to generate new information by mimicking biological neural networks. In this study, a literature analysis has been performed of studies including ANN applications for travelling salesman problem and its extensions (multiple-TSP, symmetric-asymmetric TSP etc.) and possible study fields for further studies have been discussed by explaining the frequently used “self-organizing maps” method in the literature.*

**Keywords:** TSP, Artificial neural network, Intelligent systems.

---

<sup>1</sup> Arş.Gör.,Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, aysenur@baskent.edu.tr

<sup>2</sup> Prof.Dr.,Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, bdengiz@baskent.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Gezgin satıcı problemi (GSP), pek çok ulaşım ve lojistik probleminin temelini oluşturan önemli bir kombinatoryal optimizasyon problemidir. GSP’de  $n$  düğümlü bir şebekede herhangi bir düğümden tura başlayan ve tüm düğümleri bir kez ziyaret edecek olan bir gezgin için minimum maliyetli turun bulunması amaçlanmaktadır. Literatürde klasik GSP’nin çeşitli durumları dikkate alan farklı türleri bulunmaktadır. Düğümler arası gidiş ve dönüş sürelerinin veya uzaklığının eşit olduğu durum, simetrik GSP; eşit olmadığı durum ise asimetrik GSP olarak adlandırılmaktadır. Zaman pencereli GSP, her düğümün ziyaret edilebileceği bir zaman penceresini içermektedir. Kârlı GSP, tüm düğümlerin ziyaret edilme zorunluluğu olmaksızın her düğüme ait kâr değerleri ile rotadaki toplam kârın ve maliyetin eş zamanlı olarak en iyilenmesidir. Belirsiz GSP, problemin bazı parametrelerinin belirsiz olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Çoklu GSP, gezgin sayısının birden fazla olması durumudur. M-depolu GSP, farklı noktalardan tura başlayan gezginlerin olması durumunu içermektedir. Dinamik GSP, zaman içerisindeki değişiklikleri dikkate alarak rotayı sürekli olarak iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Genelleştirilmiş GSP,  $s$  salkımlı  $n$  düğümlü bir şebekede her salkımda sadece bir düğüme uğrayarak başladığı yere geri dönen bir gezginin problemini ifade etmektedir. Açık döngülü GSP, gezginin başladığı noktaya dönme zorunluluğunun bulunmamasıdır. Çok amaçlı GSP’de birden fazla amacın eş zamanlı olarak eniyilenmesi amaçlanmaktadır. Minmax çoklu GSP’de ise her bir gezginin en uzun turunun mümkün olduğunca kısa tutulması hedeflenir. Öklid GSP, şehirlerin öklid metrik sisteminde olduğu, öklid olmayan GSP ise öklid metrik sisteminde olmadığı durumu içermektedir. GSP’nin çözümüne ilişkin kesin algoritmalar için (Laporte,1992; Diaby, 2006) çalışmaları incelenebilir. NP-zor bir problem olan GSP için kesin çözümlerin yanı sıra araştırmacılar, büyük boyutlu problemlere makul sürelerde çözüm üretebilmek amacıyla tavlama benzetimi (Geng vd.,2011), genetik algoritma(Shu vd,2004; Wang vd,2007), tabu arama (Misevicius,2015), karınca kolonisi (Dorigo,1996;Brezina,2011), kuş sürüsü (Wang vd.,2003) gibi çeşitli sezgisel-meta sezgisel yöntemler ve bu yöntemlerin hibrid kullanımları üzerinde yoğun bir şekilde çalışmaktadır. Ayrıca, kısa sürede çözüm üretebilmesi açısından yapay zekâ teknikleri de son yıllarda GSP’nin çözümünde kullanılan yeni bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapay zekâ tekniklerinden birisi olan yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma ve düşünebilme yeteneğinden yola çıkılarak oluşturulmuş bir bilgi işleme teknolojisi olup sınıflandırma, tahmin, karakter tanıma ve optimizasyon gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. YSA’nın GSP’nin çözümünde ilk kullanımı 1985 yılında Hopfield ve Tank tarafından gerçekleştirilmiş olup probleme özgü kısıtlar ve amaç fonksiyonundan oluşan bir enerji fonksiyonunun azaltılmasına dayanan bir yöntem önermişlerdir (Bai vd,2006). Bu yöntem yerel minimuma takılabildiğinden optimal sonucu garanti edememektedir. Diğer bir yöntem olan Kohonen’in “Kendi Kendini Düzenleyen Ha-

ritalar (Self Organizing Map)” (SOM) yönteminde ise her bir şehrin koordinatlarına daha yakın ağırlıkları olan nöronlar vasıtasıyla, ağ tüm nöronlar arasında kısa bir rota çıkarmaya çalışmaktadır (Siqueira,2007). Hopfield ve SOM yöntemlerinin yanı sıra, Kaotik (Chaotic) YSA (Zhao,2009), Tekrarlayan (Recurrent) YSA (Aono,2011) vb. gibi farklı YSA tipleri de GSP'nin çözümünde kullanılmaktadır. Ayrıca araştırmacılar, YSA'yı sezgisel-meta-sezgisel yöntemlerle birlikte kullanarak GSP'nin çözümünde YSA'nın etkinliğini arttırmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada GSP ve uzantıları için YSA uygulamalarına ilişkin bir literatür analizi yapılarak kullanılan yöntemlere ilişkin genel bir çerçeve çizilmiş ve SOM yöntemi açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ilk olarak literatür incelemesinin kapsamı ve araştırma metodu açıklanmış, daha sonra yapılan analizler verilmiştir. Üçüncü bölümde SOM yöntemi detaylı bir şekilde açıklanmış, son bölümde ise sonuçlar değerlendirilerek, gelecekte yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

## **2. LİTERATÜR İNCELEMESİ**

Bu bölümde ilk olarak çalışmanın kapsamı ve araştırma metoduna değinilmiş daha sonra yapılan literatür analizleri verilmiştir.

### **2.1. Çalışmanın Kapsamı ve Araştırma Metodu**

Çalışma “Web of Science” veri tabanında taranan ve 2007-2017 yılları arasında yapılmış olan çalışmalar içerisinden “neural network” ve “traveling salesman problem” anahtar kelimelerini içeren çalışmaları kapsamaktadır. Konferans bildirileri, İngilizce dışındaki dillerde yazılmış çalışmalar kapsam dışı tutulmuştur. Belirlenen kapsamda yapılan tarama sonucunda 96 adet çalışma elde edilmiştir. Bu çalışmalardan, çalışmanın amacına uygun 46 çalışma, bölüm 2.2’de detaylı şekilde incelenmiştir.

### **2.2. Literatür Analizi**

İncelenen çalışmalar, ele alınan problem tipi ve kullanılan YSA yöntemi başlıklarında Tablo1’de sınıflandırılmıştır. Tablo1’de görüldüğü gibi yöntemler araştırmacıların kolay erişebilmesi amacıyla literatürde yer alan İngilizce isimleriyle verilmiştir.

**Tablo1: İncelenen çalışmalar**

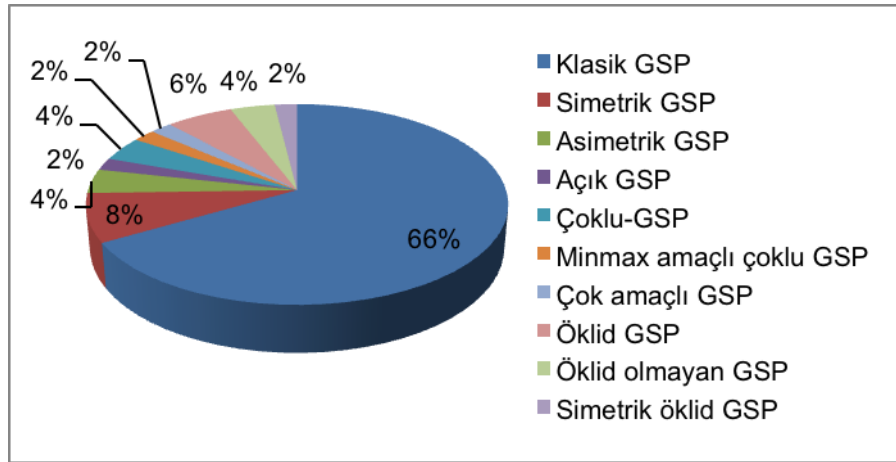
<b>Yazar(lar)</b>	<b>Problem Tipi</b>	<b>Kullanılan Yöntemler</b>
Brocki,2007	Simetrik GSP	2-opt and SOM
Siqueira vd.,2007	Simetrik ve asimetrik GSP	Wang recurrent neural network+ winner takes all (WTA) and 2-opt
Qu vd.,2007	Çoklu-GSP	Columnar competitive model-Tabu search
Wu ve Chow,2007	GSP	Self-organizing and self-evolving agents neural network and simulated annealing and particle swarm
Gholamian vd.,2007	Çok amaçlı GSP	Fuzzy inferencing methods and neural networks
Saadatmand-Tarzjan vd., 2007	GSP	SOM and constructive-optimizer neural network
Creput ve Koukam, 2007	GSP	SOM in an evolutionary (memetic) algorithm
Serpen,2008	GSP	Simulation study for validation of an adaptation methodology for learning weights of a Hopşeld neural network
Teoh vd.,2008	GSP	Recurrent network of linear threshold neurons and genetic algorithm
Chen ve Shih,2009	GSP	Transiently chaotic neural network
Aono vd.,2009	GSP	Neurocomputing system incorporating an amoeboid unicellular organism (Chaotic Neural Network and SOM)
Yi vd.,2009	GSP	Elastic net method with time-dependent parameters with neural network
Zhao vd.,2009	GSP	Gauss wavelet and chaotic neural network
Masutti ve Castro,2009	GSP	SOM and artificial immune systems
Yang ve Shao,2009	GSP	Elastic net method and artificial neural network
Masutti ve Castro,2009	GSP ve çoklu-GSP	Neuro-immune self-organizing network
Li vd.,2009	GSP	Lotka–Volterra neural network
Chen,2009	GSP	Delayed transiently chaotic neural network
Duane,2009	GSP	Cellular generalization of the Hopfield solution
Aono vd.,2010	GSP*	Autonomous meta-problem solving approach and SOM
Özasa vd.,2010	GSP*	Modified hopfield neural network
Jolai ve Ghanbari,2010	GSP	Data transformation techniques and Hopfield neural network
Wang vd.,2010	GSP	New model for Hopfield neural network
Özasa vd.,2011	GSP	Euglena-based neurocomputing using Hopfield neural network
Aono vd.,2011	GSP	Amoeba-based neurocomputing using recurrent neural network
Jones,2011	Öklid GSP*	Dynamical reconfiguration method
Faigl vd.,2011	Öklid olmayan GSP	SOM
Faigl,2011	Öklid ve öklid olmayan GSP	SOM based on Somhom's algorithm and Co-adaptive net
Chen,2011	GSP	Chaotic simulated annealing
Aono vd.,2011	GSP*	Resource-competing oscillator network
Faigl ve Pşeuci,2011	GSP*	Novel SOM adaptation schema
Zhang vd.,2012	Simetrik öklid GSP	Overall-regional competitive SOM



Xiao vd.,2012	GSP	Ant colony system and artificial neural network
Horvath ve Rasonyi,2012	GSP	Genetik algoritma and neural network
Brassai vd.,2012	GSP ve açık GSP	SOM
Özasa vd.,2013	GSP*	Euglena-based neurocomputing
Zhu vd.,2013	GSP	Amoeba-based computing neural network
Yang ve Yi,2013	GSP	Multiple chaotic neural network algorithm
Zhou vd.,2015	GSP	Discrete invasive weed optimization, 2-opt and 3-opt
Scott ve Worden, 2015	GSP*	Bee swarm algorithm and neural network
Avşar ve Aliabadi,2015	Oklid GSP	SOM and divide-conquer approach
Ahmad ve Kim,2015	Simetrik GSP	SOM and 2-opt local optimization algorithm
Shrestha ve Mahmood,2016	GSP*	mtDNA (Genetic Algorithm and neural network)
Faigl, 2016	Minmax amaçlı çoklu-GSP	GENIUS heuristic (Generalized insertion and unstringing and stringing) +SOM
Jonke vd., 2016	Simetrik ve asimetrik GSP	Spiking neural networks
Hasegawa, 2016	Klasik GSP	Lebesgue spectrum filter and 2-opt and 2 exchange with Hopfield neural network

\*Çalışmada farklı problemlerin çözümü ele alınmış fakat algoritmanın etkinliği GSP problemi üzerinden açıklanmıştır.

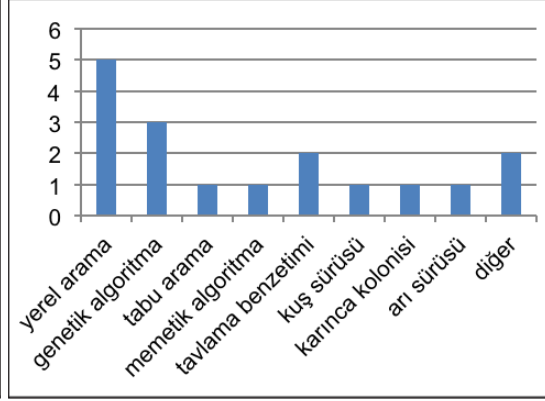
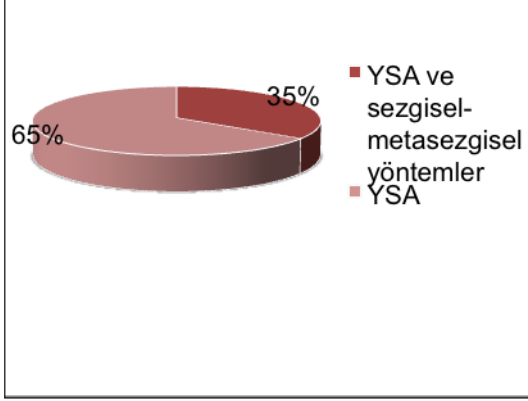
Tablo1’de verilen çalışmaların ele alınan GSP türlerine göre dağılımı Şekil1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yayınların GSP türlerine göre dağılımı

Şekil1’de verilen grafikten de görüleceği gibi incelenen çalışmalar arasında en fazla klasik GSP, daha sonra ise sırayla simetrik GSP ve öklid GSP problemi ele alınmıştır. Buradan YSA ile ilgili çalışmaların daha çok düğümlerin düzlem üzerindeki dağılımları ve düğümler arası uzaklıkların modele yansıtıldığı GSP türleri üzerinde yoğunlaştığı sonucu çıkartılabilir.

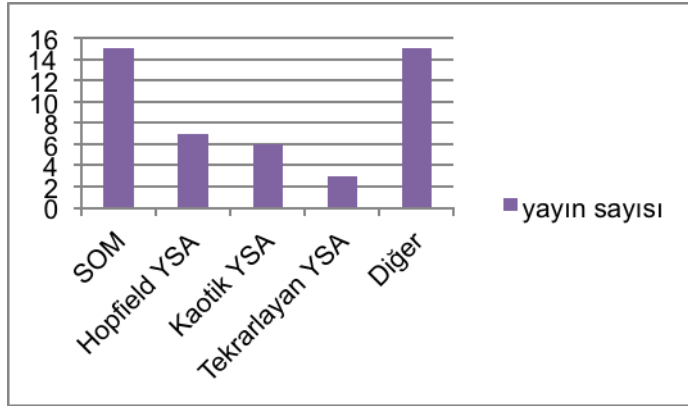
Çalışmalar sadece YSA'nın kullanıldığı ve YSA ile sezgisel-metasezgisel yöntemlerin birlikte kullanıldığı çalışmalar olarak incelendiğinde ise Şekil 2'de verilen grafik elde edilmiştir. Kullanılan sezgisel-metasezgisel yöntemler sınıflandırılmış ve Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Kullanılan yöntemlerin dağılımı

Şekil 3. Çalışmalarda sezgisel-metasezgisel yöntemlerin dağılımı

İncelenen çalışmalarda araştırmacıların YSA ile birlikte en fazla yerel arama sezgiselini kullandıkları görülmektedir. Çalışmalar YSA yöntemlerine göre sınıflandırıldığında ise Şekil 4'te verilen grafik elde edilmiştir. En sık kullanılan yöntem SOM olurken bu yöntemi Hopfield YSA izlemektedir.

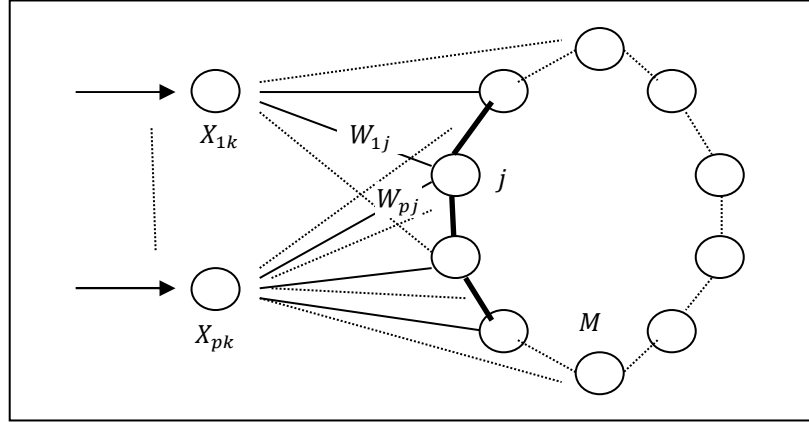


Şekil 4. Çalışmaların kullanılan YSA türlerine göre sınıflandırılması

### 3. GSP ÇÖZÜMÜNDE “KENDİ KENDİNİ DÜZENLEYEN HARİTALAR” YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Kendi kendini düzenleyen haritalar (SOM), Kohonen tarafından 1982 yılında önerilmiş (Kohonen,1982) olup GSP'nin çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır. SOM, denetimsiz öğ-

renme ile girdi verilerini basitçe denetleyerek topolojik olarak düzenlenmiş bir örüntü oluşturmak için kendini organize eden bir yapay sinir ağıdır. SOM, şehirleri topolojik olarak sıralı bir yol olarak görüntüleyerek GSP için bir tur oluşturmaktadır. Örnek bir SOM yapay sinir ağı gösterimi Şekil 5'te verilmiştir.

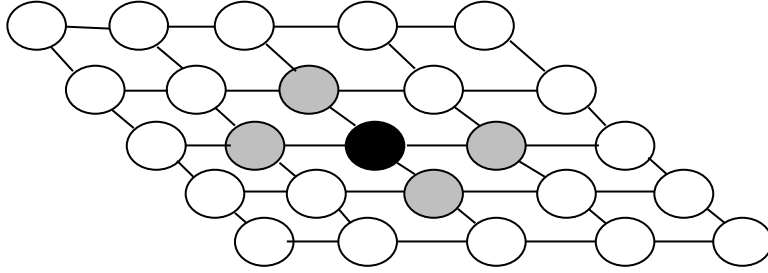


Şekil 5. GSP çözümü için örnek bir SOM gösterimi (Jin vd.,2003)

Şekil5'te verilen gösterimde, M çıktı nöronlarının sayısını, p ise girdi nöronlarının sayısını göstermektedir. Şehirlerin koordinat değerleri girdi nöronlarını oluşturmaktadır. 2 boyutlu uzaydaki bir GSP için  $p=2$ 'dir. Girdi nöronları, tüm çıktı nöronlarına tam bağlıdır. Girdi nöronlarının t zamanındaki durumu  $\vec{x}_k(t) = [X_{1k}(t), X_{2k}(t), \dots, X_{pk}(t)]^T$  vektörü ile gösterilir. j. çıkış nöronu ve her bir girdi nöronu arasındaki ağırlıklar ise  $\vec{w}_j(t) = [W_{1j}(t), W_{2j}(t), \dots, W_{pj}(t)]^T$  ( $1 \leq j \leq M$ ) vektörü ile ifade edilir (Jin vd.,2003). Burada çıktı nöronlarının iki topolojik uzayı vardır, birisi şehirleri ziyaret etme sırasını gösterirken diğeri her çıktı nöronunun koordinatının ağırlık vektörüyle gösterildiği p boyutlu uzaydır. SOM ile yüksek boyutlu sinaptik ağırlık uzayından tek boyutlu halka uzayına indirgeyerek bir tur oluşturmaktadır. SOM ağı için başlangıçta sinaptik ağırlık vektörü  $\vec{w}_j(0)$  genellikle rassal atama yapılarak başlatılır. Daha sonra ağın sinaptik ağırlık vektörleri şehirlerin özelliklerini temsil etmek için denetimsiz öğrenme yolu ile değiştirilir. Burada, çıktı nöronları uzaklık vb. bir işleve göre birbirleriyle rekabet ederler ve kazanan nöronların ve komşularının ağırlıkları öğrenme kuralına göre güncellenir. Sadece kazanan nöronların ağırlıklarının güncellendiği WTA (Winner Takes All) ve kazanan nöronun yanı sıra komşularının da güncellendiği WTM (Winner Takes Most) yaklaşımlarından birisi kullanılabilir. Ancak çalışmalar WTM yaklaşımının WTA yaklaşımına göre daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Öğrenme süreci belli bir zamanda tüm şehirler ağıdan beslenene kadar devam eder.

En sık kullanılan öğrenme kuralı (Jin vd,2003):

$\vec{W}_j(t+1) = \vec{W}_j(t) + \alpha_j(t)(\vec{X}_k(t) - \vec{W}_j(t))$ 'dir. Burada öğrenme oranı olup [0,1] arasında değer almaktadır. Öğrenme kuralı, kazanan nöronun girdi nöronuna doğru hareket etmesini sağlamaktadır.



Şekil 6. 2 boyutlu ağ için komşuluk gösterimi (Brocki,2007)

Son olarak halka üzerindeki çıkış nöronlarının sıralaması incelenerek GSP turu elde edilir. Her bir şehirden çıkan tur, kendine en yakın şehri ziyaret etmeye çalışmaktadır. SOM ile öğrenilmiş olan tur, GSP için en iyi çözümü garanti etmez ve yerel optimum çözüm olarak adlandırılır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

GSP, hem teorik araştırmalar hem de pratik uygulamalar açısından üzerinde sıklıkla çalışılan önemli bir kombinatoriyal optimizasyon problemidir ve 50 yılı aşkın süredir hem endüstrinin hem de araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Hesaplama karmaşası ve çözüm süresinin düşük olmasının yanı sıra iyi çözümler elde edilebilmesi ile yapay sinir ağları GSP'nin çözümünde kullanılan ve gelecekteki çalışmalar için araştırmacılara umut veren bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, YSA'nın GSP'nin çözümünde kullanıldığı son on yılda yapılan çalışmalara ilişkin bir literatür incelemesi yapılarak araştırmacıların literatür hakkında bilgi sahibi olmaları ve gelecekte yapılabilecek çalışmalara ışık tutulması hedeflenmiş olup incelenen çalışmalar içerisinde GSP'nin çözümünde en sık kullanılan YSA yöntemi olan kendi kendini düzenleyen haritalar yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır.

İncelenen çalışmalar, problem tipi ve kullanılan yöntemler açısından sınıflandırılmıştır. Problem tipi olarak en fazla klasik GSP'nin ele alındığı, yöntem olarak ise SOM yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Araştırma sonuçları, yapay sinir ağlarının tek başına kullanılmasının yanı sıra sezgisel-meta sezgisel yöntemlerle birlikte kullanılarak çözümlerin iyileştirildiğini göstermiştir.

İleriki çalışmalarda, nadir olarak ele alınan GSP çeşitlerinde (açık GSP, çok amaçlı GSP, min-max amaçlı çoklu-GSP, genelleştirilmiş GSP vb.) YSA yöntemleri uygulanabilir.

YSA'lar farklı sezgisel-meta sezgisel yöntemlerle hibrid kullanılarak algoritmaların etkinliği güçlendirilebilir. Ayrıca, farklı YSA tasarımları ile daha etkin YSA algoritmaları geliştirilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Ahmad,R., Kim,D., (2015), “An extended self-organizing map based on 2-opt algorithm for solving symmetrical traveling salesperson problem, Journal Neural Computing And Applications, Vol.26 (4), pp. 987-994.
2. Aono, M., Hara, M., Aihara, K., Munakata, T., (2010), “Amoeba-based emergent computing: combinatorial optimization and autonomous meta-problem solving”, IJUC, Vol. 6(2), pp. 89-108.
3. Aono, M., Hirata, Y., Hara, M., Aihara, K., (2011), “Greedy versus social: resource-competing oscillator network as a model of amoeba-based neurocomputer”, Natural Computing, Vol. 10(4), pp. 1219-1244.
4. Aono,M., Yoshito,H., Masahiko,H., (2009), “Amoeba-based chaotic neurocomputing: combinatorial optimization by coupled biological oscillators”, New Generation Computing, Vol. 27(2), pp. 129-157.
5. Aono,M., Zhu,L., Hara,M., (2011), “Amoeba-based neurocomputing for 8-city traveling salesman problem”, International Journal of Unconventional Computing, Vol.7, pp. 463-480.
6. Aşar, B., Aliabadi,D.E., (2015), “Parallelized neural network system for solving euclidean traveling salesman problem”, Applied Soft Computing, Vol 34, pp. 862-873.
7. Bai, Y., Zhang, W., Jin, Z., (2006), “An new self-organizing maps strategy for solving the traveling salesman problem”, Chaos, Solitons & Fractals, Vol. 28(4), pp.1082-1089.
8. Brassai,S.T., Iantovics,B., Enăchescu,C., (2012), “Optimization of robotic mobile agent navigation”, Studies in Informatics and Control, Vol. 21 (4), pp. 403-412.
9. Brezina Jr, I., & Čičková, Z. (2011), “Solving the travelling salesman problem using the ant colony optimization”, Management Information Systems, Vol. 16(4), pp. 010-014.
10. Brocki,L., (2007), “Kohonen self-organizing map for the traveling salesperson problem”, Berlin Heidelberg: Springer, pp 116-119.
11. Chen, S. S., (2011), “Chaotic simulated annealing by a neural network with a variable delay: design and application”, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol, 22(10), pp. 1557-1565.
12. Chen, S. S., (2009), “Delayed transiently chaotic neural networks and their application”, Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, Vol. 19(3), pp 033125.
13. Chen, S. S., Shih, C. W., (2009), “Transiently chaotic neural networks with piecewise linear output functions”,Chaos, Solitons & Fractals, Vol. 39(2), 717-730.
14. Créput, J. C., Koukam, A., (2007), “Interactive meshing for the design and optimization of bus transportation networks”, Journal of Transportation Engineering, Vol. 133(9), pp. 529-538.

15. Diaby, M. (2006), "The traveling salesman problem: a linear programming formulation", arXiv preprint cs/0609005.
16. Dorigo, M., Gambardella, L. M., (1997), "Ant colonies for the travelling salesman problem", *Biosystems*, Vol. 43(2), pp. 73-81.
17. Duane, G. S., (2009), "A "cellular neuronal" approach to optimization problems", *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, Vol. 19(3), pp. 033114.
18. Faigl, J., (2011), "On the performance of self-organizing maps for the non-euclidean traveling salesman problem in the polygonal domain", *Information Sciences*, Vol.181(19), 4214-4229.
19. Faigl, J., (2016), "An application of self-organizing map for multirobot multigoal path planning with minmax objective", *Computational Intelligence and Neuroscience*, Vol. 2016, pp.1-15.
20. Faigl, J., Kulich, M., Vonásek, V., Přečil, L., (2011), "An application of the self-organizing map in the non-euclidean traveling salesman problem", *Neurocomputing*, Vol. 74(5), 671-679.
21. Faigl, J., Přečil, L., (2011), "Inspection planning in the polygonal domain by self-organizing map", *Applied Soft Computing*, Vol. 11(8), pp. 5028-5041.
22. Geng, X., Chen, Z., Yang, W., Shi, D., Zhao, K., (2011), "Solving the traveling salesman problem based on an adaptive simulated annealing algorithm with greedy search", *Applied Soft Computing*, Vol. 11(4), pp. 3680-3689.
23. Gholamian, M. R., Ghomi, S. F., Ghazanfari, M., (2007), "A hybrid system for multiobjective problems—A case study in NP-hard problems", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 20(4), pp. 426-436.
24. Hasegawa, M., (2016), "Improving performance of heuristic algorithms by lebesgue spectrum filter", *IEICE Transactions on Communications*, Vol. 99(11), pp. 2256-2262.
25. Hopfield, J.J., Tank, D.W., (1985), "Neural" computation of decision in optimization problems", *Biological Cybernetics*, Vol. 52, pp.141-152.
26. Horváth, A., Rásonyi, M., (2012), "Implementation of cellular genetic algorithms on a CNN chip: simulations and experimental results", *International Journal of Circuit Theory and Applications*, Vol. 40(12), pp. 1321-1332.
27. Jin, H., Leung, K., Wong, M., Xu, Z., (2003). "An Efficient Self-Organizing Map Designed by Genetic Algorithms For the Traveling Salesman Problem", *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART B: CYBERNETICS*, Vol. 33(6), pp. 877-888.
28. Jolai, F., Ghanbari, A., (2010), "Integrating data transformation techniques with hopfield neural networks for solving travelling salesman problem", *Expert Systems with Applications*, Vol.37(7), pp. 5331-5335.
29. Jones, J., (2011), "Towards programmable smart materials: Dynamical reconfiguration of emergent transport Networks", *IJUC*, Vol. 7(6), pp. 423-447.
30. Jonke, Z., Habenschuss, S., Maass, W., (2016), "Solving constraint satisfaction problems with networks of spiking neurons", *Front Neuroscience*, Vol.10(118), pp. 1-16.

31. Kohonen,T.,(1982), “Self-organized formulation of topologically correct feature maps”, *Biol.Cybern.*, Vol.43(2),pp.59-69.
32. Laporte, G., (1992), “The traveling salesman problem: An overview of exact and approximate algorithms”, *European Journal of Operational Research*, Vol 59(2), pp. 231-247.
33. Li,M., Yi,Z., Zhu,M., (2009), “Solving TSP by using Lotka–Volterra neural Networks”, *Neurocomputing*, Vol. 72(16-18), pp. 3873-3880.
34. Masutti, T. A., de Castro, L. N., (2009), “A self-organizing neural network using ideas from the immune system to solve the traveling salesman problem”, *Information Sciences*, Vol. 179(10), pp. 1454-1468.
35. Masutti, T. A., de Castro, L. N., (2009), “Neuro-immune approach to solve routing problems”, *Neurocomputing*, Vol.72(10), pp. 2189-2197.
36. Misevičius, A., (2015), “Using iterated tabu search for the traveling salesman problem”, *Information Technology and Control*, Vol. 32(3), pp.29-40.
37. Ozasa, K., Aono, M., Maeda, M., Hara, M., (2010), “Simulation of neurocomputing based on the photophobic reactions of *Euglena* with optical feedback stimulation”, *BioSystems*, Vol.100(2), pp.101-107.
38. Ozasa, K., Lee, J., Song, S., Hara, M., Maeda, M., (2011), “Implementation of Microbe-Based Neurocomputing with *Euglena* Cells Confined in Micro-Aquariums”, *IJUC*, Vol. 7(6), pp. 481-499.
39. Ozasa, K., Lee, J., Song, S., Hara, M., Maeda, M., (2013), “*Euglena*-based neurocomputing with two-dimensional optical feedback on swimming cells in micro-aquariums”, *Applied Soft Computing*, Vol.13(1), pp. 527-538.
40. Qu, H., Yi, Z., Tang, H., (2007), “A columnar competitive model for solving multi-traveling salesman problem”, *Chaos, Solitons & Fractals*, Vol. 31(4), pp.1009-1019.
41. Saadatmand-Tarzjan, M., Khademi, M., Akbarzadeh-T, M. R., Moghaddam, H. A., (2007), “A novel constructive-optimizer neural network for the traveling salesman problem”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, Vol. 37(4), pp.754-770.
42. Scott,M.,Worden,K., (2015), “A Bee Swarm Algorithm for Optimising Sensor Distributions for Impact Detection on a Composite Panel”, *Strain An International Journal for Experimental Mechanics*”, Vol.51(2), pp. 147-155.
43. Serpen, G., (2008), “Hopfield network as static optimizer: Learning the weights and eliminating the guesswork”, *Neural Processing Letters*, Vol.27(1), pp. 1-15.
44. Shrestha,A., Mahmood,A., (2016), “Improving Genetic Algorithm with Fine-Tuned Crossover and Scaled Architecture”, *Journal of Mathematics*, Vol. 2016, pp. 1-10.
45. Shu, J. L., Zhao, Z., Dai, Q. Y., (2004), “Genetic algorithm for TSP”, *Operations Research and Management Science*”, Vol 1, pp.004.
46. Siqueira,PH., Steiner,M.T.A., Scheer,S., (2007), “A New Approach to Solve the Traveling Salesman Problem”, *Neurocomputing*, Vol.70, pp.1013-1021.

47. Teoh, E. J., Tan, K. C., Tang, H. J., Xiang, C., Goh, C. K., (2008), "An asynchronous recurrent linear threshold network approach to solving the traveling salesman problem", *Neurocomputing*, Vol. 71(7), pp. 1359-1372.
48. Wang, X., Tamura, H., Wang, W., Tang, Z., (2010), "Objective function adjustment hopfield-type neural network with restart technique", *International Journal Of Innovative Computing Information And Control*, Vol. 6(10), pp. 4555-4564.
49. Wang, L. Y., Zhang, J., Li, H., (2007), "An improved genetic algorithm for tsp. In *Machine Learning and Cybernetics*", 2007 International Conference on IEEE, Vol. 2, pp. 925-928.
50. Wang, K. P., Huang, L., Zhou, C. G., Pang, W., (2003), "Particle swarm optimization for traveling salesman problem", In *Machine Learning and Cybernetics*, 2003 International Conference on IEEE, Vol. 3, pp. 1583-1585.
51. Wen, U. P., Lan, K. M., Shih, H. S., (2009), "A review of Hopfield neural networks for solving mathematical programming problems", *European Journal of Operational Research*, Vol. 198(3), pp. 675-687.
52. Wu, S., Chow, T. W., (2007), "Self-organizing and self-evolving neurons: a new neural network for optimization", *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 18(2), pp. 385-396.
53. Xiao, R., Tao, Z., Chen, T., (2012), "An analytical approach to the similarities between swarm intelligence and artificial neural network", *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, Vol. 34(6), pp. 736-745.
54. Yang, H., Shao, H., (2009), "Distortion-oriented welding path optimization based on elastic net method and genetic algorithm", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 209(9), pp. 4407-4412.
55. Yang, G., Yi, J., (2013), "Dynamic characteristic of a multiple chaotic neural network and its application", *Soft Computing*, Vol. 17(5), pp.783-792.
56. Yi, J., Yang, G., Zhang, Z.,Tang, Z., (2009), "An improved elastic net method with time-dependent parameters for traveling salesman problem", *Int J Innov Comput Inf Control*, Vol. 5(4), pp. 1089-1100.
57. Zhang, J., Feng, X., Zhou, B., Ren, D, (2012), "An overall-regional competitive self-organizing map neural network for the Euclidean traveling salesman problem", *Neurocomputing*, Vol. 89, pp. 1-11.
58. Zhao, L., Sun, M., Cheng, J., Xu, Y., (2009), "A novel chaotic neural network with the ability to characterize local features and its application", *IEEE transactions on neural networks*, Vol. 20(4), pp. 735-742.
59. Zhou, Y., Luo, Q., Chen, H., He, A., Wu, J., (2015), "A discrete invasive weed optimization algorithm for solving traveling salesman problem", *Neurocomputing*, Vol. 151, pp. 1227-1236.
60. Zhu, L., Aono, M., Kim, S. J., Hara, M., (2013), "Amoeba-based computing for traveling salesman problem: Long-term correlations between spatially separated individual cells of *Physarum polycephalum*", *BioSystems*, Vol. 112(1), pp. 1-10.



# BİYOKÜTLE TEDÂRİK ZİNCİRİ AĞ TASARIMI (TESİS YERİ SEÇİMİ) İÇİN BİR MODELLEME YAKLAŞIMI

*Melda BÖLEK<sup>1</sup>, Murat BASKAK<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Gelişmiş ülkelerin enerji gereksinimi, her geçen gün artmaktadır ve bu artışın süreceği görülmektedir. Enerjinin, endüstrileşmenin sonucu olarak doğaya zarar veren fosil kaynakların yerine doğal kaynaklardan elde edilmesi daha da önem kazanmaktadır. 10 Mayıs 2005 tarihli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Üretiminde Kullanılması Kanunu, yenilenebilir enerji kaynaklarını hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları olarak tanımlamıştır. Çalışmamız biyokütleden enerji elde etmenin önemine dikkat çekmeyi, biyokütle tedârik zincirinin yapısını açıklamayı ve ağ tasarımı da bir kaç enerji tesisi konumlandırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda Marmara Bölgesi Trakya Bölümü'ndeki hayvansal, tarımsal, orman kökenli ve kentsel atığın potansiyeli ilçeler bazında incelenmiştir. Biyokütle kaynaklarının üretim miktarları, uygunluk etmenleri, enerji etmenleri, elde edilebilecek toplam enerji potansiyeli ve biyogaz kapasiteleri belirlenmiştir. Biyogaz tesisi ya da tesislerinin yer seçimi konusu üzerinde; sosyal ve sayısal ölçütler dikkate alınarak çalışılmıştır. Biyogaz tesisinden elde edilecek olan elektrik ve ısı enerjilerinin dağıtımını da çalışmada modellenmiştir.*

**Anahtar Sözcükler:** Biyokütle, yenilenebilir enerji, tedârik zinciri, biyogaz.

## BIOMASS SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN (FACILITY LOCATION SELECTION)

### ABSTRACT

*The need for energy is increasing everyday and will continue to increase in developed countries. Therefore when the damage of industrialisation and usage of fossil sources is taken into account, gaining energy from natural sources instead of fossil sources is getting more importance. The Regulation "Usage of Renewable Energy Sources in Electricity Production" which is dated on 10th of May, 2005, defines renewable energy sources as hydrolic, wind, solar, geothermal, biomass, biogas, wave, stream and tide. Our study aims to withdraw attention to the importance of gaining energy from biomass, explaining the biomass supply chain and locating single or multiple energy conversion plants. In our study animal, agricultural, forest and municipal solid waste potentials of the towns in Marmara Region Thrace Section were analysed. The biomass quantities, availability factors, energy factors, total energy potentials and biogas capacities were evaluated. Both social and numerical criteria have been taken into consideration in selection of biogas facility(ies). The biogas facility has been modelled for both electricity and heat production and distribution.*

**Keywords:** Biomass, renewable energy, supply chain, biogas.

---

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, mbolek@itu.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, baskakm@itu.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketilen enerjinin çoğunluğu fosil enerji kaynaklarından, kalan kısmı da nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ve insanların buna karşılık ödeyeceği bedel yüksek bir değere ulaşmıştır. Gelişmiş ülkelerin enerji gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel problemler, insanların çevreye karşı daha duyarlı olmasına neden olmuştur.

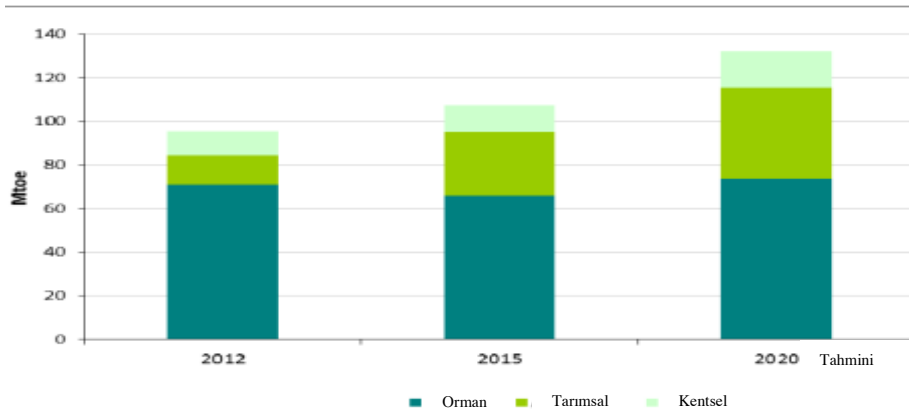
10 Mayıs 2005 tarihli 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (URL 1), yenilenebilir kaynakları; hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz (çöp gazı dahil), dalga, akıntı ve gel-git olarak tanımlamıştır.

Avrupa Birliği'nin 2009/28/EC sayılı Yenilenebilir Enerji Yönergesi'ne (URL 2) göre 2020'ye kadar üye ülkeler;

- Sera gazı emisyonlarında 1990 yılı düzeylerinin en az %20 altına inmeyi,
- Toplam enerji tüketiminin en az %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmasını,
- Ulaşımında harcanan toplam enerjinin %10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmasını,
- Enerji tüketiminin %20 oranında azaltılmasını amaçlamaktadır.

2017'de yayımlanan Avrupa Birliği Enerji Raporu'na (URL 3) göre 2014 yılı itibarıyla yenilenebilir enerjinin Avrupa Bölgesi enerji tüketimindeki payı %16'yı bulmuştur ve tahminen de 2015'de %16,4'e çıkmış olacaktır. Yine aynı rapora göre ulaşım sektörü 2015'te enerjisinin %6'sını yenilenebilir kaynaklardan elde etmekte olup, 2020 hedefi olan %10'a ulaşabilecektir. Avrupa Birliği ülkelerinin çoğu, 2020 hedeflerine ulaşmada emin adımlarla ilerlemektedir.

Şekil 1, Avrupa Birliği'ndeki biyokütle kaynaklı enerji üretimini göstermektedir.



Şekil 1: AB'deki biyokütle kaynaklı enerji üretimi (URL 4)

5346 sayılı kanuna göre biyokütle, organik atıkların yanısıra bitkisel yağ atıklarını ve tarımsal hasat artıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz hâlindeki yakıtları da içermektedir.

Biyokütle enerji kaynakları; kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarından farklı özelliklere sahiptir. Biyokütle enerji kaynakları; kötü yakıt kalitesine neden olan ve genellikle homojen olmayan, yüksek su ve oksijen içeren, düşük yoğunluklu kaynaklardır. Bu olumsuz özellikler, fiziksel süreçler ve değişim süreçleri sâyesinde yok edilebilir.

Biyokütlenin üstün yanları ise şunlardır: Her yerde yetişebilir, üretim teknolojilerinde bilgi birikimi vardır, her büyüklükte enerji elde edilebilir, düşük ışıktaki yeterlidir, depolanabilir, performans için 5-35°C yeterlidir, sosyo-ekonomik durumlarda önemlidir, kirlilik yaratmaz (düşük NOx ve SO2), diğer enerji kaynaklarına göre daha az sera gazı etkisi yaratır, atmosferdeki CO2'i dengeler ve asit yağmuru yaratmaz.

İklim değişikliklerine politik tepkiler ilk kez 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni (BMİDÇS -UN Framework on Climate ChangeUNFCCC) içeren Rio Konvansiyonu ile başlamıştır. Bu konvansiyon, sera gazlarının atmosfere kontrollü yayılmasını amaçlamaktadır. 21 Mart 1994'de yürürlüğe giren BMİDÇS'nin üye ülke sayısı bugün 195'e ulaşmıştır. Her yıl düzenlenen Taraflar Konferansı'nda (COP: Conference of Parties) uygulamalarla ilgili son durum değerlendirilmektedir.

Kyoto Protokolü, Aralık 1997'de Kyoto'da gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir. Protokol, Sözleşme'nin amaç ve kurumlarını paylaşmaktadır. Bununla birlikte, iki anlaşma arasındaki en önemli ayırım, düzenledikleri yükümlülüklerin hukukî niteliği ile ilgilidir. Sözleşme, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı salımlarını kararlı bir duruma getirmeleri (stabilize etmeleri) yönünde bağlayıcı olmayan bir yükümlülük tanımlamışken, Protokol, sanayileşmiş ülke taraflarına, bağlayıcı sera gazı salım sınırlama ve azaltım yükümlülükleri getirmiştir (URL 5).

30 Kasım-11 Aralık 2015 tarihleri arasında Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı, küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutmayı hedeflemiş ve Birleşmiş Milletlerin 20 yıllık çabasının sonucunda yasal olarak tüm ülkeleri bağlayan bir yapı oluşturmuştur. Bu bağlamda fosil yakıtlardan vazgeçilmesi ve ülkelerin karbon salınım beyânlarını 5 yılda bir gözden geçirmeleri konusunda düşünce birliğine varılmıştır. Bu konferansta 150'den fazla hükümet "kesin katkılar için ulusal niyet beyânı" (INDC: Intended nationally determined contributions) sunmuştur. Bu beyânlardaki taahhütlerin toplamı, küresel ısınmanın bu yüzyıl sonunda 2°C hedefini ıskalayacağını, 2,7°C olacağını öngörmektedir. Beyânlardaki fazladan taahhütler gerçekleşmezse, bugünkü çevre politikaları sonunda küresel ısınma 4°C'ye yaklaşacak ya da geçecektir.

Günümüzde kömür (%25), doğal gaz (%23) ve petrol (%33), bütün olarak dünyanın birincil enerji arzının (BEA) %81'ine karşılık gelmektedir. Güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir

enerjiler, bugün dünyanın toplam enerji arzının yalnızca %1,5'ünü oluşturmaktadır.

Fosil yakıtlardan vazgeçmek özellikle iki nedenden dolayı zor olmaktadır. Birincisi; kömür rezervlerinin, 2010'lu yıllar tüketim düzeyi esas alındığında dünyaya 109 yıl, doğal gaz rezervlerinin 55 yıl ve petrol rezervlerinin 51 yıl yetecek kadar bol olduğunun kanıtlanmış olmasıdır. Olası rezervler de gözönüne alındığında bu süreler uzamaktadır. Dolayısıyla özellikle gelişmekte olan ülkeler, kısa ve orta vâdede ekonomilerini büyütme için gereksinim duydukları fosil yakıt tüketimini kısmak istememektedirler.

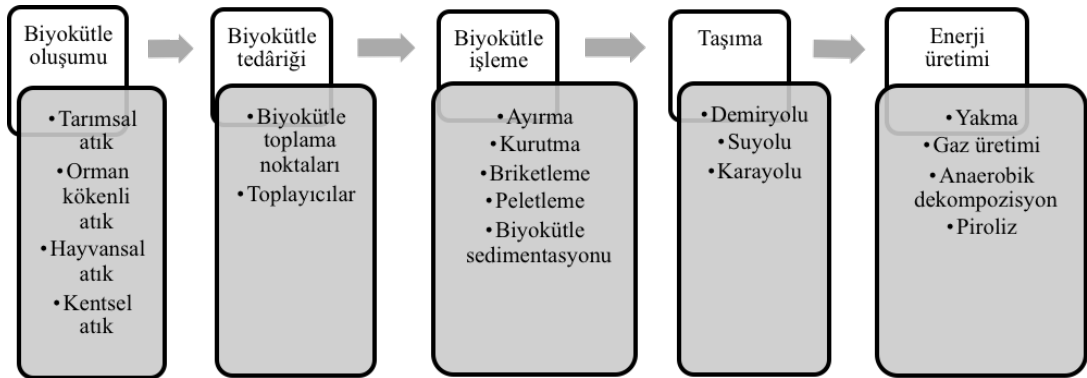
İkinci neden ise bu rezervlerin maddî değeridir. Dünyada petrol rezervlerinin 85 trilyon dolar, kömür rezervlerinin 39 trilyon dolar, doğal gaz rezervlerinin ise 16 trilyon dolar değerinde olduğu kanıtlanmıştır. Doğal olarak bu rezervleri ellerinde tutan ülkeler ve şirketler, bu değerlerden vazgeçmek istememektedir.

Türkiye, beyânında, 2030'da sera gazı salımını 1,175 milyar ton CO2 eşdeğeri yerine %21 azaltarak 929 milyon ton CO2 eşdeğerine indireceğini, yani yılda %4,2 azaltmayı taahhüt etmektedir. Bu iyi bir hedef gibi gözükmemektedir ama aslında Türkiye'de, 1990-2013 yılları arasında sera gazı salımı yılda ortalama %3,9 artmıştır. Bu bağlamda Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını daha fazla kullanma zorunluluğu sözkonusudur (URL 6).

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklemek; fosil kaynaklara bağımlılığı, hava kirliliği ve sera emisyon gazı gibi çevresel problemleri azaltmaktır (Nagel, 2000; Goldenberg, 2000). Biyokütle kullanımı yaşamsal bir enerji kaynağı yaratmaktadır (Vering, 2006). Biyokütlenin enerji üretiminde kullanılması, çeşitli araştırmalarda incelenmiştir (Berndes vd., 200, Parikka, 2004, Yamamoto vd., 2001).

Biyokütle tedârik zincirinin genel yaklaşımı Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Biyokütle tedârik zinciri.

Lojistik mâliyetleri, biyokütlenin enerji üretiminde kullanılmasındaki en temel engeldir. Artan biyokütle talebini ve çok aşamalı tedârik zinciri yapısını yönetmek için daha ayrıntılı bir yaklaşıma gereksinim vardır. Enerji talep yapısına, enerji üretim teknolojisine ve enerjinin nihaî kullanımına bağlı olarak gereken biyokütle kalitesi ve miktarı, mâliyet etkinliğine ve lojistik operasyonlarının verimliliğine dayanır. Bölgesel kapasiteler ve mevsimsellik, biyokütle oluşumunu sınırlandırmaktadır.

Enerji dönüşüm noktaları genellikle biyokütle kaynaklarına yakın konumlanmaktadır. Günümüzde biyokütle farklı tedârikçilerden toplanmakta, hattâ ithal edilmektedir. Ekim politikaları, pazarlama kanalları, lojistik faaliyetleri, dikey eşgüdüm ve risk yönetimi ayrıntılı incelenmelidir (Epperson ve Estes, 1999). Karar süreci; stratejik, taktik ve operasyonel olarak değerlendirilmelidir (Chopra ve Meindl, 2003; Simchi-Levi, 2003).

Stratejik düzeyde, biyokütle tedârik yönetimi, toplama ve dönüşüm noktalarının seçimi, uygun enerji dönüşüm yönteminin seçimi, tedârik zinciri ağ tasarımı, toplama-ön işlem-depolama makinalarının seçimi ve bilgi-işlem sistem tasarımı konuları tartışılmaktadır. Bu düzeyde alınan kararlar operasyonları etkilemekte ve alt kademe kararlara sınırlar getirmektedir. Taktik düzeyde toplu üretim plânlama, tedârik zinciri eşgüdümü, stok ve envanter yönetimi ve araç rotalama kararları verilmektedir. Operasyonel düzeyde ise stok kontrol gibi günlük konular yönetilmektedir (Iakovou vd., 2009).

Fiziksel süreçler (boyut küçültme, kırma, kurutma, filtreleme, ekstrasyon ve briketleme) ve dönüşüm (biyokimyasal ve termokimyasal) süreçleri sâyesinde, biyokütleden yakıt elde edilmektedir. Dönüşüm süreçleri Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo 1: Dönüşüm süreçleri ve tedârik zincirindeki nihaî ürünler (McKendry, 2002).**

Dönüşüm Süreçleri	Teknolojik Çözümler	Nihaî Ürünler
Termokimyasal Süreçler	Yanma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buhar</li> <li>Isı</li> <li>Elektrik enerjisi</li> </ul>
	Gazlaştırma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buhar</li> <li>Isı</li> <li>Elektrik enerjisi</li> <li>Yakıt gazı metan</li> </ul>
	Piroliz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kömür</li> <li>Biyo-kömür</li> <li>Yakıt gazı</li> </ul>
Biyokimyasal Süreçler	Fermantasyon	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etanol</li> </ul>
	Anaerobik Çürüme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sulama suyu</li> <li>Kompost</li> <li>Biyogaz</li> </ul>

## 2.1. Tarımsal Biyokütle

Tarımsal üretimden elde edilecek biyokütle kaynağı başlıca iki türdür. Birincisi hasattan sonra tarlada kalanlar, ikincisi ise tarımsal ürünlerin endüstriyel ürünlere çevrilmesi sırasında çıkan atıklardır. Tarlada kalanlar çevreye zarar verecek şekilde yakılmakta ya da toprakta çürümeye bırakılmaktadır. Biyokütle tedârik zinciri, diğer tedârik zincirlerinden birkaç noktada farklılık göstermektedir. Tarımsal biyokütle, mevsimsellik nedeniyle yıl boyunca depolanmak durumundadır (Skoulou ve Zabaniotou, 2007). Mevsimsellik sorunlarını azaltmak için çoklu ve benzer biyokütle kullanılabilir (Rentizelas vd., 2009b). Biyokütle yoğunluğu düşük olduğundan, taşıma ve depolama gereksinimleri artmakta ve özel toplama ve elleçleme yapılması gerekmektedir. Sınırlı raf ömrü, talep ve fiyat esnekliği, hava değişimleri, biyokütle tedârik zincirinde karmaşıklığa yol açmaktadır. Bu nokta, yüksek bozulma riskine sahip biyokütlenin talep ve taşıma farklılıklarına karşın tampon oluşturmada çok önemlidir.

Biyokütle lojistik sistemindeki değişkenler ve bunların tedârik zinciri etkinliği ve mâliyetlerine yansımaları arasındaki ilişkiler çeşitli çalışmalarda tartışılmıştır (Allen vd., 1998; Caputo vd., 2005; Hamelinck vd., 2005; Mitchell vd., 1995; Nilsson ve Hansson, 2001).

## 2.2. Hayvansal Biyokütle

Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır. Hayvansal atıklar; hayvanın cinsi, beslenme alışkanlıkları ve mevsim gibi çeşitli etmenlere dayanmaktadır. Atığın çözünürlüğü biyolojik süreçlere uygunluğunu belirleyen en önemli etmenddir. Velioğlu vd.'ye (1985) göre, gübrenin içerdiği yüksek miktardaki lignin, mikrobiyolojik atağa karşı direnç gösterdiğinden, genelde sığır katı atıklarının biyolojik çözünürlük oranı düşük olmaktadır. Bu nedenle hayvansal atıkların uygun koşullar ve oranlar çerçevesinde endüstriyel organik atıklar ile karıştırılarak havasız çürütme süreci uygulanması ile daha verimli sonuçlar alınmaktadır. Hayvansal atıkların bâzı değerleri Tablo 2'de yer almaktadır.

**Tablo 2: Hayvan atıklarının fiziksel özellikleri (Baban vd., 2001)**

Parametre	sığır (süt üretimi)	sığır (et üretimi)	tavuk (et ve yumurta)	koyun
Hayvan ağırlığı, kg	636	431	2,0-2,3	45
Katı atık üretimi, l/gün	36,8	28,3	0,095-0,160	3,1
Atık yoğunluğu, t/m <sup>3</sup>	0,99	0,96	0,96	1,04
Katı madde miktarı, %	15	15	15-85 (72)	23

Hayvansal atıklarda karşılaşılan en önemli sorun, atığın merkezî noktalara taşınmasıdır. Bu yüzden Kaynak Haritaları çizilmelidir. Kaynak haritaları, atık kaynaklarının kapasite ve miktarını belirtir. Çalışmalar hayvansal atıkların, ekonomik olarak kuru kütlesi %70 iken 40 km'ye kadar, %10 iken 10 km'ye kadar taşınabilmekte olduğunu göstermiştir (Baban vd., 2001).

### 2.3. Orman Kökenli Biyokütle

Orman biyokütle kaynakları orman ve orman dışı olmak üzere ikiye ayrılır. İlk grup doğrudan ormandan toplanan biyokütledir. İkinci grup ise tarımsal ve endüstriyel sektörlerden gelen orman biyokütlesidir. Orman operasyonları; ağaç kesme, işleme ve birincil taşıma faaliyetlerini içerir. Kesim ve işleme süreçleri testereyle yapılan süreçlerdir (Frombo vd., 2009). Verimlilik; kabuk soyma, dalları ayırma ve parçalara kesme işlemlerine bağlıdır.

Ormandaki birincil taşıma, kesim alanından en yakın yol kenarına getirme işlemidir. Bu yol kenarı noktaları, orman biyokütlesinin bir depoya ya da tesise gitmeden önce geçici olarak depolandığı yerlerdir. Taşıma tekniği parselin eğimine bağlı olarak değişmektedir. Kesim alanından yol kenarı noktalarına uzaklık arttıkça verimlilik düşer (Frombo vd., 2009).

Farklı biyokütle çeşitleri, süreçlerin verimliliğini etkileyen bir grup fiziksel ve kimyasal parametreye sahiptir (McKendry, 2002). Önemli bir parametre, kuru kütle ile hacmin oranı olan hacimsel kütledir (VM [kg/m<sup>3</sup>]). Biyokütle nem miktarı MC [%], biyokütledeki su miktarını belirtir ve kuru ağırlığın yüzdesi şeklindedir. Biyokütle nem miktarı oldukça değişkendir. Çünkü ağaç türüne, toplama anındaki biyokütle yaşına, toplanması ile dönüşüm tesisinde kullanılması arasında geçen süreye bağlıdır. Biyokütle yakıtları için en önemli parametrelerden biri olan ısıtma değeri, maddenin enerji içeriğini gösterir ve birim kütle başına enerjiyi belirtir (Frombo vd., 2009).

Panichelli ve Gnansounou (2008), bir enerji tesisine hammadde sağlayan iki kurutma tesisli bir orman tedârik zinciri yapısı tasarlamıştır. Çalışmada taşıma mâliyetlerinin enküçüklendiği yer-atama (alokasyon) modeli kullanılmıştır.

Ekonomik, teknik, yasal ve sosyal boyutlar, enerji tesisi konumlandırma karar destek sistemleri ve tesislerin optimum kapasite hesaplamaları konularında çalışılmıştır (Freppaz vd., 2004). Biyokütle toplanması ve hasat işlemleri de bu çalışmalarda plânlanmıştır.

### 2.4. Kentsel Ve Endüstriyel Katı Atıklar

Kentsel ve endüstriyel atıklar, endüstriyel üretim süreçleri sonucunda ve kentsel atıklardan oluşmaktadır (Kan, 2009). Literatürde kentsel atıklar; dayanıklı ve dayanıksız ürünler, paketlenme ürünleri, gıda artıkları, kumaş atıkları ve konut, ticarî kurumlar ve fabrikaların çıkardığı çeşitli inorganik atıkları içermektedir. Atık yönetiminde öncelikle atık azaltımı ön-



görülmür. İkinci olarak geri dönüşüm özendirilir. Çoğu zaman bunun için yerel yönetimler eğitim vermektedir. Üçüncü olarak enerji dönüşüm yöntemleri uygulanır. Dördüncü seçenek ise atığın güvenli bir şekilde imhâsıdır. Kentsel atıklar önce yerel otoritelere toplama noktalarına, buralardan da enerji tesislerine ya da depolama alanlarına götürülür.

Türkiye’de yaşam kalitesine göre kentsel atıkların %60-65’i organikdir. Geri kalanı ise kağıt, tekstil, plastik, deri, metal, ahşap, cam ve küldür.

## 2.5. Modelleme Çalışmaları

Tedarik zincirindeki değişkenler dikkate alındığında, tedarik zinciri deterministik ve stokastik olarak ikiye ayırabilir (Min ve Zhou, 2002). Deterministik modeller, doğrusal programlama ve karışık tamsayı programlamayı içerir. Stokastik modeller ise simülasyon, sıralı karesel (kuadratik) programlama, genetik algoritma ve sezgisel yaklaşımlardır.

Biyokütle tedarik zinciri mâliyetlerinin analizinde tablo analizi kullanılmıştır. Bunlar karar destek sistemleri, senaryo modellemeleri ve duyarlılık analizi için yararlıdır (Coles ve Rowley, 1996). Mâliyetin %20-50’sinin taşıma ve yükleme mâliyetlerinden oluştuğu belirtilmiştir (Allen vd., 1998). Biyoenerji Değerlendirme Modeliyle çeşitli biyokütle dönüşüm teknolojileri incelenmiş (Mitchell vd., 1995) ve orman biyokütle üretimi, toplaması ve depolanmasını inceleyen başka bir çalışmada kullanılmıştır (Mitchell vd., 1999).

Bir üretim noktası, merkezî bir toplama noktası, ihracat ve ithalat terminalleri ile bir enerji tesisini içeren uluslararası bir lojistik senaryosu çalışılmıştır (Hamelinck vd., 2005). Bu çalışmada ayrıca, çeşitli parametrelerin tedarik zinciri performansına olası etkileri belirtilmiştir. Operasyonel mâliyetlerin %56-76’sı lojistikten gelmektedir (Caputo vd., 2005).

Biyokütle kaynaklarının merkezî bir üretim tesisine uzaklıklarını optimize eden bir doğrusal model geliştirilmiştir (Cundiff vd., 1997). Özel olarak, hava değişikliklerine göre aylık üretim, teslimat ve kapasite programları incelenmiştir. Pamuk sapının tedarik zinciri, doğrusal programlama ile optimize edilmiştir (Skolou ve Zabaniotou, 2007). Orman atıklarından enerji elde edilmesi çalışmalarında coğrafi bilgi sistemleri de karar destek sistemleri olarak kullanılmıştır (Freppaz vd., 2004; Frombo vd., 2009).

Karışık tamsayı programlama; yatırım kararlarında (Nagel, 2000), çeşitli senaryolar altında yıllık akışın tahmininde (De Mol vd., 1997) ve alternatif tedarik, taşıma ve işleme (Tembo vd., 2003) konularında kullanılmıştır. Ancak bu modellerin çoğunluğunun, tedarik zincirinin bütününe değil bir bölümüne odaklandığı söylenebilir.

Biyoenerji sistemlerini incelerken araştırmacılar, doğrusallık dışında başka boyutlarla da karşılaşmıştır. Doğrusal olmayan yöntemlerin çoğu en iyi çözümü vermezler. Biyoküt-



le tedârik zincirinde bilgisayar benzetim sistemleri çok kullanılmıştır (Gallis, 1996). Bir mâliyet bazlı benzetim modeli olan Biologics (BIOmass LOGIstics Computer Simulation) geliştirilmiş ve PROSIM benzetim paketiyle uygulaması yapılmıştır (De Mol vd., 1997). Buğday sapıyla ilgili pek çok benzetim çalışması gerçekleştirilmiştir (Nilsson ve Hansson, 2001; Nilsson, 1999a; Nilsson, 1999b). Bütünleşik Biyokütle Tedârik, Analiz ve Lojistik (IBSAL) Modeli; mevsimsel ve operasyonel limitleri, tedârik ve taşıma operasyonlarını ve tarladan biyorafineriye lojistik mâliyetlerini içeren bir modeldir ve üç biyokütle çeşidiyle çalıştırılmıştır (Kumar ve Sokhansanj, 2007; Sokhansanj ve Kumar, 2006). Orman biyokütle çalışmalarında sezgisel yaklaşımlar da kullanılmıştır (Gronalt ve Rauch, 2007). Biyokütle lojistik sisteminde iki politikanın karşılaştırılmasıyla çeşitli yönetim parametreleri analiz edilmiştir (Ravula vd., 2008).

Çoklu biyokütle enerji dönüşüm uygulamalarında karar destek sistemleri geliştirilebilir (Ravula vd., 2008). Bir başka yaklaşımda genetik algoritma kullanılarak elde edilen iyi bir çözüm, sıralı karesel programlamada kullanılmıştır. Üç farklı biyokütlenin aynı alanda depolanması da depolamada farklı bir ölçüt oluşturmuştur (Rentzelas vd., 2009a; Rentzelas vd., 2009b).

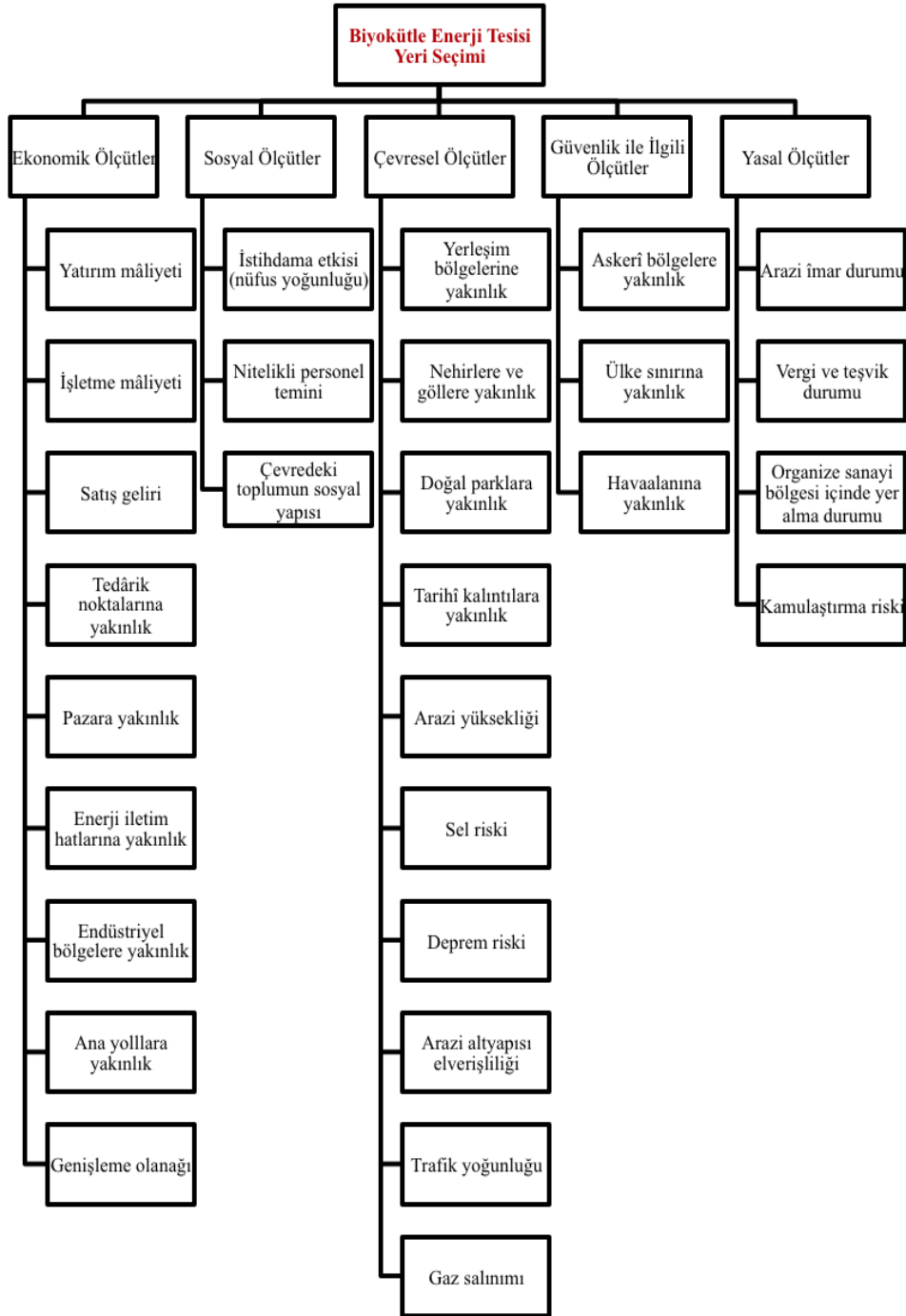
### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Analitik Hiyerarşi Sürecinin Uygulanması

Genel olarak tesis yeri seçimi problemlerinde sosyal ve sayısal olmak üzere iki model kurulur. Bu çalışmada öncelikle sosyal model açıklanacaktır. Sosyal modelde, tedârik zinciri ağ tasarımıyla gözönünde bulundurulacak sosyal unsurlar dikkate alınmıştır. Bu unsurlar genelde sayısal ifâdelere dönüştürülemeyen unsurlardır. Bu bağlamda çok ölçütlü karar verme (ÇKKV) yöntemleri incelenmiş ve tesis yeri seçimi için ölçütlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminden yararlanılmasına karar verilmiştir.

Biyokütle tesis yeri seçiminde göz önünde bulundurulması gereken ölçütler, sektör profesyonelleriyle yapılan görüşmeler ve literatür araştırmalarına (Ömürbek vd., 2013; Aydın vd., 2009; Erdem vd., 2013; Sürkan, 2014) dayanarak belirlenmiştir.

Belirlenen bu ölçütler, AHS anketi şekline getirilmiş ve enerji sektörü profesyonelleri ve akademisyenlerle paylaşılmıştır. Ankette belirlenmiş olan ölçütler Şekil 3’de yer almaktadır.



**Şekil 3: Biyokütle Enerji Tesisi Yeri Seçimi Ölçütleri ve Alt Ölçütler**

Anketin değerlendirilmesinde Creative Decisions Foundation tarafından geliştirilmiş olan Super Decisions yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım, Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci modellerini bilgisayar ortamında değerlendirme ve duyarlılık analizi yapabilmeye özelliklerine sahiptir.

Yapılan tüm değerlendirmelerde tutarlılık indeksinin %10'un altında olması gerektiği dikkate alınarak ilerlenmiştir. Değerlendirmelerin ortalamaları alınarak ölçütlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak elde edilen tüm ölçütlerin ağırlıkları Tablo 3'deki gibi kabul edilecektir. Ana ölçütlerden en önemlisi, %30 ağırlığıyla ekonomik ölçütler olmuştur. En önemli ekonomik ölçüt olarak satış geliri %22 ağırlıkla ön plâna çıkmıştır. Güvenlik ile ilgili ölçütler, kendi içinde hemen hemen eşit olacak şekilde dengeli bir biçimde dağılmıştır. Nitelikli personel temini, enerji tesis yeri seçiminde %54,5 ağırlıkla en önemli sosyal ölçüt olmuştur. Yasal ölçütlerden kamulaştırma riski, %32 ağırlıkla ön plâna çıkmış olup, diğer ölçütler de birbirlerine yakın ağırlıklara sahiptir. En önemli çevresel ölçüt %16,5 ile yerleşim yerlerine yakınlık olarak bulunmuştur. Ancak diğer ölçütler incelendiğinde pek çoğunun %10 ağırlığında seyrettiği görülmektedir.

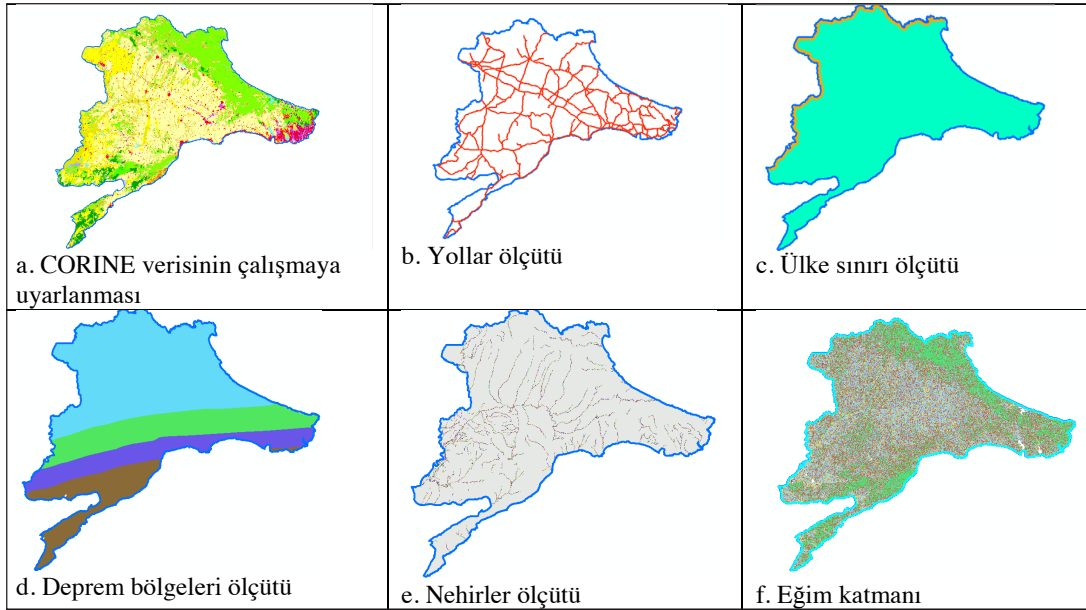
### 3.2. ArcGIS Uygulaması

AHS çalışmasından elde edilen ölçüt ağırlıkları ArcGIS'de oluşturulan harita katmanlarına uygulanmıştır. ArcGIS çalışmalarında Avrupa Birliği Komisyonu'nun Çevre Bilgi Düzeni (CORINE: Coordination of Information on the Environment) arazi örtüsü programının veritabanı ve ASTER yükseklik verileri kullanılmıştır.

**Tablo 3: Tüm ölçütlerin ağırlıkları.**

Ana Ölçütler	Ağırlığı	Ekonomik Ölçütler	Ağırlığı	Çevresel Ölçütler	Ağırlığı	Güvenlik ile İlgili Ölçütler	Ağırlığı
Ekonomik Ölçütler	0,302	Ana yollara yakınlık	0,052	Arazi altyapısı elverişliliği	0,096	Askeri bölgelere yakınlık	0,355
Güvenlik ile İlgili Ölçütler	0,201	Endüstriyel bölgelere yakınlık	0,035	Arazi yüksekliği	0,044	Havaalanına yakınlık	0,340
Sosyal Ölçütler	0,063	Enerji iletim hatlarına yakınlık	0,089	Deprem riski	0,130	Ülke sınırına yakınlık	0,305
Yasal Ölçütler	0,222	Genişleme olanağı	0,063	Doğal parklara yakınlık	0,098		
Çevresel Ölçütler	0,212	İşletme maliyeti	0,151	Gaz salınımı	0,097	<b>Sosyal Ölçütler</b>	<b>Ağırlığı</b>
<b>Yasal Ölçütler</b>	<b>Ağırlığı</b>	Pazara yakınlık	0,084	Nehirlere ve göllere yakınlık	0,095	İstihdama etkisi	0,321
Arazi imar durumu	0,225	Satış geliri	0,220	Sel riski	0,128	Nitelikli personel temini	0,545
Kamulaştırma riski	0,320	Tedarik noktalarına yakınlık	0,164	Tarihi kalıntılara yakınlık	0,085	Çevredeki toplumun sosyal yapısı	0,134
Organize sanayi bölgesi içinde yer alma durumu	0,204	Yatırım maliyeti	0,142	Trafik yoğunluğu	0,063		
Vergi ve teşvik durumu	0,250			Yerleşim bölgelerine yakınlık	0,165		

Türkiye’de biyokütle enerji tesisi açmak için uyulması gereken tek bir yasa ya da yönetmelik bulunmamaktadır. Uygulamada yatırımcı şirketler tesis arazisini belirledikten sonra Çevre Bakanlığı’na ön fizibilite raporu sunmakta ve Mahallî Çevre Kurulu Kararı alınmaktadır. Uyulması gereken tek bir yasa ya da yönetmelik olmadığından çalışmadaki ölçütlere göre arazilerin puanlandırılması, profesyonellerle yapılan görüşmelere ve literatürdeki çalışmalara dayandırılmıştır. Puanlandırma ölçeği olarak 0-5 ölçeği kullanılmıştır. “0” yasa ve yönetmeliklere göre hiçbir şekilde tesis kurulması olanaklı olmayan yerlere verilmiş olup, “5” en uygun yerlere verilmiştir. Proje genelinde haritaların birbiriyle uyumlu olabilmesi için 30 m veri ölçütü temel alınmıştır. Çalışmada kullanılan haritalar Şekil 4’de yer almaktadır.



**Şekil 4: ArcGIS uygulanması.**

Şekil 4.b’de Trakya Bölümü’nde yer alan yollar görülmektedir. Biyokütle enerji tesisi için taşıma fonksiyonu çok önemlidir. Dolayısıyla tesisin ana yola yakın olması gerekmektedir. Karayolları Kenarında Yapılacak ve Açılacak Tesisler Hakkında Yönetmelik’e (URL 7) göre karayoluna en az 50 m uzaklıkta tesis kurulabilir. Sektördeki profesyonellerle yapılan görüşmeler de temel alınarak yol katmanı oluşturulmuştur. Yol katmanında kullanılan tampon bölge sınırları ve puanlandırılması ise Tablo 4’deki gibidir.

Ülke sınırında yer alacak bir tesis güvenlik açısından tehlike yaratacağından, ülke sınırı ölçütüne, havaalanlarına genelde uygulanmakta olan (Guiqin, 2009; Bahchi, 1990; Kontos vd., 2003) 3 km tampon bölge sınırlaması uygulanmıştır.

**Tablo 4: Yol katmanı tampon bölge değerleri.**

Tampon bölge mesafesi	Puan
0-50 m	0
50-100 m	5
100-250 m	4
250-500 m	3
500-750 m	2
>750	1

ArcGIS’de tanımlanmış olan ülke sınırı katmanı Tablo 5 ve Şekil 4.c’de yer almaktadır.

**Tablo 5: Ülke sınırı katmanı tampon bölge değerleri.**

Tampon bölge mesafesi	Puan
0-3 km	0
>3 km	5

Türkiye’de aktif olarak 5 farklı derecede deprem bölgesi bulunmaktadır. Trakya Bölümü’nde 1., 2., 3. ve 4. derece deprem kuşakları yer almaktadır. Buna göre puanlandırma Tablo 6’daki ve Şekil 4.d’deki gibi olmaktadır.

**Tablo 6: Deprem bölgeleri tampon bölge değerleri.**

Tampon bölge mesafesi	Puan
1.derece deprem bölgesi	1
2.derece deprem bölgesi	2
3.derece deprem bölgesi	3
4.derece deprem bölgesi	4
5.derece deprem bölgesi	5

Biyokütle enerji tesisinde kullanılan su, artıldıktan sonra en yakın kuru ya da aktif nehire verilmelidir. Dolayısıyla tesisin nehirlerle yakın olması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan en küçük raster verinin boyutu 30 m olduğundan puanlama için Tablo 7’deki puanlama aralıkları öngörülmüştür. ArcGIS’de çizilmiş olan tampon bölge haritası Tablo 7’de ve Şekil 4.e’de yer almaktadır.

**Tablo 7: Nehirlere yakınlık tampon bölge değerleri.**

Tampon bölge mesafesi	Puan
0-30 m	5
30-60 m	4
60-90 m	3
90-120 m	2
>120 m	1

İnşaatların yapıldığı arazilerin belirli eğim standartlarına uyması gerekmektedir. Bu çalışmada Tablo 8’de yer alan standartlar(URL 8) kullanılmış olup eğim tampon bölgeleri Şekil 4.f’de olduğu gibi belirlenmiştir.

**Tablo 8: Eğim tampon bölgeleri.**

Tampon bölge eğimi	Puan
%0-3	5
%3-8	4
%8-15	3
%15-25	2
>%25	1

ArcGIS’te haritalandırılmış olan ölçütler ağırlıklarıyla çarpılıp tesis yeri seçimi puanı elde edilmiştir. Bu bağlamda enerji tesisi için üç aday yer seçilmiştir.

### 3.3 P-medyan yöntemi uygulaması

*P*-medyan problemi, tesis yeri seçimi problemleri içinde en çok bilinen ve çözümü amacıyla literatürde birçok çalışma yapılmış olan bir tesis yerleşim ve atama modelidir (Alp vd., 2003). 1964 yılında ilk kez Hakimi tarafından *P*-medyan probleminin ayrıntılı olarak formülasyonu yapılmıştır.

Sule (2001) tarafından tesis yeri seçim problemi; *p*-medyan problemi, *p*-merkez problemi, kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemi, kapasite kısıtlı tesis yeri seçim problemi, karesel atama problemi olmak üzere temel beş sınıfa ayrılmıştır.

Kurulacak tesislerin tekli ya da çoklu olması çalışmanın yöntemini etkileyecektir. İlkinde tek bir hizmet veren tesisin yerinin belirlenmesi sözkonusu iken, ikincisinde birden fazla hizmet veren tesisin yerlerinin seçilmesi ve bu tesislerden hizmet alacak olan talep noktalarının en az mâliyet oluşturacak şekilde belirlenmesine çalışılmaktadır.

Bu çalışmada da, Analitik Hiyerarşi Sürecinde kullanılan anket ve ArcGIS harita uygulamaları sonucunda elde edilen en yüksek puanlı aday noktalardan seçim yapılarak en az mâliyetli ağ yapısının oluşturulması hedeflenmiştir. Tesisin ya da tesislerin kapasitesilerinin kısıtlı olması durumunda, bir talep noktası talebini birden fazla hizmet noktasından karşılamak durumunda kalabilir. Bu çalışmada, her ilçenin, atıklarını yalnızca bir tesise göndereceği varsayılmıştır.

Tesisin bulunacağı konuma göre problem sürekli tesis yeri ya da ayrık tesis yeri olarak adlandırılır. Sürekli tesis yeri seçim probleminde, hizmet veren tesislerin ve talep noktalarının düzlem üzerinde herhangi bir noktaya yerleştirilebildiği, ayrık tesis yeri seçim probleminde ise açılacak tesisler ve talep noktalarının yalnızca şebeke üzerindeki düğümlere yerleştirilebildiği görülmektedir. Son model olan ağ modelinde ise talep noktaları şebeke üzerindeki düğümlerde bulunmakta iken, hizmet veren tesisler düğümler ya da düğümler arasındaki bağlantılar üzerinde yerleştirilebilir (Daskin, 1995).

### 3.4 Model varsayımları, amaç ve kısıt denklemleri

Çalışma, Marmara Bölgesi'nin Trakya kısmında yer alan 56 ilçeyi kapsamaktadır. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun gereğince, yenilenebilir enerji kaynaklarından (YEK) elektrik üreten tesisler için "YEK destekleme mekanizması" kapsamında devlet desteği verilmektedir. Bu destek kapsamında, 31.12.2020 tarihine kadar işletmeye girecek olan YEK belgeli üretim lisansı sahipleri, 10 yıl süreyle elektrik satış desteği ve yerli mekanik veya elektronik aksam kullanılması durumunda donanım desteği alacaklardır.

Katı atıkların da aynı tesiste değerlendirilmesi durumunda katı atığın bertaraf edilmesinden doğan bertaraf geliri de sözkonusu olacaktır.

Biyogazın %60-70 oranındaki temel bileşeni metan gazıdır (CH<sub>4</sub>). Bunun ısıl değeri 2.5x10<sup>4</sup> kJ/m<sup>3</sup>'dür ve bu, 1 kg işlenmemiş kömür ya da 0,76 kg standart kömür değerindedir.

Modelimizdeki amaç fonksiyonu, enerji tesisinden elde edilecek kârı enbüyüklemeyi amaçlamaktadır (1). Tesiste gelir olarak elektrik enerjisi satışı, ısı enerjisi satışı, sıvı ve katı gübre satışı geliri ve atık bertaraf etme geliri öngörülmektedir (2). Biyokütle satınalma ve taşıma mâliyetleri ile tesis yatırım ve işletim mâliyetleri, giderleri oluşturmaktadır (3). Modelde öncelikle 2015 yılı için gelir ve gider hesaplanacaktır. Daha sonra diğer yıllar için de gelir gider tahminlemesi yapıp, yatırımın geri dönüşü hesaplanacaktır.

**Amaç Fonksiyonu:**

$$Z_{max}Kâr = Gelir - Gider \quad (1)$$

$$\begin{aligned} Gelir (G_y) = & Elektrik Satış Geliri(ESG_y) \\ & + Isı Enerjisi Satış Geliri(ISG_y) \\ & + Sıvı Gübre Satış Geliri(SGSG_y) \\ & + Katı Gübre Satış Geliri(KGSG_y) \\ & + Katı Atık Bertaraf Geliri(KABG_y) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Gider (GD_y) = & Biyokütle Satınalma Gideri(BSG_y) + \\ & Biyokütle Taşıma Gideri(BTG_y) + Tesis Yatırım Gideri(TYG_y) + \\ & Tesis İşletme Gideri(TİG_y) \end{aligned} \quad (3)$$

**Kısıtlar:**

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} = 1 \quad (4)$$

*i*: model kapsamındaki ilçeler(konumu)

*j*: tesis noktası

*p*: ağ yapısındaki tesis sayısı

$$z_{ij} \leq y_j \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = p \quad (6)$$

Modelde öncelikle ilçeler bazında biyokütle miktarları belirlenmiştir. Burada altı biyokütle tipi ele alınmıştır. Aslında çalışmada dört ana biyokütle kaynağı düşünülmüştür ancak hayvansal atık kendi içinde üçe ayrıldığından ve özelliği bakımından çeşitli kısıtları olduğundan modelde ayrı kullanılmıştır. Örneğin küçükbaş hayvan atığı sektörde enerji elde edilmesinde kullanılmamaktadır. Küçükbaş hayvan atıkları her yılın genelde Mayıs ayında çiftliklerde toplanır ve tarlalarda gübre olarak kullanılır. Küçükbaş hayvanlar serbest toprakta dolaşarak yaşamaktadırlar. Bu da atıklarının toplanmasını olanaklı kılmamaktadır. Yine de modelde gereksinim duyulabileceği düşünülerek kullanılmıştır. Modele başka biyokütle kaynakları da eklenebilir.

Biyokütle miktarı  $B_{yit}$  belirli bir “y” yılında “i” ilçesinde “t” biyokütle tipinden kullanılacak biyokütle miktarını ifade eder.



Hayvansal biyokütle miktarı, hayvan sayısı ( $S_{yit}$ ), hayvan atık miktarı ( $A_{yit}$ ) ve toplanabilirlik oranı değerlerinin ( $TO_t$ ) çarpımı sonucunda elde edilir (7). Toplanabilirlik oranı, hayvanların ahırda kalma süresi, tesise gelme süresi ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Çeşitli çalışmalarda bu oran 0,5-0,6 arasında alınmıştır (URL 9).

- t = 1 büyükbaş hayvan  
t = 2 küçükbaş hayvan  
t = 3 kanatlı hayvan

$$B_{yit} = S_{yit} \times A_{yit} \times TO_t \quad (7)$$

Tarımsal biyokütle miktarı, tarımsal üretim miktarı ( $U_{yit}$ ), atık ürün oranı ( $AO_{yit}$ ) ve uygunluk katsayısı ( $UK_t$ ) değerlerinin çarpımı sonucu belirlenir (8).

- t = 4 tarımsal atık

$$B_{yit} = U_{yit} \times AO_{yit} \times UK_t \quad (8)$$

Tarımsal atıklar ürünün biçilmesi/toplanması sırasında yan ürün olarak ortaya çıktığından herhangi bir mâliyet oluşturmamaktadır. Ürün miktarından atık miktarına geçerken her ürün için değişen atık ürün oranı(AO) kullanılmıştır. Bu oran, ekilen arazinin büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir (Valk, 2014).

Kentsel biyokütle miktarı, ilçe nüfuslarının ( $N_{yit}$ ) kişi başı atık miktarları ile ( $A_{yit}$ ) çarpımı sonucu elde edilir (9).

- t =5 kentsel atık

$$B_{yit} = N_{yit} \times A_{yit} \quad (9)$$

Ormansal biyokütle miktarı, ormansal üretimin ( $U_{yit}$ ) atık yüzdesiyle ( $AY_{yit}$ ) çarpımı sonucu elde edilir (10).

- t = 6 ormansal atık

$$B_{yit} = U_{yit} \times AY_{yit} \quad (10)$$

Biyogaz üretimi, toplanan atıkların organik madde miktarı ya da başka bir deyişle kuru madde oranı ile orantılı olarak ifade edilmektedir (Dagnall vd., 2000). Kuru madde “KM”, belirli bir “y” yılında “i” ilçesindeki “t” biyokütle tipinden elde edilecek toplam kuru maddeyi belirler. Kuru madde, biyokütle miktarı ile biyokütle tiplerinin kuru madde çarpanlarının çarpımı sonucu elde edilmektedir (11).

$$KM_{yit} = B_{yit} \times C_{yit} \quad (11)$$

Elde edilecek biyogaz miktarı, kuru madde miktarının ilgili biyokütlenin biyogaz etmen oranıyla çarpımı sonucu oluşmaktadır (12).

$$BG_{yit} = KM_{yit} \times BF_{yit} \quad (12)$$

İlçe bazında toplam biyogaz miktarı, tüm biyokütlelerden elde edilebilecek biyogaz miktarının toplamına eşittir **(13)**.

$$BG_{yi} = \sum_{t=1}^6 BG_{yit} \quad (13)$$

$$BG_y = \sum_{i=1}^{56} BG_{yi} \quad (14)$$

Yıl bazında biyogaz miktarı, proje kapsamındaki tüm ilçelerin potansiyelinin toplamına eşittir **(14)**.

Elde edilecek enerji potansiyeli de, elde edilecek biyogaz miktarıyla verimliliğin çarpımına eşittir **(15)**.

$$E_y = BG_y \times BV_y \quad (15)$$

Elektrik satışından elde edilecek gelir ( $ESG_y$ ), enerji potansiyelinin ve devletin ödemeyi taahhüt ettiği birim fiyat ( $EBF_y$ ) değerinin çarpımı sonucu elde edilecektir **(16)**.

$$Elektrik Satış Geliri (ESG_y) = E_y \times EBF_y \quad (16)$$

Biyokütle enerji tesisinde elektriğin yanısıra ısı enerjisinin de üretilmesi durumunda, ısı enerjisinden elde edilecek gelir ( $ISG_y$ ), üretilen ısı enerjisi ( $I_y$ ) ve birim fiyatın ( $IBF_y$ ) çarpımına eşit olacaktır **(17)**.

$$Isı Enerjisi Satış (ISG_y) = I_y \times IBF_y \quad (17)$$

Biyokütle enerji tesisinde elde edilen sıvı gübrenin satış geliri ( $SGSG_y$ ) sıvı gübre miktarıyla ( $SG_y$ ) birim fiyatının ( $SGBF_y$ ) çarpımına eşit olacaktır **(18)**.

$$Sıvı Gübre Satış (SGSG_y) = SG_y \times SGBF_y \quad (18)$$

Biyokütle enerji tesisinde elde edilen katı gübrenin satış geliri ( $KGSG_y$ ) sıvı gübre miktarı ile ( $KG_y$ ) birim fiyatının ( $KGBF_y$ ) çarpımına eşit olacaktır **(19)**.

$$Katı Gübre Satış (KGSG_y) = KG_y \times KGBF_y \quad (19)$$

9 no.'lu denklemde hesaplanan kentsel atık ( $B_{yit}$ ) miktarı, çalışmadaki enerji tesisi tarafından toplanıp imha (bertaraf) edilecektir. Belediyeler, bu atığın yok edilmesi için her yıl kg başına fiyat belirlemektedirler. Katı atık bertaraf geliri ( $KABG_{yi}$ ) katı atık miktarıyla bu birim fiyatın çarpımına eşit olacak ve her ilçe için ayrı hesaplanacaktır **(20)**.

$$Katı Atık Bertaraf Geliri (KABG_{yi}) = B_{yit} \times KABBF_{yi} \quad (20)$$

Pratikte toplanan biyokütle her hangi bir bedel ödenmemektedir. Ancak ödenebilme olasılığına gözönünde bulundurularak, modele biyokütle satın alma gideri ( $BSG_y$ ) konulmuştur.

Biyokütle taşıma mâliyeti ( $BTG_y$ ) biyokütle kaynaklarından (i) tesis nokta ya da noktalarına (j) biyokütlenin taşınma mâliyetidir. Bu mâliyet, biyokütle miktarı, mesafe ve birim taşıma mâliyetinin çarpımına eşittir (21).

$$Biyokütle Taşıma (BTG_y) = \sum_{ijt} B_{yit} \times d_{ij} \times BT_{ij} \quad (21)$$

Tesis yatırım ( $TYG_y$ ) ve tesis işletme giderleri ( $TİG_y$ ), çalışmada farklı kapasite seçenekleri doğrultusunda belirlenecektir.

#### 4. UYGULAMA

Çalışmadaki hayvansal ve tarımsal atık verisi için ilçe bazında TÜİK verisi kullanılmış olup, orman biyokütle kaynak verileri de Orman ve Su İşleri Bakanlığı il müdürlüklerinden elde edilmiştir. Kentsel atıkların değerlendirilmesinde Çevre Bakanlığı tarafından 2008-2012 yılları arası için yapılmış olan Atık Yönetim Eylem Plânı incelenmiştir (Öztürk, 2015). Trakya Bölümü'ndeki illerin model bölge verileri de bu çalışmadan alınmıştır. Bu plânda illerin 2024 yılına kadarki tahminî kentsel atık verileri de bulunmaktadır.

Model kapsamındaki tüm kısıtlar ve amaç denklemi, bir matematiksel optimizasyon programında (GAMS veya bir başkası) tasarlanacak ve çözülecektir.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyokütle tedârik zincirleri diğer tedârik zincirlerinden farklıdır, çünkü tarım, ormancılık, hayvancılık, depolama, lojistik ve enerji üretimi gibi çeşitli disiplinlerde bilgi sahibi olmayı gerektirir. Türkiye'de hâlihazırda en büyük açık, biyokütlenin alınıp satıldığı sabit pazar yapısının olmamasıdır. Dolayısıyla tedârik analizi ve bunun fiyatlandırılması çok önem arz etmektedir ve araştırılması gereken bir konudur.

Toplama noktaları arasındaki eşgüdüm ve lojistik ağ tasarımı, tedârik zincirinin en önemli mâliyet kalemi olan lojistik mâliyetlerini etkileyecektir. Ağ yapısını daha etkin tasarlayabilmek için çeşitli matematiksel modeller geliştirilebilir. Modelleme yapısı her ayrı biyokütle cinsi için ayrı çalışılmalıdır.

Literatürde çoğu araştırma, biyokütle tedârik zincirinin ekonomik boyutuyla ilgilenmiştir. Günümüzde artan çevresel duyarlılık ve sosyal etmenler de ekonomik etmenler gibi, değerlendirilmesi gereken konulardır.

Bu çalışmada ise tesis yeri seçiminde ekonomik etmenlerin yanısıra çevresel, sosyal, yasal ve güvenlik ile ilgili etmenler de dikkate alınmıştır. Yapısal özellikleri gereği biyokütle çeşitleri fiziksel farklılıklar göstermektedir. Bu açıdan da birden fazla biyokütlenin birlikte kullanılması, sistemlerde oluşacak riskleri azaltacaktır. Yine bu çalışmamızda farklı biyokütle kaynakları kullanılarak, tedârik ve üretimdeki risklerin azaltılması hedeflenmiştir. Biyokütle tedârik zinciri yapılandırmasında bütünleşik bakış açısına sahip olunmalıdır. Bu bağlamda çalışmalar arttırılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Allen, J., M. Browne, Hunter, A. (1998), "Logistics management and costs of biomass fuel supply", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28, 463-477.
2. Alp, O., Erkut, E. & Drezner Z. (2003), "An Efficient Genetic Algorithm for the p-Median Problem", *Annals of Operations Research*, 122, Sf 21-42.
3. Aydın, O., Özneh, S., Akçalı, E. (2009), "Ankara'nın Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreciyle Modellenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 14, 69,86.
4. Baban, A., Timur, H., Cılız, N., Olgun, H. Akgün, F. (2001), *Kümes ve Ahır Gübrelerinin Geri Kazanılması ve Bertarafı Projesi Başlangıç Raporu*, TÜBİTAK-MAM.
5. Bagchi, A. (1990). *Design, construction and monitoring of sanitary landfill*. Wiley, New York, Sf 235-245.
6. Berndes, G., Hoogwijk, M., R. van den Broek,,(2003), "The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies", *Biomass and Bioenergy*, 25, 1-28.
7. Caputo, A. C., Palumbo, M., Pelagagge P. M. (2005,) "Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: Effects of logistic variables", *Biomass and Bioenergy*, 28, 35-51.
8. Chopra, S., Meindl, P. (2003), *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
9. Coles, S., Rowley, J.(1996), "Spreadsheet modeling for management decision making", *Industrial Management and Data Systems*, 96, 17-23.
10. Cundiff, J. S., Dias, N., Sherali, H. D. (1997), "A linear programming approach for designing a herbaceous biomass delivery system", *Bioresource Technology*, 59, 47-55.
11. Dagnall, S., Hill, J., Pegg, D. (2000), "Resource mapping and analysis of farm livestock manures-assesing the opportunities for biomass-to-energy schemes", *Biosource Technology*, 71, Sf 225-34.
12. Daskin, M.S. (1995), *Network and discrete location: Models, algorithms, and applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
13. De Mol, R. M., Jogems, M. A. H., Van Beek, P. (1997), "Simulation and optimization of the logistics of biomass fuel collection", *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45, 219-228.
14. Epperson, J.E., Estes, E.A.(1999), "Fruit and vegetable supply-chain management, innovations, and competitiveness: Cooperative Regional Research Project S-222", *Journal of Food Distribution*, 30, 38-43.
15. Erdem, S., Gencer, C., Atmaca, E., Karaca, T., Aydoğan, E. (2013), "Türkiye'de Enerji Santrallerinin Ahp Yöntemi İle Seçimi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 243.

16. Freppaz, D., Minciardi, R., Robba, M. (2004), "Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level", *Biomass and Bioenergy*, 26, 15-25.
17. Frombo, F., Minciardi, R., Robba, M. (2009), "Planning woody biomass logistics for energy production: A strategic decision model", *Biomass and Bioenergy*, In Press, Corrected Proof.
18. Gallis, C. T. (1996), "Activity oriented stochastic computer simulation of forest biomass logistics in Greece", *Biomass and Bioenergy*, 10,377-382.
19. Goldenberg, J.(2000), *World Energy Assessment*, p.508, United Nations Development Programme, New York, USA.
20. Guiqin, W., Li, Q., Guoxue, L. Ve Lijun, C.(2009), "Landfill site selection using spatial information Technologies and AHP: A case study in Beijing", *China. Journal of Environmental Management*, 90, 2414-2421.
21. Gronalt, M., Rauch. P. (2007), "Designing a regional forest fuel supply network", *Biomass and Bioenergy*, 31, 393-402.
22. Hamelinck, C. N., Suurs, R. A. A., Faaij, A. P. C. (2005), "International bioenergy transport costs and energy balance", *Biomass and Bioenergy*, 29, 114-134.
23. Iakovou, E., A., Karagiannidis, D., Vlachos, A., Toka, A.Malamakis.(2009), "Waste Biomass Supply Chain Networks for Energy Production: A Conceptual Decision-Making Modeling Framework", Working Paper.
24. Kan A.(2009), General characteristics of waste management: a review. *Energy Educ Sci-Technol Part A*;23:55–69.
25. Kontos, T.D., Komilis, D.P., Halvadakis, C.P. (2003)., "Siting MSW landfills on Lesvos island with a GIS-based methodology", *Waste Manage. Res.* 21, 262-278.
26. Kumar, A., Sokhansanj. S. (2007), "Switchgrass (*Panicum virgatum*, L.) delivery to a biorefinery using integrated biomass supply analysis and logistics (IBSAL) model", *Bioresource Technology*, 98, 1033-1044.
27. McKendry, P.(2002), "Energy production from biomass (part 2):conversion technologies", *Bioresources Technology*, 83, 47–54
28. Min, H., Zhou. G. (2002), "Supply chain modeling: past, present and future", *Computers & Industrial Engineering*, 43, 231-249.
29. Mitchell C. P., Bridgwater, A. V., Stevens, D. J. (1995), "Technoeconomic assessment of biomass to energy", *Biomass and Bioenergy*, 9, 205-226.
30. Mitchell, C. P., Stevens, E. A., Watters, M. P. (1999), "Shortrotation forestry – operations, productivity and costs based on experience gained in the UK", *Forest Ecology and Management*, 121, 123-136.
31. Nagel, J. (2000), "Determination of an economic energy supply structure based on biomass using a mixed-integer linear optimization model" *Ecological Engineering*, 16, 91-102.
32. Nilsson, D., Hansson, P. A. (2001), "Influence of various machinery combinations, fuel proportions and storage capacities on costs for co-handling of straw and reed canary grass to district heating plants", *Biomass and Bioenergy*, 20, 247-260.

33. Nilsson, D. (1999a), "SHAM—a simulation model for designing straw fuel delivery systems. Part 1: model description", *Biomass and Bioenergy*, 16, 25-38.
34. Nilsson, D. (1999b), "SHAM—a simulation model for designing straw fuel delivery systems. Part 2: model applications", *Biomass and Bioenergy*, 16, 39-50.
35. Ömürbek, N, Üstündağ, S., Helvacıoğlu, C. (2013), "Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi'nde Bir Uygulama", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 21, 101-116.
36. Öztürk, I. (2015), *Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları*. İstaç, İstanbul.
37. Panichelli, L., Gnansounou, E.(2008), "GIS-based approach for defining bioenergy facilities location: A case study in Northern Spain based on marginal delivery costs and resources competition between facilities", *Biomass and Bioenergy*, 32, 289 – 300
38. Parikka, M. (2004), "Global biomass fuel resources", *Biomass and Bioenergy*, 27, 613-620.
39. Ravula, P. P., Grisso, R. D., Cundiff, J. S. (2008), "Cotton logistics as a model for a biomass transportation system", *Biomass and Bioenergy*, 32, 314-325.
40. Rentizelas A. A., Tatsiopoulos, I. P., Tolis, A. (2009a),. "An optimization model for multi-biomass tri-generation energy supply", *Biomass and Bioenergy*, In Press, Corrected Proof.
41. Rentizelas, A. A., Tolis, A. J., Tatsiopoulos, I. P. (2009b), "Logistics issues of biomass: The storage problem and the multibiomass supply chain", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, In Press, Corrected Proof.
42. Simchi-Levi, D. (2003), *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, McGraw-Hill, New York, NY.
43. Skoulou, V., A. Zabaniotou. (2007), "Investigation of agricultural and animal wastes in Greece and their allocation to potential application for energy production", *Renewable and Sustainable Energy*.
44. Sokhansanj, S., Kumar, A., A. F. Turhollow, (2006), "Development and implementation of integrated biomass supply analysis and logistics model (IBSAL)", *Biomass and Bioenergy*, 30, 838-847.
45. Sule, D. R. (2001),. *Logistics of Facility Location and Allocation*, Marcel Dekker, New York, US.
46. Süerkan, M. (2014) *Mağaza yeri seçimine yönelik bir karar destek modeli ve bir uygulama* Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
47. Tembo, G., Epplin, F. M, Huhnke, R. L. (2003), "Integrative investment appraisal of a ligno-cellulosic biomass-to-ethanol industry", *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 28, 611-33.
48. URL 1 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
49. [http://www.enerji.gov.tr/mevzuat/5346/5346\\_Sayili\\_Yenilenebilir\\_Enerji\\_Kaynaklarinin\\_Elektrik\\_Enerjisi\\_Uretimi\\_Amacli\\_Kullanimina\\_Iliskin\\_Kanun.pdf](http://www.enerji.gov.tr/mevzuat/5346/5346_Sayili_Yenilenebilir_Enerji_Kaynaklarinin_Elektrik_Enerjisi_Uretimi_Amacli_Kullanimina_Iliskin_Kanun.pdf), 08.12.2013

50. URL 2, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2020-energy-strategy>, 01.08.2014.
51. URL 3, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports>, 10.12.2016.
52. URL 4, [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/2014\\_biomass\\_state\\_of\\_play\\_.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/2014_biomass_state_of_play_.pdf), 20.12.2016.
53. URL 5, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr>, 10.12.2015
54. URL 6, [http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130\\_cop21\\_turkiye\\_cuneyt\\_kazokoglu](http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu), 05.12.2015.
55. URL 7,
56. <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/KanunYonetmelik/KarayoluTesis.pdf>, 01.01.2015
57. URL 8, <http://www.lvpc.org/pdf/SteepSlopes.pdf>, 01.12.2016.
58. ULR 9,  
<http://www.oka.org.tr/Documents/VEZ%C4%B0RK%C3%96PR%C3%9C%20ENTE GRE%20KATI%20ATIK%20Y%C3%96NET%C4%B0M%C4%B0%20ET%C3%9CD%20RAPORU.pdf>, 15.11.2016
59. Valk, M. (2014). Availability and cost of agricultural residues for bioenergy generation, Universitat Utrecht.
60. Vering, H. J. (2006), Advanced techniques for generation of energy from biomass and waste, Website ECN.
61. Velioglu, G., Curi, K., Baban, A., Alpaslan N.(1985),” Improvement in Biodegradability in Anaerobic Digestion of Dairy Cow Manure Appropriate Waste Management for Developing Countries”, Proc. of the First International Symposium for Developing Countries, Boğazici Üniversitesi, 82. Plenum Press.
62. Yamamoto, H., Fujino, J., Yamaji, K..(2001), “Evaluation of bioenergy potential with a multi-regional global-land-use-and-energy model”, Biomass and Bioenergy, 21, 185-203.





# MÜŞTERİ DAVRANIŞLARININ KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMINA ETKİSİ

Ayşegül BOZDOĞAN<sup>1</sup>, Neslihan DEMİREL<sup>2</sup>, Latife GÖRKEMLİ<sup>3</sup>

## ÖZET

Günümüzde artan çevre bilinci, azalan doğal kaynaklar ve çevreci yasal düzenlemeler, kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin çeşitli geri dönüş yöntemleri ile yeniden ekonomiye kazandırılmasına verilen önemi artırmıştır. Bazı ürünlerin geri kazanımı ekonomik olarak elverişli olsa da, her ürün için bu söz konusu olmayabilir. Kanuni yükümlülükleri sağlamak, bilinçli müşteri taleplerine cevap verebilmek ve çevreci imaj kazanabilmek gibi nedenlerle firmalar sistemlerine tersine akışı dahil etmektedirler. Tersine akışı konu edinen ağların tasarlanması ve modellenmesi akışların düşük maliyetlerle yönetilmesi ve çevreye olan zararın en aza indirilmesi açısından önemlidir. Ürünün hammaddeden başlayıp tüketiciye doğru olan ileri akışının yanında, kullanılan ürünün tüketiciden başlayıp hammaddeye ya da atık alanlarına dek olan tersine akışının da göz önüne alındığı, ileri ve tersine akışı bir arada ihtiva eden sistemler kapalı döngü tedarik zinciri ağları olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada; tedarikçi, fabrika, toplama merkezi, dağıtım merkezi, demontaj tesisi ve müşterilerden oluşan genel bir kapalı döngü tedarik zinciri aği için matematiksel model geliştirilecek ve GAMS-CPLEX ile çözülecektir. Geliştirilecek modelde, müşterilerin taleplerinin yeni ve yenilenmiş ürünler ile karşılanabilmesi durumu söz konusu olup, müşterilerin yeni ürün almak için razı oldukları bekleme süreleri, reklamlardan ve diğer kullanıcılardan etkilenmeleri gibi durumlar dikkate alınarak yeni ve yenilenmiş ürünlerin farklı talep miktarlarının ağin davranışına etkisi analiz edilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Ağ Tasarımı, Kapalı Döngü Tedarik Zinciri, Matematiksel Model, Müşteri Davranışları.

---

<sup>1</sup> Arş. Gör.,Erciyes Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler YO, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, [aysegulbozdogan@erciyes.edu.tr](mailto:aysegulbozdogan@erciyes.edu.tr)

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr.,Erciyes Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler YO, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, [ndemirel@erciyes.edu.tr](mailto:ndemirel@erciyes.edu.tr)

<sup>3</sup> Yrd. Doç. Dr.,Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, [lgorkemli@erciyes.edu.tr](mailto:lgorkemli@erciyes.edu.tr)

## EFFECTS OF CUSTOMER BEHAVIOURS ON THE CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN

### ABSTRACT

*Nowadays, increasing environmental awareness, declining natural resources and environmental legal regulations have increased the importance of recovering of products to the economy that have reached to the end of their useful life with various recycling methods. Although recovery of some products is economically feasible, this may not be the case for each product. Firms include reverse flow to their systems for reasons such as providing legal obligations, responding to conscious customer demands, and making an environmental image. Designing and modeling networks that are subject to reverse flow is important in terms of managing flows at low cost and minimizing damage to the environment. Systems that include both forward and reverse flow are defined as closed loop supply chain networks. In these networks in addition to the forward flow that the product flow is right from the raw material to the consumer, the reverse flow of the used product that is from the consumer to the raw material or waste areas is also taken into consideration. In this study; a mathematical model for a general closed loop supply chain network consisting of suppliers, factories, collection centers, distribution centers, disassembly facilities and customers will be developed and solved with GAMS-CPLEX. In the model customer demands can be met with new and refurbished products, and in this study the impact of different demand quantities of new and refurbished products on behavior of network will be analyzed by considering situations such as waiting times that customers are willing to buy new products, and being affected from advertisements and other users.*

**Keywords:** Closed Loop Supply Chain, Network Design, Mathematical Model, Customer Behaviors.

### 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasının artan nüfusu son ürüne olan talebin ve dolayısıyla hammaddeye olan ihtiyacın artmasına sebep olmuştur. Diğer yandan çevre kirliliğinin artması ve doğal kaynakların azalması kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin çeşitli yöntemlerle başka ürünlere çevrilerek yeniden ekonomiye kazandırılmasına verilen önemi artırmıştır. Tedarik zinciri ağına giren hammaddelerin üretici tarafından son ürün haline getirildikten sonra dağıtıcılar aracılığıyla tüketiciye ulaştığı ileri yönlü akış geleneksel tedarik zincirinin konusudur. İleri akışla birlikte ekonomik ve ekolojik sebepler, kanuni zorunluluklar ve sosyal sorumluluklar gibi nedenlerle kullanılmış ürünlerin geri kazanımını ele alan tersine akışın bir arada ele alındığı sistemler ise kapalı döngü tedarik zinciri ağı olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada ileri ağda yer alan tedarikçi, fabrika, dağıtım merkezi, müşteri ile tersine ağda yer alan toplama merkezi, demontaj tesisi ve atık alanları ve bunlar arasındaki malzeme ve ürünlerin ileri ve geri yönde eş zamanlı akışından oluşan genel bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı ele alınmıştır. Ele alınan kapalı döngü tedarik zinciri ağında, müşterilerin sıfır ve ikinci el ürünlere olan talebine göre; sıfır parçaların hammadde olarak fabrikalarda işlenmesi ile oluşan “yeni ürün” ve kullanılmış ürünün toplama merkezinde toplanarak demontaj işlemleri gerçekleştirilip, kullanılabilir durumdaki parçalarının yeniden üretime dahil edilmesi ile oluşan “yenilenmiş ürün” ün dağıtım merkezi aracılığıyla müşterilere akışı söz konusudur. Çalışmada, müşterilerin talep ettikleri ürünü teslim almak için beklemeye razı oldukları süreler ve ürün fiyat-

larındaki değişiklikler ile reklamlardan ve diğer kullanıcı tecrübelerinden etkilenmesi gibi durumlar göz önüne alınmıştır. Bu durumların müşterilerin yeni ve yenilenmiş ürünlere olan taleplerinde meydana getireceği değişiklikler ve müşteri davranışlarındaki bu değişikliklerin kapalı döngü tedarik zinciri ağının davranışına olan etkisi analiz edilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde ürünlerin geri kazanımını konu edinen çok sayıda ağ tasarım ve modelleme çalışması bulunmaktadır. Literatürde bu alanda yapılmış çalışmalar için pek çok sınıflandırma şekli yapılmıştır. Bu sınıflandırma şekillerinden birisi sadece tersine akışın ele alındığı tersine tedarik zinciri modelleri ve ileri ve tersine akışın birlikte ele alındığı kapalı döngü tedarik zinciri modelleridir. Literatürde tersine akışı konu edinen çalışmalardan bir kısmı aşağıda verilmiştir. Krikke vd. (1999), Hollanda’da bir fotokopi makinesi modelinin yeniden imalatı için tersine lojistik ağı tasarlamışlar ve toplam maliyetlerin en küçüklenmesini amaçlayan karma tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Assavapoke vd. (2006), etkin bir tersine lojistik ağı tasarlamak amacıyla geliştirdikleri modelde, parametrelerin tahmini için istatistiksel bir yaklaşım kullanmışlar ve Texas’da elektronik ürünlerin geri dönüşümünü konu edinen bir örnek olay incelemişlerdir. Kaçtıoğlu ve Şengül (2010), ambalaj atıklarının geri dönüşümü ile ilgili tersine dağıtım sisteminin planlanması ve işleyiş etkinliğinde karar almayı desteklemek için bir karma tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Modeli 6 farklı senaryo için LINGO programı ile çözmüşlerdir. Alumur vd. (2012), çok dönemli, çok ürünlü, çok parçalı, kapasitelerin değişken olduğu karma tamsayılı doğrusal bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Amaç, ürün ve parçaların geri dönüşüm firmalarına, yeniden imalat tesislerine ve ikincil pazarlara yapılan satışlardan elde edilen gelirden sistem maliyetlerinin çıkarılmasıyla oluşan kârı en büyükmektir. Simic (2013), ömrünü tamamlamış atık araçların dönüşümünün çevresel mühendislik konularına ilişkin geniş kapsamlı bir taramasını yapmıştır. Simic’in bu çalışmadaki amacı, 2003 ve 2012 yılları arasındaki literatürün kapsamlı bir analizine genel bir bakış sunmaktır. Simic gelecek araştırmalar için önemli önerilerde bulunmaktadır. Demirel vd. (2016), ömrünü tamamlamış araçların geri kazanımını verimli bir şekilde yönetmek amacıyla tersine lojistik ağ tasarımı için bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli sunmuştur. Önerilen model Ankara’da gerçek bir vaka çalışmasına uygulanmış ve çeşitli senaryo analizleri yapılmıştır. Vaka incelemesi ve analizi lojistik ağının zaman içinde nasıl davrandığına dair önemli bilgiler sağlamıştır. Tan ve Chanchaichujit (2016), tersine lojistik ağ tasarımı için birkaç anahtar faktöre dayalı bir kavramsal çerçeve geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yazarlar, ağ tasarım kararını etkileyen her önemli faktörün analizi yoluyla, tersine lojistik ağı için kavramsal bir çerçeve oluşturmuşlar ve tersine lojistik operasyonlarını merkezileştirip merkezileştirmeme ve dış kaynak kullanıp kullanmama kararları üzerinde durmuşlardır. Yazarlar önerilen kavramsal çerçevenin ağ tasarımı sırasında şirketlerin daha iyi kararlar almalarına yardımcı olacağını öne sürmüşlerdir. Zandieh ve Chensebli (2016), karma tamsayılı doğrusal programlama modelinin dikkate alındığı topl-

ma / denetim, kurtarma ve elden çıkarma merkezlerini içeren bir tersine lojistik ağ tasarımı problemini araştırmışlardır. Bu çalışmada, tersine lojistik ağındaki müşterilerden gelen iade ürünler toplama / muayene merkezlerinde toplanmakta ve kalite kontrolünden sonra geri kazanılabilir ürünler kurtarma merkezlerine sevk edilmekte ve hurdaya çıkan ürünler bertaraf merkezlerine taşınmaktadır. Tersine lojistik ağ tasarımı problemi NP-Zor yapıda olduğundan çalışmada toplam masrafların en aza indirgenmesini amaçlayan yeni bir meta-sezgisel çözüm yöntemi önerilmiştir. Sajjan vd. (2017), tersine lojistik ağ tasarımı için bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmiş ve gerçek hayat problemine uygulamışlardır. Geliştirilen model, çoklu zaman aralıkları için mevcut verileri dikkate almakta ve tüm planlama ufku boyunca uygulanabilir bir ağ tasarımı sağlamaktadır. Bu çalışmada, önerilen matematiksel model bir buzdolabı geri kazanım örneği üzerinde test edilmiştir.

Literatürde hem ileri hem tersine akışı eş zamanlı olarak içeren kapalı döngü tedarik zinciri ağ tasarımı konu edinen çalışmalar ise aşağıda verilmiştir. Berger ve Debaille (1997), bir bilgisayar imalatçısının mevcut üretim/dağıtım ağına kullanılmış ürünlerin geri kazanılması için ayrıştırma tesislerini ekleyerek bütünleşik bir lojistik ağı elde etmişlerdir. Lu vd. (2005), konteynır, şişe, palet gibi doğrudan yeniden kullanılabilir ürünler için genel bir ağ tasarımı ve tesis yer seçimi problemi için stratejik bir model geliştirmişlerdir. Wang vd. (2007), Çin'de doğrudan yeniden kullanımı mümkün ürünlerin akışını konu edinen bir ağ tasarlamışlardır. Çalışmada, müşteriler internet üzerinden ürün siparişi vermekte ve üründen memnun kalmadıkları takdirde ürünlerini kontrol aşamasından geçmesi halinde iade edebilmektedir. Özceylan ve Paksoy (2013), çok dönemli ve çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı için bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli sunmuşlar ve problemi GAMS-CPLEX ile çözmüşlerdir. Demirel vd. (2014), ikincil piyasa fiyatlaması ve artımsal teşvik politikaları olarak iki ana politika altında çok zamanlı ve çok parçalı bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı için bir karma tam sayılı programlama modeli önermişlerdir. Yazarlar, gerçek hayat problemlerindeki belirsizliği modele dahil edebilmek amacıyla bulanıklığı modellerine uygulamışlardır. Ardından, gerçek boyutlu bulanık kapalı döngü tedarik zinciri problemlerini çözmek için genetik algoritma kullanmışlardır. Önerilen meta-sezgisel yaklaşımın etkinliği, sonuçlar farklı boyutlardaki problemler üzerinde GAMS-CPLEX ile karşılaştırarak gösterilmiştir. Üster ve Hwang (2016), ürün talebi ve geri dönüş miktarlarıyla ilgili belirsizlikler altında bir kapalı döngü tedarik zinciri ağ tasarımı problemini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada, karar vermeye belirsizlik de dahil edilerek kapalı döngü tedarik zinciri ağındaki (yeniden) imalat ve işleme tesislerinin kapasite düzeyleriyle birlikte optimum konumlarını belirlemek ve beklenen işletme maliyetlerini en aza indirmek için iki aşamalı bir stokastik karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Hesaplanan sonuçlar, modelin çözüm süresi ve kalitesi anlamında önemli katkılar sağladığını göstermiştir. Xu vd. (2016), karbondioksit emisyonlarının hem karma hem de özel kapalı döngü tedarik zincirlerinin tasarımı üzerine etkisini analiz etmişlerdir. Özellikle, karbon emisyon politikalarının çevresel ve ekonomik etkilerini ve piyasa faktörlerini (ölçek efekti, ürün geri dönüş oranı ve müşteri

talebi) ölçmek ve karşılaştırmak için bir dizi entegre karma tamsayı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Bu araştırmada yapılan analizler piyasa koşulları göz önüne alındığında, toplam maliyet ve toplam emisyonların, ölçek etkisine ve ürün geri dönüş oranına göre müşteri talebine daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada yazarlar bir endüstride iade edilen ürünlerin miktarında dalgalanma ile karşı karşıya kalındığında, özel bir kapalı döngü tedarik zincirini benimsemenin toplam maliyetin düşmesine neden olacağını ifade etmişlerdir. Amin vd. (2017), lastikler için yeniden imalat işlemlerini içeren bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarlamışlar ve lastiklerin kurtarılabilme seçeneklerine göre ağı optimize etmişlerdir. Çalışmada önerilen optimizasyon modelinin amacı, toplam kârı en üst düzeye çıkarmaktır. Optimizasyon modeli, birden fazla ürünü, tedarikçileri, fabrikaları, perakendecileri, talep piyasalarını ve bırakma depolarını içermektedir. Modelin uygulanması, harita kullanılarak Kanada'daki gerçek bir ağa uygulanmıştır. Buna ek olarak çalışmada, talep ve getirilerdeki belirsizlikler altında problemin net bugünkü değerini hesaplamak için yeni bir karar ağaç tabanlı metodoloji sağlanmaktadır. Özceylan vd. (2017), Türkiye'de hayat çevrimini tamamlamış araçların geri dönüşümünü ele alan bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı ve modellemesini yapmışlardır. Çalışmada, kullanım ömrünü tamamlamış araçların ileriye dönük tedarik zincirlerine tekrar entegrasyonu açısından tersine malzeme akışlarını yönetmek için bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Önerilen modelin performansını ve otomotiv endüstrisindeki uygulanabilirliğini göstermek için çeşitli kapalı döngü tedarik zinciri senaryoları tartışılmıştır. Shi vd. (2017), kapalı döngü ağ tasarımı problemi için çok amaçlı bir karma tamsayı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada önerilen model, genel maliyetlere ek olarak, toplam karbon emisyonlarını ve ağın yanıt verme süresini optimize etmektedir. Çalışmada, problemi çözmek ve pareto-optimal çözümler elde etmek için genetik algoritma kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımı göstermek için Çin'de bir örnek sunulmuştur. Farklı boyutlarda rastgele üretilen örnekler üzerinde önerilen algoritmanın hesaplama performansı değerlendirilmiştir.

Demirel vd. (2014), tedarikçiler, üretim tesisleri, aday dağıtım merkezleri, müşteriler, aday toplama merkezleri, demontaj tesisleri ve ürün yenileme tesislerinden oluşan kapalı döngü bir tedarik zinciri ağı geliştirerek, stratejik karar problemi üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada, Demirel vd.'nin (2014) çalışmalarında tek ürün için oluşturulan kapalı döngü tedarik zinciri konfigürasyonuna benzer bir ağ yapısı birden fazla ürün için geliştirilmiştir. Demirel vd.'nin (2014) çalışmalarında talepler yeni ya da geri kazanılan ürünlerle karşılanmakta yani yeni ve geri kazanılmış ürünler ikame kabul edilmektedir. Modelde, farklı olarak yeni ve yenilenmiş ürünler için taleplerin ayrı ayrı olduğu, yani yeni ürün isteyen müşteriye yeni ürün, yenilenmiş ürün isteyen müşteriye yenilenmiş ürünün gönderildiği bir yapı dikkate alınmıştır. Literatürdeki kapalı döngü tedarik zinciri ağ tasarımı konu edinen çalışmalar incelendiğinde müşteri davranışlarının ağa olan etkisini analiz eden bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda, müşterilerin reklamlardan ve diğer kullanıcı tecrübelerinden etkilenmesi gibi nedenlerle yeni ve yenilenmiş ürünlere olan taleplerinin değişebileceği dikkate



### 3.1. Matematiksel Model

#### İndisler

- i sıfır ve ikinci el ürün kümesi  
 j tedarikçi kümesi  
 k üretim merkezi kümesi  
 l dağıtım merkezi kümesi  
 m müşteri kümesi  
 n toplama merkezi kümesi  
 p demontaj tesisi kümesi  
 w atık merkezi kümesi  
 t zaman periyodu kümesi  
 r ürün tipi kümesi

#### Değişkenler

- $X_{jkt}$  j tedarikçisinden k üretim tesisine t döneminde gönderilen parça miktarı  
 $Y_{iklrt}$  k üretim tesisinden l dağıtım merkezine t döneminde gönderilen yeni ve yenilenmiş r ürünü miktarı  
 $Z_{ilmrt}$  l dağıtım merkezinden m müşterisine t döneminde gönderilen yeni ve yenilenmiş r ürünü miktarı  
 $W_{imnrt}$  m müşterisinden n toplama merkezine t döneminde gönderilen yeni ve yenilenmiş r ürünü miktarı  
 $V_{nprt}$  n toplama merkezinden p demontaj tesisine t döneminde gönderilen r ürünü miktarı  
 $U_{pkt}$  p demontaj tesisinden k üretim tesisine t döneminde gönderilen parça miktarı  
 $A_{nwr}$  n toplama merkezinden w atık merkezine t döneminde gönderilen r ürünü miktarı  
 $B_{pwt}$  p demontaj tesisinden w atık merkezine t döneminde gönderilen parça miktarı  
 $I_{irlt}$  l dağıtım merkezinde t döneminde stoklanan yeni ve yenilenmiş r ürünü miktarı  
 $F_{ilmrt}$  l dağıtım merkezinde t döneminde m müşterisinin karşılanamayan yeni ve yenilenmiş r ürünü talebi

#### Parametreler

- $S_{ir}$  yeni ve yenilenmiş r ürününün satış fiyatı  
 $Q_r$  r ürününden elde edilen parça miktarı  
 $P_{uc,jkt}$  k üretim tesisinin j tedarikçisinden t dönemde parça satın alma maliyeti  
 $P_{c,irkt}$  yeni ve yenilenmiş r ürünü için k üretim tesisinde t döneminde üretim maliyeti



$R_{ir}$	yeni ve yenilenmiş r ürününün geri dönme oranı
$Cap_{jt}$	j tedarikçisinin t dönemindeki parça kapasitesi
$Cap_{ikt}$	yeni ve yenilenmiş ürün için k üretim tesisinin t dönemindeki kapasitesi
$Cap_{ilt}$	yeni ve yenilenmiş ürün için l dağıtım merkezinin t dönemindeki kapasitesi
$Cap_{nt}$	n toplama merkezinin t dönemi kapasitesi
$Cap_{pt}$	p demontaj tesisinin t dönemi kapasitesi
$d_{irmt}$	t döneminde m müşterisinin yeni ve yenilenmiş r ürünü talebi
$d_{jk}$	j tedarikçisi ile k üretim tesisi arasındaki mesafe
$d_{kl}$	k üretim tesisi ile l dağıtım merkezi arasındaki mesafe
$d_{lm}$	l dağıtım merkezi ile m müşterisi arasındaki mesafe
$d_{mn}$	m müşterisi ile n toplama merkezi arasındaki mesafe
$d_{np}$	n toplama merkezi ile p demontaj tesisi arasındaki mesafe
$d_{pk}$	p demontaj tesisi ile k üretim tesisi arasındaki mesafe
$d_{nw}$	n toplama merkezi ile w atık merkezi arasındaki mesafe
$d_{pw}$	p demontaj tesisi ile w atık merkezi arasındaki mesafe
$cc_{nrt}$	n toplama merkezinin t döneminde br. r ürünü toplama maliyeti
$dc_{wt}$	w atık merkezinin t döneminde br. atık maliyeti
$dec_{pt}$	p demontaj tesisinin t döneminde br. demontaj maliyeti
$h_{irlt}$	l dağıtım merkezinin t döneminde yeni ve yenilenmiş r ürünü br. depolama maliyeti
tc	birim taşıma maliyeti (km)
cm	birim ceza maliyeti
$\alpha$	toplama merkezine gelen ürünlerin demontaj merkezine gönderilen oranı
$\beta$	demontaj merkezine gelen ürünlerin üretim tesisine gönderilen oranı
$\lambda_i$	i ürünü için karşılanamayan talebin diğer türe kayma oranı

Amaç fonksiyonu: (Maksimum)

$$\sum_{lrlmt} S_{ir} \cdot Z_{ilrmt} -$$

$$\begin{aligned} & (\sum_{jkt} tc \cdot X_{jkt} \cdot d_{jk} + \sum_{iklrt} tc \cdot Y_{iklrt} \cdot d_{kl} + \sum_{ilmrt} tc \cdot Z_{ilmrt} \cdot d_{lm} + \sum_{imnrt} tc \cdot W_{imnrt} \cdot d_{mn} + \sum_{np} tc \cdot V_{np} \cdot d_{np} + \\ & \sum_{nwr} tc \cdot A_{nwr} \cdot d_{nw} + \sum_{pwt} tc \cdot B_{pwt} \cdot d_{pw} + \sum_{pkt} tc \cdot U_{pkt} \cdot d_{pk} + \sum_{jkt} X_{jkt} \cdot Puc_{jkt} + \sum_{iklrt} Y_{iklrt} \cdot Pc_{ikrt} + \\ & \sum_{imnrt} cc_{nrt} \cdot W_{imnrt} + (\sum_{nwr} A_{nwr} + \sum_{pwt} B_{pwt}) \cdot dc_{wt} + \sum_{np} V_{np} \cdot dec_{pt} + \sum_{irlt} h_{irlt} \cdot I_{irlt} + \sum_{ilmrt} F_{ilmrt} \cdot cm) \end{aligned}$$

(1)

Amaç fonksiyonu, toplam satış gelirinden tüm taşıma maliyetleri, satın alma ve üretim maliyetleri, toplama ve demontaj maliyetleri, ceza ve depolama maliyetleri ile atık maliyetlerinin çıkarılması sonucu elde edilen toplam karın maksimizasyonunu ifade etmektedir (1).



Kısıtlar:

$$\sum_k X_{jkt} \leq \text{Cap}_{jt} \quad \forall_{j,t} \quad (2)$$

$$\sum_{lr} Y_{iklrt} \leq \text{Cap}_{ikt} \quad \forall_{k,t,i} \quad (3)$$

$$\sum_{mr} Z_{ilmrt} \leq \text{Cap}_{ilt} \quad \forall_{i,l,t} \quad (4)$$

$$\sum_{imr} W_{imnrt} \leq \text{Cap}_{nt} \quad \forall_{n,t} \quad (5)$$

$$\sum_{nr} V_{nprt} \leq \text{Cap}_{pt} \quad \forall_{p,t} \quad (6)$$

$$\sum_l F_{ilmrt} = d_{irmt} - \sum_l Z_{ilmrt} \quad \forall_{i,m,r,t} \quad (7)$$

(2)-(6) aralığında bulunan kısıtlar ürün ve taşıma miktarlarının tedarikçiler, üretim tesisleri, dağıtım merkezleri, toplama merkezleri ve demontaj tesislerinin kapasitelerini aşmaması gerektiğini ifade etmektedir. Kısıt (7) ise her ürün tipi (yeni ve yenilenmiş) için oluşan talebin karşılanamayan kısmını ifade etmektedir.

$$\sum_j X_{jkt} = Q_r \cdot \sum_l Y_{iklrt} \quad \forall_{k,t,r} \quad i = 1 \text{ için} \quad (8)$$

$$\sum_p U_{pkt} = Q_r \cdot \sum_l Y_{iklrt} \quad \forall_{k,t,r} \quad i = 2 \text{ için} \quad (9)$$

$$I_{1rlt} - \sum_m F_{1lmrt} = I_{1rlt-1} - \sum_m F_{1lmrt-1} * (1 - \lambda_i) + \sum_k Y_{1klrt} - \sum_m Z_{1lmrt} - \sum_m F_{2lmrt-1} * \lambda_i \quad \forall_{r,l,t} \quad i = 1 \text{ için} \quad (10)$$

$$I_{2rlt} - \sum_m F_{2lmrt} = I_{2rlt-1} - \sum_m F_{2lmrt-1} * (1 - \lambda_i) + \sum_k Y_{2klrt} - \sum_m Z_{2lmrt} - \sum_m F_{1lmrt-1} * \lambda_i \quad \forall_{r,l,t} \quad i = 2 \text{ için} \quad (11)$$

$$\sum_n W_{imnrt} = R_{ir} \cdot \sum_l Z_{ilmrt} \quad \forall_{i,m,r,t} \quad (12)$$

$$\sum_{im} W_{imnrt} = \sum_p V_{npwt} + \sum_w A_{nwrt} \quad \forall_{n,r,t} \quad (13)$$

$$\sum_{nr} Q_r \cdot V_{npwt} = \sum_w B_{pwrt} + \sum_k U_{pkt} \quad \forall_{p,t} \quad (14)$$

$$\sum_p V_{npwt} = \alpha \cdot \sum_{im} W_{imnrt} \quad \forall_{n,r,t} \quad (15)$$

$$\sum_k U_{pkt} = \beta \cdot \sum_{nr} Q_r \cdot V_{npwt} \quad \forall_{p,t} \quad (16)$$

$$X_{jkt}, Y_{iklrt}, Z_{ilmrt}, W_{imnrt}, V_{npwt}, U_{pkt}, A_{nwrt}, B_{pwrt}, I_{irlt}, F_{ilmrt} \geq 0 \quad \forall_{i,r,j,k,l,m,n,p,t,w} \quad (17)$$

Kısıt (8) ve (9) üretim tesisi için akış denge kısıtıdır. Kısıt (10) ve (11) dağıtım merkezi için akış denge kısıtıdır. Kısıt (12) kullanılmış ürünlerin müşterilerden geri dönen miktarını ifade etmektedir. Kısıt (13) toplama merkezi için atık merkezine ve demontaj tesisine gönderilen miktarları belirlemektedir. Kısıt (14) demontaj tesisi için akış denge kısıtıdır. Kısıt (15)-(16) toplama merkezi ve demontaj tesisleri için atığa gönderilmeyen (iyi kalite) ürün miktarını göstermektedir. Kısıt (17) karar değişkenleri için negatif olmama durumunu sağlamaktadır.

### 3.2. Örnek Problem

3.1. bölümünde geliştirilmiş olan matematiksel model örnek bir problem üzerinde çözülmüştür. Örnek problemde, iki tedarikçi, bir üretim tesisi, beş dağıtım merkezi, on müşteri, üç toplama merkezi, bir demontaj tesisi ve bir atık merkezinden oluşan genel bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı geliştirilmiştir.

Dört dönemlik (t) bir planlama periyodu dikkate alınmıştır. Birim taşıma maliyeti (tc) her kilometre için 0.2 TL olarak belirlenmiştir. Yeni ve yenilenmiş ürünlerin satış fiyatları sırasıyla; ilk ürün için 120 ve 80, ikinci ürün için 75 ve 50 TL' dir. Üretim tesisinin birinci ve ikinci tedarikçiden parça satın alma maliyeti sırasıyla 1.5 ve 2 TL olup her dönem için sabittir. Üretim tesisinin yeni ve yenilenmiş ürünler için üretim maliyeti sırasıyla birinci ürün tipi için 8 TL ve 6 TL, ikinci ürün için 7 TL ve 5 TL' dir. Tüm ürünler için depolama maliyeti 5 TL'dir. Birinci ve ikinci tedarikçinin tüm ürünler için toplam kapasiteleri her dönem için sabit olmakla birlikte sırasıyla 750 ve 1500 parça/dönem'dir. Üretim tesisinin yeni ve yenilenmiş ürünler için kapasitesi sırasıyla 15000 ve 10000 adet/dönem olup her dönem için sabittir. Tüm dönemler ve tüm ürünler için toplama merkezi kapasitesi 850 adet/dönem ve demontaj tesisi kapasitesi 1300 adet/dönem' dir. Yeni ve yenilenmiş ürünlerin müşterilerden geri dönme oranları sırasıyla birinci ürün için 0.5 ve 0.4 iken ikinci ürün için 0.6 ve 0.4' tir. Her iki ürün tipi içinde demontaj işlemi sonrasında 2 adet parça elde edilmektedir. Kullanılmış ürünlerin toplama, demontaj ve bertaraf maliyetleri tüm dönemler ve ürünler için eşit olup sırasıyla 30 TL, 10 TL ve 2 TL olarak belirlenmiştir. Toplama merkezine gelen ürünlerin demontaj tesisine gönderilme oranı ( $\alpha$ ) 0.5 ve demontaj tesisindeki parçaların üretim tesisine gönderilme oranı ( $\beta$ ) 0.6 olarak belirlenmiştir. Müşterilerin talep ettikleri ürünü beklemekten vazgeçip aynı ürünün diğer kalitesini tercih etme oranı ( $\lambda_i$ ) ise 0.4 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1: Tesisler arası mesafe**

	Tedarikçiler		Dağıtım Merkezleri					Demontaj Tesisi
	1	2	1	2	3	4	5	1
<b>Üretim Tesisi 1</b>	80	70	80	75	85	70	70	60

**Tablo 2: Tesisler arası mesafe**

	Toplama Merkezleri			Demontaj Tesisi
	1	2	3	1
<b>Atık Merkezi 1</b>	50	60	40	50

**Tablo 3: Tesisler arası mesafe**

	Toplama Merkezleri		
	1	2	3
<b>Demontaj Tesisi</b>	90	80	80

**Tablo 4: Tesisler arası mesafe**

	Dağıtım Merkezleri					Toplama Merkezleri		
	1	2	3	4	5	1	2	3
<b>Müşteri 1</b>	50	85	95	70	20	30	100	20
<b>Müşteri 2</b>	55	95	65	80	80	25	55	50
<b>Müşteri 3</b>	65	40	80	40	100	85	60	30
<b>Müşteri 4</b>	90	45	20	30	5	90	70	95
<b>Müşteri 5</b>	60	35	85	50	15	35	45	25
<b>Müşteri 6</b>	75	30	30	60	55	95	20	100
<b>Müşteri 7</b>	70	45	40	90	65	10	15	45
<b>Müşteri 8</b>	100	50	50	10	70	55	50	80
<b>Müşteri 9</b>	90	80	45	15	40	85	95	65
<b>Müşteri 10</b>	50	25	55	25	45	40	45	75

**Tablo 5: Yeni ve yenilenmiş ürünler için dağıtım merkezlerinin kapasiteleri**

	Yeni Ürün				Yenilenmiş Ürün			
	Dönem	Dönem	Dönem	Dönem	Dönem	Dönem	Dönem	Dönem
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Dağıtım merkezi 1</b>	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>Dağıtım merkezi 2</b>	1000	1000	1000	1000	300	300	300	300
<b>Dağıtım merkezi 3</b>	450	450	450	450	500	500	500	500
<b>Dağıtım merkezi 4</b>	300	300	300	300	200	200	200	200
<b>Dağıtım merkezi 5</b>	200	200	200	200	100	100	100	100

**Tablo 6: Müşterilerin yeni ve yenilenmiş ürün talepleri**

Dönemler	Yeni Ürün								Yenilenmiş Ürün							
	Ürün 1				Ürün 2				Ürün 1				Ürün 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Müşteri 1	80	90	100	100	120	120	100	120	0	90	60	80	0	50	90	90
Müşteri 2	120	120	100	150	120	120	120	110	0	90	80	60	0	90	70	80
Müşteri 3	100	100	125	125	100	100	120	120	0	90	80	80	0	70	60	90
Müşteri 4	100	120	120	150	120	120	100	100	0	80	50	50	0	80	50	80
Müşteri 5	150	130	120	120	100	200	100	110	0	50	80	50	0	60	80	70
Müşteri 6	120	100	100	125	100	120	110	120	0	90	70	60	0	90	60	90
Müşteri 7	120	120	125	120	120	110	100	100	0	90	90	90	0	80	30	50
Müşteri 8	120	100	100	100	150	120	100	120	0	70	80	50	0	90	80	70
Müşteri 9	110	100	100	120	100	100	120	150	0	60	70	70	0	90	60	50
Müşteri10	100	110	100	110	100	100	110	100	0	80	50	60	0	80	90	50

### 3.3. Sonuçlar

Örnek problemin çözümü GAMS-Cplex kullanılarak 0,499 saniye sürede ve 565 iterasyonda çözülmüştür. Çözüm sonuçları  $r=1$  ürün tipi için 2. dönem için miktarları Tablo 7’de toplu olarak gösterilmiştir.

**Tablo 7: Optimümçözüm sonuçları (2. dönem için)**

Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri	Değişken ve değeri
X <sub>112</sub> 750	Y <sub>11412</sub> 100	Z <sub>21912</sub> 60	Z <sub>13312</sub> 100	Z <sub>15112</sub> 90	W <sub>14112</sub> 60	W <sub>18312</sub> 50	V <sub>1112</sub> 207
X <sub>212</sub> 1500	Y <sub>21412</sub> 110	Z <sub>22112</sub> 40	Z <sub>23312</sub> 90	Z <sub>25112</sub> 50	W <sub>24112</sub> 32	W <sub>28312</sub> 28	V <sub>2112</sub> 48
Y <sub>11112</sub> 275	Y <sub>11512</sub> 90	Z <sub>12212</sub> 120	Z <sub>23712</sub> 90	W <sub>11312</sub> 45	W <sub>15112</sub> 65	W <sub>19112</sub> 50	V <sub>3112</sub> 176
Y <sub>21112</sub> 230	Z <sub>11412</sub> 120	Z <sub>22212</sub> 90	Z <sub>131012</sub> 110	W <sub>21312</sub> 36	W <sub>25312</sub> 20	W <sub>29112</sub> 24	U <sub>112</sub> 1124
Y <sub>11212</sub> 450	Z <sub>21412</sub> 80	Z <sub>12512</sub> 130	Z <sub>231012</sub> 40	W <sub>12212</sub> 60	W <sub>16312</sub> 50	W <sub>110112</sub> 55	A <sub>1112</sub> 207
Y <sub>21212</sub> 180	Z <sub>11612</sub> 20	Z <sub>22512</sub> 50	Z <sub>14812</sub> 100	W <sub>22212</sub> 36	W <sub>26312</sub> 36	W <sub>210112</sub> 32	A <sub>2112</sub> 48
Y <sub>11312</sub> 210	Z <sub>21612</sub> 90	Z <sub>12612</sub> 80	Z <sub>24812</sub> 70	W <sub>13312</sub> 50	W <sub>17312</sub> 60	I <sub>1112</sub> 35	A <sub>3112</sub> 176
Y <sub>21312</sub> 42	Z <sub>11912</sub> 100	Z <sub>12712</sub> 120	Z <sub>241012</sub> 40	W <sub>23312</sub> 36	W <sub>27312</sub> 36	I <sub>2132</sub> 142	B <sub>112</sub> 749

Tablo 7 incelendiğinde, dağıtım merkezi 1' in müşteri 4,6 ve 9' un yeni ve yenilenmiş ürün taleplerini karşıladığı görülmektedir. Dağıtım merkezi 2' nin müşteri 1,2,5,6 ve 7' nin yeni ürün taleplerini, müşteri 1 ve 2' nin yenilenmiş ürün taleplerini, dağıtım merkezi 3' ün müşteri 3 ve 10' un yeni ürün talebini, müşteri 3 ve 7' nin yenilenmiş ürün taleplerini dağıtım merkezi 4' ün müşteri 8' in yeni ve yenilenmiş ürün talebini, müşteri 8' in yenilenmiş ürün talebini, dağıtım merkezi 5' in müşteri 1' in yeni ve yenilenmiş ürün taleplerini karşıladığı görülmektedir. Diğer taraftan tablo 8'de performans ölçütlerinin toplam gelire ve maliyete göre yüzdeleri verilmiştir. Tablo 8' e bakıldığında toplam gelirin %20.42' sini toplam karın, %79.57' lik kısmını toplam maliyetin oluşturduğu, toplam maliyetin %59.11' ini ise toplam taşıma maliyetlerinin oluşturduğu görülmektedir. Toplam maliyetler içindeki diğer yüksek oranın ise %21.75 ile ürün toplama maliyet kalemine ait olduğu görülmektedir.

**Tablo 8: Örnek problem için performans ölçütlerinin sonuçları**

Açıklaması	Değeri (TL)	Toplam gelire göre yüzdesi	Toplam maliyete göre yüzdesi
<b>PK1</b> Toplam kar	215535	20.42	25.67
<b>PK2</b> Sistemin toplam maliyeti	839750	79.57	100.00
<b>PK3</b> Toplam taşıma maliyeti	496400	47.04	59.11
<b>PK4</b> Toplam üretim maliyeti	74977	7.10	8.93
<b>PK5</b> Toplam demontaj maliyeti	30439	2.88	3.62
<b>PK6</b> Toplam toplama maliyeti	182640	17.31	21.75
<b>PK7</b> Toplam ceza maliyeti	25210	2.39	3.00
<b>PK8</b> Toplam depolama maliyeti	5600	0.53	0.67
<b>PK9</b> Toplam satış geliri	1055300	100.00	-

### 3.4. Senaryo Analizleri

#### 3.4.1. Satış fiyatlarındaki değişikliğin müşteri taleplerine etkisi (Senaryo A)

Başlangıç olarak yeni ürün satış fiyatı ile yenilenmiş ürün satış fiyatının çözüme olan etkisi analiz edilmiştir. Mevcut durumda fiyatlar oranı 1.5 olarak alınmıştır. Fiyatlar oranı 1 olduğunda müşterilerin aynı fiyata sıfır ürün tercih edeceği göz önünde bulundurularak ikinci el ürün taleplerinin %10- %20 ve %30' luk kısımlarının sıfır ürün taleplerine kaydığı durumlar ve fiyatlar oranı 2 olduğunda müşterilerin sıfır ürün taleplerinin bir kısmının ikinci el taleplere kayması sonucu ikinci el ürün taleplerinin %10- %20 ve %30 arttığı durumların performans kriterleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tablo 9'a göre ikinci el ürün taleplerindeki %10'luk artışın toplam ürün üretim maliyetini %15.7, toplam maliyeti %9 oranında artırmasına rağmen toplam karı da mevcut durum karının 2 katından daha fazla artırdığı göz-

lenmektedir. Toplam karda meydana gelen bu dikkat çekici artış ikinci el ürün taleplerinin %20 ve %30 arttığı durumlarda da oldukça yüksektir fakat ikinci el ürün talebinin %10'luk artış gösterdiği durumdan daha düşüktür. Ayrıca, sıfır ürün taleplerinin ikinci el ürün taleplerine kayması sonucu çoğunlukla sıfır ürünlerdeki yok satmadan kaynaklı toplam ceza maliyetinin ciddi oranda azaldığı görülmektedir. Aynı durum için toplam gelire bakıldığında %32.5 oranında bir artış olduğu görülmektedir.

**Tablo 9: Senaryo A' ya göre toplam gelirin bir yüzdesi olarak optimum değerler**

Performans kriteri	Satış fiyatlarının değiştirilmesi						
	$S_{1r}/S_{2r}=1$			$S_{1r}/S_{2r}=1.5$		$S_{1r}/S_{2r}=2$	
	-30 %	-20 %	-10 %	Mevcut	%10	%20	%30
PK1	189258	207689	217853	215535	482233	456274	429954
PK2	783090	814350	812460	839750	915640	891210	867250
PK3	442870	471040	472290	496400	558320	537440	517150
PK4	65878	70086	70170	74977	86781	83569	80421
PK5	28300	29546	29614	30439	32260	31247	30239
PK6	169800	177280	177690	182640	193560	187480	181430
PK7	45835	34561	32691	25210	10553	17470	24361
PK8	8525	8836	6977	5600	6459	7165	7663
PK9	972350	1022000	1030300	1055300	1397900	1347500	1297200

### 3.4.2. Reklamlardan ve diğer kullanıcı tecrübelerinden etkilenme oranındaki değişikliğin müşteri taleplerine etkisi (Senaryo B)

Fiyatlarda meydana gelen değişiklikler dışında reklamlardan, diğer kullanıcı tecrübelerinden etkilenme ve çevrecilik konusunda bilinçlenme gibi sebeplerin de sıfır ve ikinci el ürün taleplerinde değişiklik meydana getirebileceği göz önüne alınmıştır. Sıfır ürünlerle ilgili kampanya ve reklamlardan etkilenme sonucu ikinci el ürün taleplerinin azalarak sıfır ürün taleplerinin %10- %20 ve %30 oranlarında arttığı durum ile müşterilerin ikinci el ürün kullanıcılarının olumlu tecrübelerinden etkilenmesi ve müşterilerde çevreci bilincin oluşması sonucu sıfır ürün taleplerinin %10- %20 ve %30 oranlarında azalarak ikinci el ürün talebine kaydığı durumun çözüm üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Tablo 10'a bakıldığında sıfır ürün taleplerinin artmasının toplam kar üzerinde negatif yönde bir etkisi olduğu fakat sıfır ürün taleplerinin azalmasının toplam kar üzerindeki negatif etkisinin çok daha fazla olduğu söylenebilir. Sıfır ürün taleplerinin %10 oranında artması sonucu toplam maliyette %1.6 oranında bir artış gözlemlenirken %20 ve %30 oranında arttığı durumlarda toplam maliyetin mevcut

durumdakinden daha düşük olduğu görülmektedir. Toplam depolama maliyeti açısından bakıldığında sıfır ürün taleplerinin artması durumunda depolama maliyetlerinin de arttığı, sıfır ürün taleplerinin azaldığı durumlarda ise depolama maliyetlerinin de azaldığı görülmektedir.

**Tablo 10: Senaryo B' ye göre toplam gelirin bir yüzdesi olarak optimum değerler**

Performans kriteri	Reklamlardan ve diğer müşterilerden etkilenme oranlarının değiştirilmesi						
	-30 %	-20 %	-10 %	Mevcut	%10	%20	%30
PK1	147140	171214	194351	215535	215369	202348	183976
PK2	717190	761410	806650	839750	853020	816600	800630
PK3	398800	433920	469880	496400	500030	461100	438050
PK4	60565	65951	71344	74977	75665	68887	65769
PK5	25167	27059	28955	30439	30728	29238	28154
PK6	151000	162360	173730	182640	184370	175430	168920
PK7	60183	47472	34737	25210	29699	48463	64578
PK8	973	2655	4531	5600	7827	10794	13335
PK9	864330	932620	1001000	1055300	1068400	1018900	984610

Senaryo A ve senaryo B karşılaştırıldığında, ikinci el ürün taleplerindeki artışın toplam kara olan olumlu yöndeki etkisine karşın sıfır ürün taleplerindeki artışın toplam karda olumsuz yönde meydana getirdiği bir etkiden söz edilebilir.

### 3.4.3. Müşterinin talep ettiği ürünü beklemekten vazgeçip diğer kalitedeki ürünü tercih etme oranındaki değişikliğin analizi (Senaryo C)

Müşterileri talep ettiği kalitedeki ürün için bekleme durumlarına göre sabırlı ve sabırsız müşteri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Sabırlı müşteri grubunun 0.1'lik kısmının ürün için talep ettiği kaliteyi beklemekten vazgeçerek diğer kalitedeki ürünü tercih ettiği, sabırsız müşteri grubunun ise 0.7'lik kısmının tercih ettiği kalitedeki ürünü beklemekten vazgeçerek diğer kalitedeki ürünü tercih ettiği şeklinde iki ayrı durum ele alınmıştır. Tablo 11'e göre sabırlı müşteri grubunda toplam karda %0.02 oranında bir artış gözlemlenirken, sabırsız müşteri grubunda toplam karın %0.03 oranında azaldığı görülmektedir. Sabırsız müşterilerin talep ettikleri kalitedeki ürünün olmaması halinde diğer kaliteyi tercih etme oranlarının fazla olmasının depolama maliyetini, üretim maliyetini ve toplam maliyeti azaltması, talebin diğer kalitedeki ürünün stoklarından karşılanması sonucu depolama ve üretim maliyetini azalttığı şeklinde yorumlanabilir. Toplam gelir açısından bakıldığında sabırlı müşteri grubunun toplam gelir üzerinde pozitif yönde bir etkisi olduğu, sabırsız müşteri grubunun ise negatif yönde bir etkisi olduğu görülmektedir.

**Tablo 11: Senaryo C' ye göre toplam gelirin bir yüzdesi olarak optimum değerler**

Performans kriteri	Demontaj tesisinin kapasitesinin değiştirilmesi		
	Sabırlı müşteri grubu	Mevcut müşteri grubu	Sabırsız müşteri grubu
	$\lambda=0.1$	$\lambda=0.4$	$\lambda=0.7$
PK1	215580	215535	215460
PK2	841250	839750	838750
PK3	497590	496400	495580
PK4	75162	74977	74849
PK5	30483	30439	30410
PK6	182900	182640	182460
PK7	24829	25210	25462
PK8	5758	5600	5527
PK9	1056800	1055300	1054200

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son zamanlarda artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan enerji ve doğal kaynaklar azalmaktadır. Bunun yanı sıra kullanılmış ürünlerin geri kazanımının doğal kaynakların korunması, enerji tasarrufu ve çevreye verilen zararın azaltılması konusundaki avantajları tersine lojistiği konu edinen ağlara verilen önemi artırmıştır. Bu nedenle ileri akışın yanında tersine akışı da konu edinen kapalı döngü tedarik zinciri ağların tasarımı ve ağdaki akışların etkin bir şekilde yönetilmesi son derece önemli hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında genel bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı için doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir.

Oluşturulan modelde müşteri taleplerinin karşılanamaması durumunda yoksatma maliyeti ve müşterinin talep ettiği kalitedeki ürünü bekleyemeye razı olmaması halinde talebin belirli bir kısmının bir sonraki dönem diğer kalitedeki ürüne kayması dikkate alınmıştır. Model örnek bir problem üzerinde çözülmüştür. Ayrıca, müşterilerin ürün fiyatlarındaki değişiklikler ve reklamlardan ve diğer kullanıcı tecrübelerinden etkilenmesi sonucu talep kaymalarını ve bu talepteki değişikliklerin model davranışına olan etkilerini analiz edebilmek üzere bir dizi senaryo oluşturulmuştur. Talep ettikleri ürünü teslim almak için beklemeyi göze alan sabırlı ve sabırsız müşteri profilleri için de senaryolar geliştirilerek değişikliklerin performans ölçütleri üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Örnek problem ve senaryo problemleri için GAMS-Cplex çözücüsü kullanılarak optimum sonuçlar elde edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda, müşteri davranışlarının neden olduğu taleplerdeki dinamikliğin kapalı döngü tedarik zinciri ağının yapısına olan etkisini analiz edebilmek için simülasyon tekniğinin kullanılması hedeflenmektedir.



**KAYNAKLAR**

1. Alumur, S.A., Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F., Verter, V. (2012), "Multi-period reverse logistics network design", *European Journal of Operational Research*, 220,pp.67–78.
2. Amin, H. S., Zhang, G., Akhtar, P. (2017), "Effects of uncertainty on a tire closed-loop supply chain network", *Expert Systems With Applications*, 73,pp.82–91.
3. Assavapoke, T., Wayuparb, P., Yao, H. (2006), "Reverse Logistics Network Design for Electronic Products in the State of Texas", Technical Report at the University of Houston, September,pp.1-30.
4. Demirel N., Özceylan E., Paksoy T., Gökçen H. (2014)., "A genetic algorithm approach for optimizing a closed-loop supply chain network with crisp and fuzzy objectives", *International Journal Of Production Research*, 52,pp.3637-3664.
5. Demirel E., Demirel N., Gokcen H. (2016), "A mixed integer linear programming model to optimize reverse logistics activities of end-of-life vehicles in Turkey", *Journal Of Cleaner Production*, 112,pp.2101-2113.
6. Kaçtıoğlu, S., Şengül, Ü. (2010), "Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı Ve Bir Karma Tamsayılı Programlama Modeli", *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler*, 24(1),ss.89-111.
7. Krikke, H.R., van Harten, A., Schuur, P.C. (1999), "Business case Oce: Reverse logistic network re-design for copiers", *OR Spektrum*, 21(3),pp. 381-409.
8. Lu, Z., Bostel, N., Dejax, P. (2005), "Simple Plant Location Problem with Reverse Flow", *Supply Chain Optimisation Product/Process Design Facility Location and Flow Control*, 94, Springer,pp.151-166.
9. Özceylan, E., Paksoy, T. (2013), "A mixed integer programming model for a closed-loop supply-chain network", *International Journal of Production Research*, 51 (3),pp.718-734
10. Özceylan E., Demirel N., Çetinkaya C. (2017), Demirel E., "A Closed-Loop Supply Chain Network Design for Automotive Industry in Turkey", *Computers & Industrial Engineering*, 1,pp.1-27.
11. Sajan T.J., Sridharan R., Ram Kumar P. N. (2017), " Multi-period reverse logistics network design with emission cost ", *International Journal of Logistics Management*, 28(1),pp.127-149.
12. Shi, J., Liu, Z., Tang, L., Xiong, J. (2017), "Multi-objective optimization for a closed-loop network design problem using an improved genetic algorithm ", *Applied Mathematical Modelling*, 45,pp.14–30.
13. Simic, V. (2013), "End-of-life Recycling- A Review of the State of The Art", *Technical Gazette*, 20(2),pp.371-380.
14. Tan, A., Chanchaichujit, J. (2016), " A Decision Making Framework for Reverse Logistics Network Design", *Malaysia Institute for Supply Chain Innovation*,pp.16-05.

15. Üster, H., Hwang, S. O. (2016), “Closed-Loop Supply Chain Network Design Under Demand and Return Uncertainty”, *Transportation Science*,56.
16. Zandieh, M., Chensebli, A. (2016), “Reverse logistics network design: a water flow-like algorithm approach”, *Opsearch*, 53,pp.667–692.
17. Xu, Z., Pokharel, S., Elomri, A., Mutlu, F. (2017), ” Emission policies and their analysis for the design of hybrid and dedicated closed-loop supply chains”, *Journal of Cleaner Production*, 142,pp.4152-4168.
18. Wang, Z., Yao D.Q., Huang, P. (2007), “A new location-inventory policy with reverse logistics applied to B2C e-markets of China”, *International Journal of Production Economics*, 107,pp. 350–363.

# BEYAZ EŞYA ÜRETİM TESİSİNDE MİLK-RUN SİSTEMİ ENTEGRASYONU

Umut Rıfat TUZKAYA<sup>1</sup>, Sevgi ŞAHİN<sup>2</sup>

## ÖZET

*Bu çalışmada, bir beyaz eşya üretim tesisinde milk-run sistemi ile malzeme dağıtım faaliyetlerinin entegrasyonu hedeflemektedir. Üretim tesislerinin rekabetçi ortamında, katma değerli olmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması giderek daha önemli bir faktör haline gelmektedir. Ürünlerin (hammadde, yarı mamul, bitmiş ürün) doğru bir planlama ile taşınması, tesis içi lojistikte boğa harcanan zamanın ve maliyetin ortadan kaldırılması için dikkate alınması gereken en önemli hususlardan biridir. Dolayısıyla, malzemenin mümkün olan en kısa mesafelerde ve sürede dağıtmak ve toplamak için esnek ve güvenilir bir sistem sağlayan optimal çözümlerin bulunması gereklidir. Milk-run sistemi, stok alanlarından üretim hatlarına malzeme sevki sırasında süpermarketlerden faydalanılarak ve küçük trenler kullanarak daha etkin bir ikmal yolu haline gelmektedir. Çalışmada, öncelikle fabrikada milk-run malzeme taşıma sistemleri literatürü incelenmektedir. Ardından gerçek bir imalat ortamında vaka çalışması yapılmaktadır. Vaka çalışmasının sonuçları, fabrika içi milk-run sisteminin entegrasyonu model ve çözümleriyle sunulmaktadır.*

**Anahtar kelimeler:** Malzeme Taşıma, Tesis İi Lojistiği, Tesis İi Milk-run,

## MILK-RUN SYSTEM INTEGRATION IN A WHITE GOODS PRODUCTION FACILITY

### ABSTRACT

*In this study, the aim is to integrate the milk-run system and material distribution activities in a white goods manufacturing facility. In the competitive environment of production facilities, the elimination of non-value-added activities is becoming an increasingly important factor. Proper transportation of the products (raw materials, semi-finished products, finished products) is one of the most important considerations to be taken in order to eliminate waste time and cost in facility logistics. Therefore, it is necessary to find an optimal solution that provides a flexible and reliable system for distributing and collecting materials at the shortest possible intervals and at the shortest possible time. Milk-run system becomes a more efficient supply route by using small trains and supermarkets during material dispatch from stock areas to production lines. In this study, firstly the facility milk-run material handling systems literature is examined. Then a*

<sup>1</sup> Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, [tuzkaya@yildiz.edu.tr](mailto:tuzkaya@yildiz.edu.tr)

<sup>2</sup> Endüstri Mühendisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, [sevgisahin121@gmail.com](mailto:sevgisahin121@gmail.com)

*case study is conducted in a real manufacturing environment. The results of the case study are presented in a model and solution of the integration of the milk-run system in the factory.*

**Keywords:** Material Handling, Facility Logistics, Facility milk-run

## 1. GİRİŞ

Lojistik, bir ürünü kendi kaynağından nihai tüketicisine teslim etmek için gereken herhangi bir etkinlik olarak tanımlanabilir. Lojistik, ürün veya hizmetler için önemli bir değer yaratan etkinlik olarak düşünülür. Lojistikte en çok kabul gören tanım Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP) tarafından yapılmaktadır. Bu tanıma göre lojistik; ürünlerin üretildiği noktadan tüketim noktasına kadar tedarik zincirinde malların, hizmetlerin ve bilgi akışlarının hareketini ve depolanmasını planlamak, uygulamak, kontrol etmek ve müşterilerin ihtiyaçlarını verimli bilgi akışı ile karşılamak için etkili bir yoldur.

Lojistik temel olarak 3 kısımda incelenebilir: tedarikçiden tesise kadar olan lojistik, tesis içi lojistik ve tesisten müşteriye olan lojistik (Baudin, 2004). Bu çalışmada tesis içi lojistik konusuna odaklanılmıştır. Tesis içi lojistik ile mevcut üretim sistemi arasındaki entegrasyon verimlilik ve etkinlik kavramları için kaçınılmazdır.

Malzeme taşıma, katma değeri olmayan faaliyetlerin giderilmesi ve maliyetin düşürülmesi için dikkate alınması gereken en önemli hususlardan biridir. Bir malzeme taşıma sistemi, imalat süreci boyunca malzemelerin taşınması, elleçlenmesi, depolanması ve kontrolü olarak tanımlanabilir. Bir malzeme taşıma sisteminin temel amacı, malzemenin doğru miktarda, istenilen yere doğru zamanda, en düşük maliyetle ve dikkatle teslim edilmesini sağlamaktır. Etkin tasarlanmış bir malzeme taşıma sistemi, işletme maliyetinde, üretim döngüsü süresinde, malzeme taşıma maliyetinde, gecikmelerde ve hasarlarda azalma sağlar. Verimliliği, esnekliği, insan gücünün daha iyi kullanılmasını, malzeme akışını ve taşıma otomasyonunu artırır.

Bu çalışmada belirli rotalarda periyodik olarak hareket eden araçlardan oluşan bir sistem dikkate alınmıştır. Bu sistem milk-run malzeme dağıtım sistemi olarak da adlandırılır. Milk-run dağıtım sistemlerinin tesis içi lojistikte kullanılması, malzeme taşıma sistemini standartlaştırır ve katma değersiz faaliyetleri ortadan kaldırır. Bu çalışmada, gerçek imalat ortamındaki gözlemlere dayanarak, milk-run taşıma sisteminin tesis içi entegrasyonu problemi anlatılmaktadır. Problemin kısıtları belirlenmekte ve modeli kurulmaktadır. Yapılan modelin amacı, kat edilen mesafeyi en aza indirmektir. Geliştirilen modelin uygulanabilirliğini göstermek için beyaz eşya üretim tesisinde sayısal bir vaka çalışması çalışmanın devamında yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tesis içi malzeme taşıma sisteminin tasarımı, Araç Rotalama Problemleri (ARP) ve daha özel olarak milk-run dağıtımları ile ilgili olmaktadır. Bazı açılardan, tesis içindeki ARP, hem

teslimat hem de alımlar ve araç kapasitesine sahip olduğu için fabrikanın dışındaki ARP'ye benzemektedir. Milk-run; alıcılar ve teslimatlar ile kapasitesi belirli olan ARP problemi olarak düşünülebilir.

Yalın üretim ortamında milk-run dağıtım sisteminin tasarımı ile doğrudan ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır. Malzeme taşıma sistemi kapsamında incelenen konular çoğunlukla aynı anda malzeme taşıma sistemi tasarımı ve tesis düzeni tasarımı, malzeme taşıma ekipmanlarının sayısının en aza indirilmesi ve en uygun malzeme taşıma ekipmanının seçimi ile ilgilidir.

Tesis yerleşimi ve malzeme taşıma sistemi tasarım konuları birbirlerini etkilediğinden çalışmaların çoğunda bu iki konu birlikte yer almaktadır. Tesis yerleşimi ve ayrık malzeme taşıma sistemi tasarımı alanlarında bir araştırma Rajagopalan ve Heragu (1997) tarafından sunulmuştur. Üretim lojistiği alanındaki trendleri dikkate alarak, tesis yerleşim tasarımı ve malzeme akış ağı tasarımı alanlarını birleştirmeye çalışmaktadırlar.

Malzeme taşıma araçlarının optimum sayısının bulunması, malzeme taşıma sistemi tasarımı kapsamında incelenen bir diğer konudur. Hwang (2004) tarafından belirli bir sabit tesis düzeni ve önceden belirlenmiş malzeme akış yolları için minimum taşıma aracı sayısını bulmak için bir sezgisel yöntem geliştirilmiştir.

Tam zamanında (Just-in-Time - JIT) sistemlerde araç rotalama çalışmaları Vaidyanathan, Matson, Miller ve Matson (1999) tarafından yapılmıştır. Araçların toplam yolculuk süresini en aza indirmek amacıyla doğrusal olmayan bir programlama modeli oluşturmuşlardır. Akıllıoğlu, Baydoğan, Bolatlı, Canbaz, Halıcı, Sezgin, Özdemirel ve Türkcan (2006) tarafından milk-run dağıtım sisteminin tasarımı için gerçek bir imalat ortamında karışık tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışmalarında modelin simülasyonu da yapılmıştır. WIP ve ulaşım maliyetleri gibi zor ölçümler yapılabilecek konulardaki iyileştirmeler gösterilmektedir. Uygulama sonuçlarına göre ulaşımdaki ve WIP maliyetindeki iyileşmelerin yüzdesi %66 şeklindedir.

Yalın üretim alanında çalışılan bir başka milk-run dağıtım sistemi Domingo, Alvarez, Pena ve Calvo (2007) tarafından yapılmıştır. Uygulamalarının sonuçlarına göre, tesis içi taşıma zamanının ve çevrim sürelerinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca; gereksiz stoklarda, aşırı nakliye miktarlarında ve boşa kalma sürelerinde azalma görülmektedir.

Bir elektronik şirketinin üretim hatları için lojistik tren kullanılan malzeme dağıtım sisteminin simülasyonu Costa, Dias, Oliveira ve Pereira(2008) tarafından yapılmıştır. Modelden elde edilen deneysel sonuçlar, periyodik olarak hareket eden trenin maddi avantajlara sahip olduğunu gösterdi.

Sonuç olarak, literatürde ARP'ler hakkında çok sayıda yayın bulunmaktadır, ancak bu yayınlardan azı, yalın üretim ortamlarında tesis içi lojistik tasarımı içermektedir. Yalın üretim ortamında milk-run trenlerinin kullanılmasının avantajlarını ortaya koyan sınırlı sayıda yayın bulunmaktadır.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada, beyaz eşya üreticisi bir fabrikada tesis içi lojistikte milk-run sisteminin entegrasyonu incelenmiştir. Üretim gereksinimlerine göre bazı tesislerde araçların zaman periyotları belirli bir değere veya muhtemel bazı değerlere sahip olabilmektedir. Böyle durumlarda, modeller belirli zaman aralıklarında kullanılacak güzergahları ve araç sayısını bulmak için faydalı olmaktadır. Çalışmada sunulan Karışık Tamsayı Doğrusal Programlama (Mixed Integer Linear Programming) modelinde, taşıta atanabilecek yolların sayısı dışında birden fazla rota varsayımları yapılmıştır. Milk-run treninin zaman aralığı belirlendiğinden, WIP maliyeti amaç fonksiyonunda bir işlev olarak değerlendirilmemektedir. Buradaki amaç mesafeyi en aza indirmektir. Milk-run treninin montaj hatlarının taleplerini karşılamak için kat ettiği mesafeyi en aza indirerek taşıma maliyetini de azaltmış olmaktadır. (Kılıç vd., 2012).

#### Varsayımlar

- Model, yinelenen ve düzgün imalatın olduğu yalın bir üretim ortamına göre tasarlanmıştır.
- İmalat sistemi çekme esaslıdır.
- Tesis içi tasarım değişken değildir. Malzeme taşıma sistemi tasarımı, mevcut yerleşime göre yapılır.
- Her talep noktası bir malzemeye olan talebe karşılık gelir. Her talep noktasının talep / arz oranı sabittir.
- Talep noktalarında gerçekleştirilen malzeme taşınması dikkate alınmaz. Talep noktalarının girdi ve çıktı stok alanlarındaki malzeme taşınması dikkate alınır.
- Milk-run aracının hızı sabittir.
- Araç hareketleri sırasında herhangi bir trafik problemi olmaz.
- Bir aracın her turunda maliyet sabittir.
- Turlar sırasında araçta bir sorun veya durma yaşanmaz.
- Modeldeki tüm araçlar aynıdır.

**Amaç Fonksiyonu:** Toplam mesafeyi minimize etmek

$$\min Z = \sum \sum_{\text{vehicleroute}} v_r * \text{distance}_r$$

#### Notasyon

İndisler

i : hücre

r : rota

v : araç

### Parametreler

$time_r$ : bir aracın “r” rotasında harcadığı sabit zaman (saat)  
 $demand_i$ : “i” hücresinin 1 çevrimde talep ettiği trolley miktarı  
 $loadunload$ : 1 trolley için yükleme boşaltma süresi(saat/ trolley)  
 $distance_r$ : “i” hücresinin talebini karşılamak için toplam katedilen mesafe(metre)  
 $t_{fixed}$ : periyot süresi (saat)  
 $N_r$ : “r” rotasına atabilecek hücrelerin kümesi  
 $maxvehicle$ : sistemdeki maximum araç sayısı  
 $cap$ : araç kapasitesi  
 $M$ : büyük bir sayı

### Karar Değişkenleri

$X_{ivr}$ : “i” hücresinin “v” aracının “r” rotasına atanması ya da atanmaması durumu (1 or 0).  
 $Divr$ : “i” hücresinin “v” aracının “r” rotasında 1 çevrimlik talep miktarı.  
 $Livr$ : “i” hücresinin “v” aracının “r” rotasında 1 çevrimdeki yükleme-boşaltma süresi.  
 $vehicle_v$ : “v” aracının seçilmesi ya da seçilmemesi durumu (1 ya da 0).  
 $vehicleroute_{vr}$ : “r” rotasının “v” aracına atanması ya da atanmaması durumu(1 ya da 0).  
 $vehicleroutecycle_{vr}$ : “v” aracının “r” rotasında harcadığı toplam çevrim süresi (aracın sabit yolculuk süresi ve toplam yükleme-boşaltma süresi dahil olmak üzere)

### Kısıtlar

$$\sum_v \sum_r X_{ivr} = 1 \quad \forall i \quad (1)$$

$$\sum_{i \in N_r} X_{ivr} = 0 \quad \forall v, \forall r \quad (2)$$

$$M * vehicleroute_{vr} \geq \sum_i X_{ivr} \quad \forall v, \forall r \quad (3)$$

$$M * vehicleroute_{vr} \geq D_{ivr} \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (4)$$

$$M * vehicleroute_{vr} \geq L_{ivr} \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (5)$$

$$M * X_{ivr} \geq D_{ivr} \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (6)$$

$$M * X_{ivr} \geq L_{ivr} \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (7)$$

$$L_{ivr} = D_{ivr} * loadunload \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (8)$$

$$D_{ivr} = t_{fixed} * demand_i * X_{ivr} \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (9)$$

$$M * vehicle_v \geq vehicleroute_{vr} \quad \forall v, \forall r \quad (10)$$

$$\sum_v vehicle_v \leq maxvehicle \quad \forall i, \forall r \quad (11)$$

$$vehicleroutecycle_{vr} = \sum_i L_{ivr} + vehicleroute_{vr} * time_i \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (12)$$

$$\sum_r vehicleroutecycle_{vr} \leq t_{fixed} \quad \forall v \quad (13)$$

$$\sum_i D_{ivr} \leq cap \quad \forall v, \forall r \quad (14)$$

$$X_{ivr}, vehicle_v, vehicleroute_{vr} \in \{0,1\}, \quad others \geq 0 \quad \forall i, \forall v, \forall r \quad (15)$$

Modelin kısıtlarının açıklamaları aşağıdaki gibidir:

- (1) Her “i” hücresi, bir “v” aracın bir “r” rotasına atanmıştır.
- (2) “r” yolu üzerinde değilse, “v” aracının “r” rotasına “i” hücresi atanmamıştır.
- (3) Seçili olmayan “v” aracın “r” rotasına “i” hücresi atanmamıştır.
- (4) Seçilmemiş “v” aracın “r” rotasında “i” hücresinin talebi sıfırdır.
- (5) “i” hücresinin boşaltma zamanı, seçilmemiş “v” aracın “r” rotasında sıfır olur.
- (6) “v” aracının “r” hattındaki “i” hücresine olan talep o rotaya atanmazsa sıfır olur.
- (7) “v” taşıtının “r” hattındaki “i” hücresinin yükleme-boşaltma süresi o rotaya atanmazsa sıfır olur.
- (8) “v” aracın “r” hattındaki “i” hücresinin toplam yükleme-boşaltma süresi belirlenir.
- (9) “v” aracın “r” hattındaki “i” hücresinin toplam talebi belirlenir.
- (10) Seçilmemiş “v” araçta rota ataması yapılmaz.
- (11) Seçilen toplam araç sayısı üst limit ile sınırlandırılmıştır.
- (12) “v” aracının “r” rotasının çevrim süresi hesaplanır.
- (13) Bir “v” aracının çevrim süresi sabit ; belirlenmiş bir süre ile sınırlandırılmıştır.
- (14) Aracın kapasitesi, hücrenin bir araca her atamasında kontrol edilir.
- (15) Karar değişkenleri 0-1 olarak ikili tamsayı değişken veya gerçek sayı olarak tanımlanır.

#### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada, bir beyaz eşya üretim tesisinde içi lojistikte milk-run taşıma sisteminin entegrasyonu sağlamak amacıyla kurulan modelin uygulanması işlemi yapılacaktır. Tesis, milk-run aracıyla Kapı Camı adında bir yarı mamul ürününü taşımak istemektedir. Milk-run aracı kullanmadan önce Kapı Camı yarı mamulü elle taşınmaktaydı. Elle taşımamanın pahalı



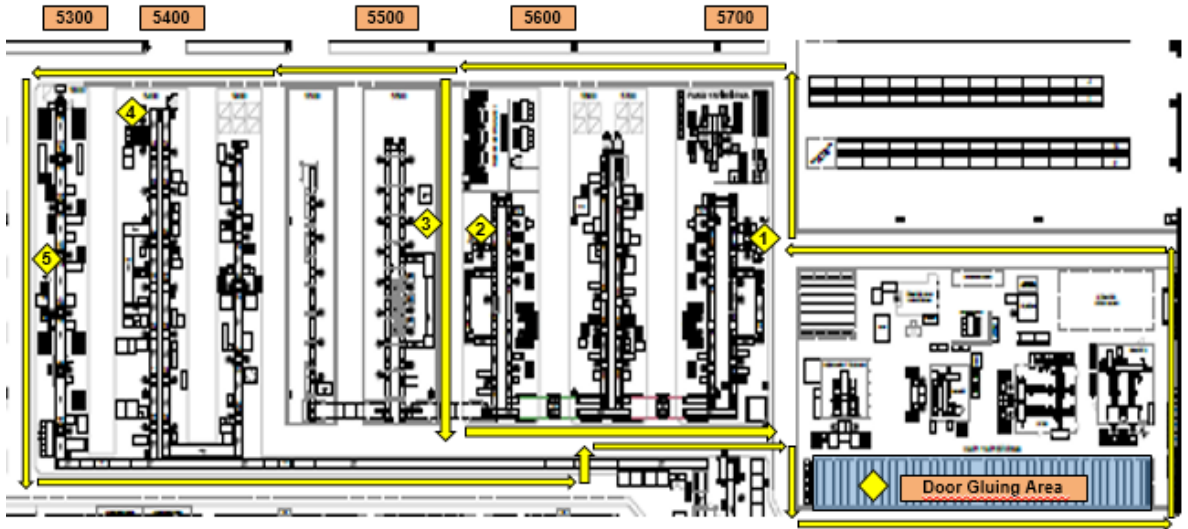
olması ve çalışan için ergonomik olmaması nedenleriyle, tesis milk-run aracını kullanmaya karar vermiştir. Tesis hücre olarak adlandırılan talep noktalarının talebini karşılayarak taşıma maliyetlerini en aza indirmek istemektedir.

Kapı Yapıştırma Alanı olarak adlandırılan Kapı Camı'nın stok noktası Şekil 1'de gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 1'de talep noktaları olan montaj hatları; 5700, 5600, 5500, 5400 ve 5300 şeklindedir ve bu talep noktaları 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı hücreler olarak gösterilmektedir.

Sistemin tasarımındaki ilk adım, rotaların tesis içi düzene, ürün akışına ve fiziksel koşullara göre oluşturulmasıdır. Milk-run aracı hücrelere dolu trolleyleri bırakıp boş trolleyleri alır ve Kapı Camı stok alanına boş trolleyleri getirir. 1 trolley 18 kapı camı kapasitesine sahiptir. 1 milk-run aracının kapasitesi 4 trolley şeklindedir. Tablo 1'de gösterilen 4 güzergah bulunmaktadır.

**Tablo 1: Rotalar**

Rota no	Talep noktaları
1	C1, C2, C3
2	C1, C4, C5
3	C1, C2, C4, C5
4	C1, C3, C4, C5



**Şekil 1: Tesis içi yerleşim düzeni**

#### 4.1. Veri Toplama

Rotaların uzunluğu ve milk-run aracının rotayı tamamlama süresi Tablo 2 de gösterilmektedir.

**Tablo 2: Rotaların uzunluğu ve milk-run aracının rotaları tamamlama süresi**

Rota no	1	2	3	4
Süre (saat)	0.066667	0.083333	0.1	0.1
Mesafe (m)	500	640	640	640

Fabrika günde 3 vardiya çalışmaktadır. Montaj hatlarının talepleri vardiyalarda sabittir. Tablo 3'te montaj hatlarının talepleri gösterilmektedir.

**Tablo 3: Montaj hatlarının (hücrelerin) talepleri**

Hücre no	1	2	3	4	5
Trolley/saat	4	4	4	3	2

Her bir hücre için yükleme-boşaltma süresi sabittir ve 45 saniyedir. Tablo 4 te hücrelerin yükleme boşaltma süreleri gösterilmektedir.

**Tablo 4: Yükleme-boşaltma süresi**

Hücre no	1	2	3	4	5
Yükleme-boşaltma(saat)	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125

1 periyodun sabit tamamlanma süresi 16 dakika olarak ölçülmüştür ve Tablo 5'te saat olarak gösterilmektedir.

**Tablo 5: 1 rota periyodunun sabit tamamlanma süresi**

Rota no	1	2	3	4
Süre(saat)	0.26667	0.26667	0.26667	0.26667

#### 4.2. Problemin Çözümü

Milk-run aracının talep noktalarını besleyerek toplam mesafenin minimize edilmesi modeli GAMS (General Algebraic Modelling Systems) optimizasyon programında çözülmektedir. Verilen parametreler altında, model GAMS'in CPLEX modülünü kullanılmıştır.

Problem GAMS programının CPLEX modülü ile çözülmüştür ve sonuçları aşağıdaki gibidir:

- I. Fabrika aktif olarak 1 milk-run aracı kullanmaktadır. Model varsayımları ve kısıtlar sonucunda amaç fonksiyonu 1140 metre olarak bulunmuştur.

**Tablo 6: I. Alternatif için amaç fonksiyonu**

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR z	-INF	1140.000	+INF	.
		z objective function		

- X (i, v, r) değişkeninin değeri Tablo 7 de gösterilmektedir. 1., 4., ve 5. hücrelerin talepleri rota 2 kullanılarak karşılanacaktır. 2. ve 3. hücrelerin talepleri rota 1 kullanılarak karşılanacaktır. Aracın rota çevrimini tamamlama süresi Tablo 8 de gösterilmektedir.

**Tablo 7: X (i, v, r)**

hücre	araç	rota1	rota2
1	1		1.000
2	1	1.000	
3	1	1.000	
4	1		1.000
5	1		1.000

**Tablo 8 : Aracın rota çevrim süresi**

araç	rota1	rota2
1	0.093	0.113

Sonuç olarak; 1 milk-run aracı 0.093 saatte (5,58 dakika) rota1 i ve 0.113 saatte (6,78 dakika) rota2 yi tamamlamaktadır. Tüm talep noktalarını karşılamak yaklaşık 13 dakikadır. Milk-run operatörünün tesiste % 80 verimle çalıştığı kabul edilmektedir. Hesaplamalardan sonra milk-run çevrimi 16,25 dakika (13 / 0,8) olarak kabul edilebilir. Fabrika, milk-run çevrim süresini 21 dakika olarak kabul etmektedir, model ve çözüm sonucunda elde edilen yaklaşık 17 dakikalık çevrim süresi tatmin edicidir. Fabrika bir turda 4 dakika kazanmıştır, milk-run günde yaklaşık 24 çevrim yapmaktadır (günlük talepler doğrultusunda). Böylece, tesis 1 günde 96 dakika kazanmıştır. Fabrika içi lojistikte milk-run aracının kullanacağı rota-

lar belirlenmiş ve kat edilen mesafe en küçüklenmiştir. Optimal çözüm hedefine ulaşılmış ve milk-run sisteminin tesis içindeki entegrasyonu sağlanmıştır.

- II. Fabrikada 1 milk-run aracı aktif olarak kullanılmaktadır, ancak çalışmamda milk-run araç sayısını 2 ye çıkarıp 5.hücresinin talebini 2 den 12 ye arttırdım. Talepteki bu artış mümkün bir durumdur, çünkü 5.hücre tadilat halindedir ve bu hücreye 2 talep noktası yerleştirilecek ve çevrim süresi daha kısa olan bir fırın üretilmeye başlanacaktır. Bu durumlar sonucunda talebin artması kaçınılmaz olacaktır. II. Alternatifin amaç fonksiyonu 1780 olarak Tablo 9 da gösterilmektedir.

**Tablo 9: II. Alternatif için amaç fonksiyonu**

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR z	-INF	1780.000	+INF	.
		z objective function		

- X (i, v, r) değişkeninin değeri Tablo 10 da gösterilmektedir. 1., 2., ve 3. hücrelerin talepleri rota 1 kullanılarak 1.araç tarafından karşılanacaktır. 4.hücresinin talebi rota 3 kullanılarak 1.araç tarafından karşılanacaktır. Son olarak; 5.hücresinin talebi rota 4 kullanılarak 2.araç tarafından karşılanacaktır. Araçların rota çevrimini tamamlama süresi Tablo 11 de gösterilmektedir.

**Tablo 10: X (i, v, r)**

hücre	araç	rota1	rota3	rota4
1	1	1.000		
2	1	1.000		
3	1	1.000		
4	1		1.000	
5	2			1.000

**Tablo 11: Araçların rota çevrim süreleri**

araç	rota1	rota3	rota4
1	0.107	0.110	
2			0.140

- II. alternatifin çözümünde sonuç olarak 1.araç, 0107 saatte (6,42 dakika) rota1 i ve 0,110 saatte (6,6 dakika) rota 3'ü tamamlamaktadır. 2.araç, 0,140 saatte (8,4 dakika) rota4'ü tamamlamaktadır. Tüm talebi karşılamak için 21,42 dakika gerekmektedir. Milk-run operatörünün % 80 verimle çalıştığı kabul edildiği için, çevrim süresi yaklaşık olarak 27 dakikaya yükselmektedir. Çevrim süresindeki 10 dakikalık artışın nedeni, 5.hücrenin talebinin 6 katına çıkarılmasıdır. II. alternatifin çözümünün uygulanması için 5.hücrenin olduğu 5300 montaj hattının inşaatının tamamlanması gerekmektedir. Çözüm sonucunda fabrikanın mevcut durumda kullandığı 1 milk-run aracının talep artışını karşılayamayacağı, bu nedenle 2. milk-run aracını kullanmaları gerektiği sonucu çıkarılmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir iç lojistik aracına birden fazla rotanın atanabilmesini sağlayan karma tam sayılı doğrusal bir model sunulmaktadır. Modelin uygulanabilirliğinin gösterilmesi için sayısal bir çalışma üzerinde belirlenen iki alternatifte göre çözümler elde edilmektedir. Elde edilen çözümlerde tesis içi yarı mamul taşıma aracının en kısa mesafede çevrimini tamamlaması için gereken en uygun rotalar belirlenmektedir. Alternatiflerin sonucunda 1 araç kullanılması durumunda mevcut duruma göre 1 çevrimin süresinin 21 dakikadan 17 dakikaya indiği görülmektedir. Yaklaşık olarak 1 çevrim süresinin %20'si kazanılmaktadır.

Üretim ortamında talep noktalarının ihtiyaçlarının istenilen miktarda, minimum maliyetle ve olabilecek en kısa çevrim süresiyle karşılanması etkinlik ve verimliliğin artmasında önemli faktörler haline gelmektedir. Süpermarketlerin stok seviyelerinin kontrol halinde tutulmasında, periyodik hareketlerle çeşitli noktalardaki taleplerin karşılanmasında ve çalışanlara ergonomik çalışma ortamı sunulmasında tesis içi milk-run trenlerinin kullanılması önem kazanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akıllıoğlu AH, Baydoğan MG, Bolatlı Y, Canbaz D, Halıcı A, Sezgin Ö, Özdemirel NE, Türkcan A (2006), "Pull-based milk-run distribution system design for a firm producing diesel injectors"
- Baudin, M. (2004), "Lean logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods, Productivity Press", New York.
- Costa B, Dias LS, Oliveira JA, Pereira G (2008)," Simulation as a tool for planning a material delivery system to manufacturing lines". Engineering Management Conference IEEE International (978-1-4244-2288-3)
- Domingo R, Alvarez R, Pena MM, Calvo R (2007), "Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study". *Assemb Autom* 27(2):141-147

- Huseyin Selcuk Kilic & M. Bulent Durmusoglu & Murat Baskak(2012), “Classification and Modeling for in-plant milk run distribution systems, Int J Adv Manuf Technol” 62:1135–1146  
DOI 10.1007/s00170-011-3875-4
- Hwang HS (2004), “Heuristic transporter routing model for manufacturing facility design”. Comput Ind Eng 46:243–251
- Rajagopalan S, Heragu SS (1997) Advances in discrete material handling system design. Decision Sciences and Engineering Systems Department, USA
- Vaidyanathan BS, Matson JO, Miller DM, Matson JE (1999) A capacitated vehicle routing problem for just in time delivery. IIE Trans 31:1083–1092

# ETKİN BİR YÖNETİM ARACI: SATIŞ & OPERASYON PLANLAMA (S&OP) ve OLGUNLUK MODELİ ÖNERİSİ

*Batuhan KOCAOĞLU<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Günümüzde firmaların, sadece tedarik zinciri maliyetinin düşürülmesi konusunun ötesini düşünmesi gerekmektedir. İlerisi için daha güvenilir, hızlı ve çevik iyileştirilmiş tedarik zincirleri geliştirilmesi hedeflenmelidir. Bu dönüşümün merkezi, satış ve operasyon planlamasıdır (S&OP). Bu amaçla firmaların S&OP süreçlerini analiz etmesi, bu süreçlerini bir olgunluk modeli çerçevesinde izlemesi ve geliştirmesi önem taşır. S&OP konusu ve olgunluk modeli ile ilgili, literatürdeki çalışma sayısı oldukça azdır. Oysa S&OP sınıfında en iyi olmayı isteyen şirketler için önemli bir stratejidir. S&OP üst düzey bir karar verme sürecidir. Firmadaki çalışanlara, çok iyi müşteri hizmeti seviyesi sunabilme ve işleri daha iyi yapma imkanı vermektedir. Doğru kullanılırsa, çok faydalı bir araçtır. Buna karşın çoğu firmada S&OP kullanılmaya çalışılmakta, ama genel de ne olduğu anlaşılmamaktadır. Süreç implemente edilmeye çalışılmakta ama zorluklar yaşanmaktadır. Bu makalede, S&OP kavramı ve ilişkili olgunluk modelleri incelenerek, aktarılacak ve uygulamaya yönelik karma bir yapı önerilecektir.*

**Anahtar kelimeler:** S&OP, Satış ve operasyon planlama, Olgunluk modeli

## AN EFFECTIVE MANAGEMENT TOOL: SALES & OPERATIONS PLANNING (S&OP) and MATURITY MODEL

### ABSTRACT

*Nowadays, companies need to think beyond just reducing the cost of the supply chain. The future should be to develop more reliable, faster and agile, improved supply chains. The center of this transformation is sales and operation planning (S&OP). For this purpose it is important for companies to analyze S&OP processes and to monitor and develop these processes within the framework of a maturity model. The number of studies in the literature concerning the S&OP topic and maturity model is very few. However, S&OP is an important strategy for companies that want to be the best in their class. S&OP is a high-level decision-making process. It gives employees a very good level of customer service and the ability to do their jobs better. If used correctly, it is a very useful tool. On the other hand, most companies are trying to use S&OP, but in general it is not clear what it is. The process is being tried to be implemented but there are difficulties.*

---

<sup>1</sup> Doç.Dr., Piri Reis Üniversitesi, İİBF, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, [batuhan.kocaoglu@gmail.com](mailto:batuhan.kocaoglu@gmail.com)

*In this article, the concept of S&OP and related maturity models will be examined and a mixed framework will be proposed for implementation.*

**Keywords:** S&OP, Sales and operations planning, Maturity model

## 1. GİRİŞ

Günümüzün zorlu ekonomik ortamı tarafından baskı altına alınan çoğu firma, öncelikle tedarik zinciri maliyetinin sınırlandırılmasını amaçlayan, çok kısa vadeli ve savunma amaçlı tedarik zinciri stratejisi izlemektedir. Şirketler maliyet kısmına odaklanarak, kısa vadede hızlı fayda sağlayabilirken, tedarik zinciri süreçlerini yeni pazar dinamiklerine uyacak şekilde modernize etme fırsatını kaçırmaktadır.

Üreticiler, artık talep değişkenliği ve tedarik zinciri çevikliği arasındaki temel bağıntıyı anlamaya başlamıştır. Talep değişkenliği, üreticilerin doğru tahmin etme kabiliyetini etkilemektedir. Üreticilerin talep değişkenliği ile mücadele etmek için atması gereken ilk adım, tahmin hatalarını azaltmanın bir yolu olarak, talep planlamasını ve tahmin sürecini, geliştirmektedir.

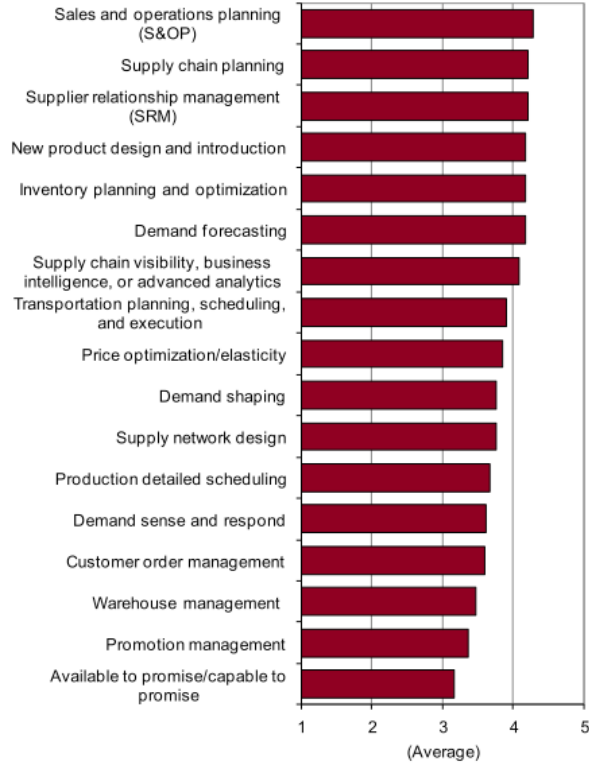
Önde gelen üreticiler belli yol almış durumdadır. Tahminlerdeki kaçınılmaz ve beklenmedik değişiklikleri hızla yanıtlama yeteneğini geliştirmek, rekabet edebilirlik açısından oldukça önemlidir. Bu eğilimi desteklenmek üzere, satış ve operasyon planlama (S&OP) sürecinin önemi ortaya çıkmaktadır. 2013 yılında yapılan, 360 firmanın yanıtlarının dikkate alındığı bir araştırma sonucunda da, S&OP, işletme performansını etkileyen en önemli tedarik zinciri süreci olarak görüldüğü vurgulanmıştır (Veronesi, 2013). Şekil 1’de gösterilmiştir.

Hem talep (demand) tarafındaki “tahmin”ler, hem de tedarik&arz (supply) tarafındaki “kısıtlama planlaması”ndan açısından, uzlaştırıcı yeteneği göz önüne alındığında, S&OP süreci firmalar için kritik bir role sahiptir. Sonuçta, S&OP, üreticilerin tedarik zincirini optimize etmelerine, güvenilirlik, yanıt verme ve çeviklikten faydalanmalarına yardımcı olmaktadır (Veronesi, 2013). S&OP süreci, hem kurum hem de departmanlar seviyesinde, operasyonel planlama yapabileme imkanı verir (Ventana Research, 2006).



## Relevance of Supply Chain Process Steps

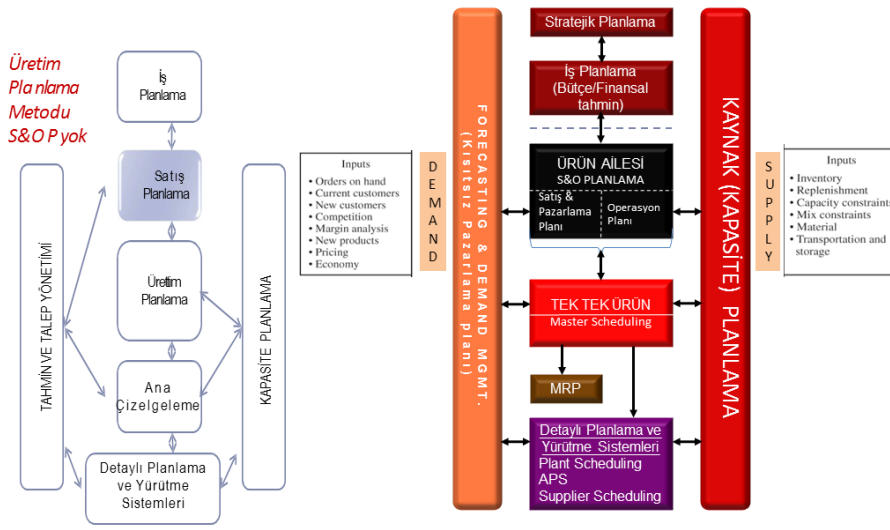
Q. What is the relevance of the following supply chain process steps in terms of impact on your company's business performance?



**Şekil 1. İşletme Performansını Etkileyen En Önemli Tedarik Zinciri Süreci Nedir (Veronesi, 2013)**

### 1.1. S&OP (Satış ve Operasyon Planlama) Kavramı

S&OP ürün ailesi bazında yapılan bir planlama sürecidir. Talep ve arzın dengelenmesi amaçlanır. Klasik genel planlama ve S&OP ile planlama yapısı (APICS, 2011) (Wallace, 1999) uyarlanarak aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2. MRPII ve S&OP

S&OP sürecinde önemli bazı başlıklara aşağıdaki alt bölümlerde yer verilmiştir.

### 1.2. S&OP'de 5 Adım

SOP bir dizi, karar alma süreci setidir. Temelde şu aşamalar söz konusudur: Önce talep ve tedarik dengelenir. Sonra finansal planlama, operasyonel planlamaya entegre edilir. Son olarak, üst seviyedeki stratejik planların, günlük operasyonla ile linklendirilmesi yapılır. S&OP süreci, her ay tekrarlanan, aşağıdaki şekilde gösterilen 5 adımdan oluşur.

Adımları kısaca özetlersek:

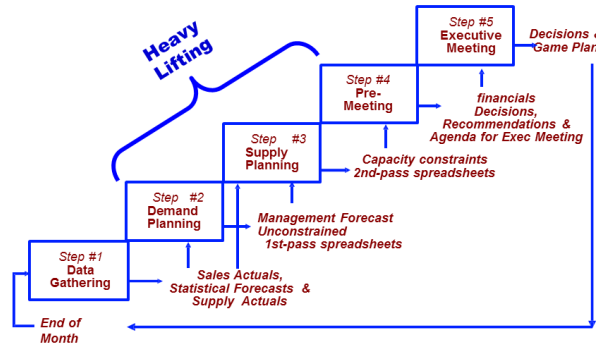
1. Satış Tahminleme Raporlarının Çalıştırılması: Çoğu aktivite, enformasyon sistemleri departmanında gerçekleştirilir. Ay bitişi hemen sonrasında yapılır. Gerçekleşen ve istatistiksel tahmin verileri yer alır.

2. Talep Planlama Aşaması: Satış birimi tarafından gerçekleştirilir. Adım1'den gelen enformasyon (forecasting) gözden geçirilir. Analiz edilir, tartışılır. Geçmiş verilerin, gelecek tahmini için uygun olmadığı durumlar değerlendirilir. Yeni yönetim tahmini oluşturur. Talep planlama sürecinin çıktısı, "yönetim onaylı tahmin"dir. Gelecek tahmini, en iyi birim (adet vs) bazında yapılır, sonra tutara (TL,USD) çevrilir. Finans ve muhasebe çalışanlarını, tahmin güncelleme sürecine katılması çok önemlidir. Gerçekler esas alınmalı, kısıtlamasız olmalıdır.

3. Tedarik (kapasite) Planlama Aşaması: Her ürün ailesi için teker teker yapılır; gelen tabloyu operasyon birimleri modifiye eder. Üretim kapasitesi ve ekipmanları, dış tedarik problemleri değerlendirilir. Güncellenmiş finansal(tutarsal) görünüm oluşturulur.

4. S&OP-Öncesi Toplantı: Dengeleyici kararlar alınır (talep&tedarik). Problemler çözümlenir ve Executive S&OP toplantısına öneriler oluşturulur. Finansal uzlaşma sağlanır. Problemlili veya uzlaşılmalı durumlar için, alternatif uzlaşma senaryoları belirlenir. Executive S&OP toplantı içeriği(ajanda) oluşturulur.

5. Executive S&OP Toplantısı: Her bir ürün ailesi için, karar alınır. S&OP-Ön toplantısındaki öneriler kabul edilir veya farklı bir aksiyon alınır. S&OP-Öncesi takımın uzlaşılmalı konularda, bir tarafın kararı seçilir. İş Planında modifikasyonlar yapılır. Bunlar şirketin oyun planıdır.



**Şekil 3. Aylık S&OP (Satış ve Operasyon Planlama) Süreci (Wallace, 1999) (Wallace(b) & Stahl, 2014)**

S&OP aylık bir süreçtir. Hem orta yönetim, hem de üst yönetimi ilgilendirir. Toplu ürün grupları ile yapılmaktadır, detayda değil. S&OP çalışması, tüm ilgili faktörleri bir sayfada, tabloda toplamaktadır. Üst yönetimler genelde bunu çok faydalı bulur, çünkü daha iyi kararlar almalarına yardımcı olmaktadır.

### 1.3. S&OP Hesap Tabloları

S&OP hesap tablolarında yer alan “gelecek planları”, uzlaşmayı içerir. “Gerçekleşen” rakamlar ise, bu planlara ne kadar iyi uyulduğunu gösterir. Çoğu firmada sadece bunları takip etmek bile, plan ve gerçekleşen arasındaki farkı azaltmaktadır. Gelecek için yapılan öngörü; yeni ve güncellenmiş tahminler yapılmasına, operasyon(üretim, satın alma) olanaklarının geliştirilmesine ve gereken yerlerin modifiye edilmesine olanak verir. Ayrıca bu tabloda her ürün ailesi için, talep ve tedarik stratejisi belirlenir, gösterilir. Buna uygun bazı sorular; Bu ürün ailesi: MTS mi yoksa MTO mudur? Bunun için, hedef müşteri hizmet seviyesi nedir? MTS ise, hedef bitmiş ürün stok seviyesi (hedef müşteri hizmet seviyesi için) nedir? MTO ise, hedef müşteri bekleyen siparişleri(backlogs) ne olmalıdır? (negatif stoktur ve önemlidir; müşterilerin ürünlerini ne kadar sürede teslim alacağını belirler.)

#### 1.4. ERP Yatırımlarından Daha Fazla Verim Alabilme İmkânı

Genelde uygulamada gözden kaçırılan bir nokta vardır. ERP sistemi, tüm tek tek bireysel ürün kalemleri ile ilgilenmektedir, ürün aileleri ile değil. Çoğu firma, çok pahalı ERP yatırımları sonucunda hayal kırıklığı yaşamıştır. Bunun en büyük nedenlerinden biri, farklı bir göz ile baktığımızda, S&OP uygulamamalarıdır. Çünkü genelde, ERP yazılımları içinde S&OP modülü bulunmamaktadır. Bu yüzden, bu süreci kurmak, proje ekibi ve sistem danışmanlarının hedefinde bulunmaz. Genelde firma, implementasyondan sonra, ERP yazılımı ile baş başa kalır. Firmanın iyi süreçleri olsa da, tek tek bireysel ürünler ile uğraşılır. Ama ürün ailesi üzerinden, senede sadece bir kez geçilir. Bu durum yaşanılıyorsa, S&OP süreci uygulaması, ERP yatırımından daha fazla verimi almak için de, düşünülebilir. Firmada tam bir MRPII-ERP sisteminin olmaması, S&OP kullanılamaz demek değildir. S&OP, verileri ERP'den alsa da, tek başına da çalışabilir bir sistemdir. S&OP'ye geçmek için, tam kapsamlı bir ERP implementasyonunun bitmesi beklenmemelidir. S&OP implementasyonu bitince, ERP MRP daha da iyi çalışacaktır (Wallace, 1999). Çünkü S&OP ile, talep ve tedarik kısmı, ürün ailesi seviyesinde dengelemiş olacaktır.

#### 1.5. Yükselen Trend: S&OP 2.0 (Entegre İş Planlaması)

Entegre İş Planlaması (IBP; Integrated Business Planning; Advanced S&OP) ise, yönetim ekibinin kuruluşun tüm işlevleri arasında odaklanmasını ve uyum sağlamasını sağlayan entegre bir iş yönetimi sürecidir (Palmatier, 2011).

**Tablo 1: Geleneksel S&OP ve Entegre İş Planlama Süreci (Viswanathan(b), 2009)**

Alan	S&OP 1.0	Entegre İş Planlama (S&OP 2.0)
<b>İş Hedefi.</b>	Tedarik / talep dengelemesi	Sadece talebi eşleştirmek ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz. Birkaç plan alternatifi üzerinde düşünür ve iş yönlendiricilerini en iyi temsil eden birini seçer. Hedef, gelir ve kârdır.
<b>Süreç</b>	Sert ve kuralcı	Kurallar ve istisna esaslıdır
<b>Teknoloji</b>	Zayıf ve entegre değil	Süreçleri iş akışları ile etkinleştirir(enables)
<b>Sıklık</b>	Aylık veya üç aylık	Birçok durumda aylıktır, ancak istisna durumlarını hızlı bir şekilde işleme yeteneği bulunur. Piyasa olaylarına, gerçek zamanlı ayarlamalara odaklanır
<b>Kapsam</b>	İşletme odaklı	Çapraz fonksiyonel ve müşteri odaklıdır

IBP üst yönetim tarafından koordine edilen bir süreçtir. Talep, tedarik, yeni ürün geliştirme, stratejik projeler ve finansal planlar ile sonuçlanması için, zaman-fazlı projeksiyonları revize edilir. Aylık bazda, 24 aylık bir zaman ufku için yapılır (Wallace, 1999). S&OP giri-

şimleri, bir şirketin maliyet azaltma, gelir artırma, müşteri hizmetleri ve ürün farklılaştırması gibi ticari hedeflerini gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Entegre İş Planlaması (S&OP 2.0) sürecin gelişmiş bir şeklidir. S&OP 1.0 ile S&OP 2.0 arasındaki en önemli farklar, Tablo 1’de gösterilmektedir.

### 1.6. S&OP Sürecindeki Firmaların Durumu

APICS’in yaptığı çalışmada, firmalarda S&OP’nin olgunluğunu keşfetmek için bir anket hazırlanmıştır. Ankette katılımcılardan, S&OP hakkında görüşleri alınmıştır. Rasgele seçilen yaklaşık 15.000 tedarik zinciri ve operasyon yönetimi uzmanı davet edilmiştir. S&OP’nin olgunluk seviyesi, kuruluşlar arasında değişmektedir. Katılımcılardan, çalıştıkları kuruluşu, en iyi tanımlayan ifadeyi seçmeleri istenmiştir (APICS, 2011).

#### Firmaların S&OP’de Olgunluk Durumu



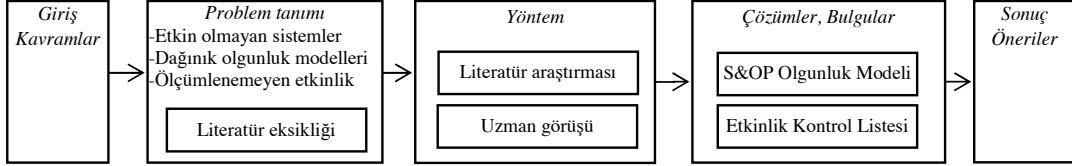
Şekil 4. Firmaların S&OP’deki Olgunluk Durumu (APICS, 2011)

Bu çalışma sonucunda, yukarıdaki grafik oluşmuştur. Firmaların yarısına yakınının, konunun önemi hakkında bilgisi olduğu görülmektedir. Bu şekil, bize olgunluk seviyesi durumu hakkında bir fikir vermektedir. Peki bu olgunluk durumunu nasıl hesaplarız? Genelde çalışmalara baktığımızda, daha çok yöneticilerin kendi firmalarını hangi seviyede gördüğü üzerine odaklanıldığı görülmektedir.

## 2. ÇALIŞMANIN AKIŞI

Giriş bilgileri verildikten sonra, problem tanımı yapılmıştır. S&OP konusunun, firmalar için oldukça önemli olduğu araştırmalarda vurgulanmasına rağmen, ilgili kaynak ve literatür çok kısıtlıdır. Bu çalışmada, özellikle S&OP “olgunluk modeli” konusu ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucu, konsolide bir olgunluk modeli ortaya çıka-

rılmış ve bir etkinlik soru listesi ile beraber sunulmuştur. Ortaya çıkan bu çalışma ile, Türkçe literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Çalışma akışı aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.



Şekil 5. Çalışmanın Akışı

### 3. PROBLEM TANIMI

İlk olarak, firmalarda S&OP'nin uygulanmaması durumundaki duruma dikkat çekmek gereklidir. Uygulamada, firma seviyesinde, genel görünümünü yakalamada sorunlar göze çarpmaktadır. Bu sorunların bazıları: Departmanların kendi farklı bakış açıları; Excel'de birbirinden bağımsız yapılan planlar; Bunların konsolide edilmesi zorluğu gibi. Çoğu firmada, bir entegre planlama altyapısı bulunmamaktadır. Bunun yarattığı sorunlar ise: Bir departmanın kararının, diğerlerine etkisini anlayamamak; Bilgiye yavaş erişim, geciken kararlar; Finans ve müşterinin güvenemediği tahminler; Bütçe döneminde kabullerin sorgulanmaması ve görüşlerin güncellenmemesi, gözden geçirilmemesi; Üst yönetime gelir, kar ve stok seviyeleri ile ilgili gösterecek bilgi ve kabulleri gösteren, finansal bir bakışın olmaması gibi sayılabilir (Wallace, 1999).

S&OP üst düzey bir karar verme sürecidir. Doğru kullanılırsa, çok iyi bir araçtır. Önde gelen firmalar yol almış durumdadır. Günümüzde tedarik zinciri planlaması, giderek daha karmaşık tedarik ağları ve ürün portföyleri nedeniyle, üretim firmaları için zor bir görev haline gelmiştir. Şu anda, iş planlaması ve satış ve operasyon planlaması gibi fikir birliği süreçlerinde, çapraz işlevsel uyumun öneminin vurgulanması eğilimi vardır. Elbaum, şirketin **S&OP olgunluk seviyesi ile, şirketin genel performansı arasında bir korelasyon bulunduğunu** ve bu da kuruluşların S&OP olgunluğu için çaba sarf etmeye yönelik açık bir teşvik anlamına geldiğini iddia etmektedir (Elbaum, 2004).

Genel olarak, literatür S&OP'nin, geleneksel ayrıştırılmış planlamadan daha üstün olduğu sonucuna varmaktadır. Ancak, S&OP'nin kavramı ve potansiyel faydaları anlaşılması kolay olmasına rağmen, gerçekte operasyonel alanda gerçekleştirmek işletmelere zor gelmektedir (Grimson & Pyke, 2007). Buradaki konular öncelikle 1) farkındalığın olması, 2) ardından uygulamaya başlamak ve implementasyon, 3) daha sonrasında bu işin neresindeyiz, yani durum ölçümü olmalıdır. Durum ölçümü için de, bir ölçüm yöntemi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu amaca uygun, bir olgunluk modeli kullanımı gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Literatürde az sayıda önerilen S&OP implementasyon çerçevesi ve olgunluk modeli bulun-

maktadır. Olgunluk düzeyleri bileşenleri, öncelikleri açısından farklılık göstermektedir. Dahası, yöneticiler için yeterli bilgi sunacak kadar net ve anlaşılır değildir. Olgunluk durumu çalışmalarına baktığımızda, daha çok yöneticilerin kendi firmalarını hangi seviyede gördüğü üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Burada iki soru irdelenmelidir: **a) ortak ve kombine bir olgunluk modeli b) olgunluk modeli seviyesini adresleyecek bir kontrol listesi.**

#### 4. ARAŞTIRMA SORULARI ve YÖNTEM

Bu araştırmanın amacını gerçekleştirmek için, ana araştırma soruları, doğrudan araştırma hedefine karşılık gelecek şekilde aşağıda formüle edilmiştir:

-S&OP olgunluk modelinin aşamaları nelerdir?

-Firmanın hangi aşamada olduğunu saptamak için, ne tip bir araç kullanabiliriz?

Bu amaçla literatür araştırması yapıp, elde edilenler sentezlenmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalar incelenerek, kavramlar akademik ve uygulayıcı bakış açısıyla harmanlanmıştır. Güncel araştırma raporları ve uzman makaleleri incelenmiştir.

#### 5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI: S&OP OLGUNLUK MODELİ

S&OP konusu ile ilgili, fazla sayıda akademik kaynak bulunmamaktadır. Daha çok, danışmanlık firmalarının hazırladıkları raporlar ve az sayıda yabancı tez karşımıza çıkmaktadır. “Google” arama motorunda Türkçe *-S&OP olgunluk modeli-* anahtar kelime dizisi ile arama yapılmış, gelen 24 sayfa incelenmiştir. Arama sonucu gelen sayfalar akademik yayın olmayıp, içeriklerinde ise sadece genel S&OP kavramından kısaca bahsedilmiştir. Bir olgunluk seviyesi açıklaması bulunmamaktadır (Google, 2017). Bu durum, bu alanda Türkçe yayınların eksiği ortaya çıkmaktadır. Yabancı kaynaklar da taranmıştır. “Web Of Science” arama motorunda ise, *-S&OP maturity model-* kelime dizisi ile arama yapıldığında, yine az sayıda, 3 adet yabancı yayın (Wagner, Ullrich, & Transchel, 2014) (Goh & Eldridge, 2015) (Thome, Marcio, Scavarda, Fernandez, & Scavarda(b), 2012) karşımıza çıkmıştır (Web Of Science, 2017). Direkt S&OP olgunluk modelini inceleyen, yabancı akademik kaynak sayısı da oldukça sınırlı diyebiliriz. Bu çalışmada, danışmanlık firmalarının raporlarındaki modeller ve çerçeveler de sentezlenerek, literatür taramasından türetilen bilgilerle zenginleştirilmiştir. Olgunluk modeli seçenekleri benzerlikleri ve farkları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

İlk S&OP olgunluk modeli çalışmaları, belli bir sürece odaklanmıştır. Wing & Perry, 3 aşamalı bir model sunmuştur ve BT (Bilgi Teknolojisi) sistemlerine odaklanmıştır. 1.safha, en azından BT çözümlerinin organizasyon içinde a entegre bulunmasıdır. Safha 2 ve 3’e ilerledikçe tedarikçi ve müşterilerle işbirliği dahil olmaktadır. Yapı, sadece BT sistem desteği açısından bakmaktadır. Model, yazarın deneyimine dayanmakta ve empirik bir dayanak bulunmamaktadır (Wing & Perry, 2001).

Aberdeen Research firmasının 2004 yılındaki raporunda, farklı bir olgunluk modeli özetlemiştir (Elbaum, 2004). Bu, S&OP konusu ile ilgili 200'den fazla firmanın katıldığı bir anket çalışmasıdır. 3 safha vardır: 1-Ağır kalanlar; 2-Sektör ortalamasında olanlar; 3-Sınıfının en iyisi olanlar. Anket öz-değerlendirmeye(self-assesment) dayanmaktadır. Katılımcılardan, istenen 6 adet KPI(anahtar performans göstegesı) değeri için, formülasyonları verilmemiştir. Bu yüzden yoruma ve tutarsızlığa açıktır.

Diğer bir çalışmada (Lapide, 2005) ise, 4 safhalı bir model önerilmiştir. 4. Safha en ideal süreçtir. 4. Safha gerçekte ulaşılması zordur ve benchmark için amaç olmalıdır. 1-Marginal; 2-Basit; 3-Klasik; 4-İdeal. İşletmeler, dağınık toplantılar, talebe bağlı olmayan planın ayrılması ve e-tabloların “çokluğu” ile başlar. Olay güdümlü toplantılar; Müşteriler ve tedarikçilerle uyumlu entegre planlama; İç BT sistemleri ile entegre gelişmiş S&OP yazılımını kullanımı gibi olaylar ile kademeli olarak hareket eder. 3 kategorisi vardır: a) Toplantılar, b) Süreçler; c) Teknoloji desteği. Yazar uygulama alanında kariyeri olsa da, pek çok akademik çalışmaya referans olmuştur. Model, yazarın profesyonel deneyimine dayanmıştır.

Ventana Research firmasının çalışmasında (Ventana Research, 2006), firmalar 4 safhalı bir model ile değerlendirilmiştir: 1-Taktiksel; 2-Gelişmiş; 3-Stratejik; 4-İnovatif. İlk aşamada planlama, arz ve talebi dengelemeye odaklanmaktadır. Gelişmiş aşamada, formal planlama ve inceleme toplantıları başlatılır. S&OP, operasyonel planlamayı kurumsal stratejik hedeflerle uyumlu hale getirmek için S&OP'yi kullandığında stratejik aşamaya ilerlemektedir. Performans yönetimi ve teşvikleri S&OP süreci ile uyumlu hale getirildiğinde, tamamen yenilikçi aşamada tam olgunluğa erişir. Dikkat çektikleri diğer konu, ne yazık ki, çoğu firmanın S&OP'nin tüm avantajlarından yararlanmadığıdır. Genellikle, eksik bazı parçalar vardır - ve bunlar yazılımdan daha fazlasını içermektedir. Ayrıca şirketler tarafından ele alınması gereken sorunlu başlıklar: a)İnsan, b)Süreç, c)Teknoloji ve d)Performans yönetimi olarak belirtilmiştir.

Grimson & Pyke'in çalışması (Grimson & Pyke, 2007), akademik bir dergide yayınlamıştır. (Lapide, 2005) ve (Elbaum, 2004)'un çalışmalarını temel alarak bir olgunluk yapısı oluşturmuş ve farklı sektörlerden 15 firma ile test etmişlerdir. Sonuçtaki yapı 5 safhalıdır: 1-S&OP yok; 2-Reaktif(Tepki gösteren); 3-Standart; 4-Gelişmiş; 5.Proaktif(İnsiyatif sahibi) dir. **Proaktif** aşamada planlar ve yazılımlar, firmaya tamamen müşterek ve tedarikçilerle entegre edilmiştir. Bu aşamada, süreç verimliliği en iyi düzeye getirmeyi amaçlar ve performans ölçülür ve buna göre ödüllendirilir. Ara aşamalar **reaktif**, **standart** ve **gelişmiş** düzeydedir. Formal bir S&OP yapısı güçlendirilmiştir; Resmi toplantılar ve entegre yazılım bu ara aşamalarda oluşturulmuştur. Finansal fonksiyon, yeni ürün tanıtımı ve kısıtlı planlar S&OP kademelerine aşamalı olarak entegre edilmiştir. Organizasyonların kendisini değerlendirmesi için, her safhada 5 kategori sunmaktadır: a) Toplantılar & İşbirliği, b) Organizasyon, c) Ölçümler, d)BT, e)S&OP Plan Entegrasyonu. Her boyut, her safha için kriter içermektedir. Yazar, çalışmanın yapıldığı yılda, hiçbir firmanın 5. safhada yer almadığını belirtmiştir.



(Feng & D'amours, 2008) çalışmasında nümerik bir simülasyon çalışması yapmıştır. 3 farklı planı kıyaslamıştır: 1-Ayrık planlar; 2- Kısmi entegre planlar; 3. Tam entegre planlar. Bu 3 tip planlama yapısına uygunluk durumuna göre, olgunluk safhası değerlendirilmektedir. Vaka çalışması MTO (stoğa üretim) çalışan bir fabrikada yapılmıştır.

Aberdeen Research danışmanlık firmasının 2009 yılındaki raporunda (Viswanathan(b), 2009), Elbaum gibi geniş bir anket çalışması ve aynı 3 kategori söz konusu olmuştur (1-Ağır kalanlar; 2-Sektör ortalamasında olanlar; 3-Sınıfının en iyi olanlar). Ama farklı olarak, bu çalışmada 3 adet KPI söz konusudur: 1.Müşteri hizmet seviyesi, 2.Ortalama nakit çevrim süresi, 3. Ortalama tahmin tutarlılığı. Sonuçta cevaplayanların %18'i sınıfının en iyisi, %54'ü sektör ortalamasında, %28'i ağır kalan çıkmıştır. Elbaum'un çalışmasındaki gibi, net bir öz değerlendirme açıklaması yapılmamıştır. Safhalar arası boşluklar çok geniştir. Olgunluk seviyesini belirlemek için kullanılan KPI'lar arası bağlantı net değildir.

AMR Research danışmanlık firmasının 2009 yılındaki raporunda, 5 yıllık bir çalışma temel alınmıştır (Cecere, Barrett, & Mooraj, 2009). 80 firma ve S&OP danışmanları ile görüşmeler yapılmıştır. Olgunluk modeli 4 safha içermektedir: 1-Tepki gösteren: fonksiyonel, operasyonel seviye; 2-Ön gören: tedarik zinciri yönelimli, entegre operasyonel seviyede plan; 3-İş birliği yapan: iş yönelimli, finans tabanlı, senaryo tabanlı, yürütme ile ilişkili; 4-Orkestra şefi: değer zinciri yönelimli, kar tabanlı, strateji ile güçlü ilişkilendirilmiş. Bunlar 4 kategori temeli üzerindedir: a)S&OP dengesi, b)Hedef, c)Sahibiyet, d)Metrikler. Firmaların %67'sinin, Safha 1 veya 2 de bulunduğunu açıklamışlardır. Araçlardan ERP/APO/Excel'in yetersiz kaldığı, olgunluk seviyesi arttıkça amaca odaklı S&OP araçlarının gerekliliği vurgulanmıştır.

Aberdeen Research firması 2010 yılında, 196 firmayı kapsayan, olgunluk sınıfı çerçevesini oluşturmak üzere bir çalışma yayınlamıştır. Bu çalışmada yine seviyeler: 1-Ağır kalanlar; 2-Sektör ortalamasında olanlar; 3-Sınıfının en iyisi olanlar şeklindedir. Firmaları performans açısından gruplamak için 4 adet **KPI** kullanmıştır: 1)Tahmin doğruluğu (ürün ailesi düzeyinde ortalama tahmini doğruluk), 2)Müşterilere teslim edilen mükemmel siparişler (tam ve zamanında), 3)Ödemeden-nakite çevrim süresi (bir tedarikçiye ödediğimiz andan bir müşteriden nakit toplamak zamanımıza kadar olan süre), 4)Brüt kar marjında değişim (yüzde olarak) (Viswanathan, 2010).

Nexview Consulting firmasının tanıttığı yapıda (Tinker, 2011), safhalar: 0-Gecikmiş (S&OP yok); 1-Temel; 2-Fonksiyonel; 3-Olgunlaşan; 4-Liderlik eden şeklinde sıralamıştır. Burada ilaveten 5 boyuttan bahsedilmiştir: a) Dizayn, b)Teknoloji, c) İçerik, d) Davranışlar, e) Sonuçlar.

Akademik bir dergide yayınlanan 2012 yılındaki çalışmada S&OP üzerine bir literatür çalışması yapılmıştır (Thome, Marcio, Scavarda, Fernandez, & Scavarda(b), 2012).

2013 yılında yine Aberdeen Grup firması tarafından, daha geniş bir anket sonucu, bir çalışma daha yayınlanmıştır (Ball, 2013). Bu arada (Elbaum, 2004) ve (Viswanathan(b), 2009)

çalışmalarındaki aynı 3 safha kullanılmıştır: 1-Ağır kalanlar; 2-Sektör ortalamasında olanlar; 3-Sınıfının en iyisi olanlar. Ayrıca (Viswanathan(b), 2009) ile aynı KPI'lar kullanılmıştır.

Gartner firması, şu an AMR Research firmasını almıştır. Gartner, bu modeli yeni versiyonu ile değiştirmiştir. (Tohamy, Tarafdar, Kohler, & Pukkila, 2013). 5 safha yer almaktadır: 1-Tepki gösteren; 2-Öngören; 3-Entegre; 4-İş birliği yapan; 5-Orkestra Şefi. İlaveten yeni model, 6 alt kategori içermektedir.

ICT firmasının 2013 yılındaki çalışmasında, 5 Olgunluk seviyesi bulunmaktadır (Veronesi, 2013): 1-S&OP yok: Süreç formal değildir ve insanların deneyimlerine ve bir dizi elektronik tabloya dayanır. 2-Temel: Süreç temelinde, aylık ya da az sıklıkta yapılan formal bir executive S&OP yürütme toplantısı aracılığıyla yürütülür. 3-Entegre: Süreç, bir dizi hazırlık toplantısı ve resmi bir aylık S&OP Executive toplantısı tarafından desteklenmektedir. Toplantılar, farklı kaynaklardan ve BT araçlarından alınan bilgilerle hazırlanır: satış, pazarlama, üretim ve finans. 4-Genişletilmiş; 5- İleri seviye: Süreç, şirketin dört duvarının ötesine uzanan, tedarikçilerden ve müşterilerden talep ve arz sinyallerini toplayan, işbirliğini zorlayan ortak bir süreçtir. Bu 5 olgunluk seviyesi ise, 4 temel faktöre dayandırmıştır: 1. S&OP'nin iş performansındaki etkisi (yüksek performans, yüksek olgunluk demek), 2. **S&OP süreç takvimi** (firmaları S&OP sürecini ne kadar sıklıkta planladıklarına bakar. Yüksek saat, yüksek olgunluktur), 3. Destekçi BT aracı (spesifik bir S&OP uygulaması mı yoksa, pek çok uygulama mı, ayrı tablolar mı olduğuna bakar. Yüksek değer, yüksek olgunluktur). 4. S&OP veri toplama ve planlama süresi (S&OP için gerekli verileri toplamak için harcanan süre ve konsensüsü plan oluşturmak için geçen süredir. Düşük bir planlama çevrim süresi, yüksek olgunluktur) (Veronesi, 2013)

2014 yılında yapılan diğer bir çalışmada (Wagner, Ullrich, & Transchel, 2014), kapsamlı bir S&OP olgunluk modeli geliştirmek için, görüşme verileri kullanılmıştır. Seviyeler: 0-Gelişmemiş: hiçbir planlama işlemi olmayan ve gelen emirleri reaktif bir şekilde karşılamaya çalışan şirketlere verilir; 1-Temel Düzey; 2-Reaktif; 3-Tutarlı; 4-Entegre; 5-Proaktif'tir. Seviye 5, öngörülebilir bir gelecekte bir organizasyonun elde edebileceği en üst düzeydir. **Seviye 4'e kadar, süreç performansı firmanın iç kesiminde artmaktadır**; 5. Seviyede organizasyonlar, işbirliği ve uyum çabalarını genişletir. Görüşme verileri çözümlenerek, firmaların olgunluk seviyelerini değerlendirmek için dört boyut belirlenmiştir. a)Süreç Etkinliği: formallik derecesi, kapsam, işbirliği, b)Süreç Verimliliği: enformasyon hazırlama ve paylaşımı, toplantı verimliliği, KPI'lar ölçütler, c) İnsan ve Organizasyon: roller sorumluluklar ve organizasyon yapısı, bilgi uzlaşma ve üst yönetim sponsorluğu, d) Bilgi Teknolojileri: sistem ve fonksiyonları, entegrasyon derecesi, ana veri(master data).

Yapılan diğer bir çalışmada BT odaklı kategoriler karşımıza çıkmaktadır. Bunlar: 1-Excel tabanlı planlama: Temel MRP & Geleneksel yazılımlar; 2-Excel& Finansal planlama çözümleri: Standart ERP, Veri ambarı; 3-APS çözümleri +Finansal Planlama Çözümleri + Standart ERP+ BI/Excel; 4-Gelişmiş Senaryo Planlama Çözümleri. Çoğu firmanın 2. İle 3. Safha arasında olduğunu belirtilmektedir (Cecere(b) & Chimni, 2014).

## 6. ÖNERİLEN ÇÖZÜMLER

### 6.1. S&OP'de Denetleme ve Önerilen Tablo- S&OP Etkinlik Kontrol Listesi

S&OP implementasyonu ve sürekli gelişimi için, S&OP'nin etkinliğini ölçmek gereklidir (Grimson & Pyke, 2007) (Lapide, 2005). Ölçütler KPI'ler Adım 1'de yer almalı ve sonraki adımlarda gözden geçirilmelidir. Tedbirler, endüstri, süreç ve ürün grubuna göre değişebilir. Sheldon metriklerin, sürecin başarısı ve yönetimi için en önemli etkenlerinden biri olduğunu iddia etmektedir (Sheldon, 2006). Metriklerden bazıları: İş planlama tutarlılığı, talep planlama tutarlılığı ve operasyon tutarlılığı.

Lapide (2004) şu gibi metrikleri önermektedir; Temel tahminlerden ve bütçeden sapma, aynı şekilde satış, pazarlama ve operasyon planlarına uyum. Ayrıca, sırasıyla arz ve arz tarafı performansının normal metrikleri de geçerli olabilir. Operasyonlar için yaygın olarak kullanılan metrik örnekleri: Eldeki envanter, eskimiş envanter, stok çıkışı, kalite ve kapasite kullanımı. Satış ve pazarlamaya ilişkin bazı metrikler: Üst düzey satış büyümesi, pazar payı, tahmin tutarlılığı ve baz tahminden sapma gibi (Grimson & Pyke, 2007). S&OP sürecinin iyileştirilmesini sağlamak için, S&OP süreci için ilgili metrikleri ve arzu edilen değeri tanımlamak çok önemlidir. Metrikler, planlama sistemi tasarımına dayalı olarak farklı şirketler arasında farklılık gösterebilir.

Firmalar için önemli bir sorun, kurulan S&OP sisteminin denetlenmesi ve sürekli iyileşmenin sağlanmasıdır. Bunun için belli dönemlerde denetimler yapılmalıdır. İlaveten olgunluk seviyesini tespit etmek için de, formal bazı soruların kullanılması yardımcı olabilir. Literatüre baktığımızda belirsiz kalan şey, olgunluk seviyesini veya etkinliği belirleyen soruların net olmayışıdır. Daha farklı şekilde; *S&OP efficiency list*, *World class checklist*, *Assessment checklist*, *Process adherence checklist* gibi kelime gruplarıyla arama yapıldığında, az sayıda soru listesi kaynağına ulaşmak mümkün olabilmektedir.

**Tablo 2: S&OP Etkinlik Kontrol Listesi**

No	Soru	PUANLAMA: E(evet) = 1; K(kısmen) =0,5; H(hayır) = 0	E	K	H
1	<b>Satış ve Operasyon Planlaması</b> , hem orta düzey yönetimi hem de üst yönetimi (başkan, genel müdür, COO dahil olmak üzere) içeren, aylık bir süreçtir.				
2	<b>Aylık S&amp;OP döngüsü</b> , bir Talep Planlama aşaması, bir Tedarik Planlaması aşaması, bir S&OP-Ön toplantısı ve başkanın bulunduğu içeren Executive S&OP toplantısından oluşur.				
3	<b>Yazılı</b> Satış ve Operasyon Planlaması <b>politikası</b> , süreçteki her adımın katılımcılarını, sorumluluklarını, zamanlamasını ve hedeflerini detaylandırmaktadır.				
4	Ön-SOP ve Executive S&OP toplantılarına katılımı en üst düzeye çıkarmak için toplantı tarihleri, çok iyi planlandı.				
5	Eğer başkan <b>katılmıyorsa</b> , Executive S&OP toplantısı yeniden planlanıyor. Belli bir toplantıya katılmayan diğer katılımcılar, karar verme sürecine katılmaya yetkili olan, belirlenen alternatifleri tarafından temsil edilirler.				
6	Her Yönetim S&OP toplantısından en az iki iş günü <b>önce</b> , <b>yazılı gündem</b> düzenlenir ve bu toplantıda yapılması gereken önemli kararlar vurgulanır.				
7	Executive S&OP toplantısı <b>toplulara</b> , <b>aile seviyesinde</b> çalışır ve nadiren bireysel ürün öğelerine odaklanır.				
8	Ürün <b>ailelerinin sayısı</b> 5 ile 15 arasındadır. Alt aileler, SOP-Ön Toplantısı adımlarında, uygun olduğu yerlerde kullanılır.				
9	<b>Satış ve Pazarlama birimi</b> , Satış Tahmini'nin "sahibi"dir. Sorumluluklarını anlar ve kabul ederler. Bunlar: Mantıklı, makul, en az ayda bir gözden geçirilmiş ve toplam talebi yansıtacak tahminler sunmak.				
10	<b>Operasyon birimleri "Operasyon Planı" nı sahibidir. Sorumluluklarını anlar ve kabul ederler. Bunlar: Satış Tahmini'ni destekleyen, talep / tedarik stratejilerini karşılayan ve üretim için maliyet açısından uygun planlar geliştirmek.</b>				
11	<b>Müşteri Hizmet Performansı</b> ölçütleri (zamanında ve eksiksiz gönderiler), her S&OP-Ön Toplantısı ve Executive S&OP toplantısında gözden geçirilir.				
12	<b>Her bir ürün ailesine yönelik talep / tedarik stratejileri</b> , S&OP-Ön Toplantısı ve Executive S&OP toplantılarında gözden geçirilir. Müşteri hizmetleri hedeflerini artırmak, mamul mal stok hedeflerini azaltmak ve müşteri siparişi bekleyenleri (backlogs) azaltmak amacıyla, <b>3 ayda bir</b> gözden geçirilir.				
13	S & OP süreci, işletmenin tüm önemli bölümlerini kapsar ve en <b>az 12 ay sonraki geleceğe</b> uzanır.				
14	S & OP elektronik tablosu (Excel) <b>tek bir sayfada</b> , tüm önemli bilgileri içerir. Geçmiş plana göre gerçekleşen performansı, müşteri hizmetleri istatistiklerine ve gelecekteki tahmin ve operasyon planlarına göre değişir.				
15	Kantitatif bilgilerin yanı sıra, S&OP elektronik tablosu, varsayımlar ve tanıması gereken konular şeklinde <b>nitel, metinsel bilgileri de gösterir</b> .				
16	Fabrikadaki aşırı yük/düşük yük problemlerini tanımlamak için, ürün aileleri ve üretim kaynakları arasında bire bir eşleşme olmayan, <b>ayrı kapasite gösterge raporları</b> kullanılır.				
17	Arz / talep ilişkisini etkileyebilecek <b>yeni ürün geliştirme</b> konuları, hem S&OP-Öncesi Toplantı, hem de Executive S&OP toplantıları için, kalıcı bir gündem maddesidir.				
18	<b>Ana Üretim Çizelgesi</b> , en az ayda bir kere, <b>S&amp;OP'deki Operasyon Planı ile karşılaştırılmalıdır</b> . Ana çizelgenin, Executive S&OP toplantısında onaylanan seviyeye ayarlandığından emin olunmalıdır.				
19	Satış ve Operasyon Planlaması karar verme sürecidir. <b>Ön-S&amp;OP Toplantı ekibi</b> , Executive grubuna hangi <b>önerileri</b> yapacağına karar verir ve <b>Executive S&amp;OP Ekibi</b> bu önerileri kabul etmeye veya bir alternatife <b>karar</b> verir.				

20	<b>Finans ve Muhasebe</b> birimleri üyelerinin, hem Ön-S&OP safhalarında, hem de Executive S&OP toplantısında, <b>planların mali açıdan geçerliliğini</b> sağlamak için, önemli bir rolü vardır.			
21	Executive S&OP toplantısında, Satış ve Operasyon Planının <b>tutarlandırılmış</b> (TL, USD) versiyonları <b>İş Planı</b> (yıllık bütçe, işletme planı) ile <b>karşılaştırılır</b> . Gerektiğinde <b>İş Planı</b> , S&OP’de tanımlanan yeni gerçekleri yansıtacak şekilde <b>güncellenir</b> .			
22	Sürekli iyileştirme ruhu içinde, her Executive S&OP toplantısının bitiminden önce, <b>toplantının kısa bir eleştirisi</b> yapılır. Geri bildirim, <b>tüm katılımcılardan</b> istenir.			
23	Alınan tüm kararları açıklayan S&OP <b>toplantı tutanakları</b> , toplantıdan sonraki <b>iki iş günü</b> içerisinde <b>dağıtılır</b> .			
24	Satış ve Operasyon Planlaması süreci, tüm büyük talep / arz <b>konularında karar verme yapısı</b> haline gelmiştir.			
25	Aşağıdaki altı <b>performans alanından</b> , en az <b>dördünde iyileştirme</b> sağlanmıştır. 1)Müşteri hizmet seviyesinin artması; 2)Müşteri siparişi backlog azalması; 3) Müşteri siparişi temin süresinin azalması; 4) bitmiş ürün stokları devrinin artması; 5)plan dışı fazla mesai azalması, 6) işe alma ve işten çıkarma maliyetlerinin düşmesi.			
	TOPLAM: 1) < 17: Zayıf; 2) 17-19: Orta; 3) 20-22: İyi; 4) 23-25: Mükemmel			

Olgunluk seviyesinin belirlenmesinde yardımcı olmak amacıyla, bu çalışmada (Wallace, 1999) tarafından hazırlanan çalışma uyarlanarak, Türkçeleştirilerek Tablo 2’de sunulmuştur. Bu süreçte ilerleyecek araştırmacılar ve uygulayıcılar için uygun bir başlangıç noktası olabilir. Elde edilen toplam puana göre bir gruplama yapılabilir. Yukarıdaki tablo esas alınarak, sorulara ağırlık verilebilir. Bu şekilde ağırlıklı bir puanlama elde edilecek çalışma da yapılabilir.

## 6.2. Olgunluk Modeli Önerisi

Aşağıda diğer çalışmalar ve ihtiyaçlar göz önüne alınarak, bir olgunluk modeli önerisi özetlenmiştir.

**Tablo 3: S&OP Olgunluk Modeli**

Seviyeler→	0	1	2	3	4
<b>Boyutlar↓</b>	<b>S&amp;OP yok</b>	<b>Reaktif, Temeli var</b>	<b>Ortalama, İç Entegre</b>	<b>İyi, İdeal</b>	<b>İleri</b>
<b>Davranış</b>	-Deneyimsel	-Tepki gösteren	-Ön gören	-İş birliği yapan	-İşbirliğini yöneten
<b>Yönelim</b>	-	-	-Tedarik zinciri yönelimli	-İş yönelimli	-Değer zinciri yönelimli,
<b>Süreç seviye</b>	-Formal değil.	-Fonksiyonel, operasyonel	-Plan entegre operasyonel	-Finans ve senaryo tabanlı, -Yürütme ile ilişkili;	-Kar tabanlı, -Strateji ile ilişkilendirilmiş
<b>S&amp;OP plan dengesi</b>	-Talebe bağlı olmayan planlar	-Ayrık talep planları -Tedarik planları ile talep planları dengelenmemiş.	-Tedarik ve talep planları dengeli.	-Talep ve tedarik planları uyumlu. -Yeni ürün tanıtımı, bütçe denetlenen veriler.	-Talep ve tedarik planları, içte ve dışta dengelidir.
<b>S&amp;OP plan entegrasyonu</b>	-	-	-Talep planlarında uzlaşma.	-Sınırlı sayıda tedarikçi ve müşteri ile işbirliği.	-Çoğu tedarikçi ve müşteri ile işbirliği, genişleyen uyum
<b>Toplantı &amp; S&amp;OP süreci</b>	-Informal. -Yok. -Üç ayda bir veya yıllık, dağınık	-Formal -Executive toplantı. -3 ayda 1 -Düzenli takvim. -Katılım düzensiz.	-Formal. -Ön toplantılar: -Executive Toplantı -Aylık -Katılım %100	-Olay-yönelimli toplantılar. Bir dengesizlik tespiti veya değişiklik istediğinde gerçekleşir. -Aylık	-Aylık veya haftalık
<b>BT</b>	-BT desteği yok -tamamen manuel süreç -e-tablolara "çok"	-Ayrık talep planlama ve ayrı fabrika APS yazılımları.	-Birkaç ayrı uygulama -Talep planlama ve tedarik planlama uygulamaları entegre.	-Biriktirerek toplu işlemler -Entegre bir S&OP BT uygulaması	-S&OP optimizasyon yazılımı ile entegre -ERP muhasebe ve tahminleme yazılımlarıyla tam entegre arayüz
<b>Veri toplama ve planlama süresi</b>	-	-Çok sayıda tabloyu manuel konsolidasyon	-Dış enformasyon, sürece manuel getiriliyor.	-İç talep&tedarik plan ve yazılımları, dış işbirlikçi müşteri&tedarikçi yazılımlarıyla entegre	-Gerçek zamanlı, denetlenebilir veriler. -Müşteri talep ve arz sinyallerini toplar
<b>BT Aracı</b>	-Farklı tablolar	-Sadece çalışma tabloları -Excel tabanlı planlama: Temel MRP &Geleneksel yazılımlar	-Excel& Finansal planlama çözümleri: Standart ERP, Veri ambarı	-İleri seviye bir S&OP platformu. -APS çözümleri + Finansal Planlama Çözümleri + Standart ERP+ BI/Excel	-Gelişmiş senaryo planlama çözümleri
<b>KPI'lara etkisi</b>	-Yetersiz etki	-Etkisi sınırlı	-Etkisi iyi	-Etkisi çok iyi	-Etkisi mükemmel
<b>Metrikler (tüm sayfalar)</b>	-Yok	1) Operasyon planlarının, satış planlarını ne ölçüde karşıladığı (ürün ailesi düzeyinde); 2)Müşteri hizmet seviyesinin artması; 3)Müşterilere teslim edilen mükemmel siparişler (tam ve zamanında); 4) Müşteri sipariş backlog azalması; 5) Müşteri siparişi temin süresinin azalması; 6) bitmiş ürün stokları devrinin artması; 7) Plan dışı fazla mesai azalması; 8) İşe alma ve işten çıkarma maliyetlerinin düşmesi; 9)Ödemeden nakite çevrim süresi			
<b>Metrikler (sayfalarda eklenen +)</b>	-		+Satışların, tahminlerin tutarlılığı ile değerlendirilmesi	+Yeni ürün bildirimini +S&OP etkinliği	+Firma karlılığı değişimi %
<b>Performans değerlendirme</b>	-			-Süreç verimliliği amaçlanır, performans ölçülür, ödüllendirilir	-Performans yönetimi ve teşvikler, S&OP süreci ile uyumlu hale getirilir

S&OP'nin bir süreç olduğu göz önüne alındığında, farklı organizasyonların olgunluk düzeyleri farklı olabilir. 3. ve 4. seviyelerdeki firmalar, daha önceki bölümde açıklanan entegre iş planlama uygulaması yapısına daha yatkın denebilir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

S&OP kavramı, 1970'lerin sonunda ABD'li işletme danışmanı Oliver Wight tarafından birçok firmada alınan dersler ve denemeler sonrasında sektörde tanıtılmıştır. APICS, Operasyon Yönetimi Derneği gibi kuruluşlar, firmalardaki deneyimlerini paylaşmaya başlamış ve böylece süreç gelişmeye devam etmiştir (Sheldon, 2006). S&OP süreci, arz ve talebi dengelemek amacı olan bir iş süreci olarak tanımlanmıştır.

S&OP etkinlik kontrol listesi, bir şirketin S&OP sürecini nasıl geliştirmesi gerektiğini, nerde zayıf olduğunu; S&OP olgunluk modeli S&OP sürecinin mevcut durumunun yanı sıra, uygun bir sonraki iyileştirme adımlarını anlamak için yararlıdır

Araştırmanın kuvvetli yönleri: Literatürde S&OP olgunluk modeli ilgili yayınlar oldukça az sayıdadır. S&OP araştırmalarındaki literatür, henüz analiz için olgunlaşmamış gibi gözükmektedir. Özellikle S&OP olgunluk seviyesi ile ilgili Türkçe kaynak yok denebilir. Mevcut literatür harmanlanarak başlangıç olması için, bu çalışma ile bir kaynak oluşturulmuştur. Mevcut S&OP modellerinden yola çıkılarak, daha anlaşılabilir toplu bir model önerilmiştir. İlaveten, olgunluk modeli ile kullanılacak bir etkinlik değerlendirme kontrol listesi sunulmuştur. Bu da S&OP sürecinde olan firmalara yol gösterecektir. Ayrıca bu soru listesi, akademik anket ve performans değerlendirme çalışmalarında temel olarak kullanılabilir. Nümerik sonuçlar almaya odaklıdır.

Araştırmanın zayıf yönleri: Olgunluk modelleri ve liste soruları, ağırlıklı danışmanlık firmalarının raporlarına dayanmaktadır. Bu kısım bilimsellik kısmını zayıflatmaktadır. Ama diğer yandan, uygulanabilirlik açısından bir artı değer olarak düşünülebilir. Ve bundan sonraki bilimsel araştırmalara yön gösterebilir.

S&OP süreci yeni bir şey değildir ve bugün büyük ölçekli bazı kuruluşlar bunu yapmaktadır. Bununla birlikte, mevcut S&OP süreçleri için olgunluk seviyesi değerlendirmesi halen gelişmemiştir ve sonuç olarak iş performansı üzerindeki etkisi incelenmelidir.

Sonraki çalışmalar için öneriler:

- Gelişmekte olan S&OP sürecinin, iş performansı üzerindeki etkisini tam olarak değerlendirmek için, S&OP olgunluk modelinin her bir seviyesi, bir dizi tedarik zinciri metriki ile ölçülebilir. Metrikler ve sektörün kabul ettiği ortalama hedef değerleri tespit edilmeli ve ölçüleme yapılmalı, sonuçlar karşılaştırılmalıdır. Böylece tedarik zinciri KPI değeri ile olgunluk seviyesi uyumu karşılaştırılabilir, yorumlanabilir.

- Bu çalışmalar ile yüksek olgunluk seviyesi durumunda, yüksek toplam tedarik zinciri performans puanı elde edilmesi beklenmez. Bu durum incelenmelidir. Uygun ve aksi durumların sebepleri irdelenmelidir.

- Elde edilen puan ile kıyaslama yapılabilir. Kıyaslama firmanın farklı dönemleri arasında, diğer zincir şirketleri ile veya sınıfının en iyisi firmalarla yapılabilir.



- S&OP etkinlik ölçüm kontrol listesi geliştirilebilir. Tablodaki, sorulara ağırlık verilebilir. Bu şekilde ağırlıklı bir puanlama elde edilecek çalışma da yapılabilir.

- Ayrıca düşük puan durumunda, eksik açık yönlerin (GAP) giderilmesi için metodolojik öneriler geliştirilebilir. Soru listesi sonuçta, genel toplam bir puan vermektedir. Bunun uygunluk seviyesi ile eşleşmesi veya ağırlıklandırılması yapılabilir.

Bu çalışmada sunulan sonuçlar ve öneriler, hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için geçerlidir.

## 8. KAYNAKLAR

- APICS. (2011). *2011 Sales and Operations Planning Practices and Challenges*. <https://www.apics.org/docs/default-source/default-document-library/apics-2011-sales-and-operations-planning-practices-and-challenges.pdf?sfvrsn=2> adresinden alınmıştır
- Ball, B. (2013). *S&OP Non-Negotiable as a Process*. Aberdeen Group.
- Cecere(b), L., & Chimni, J. (2014). *Changing Mental Models: The Evolution of S&OP*. Kinaxis Inc.: <https://www.kinaxis.com/Global/resources/slide-decks/WebcastPresentation-Changing%20Mental%20Models.pdf> adresinden alınmıştır
- Cecere, L., Barrett, J., & Mooraj, H. (2009). *Sales and Operations Planning: Transformation From Tradition*. AMR Research Report, May 2009. AMR Research Inc.
- Elbaum, S. D. (2004). *The Sales and Operations Planning Benchmark Report: Leveraging S&OP for Competitive Advantage*. Aberdeen Group.
- Feng, Y., & D'amours, S. (2008). The Value of sales and operations planning in oriented strand board industry with make-to-order manufacturing system: Cross functional integration under deterministic demand and spot market recourse. *International Journal of Production Economics*, 115(1), 189-209.
- Goh, S. H., & Eldridge, S. (2015). New product introduction and supplier integration in sales and operations planning Evidence from the Asia Pacific region. *International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management*, 45:9-10, 861-886.
- Google. (2017, 02 28). <http://www.google.com> adresinden alınmıştır
- Grimson, J. A., & Pyke, D. F. (2007). Sales and operations planning: an exploratory study and framework. *The International Journal of Logistics Management*, 18:3, 322-346.
- Lapide, L. (2005). Sales and Operations Planning Part III: A Diagnostic Model. *Journal of Business Forecasting*, 24 (1), 13- 16.
- Palmatier, G. (2011). *An Executive Level Synopsis Integrated Business Planning (Advanced Sales & Operations Planning)*. Oliver Wight Americas.
- Sheldon, D. (2006). *World Class Sales & Operations Planning: A Guide to Successful Implementation and Robust Execution*. Ft Lunderdale, FL: J. Ross Publishing.



- Thome, T., Marcio, A., Scavarda, L. F., Fernandez, N. S., & Scavarda(b), A. J. (2012). International Journal Of Production Economics. *Sales and operations planning: A research synthesis*, JUL, 138:1, 1-13,.
- Tinker, E. J. (2011, 04 12). *Excellence in S&OP : Tips and Traps When Implementing -Nexview Consulting*. APICS North Shore Chapter: [http://www.apics-northshore.org/pdm/presentations/Excellence\\_in\\_S&OP\\_Nexview.pdf](http://www.apics-northshore.org/pdm/presentations/Excellence_in_S&OP_Nexview.pdf) adresinden alınmıştır
- Tohamy, N., Tarafdar, D., Kohler, J., & Pukkila, M. (2013). *Introducing the Five-Stage Sales and Operations Planning Maturity Model for Supply Chain Leaders*. Gartner.
- Ventana Research. (2006). *Sales and operations Planning: Measuring Maturity and Opportunity for Operational Performance Management*. San Mateo, CA, USA.
- Veronesi, P. M. (2013). *The Journey Toward Next -Generation S&OP in the Manufacturing Industry*. IDC.
- Viswanathan(b), N. (2009). *Sales and Operations Planning Solutions AXIS*. Q3 2009, Aberdeen Group, Inc.
- Viswanathan, N. (2010). *Sales and Operations Planning Strategies for Managing Complexity within Global Supply Chains*. Aberdeen, July.
- Wagner, S. M., Ullrich, K. K., & Transchel, S. (2014). The game plan for aligning the organization. *Business Horizons*, Mar-Apr, 57:2, 189-201 .
- Wallace(b), & Stahl. (2014). *Sales & Operations Planning: The Executive's Guide*. Ohio: Steelwedge Software.
- Wallace, T. (1999). *Sales & Operations Planning: The How-to Handbook*. Ohio: T.FWallace & Company.
- Web Of Science. (2017, 02 28). [www.webofknowledge.com/](http://www.webofknowledge.com/) adresinden alınmıştır
- Wing, L., & Perry, G. (2001). Toward twenty-Şrst-century pharmaceutical sales and operations planning. *Pharmaceutical Technology*, 20–26.



# KENTSEL LOJİSTİK AÇISINDAN İLAÇ DAĞITIMI - İSTANBUL ÖRNEĞİ

*Bekir Tuğrul KÜÇÜKSOLAK<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Türk ilaç pazarı dünyanın önde gelen ve hızla büyüyen pazarlarından biridir. 30 ve altı yaşlardaki genç nüfusun fazla olmasından dolayı önümüzdeki yıllarda da gelişimin sürdürmesi ve 2023'de 23 milyar dolarlık bir hacime ulaşması beklenmektedir. Devletin nüfusun %90'ının sağlık giderlerini karşıyor olması sektörü güçlendiren bir unsurdur. Pazarın büyüklüğü de uluslararası ilaç firmalarının ülkemize olan ilgisini arttırmaktadır.*

*Ancak ilaçların üreticiden hastalara olan akışın karmaşıklığı dikkat çekmektedir. İlaç tedarik zincirinin dağıtım ayağı olan ecza depoları ve eczaneler dikkate alındığında, kurulmuş olan dağıtım sisteminin verimliliği tartışmalıdır. 500'e yakın ecza deposunun, 24 binin üzerinde eczanenin olduğu ülkemizde ilaç dağıtımının %70-75'ini iki firma yönetmektedir. Bununla beraber eczaneler ortalama 40 ecza deposu ile çalıştığından aynı eczaneye pek çok kereler gidilip ciddi bir trafik oluşturulmaktadır.*

*Bu çalışmada İstanbul'daki eczanelere yapılan ecza deposu kaynaklı ruhsatlı ilaç dağıtımının yarattığı yük ve önerilen çözümler ele alınmıştır. Önerilen model ve uygulamalar kentsel lojistikteki tüm taraflar açısından faydalar sağlamayı amaçlamaktadır.*

**Anahtar kelimeler:** Ecza depoları, İlaç dağıtımı, İstanbul, Kentsel Lojistik

# MEDICINE DISTRIBUTION IN TERMS OF URBAN LOGISTICS - ISTANBUL CASE

## ABSTRACT

*The Turkish pharmaceutical market is one of the leading and rapidly growing markets of the world. Due to the large number of young people aged 30 and below, it is expected to continue to improve in the coming years and reach a volume of 23 billion dollars in 2023. The fact that 90% of the population's the health costs covered by government, is a factor that strengthens the sector. The size of the market also increases the interest of international pharmaceutical companies..*

*However, the complexity of the flow of medicines from the producer to patients is remarkable. When the pharmacy deposits and pharmacies, which are the distribution bases of the drug supply chain, are taken*

---

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, [tugrulkucuksolak@gmail.com](mailto:tugrulkucuksolak@gmail.com)

*into consideration, the efficiency of the installed distribution system is questionable. Nearly 500 pharmacy deposits and over 24,000 pharmacies, only two companies control 70-75% of drug distribution in Turkey. However, because pharmacies work with 40 pharmacy deposits on average, many of the same pharmacies are visited and serious traffic is generated.*

*In this study, the burden created by the distribution of licensed medicines originating from the pharmacy deposits in Istanbul and the solutions proposed are discussed. The proposed models and applications aim to provide benefits for all parties in urban logistics.*

**Keywords:** Pharmacy deposits, Medicine/drug distribution, Istanbul, Urban logistics

## 1. GİRİŞ

İlaç, hastalıkların teşhisi, tedavisi, profilaksisi (hastalıktan korunma) cerrahi girişimlerin kolaylaştırılması ve bazı fizyolojik olayların değiştirilmesi (doğum kontrolü gibi) amacıyla tıpta kullanılan ve biyolojik etkinliği olan saf kimyasal madde veya ona eşdeğer bitkisel veya hayvansal kaynaklı standart miktarda etkin madde ve yardımcı madde içeren kimyasal preparattır. (URL 1)

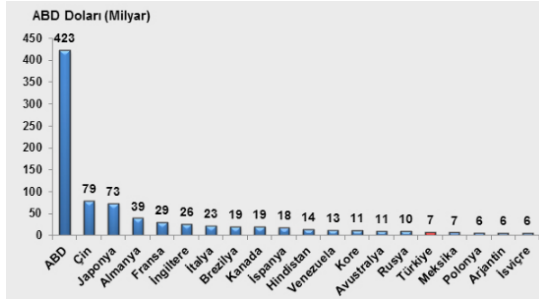
İlaçlar etki ve kullanım amaçlarına, elde edildikleri kaynak materyallere, kimyasal yapılarına, etki yerlerine, hazırlama şekline, reçete türüne ve ruhsat kategorisine göre sınıflandırılabilirler. Bu çalışmada hazırlama şekline göre Sağlık Bakanlığında alınmış ruhsatla ilaç firmaları veya ilaç laboratuvarları tarafından üretilen ve eczaneler ile hastaneler vasıtasıyla hastalara iletilen; ilaç tüketiminin çok büyük kısmını oluşturan müstahzar ilaçlar konu edilmiştir.

### 1.1. Türkiye İlaç Sektörü Hakkında Bilgiler

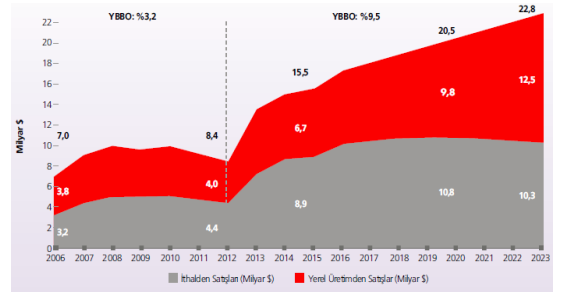
Sektör derneklerinin IMS Health araştırmalarına dayandırdıkları verilere göre Türkiye ilaç pazarı dünyanın en büyük 20 ilaç pazarı arasında olup 16. sıradadır.(URL 2) Bununla beraber Rusya ve Çin'in ardından en büyük büyüme oranına sahip olan 3. ülkedir. (URL 3)

Sağlık Bakanlığı'ndan ruhsatlı ilaçlar ile ilaç dışı tıbbi ürünleri kapsayan Türkiye tıbbi ürün pazarı, 2015'te %15,5 büyüme ile 16,86 milyar TL'ye ulaşmıştır. Kutu ölçeğinde ise %6,7 büyüme ile 1,94 milyar hacim gerçekleşmiştir. Sadece ilaç pazarı ise 2015'te %15,6 büyüme ile 15,87 milyar TL'ye ulaşmıştır. Kutu ölçeğinde ise %6,8 büyüme ile 1,87 milyar kutu satış gerçekleşmiştir. (URL 2) Bu verileri Türkiye nüfusuna oranladığımızda kişi başı yıllık ilaç tüketimi 24,95 kutudur. Çalışanların %80'i ve emeklilerin %90'ı SGK vasıtasıyla hizmet almakta olup, pazarın büyük kısmı devlet tarafından geri ödenmektedir. (URL 3)

İthal ürünler 2015'te %15,8 artışla değerinde 9,82 milyar TL'ye ulaşmış olup, kutuda ise %7,8 büyüme ile 0,52 milyar hacim gerçekleştirmişlerdir. Buna karşın yerli imal ürünler, değerinde %15,2 büyüyerek 7,04 milyar TL'ye, kutuda ise %6,4 büyüme ile 1,42 milyar hacme erişmişlerdir. (URL 2) Türk ilaç pazarının 2023 yılında 23 milyar dolar seviyelerine çıkması beklenmektedir.(URL 4)



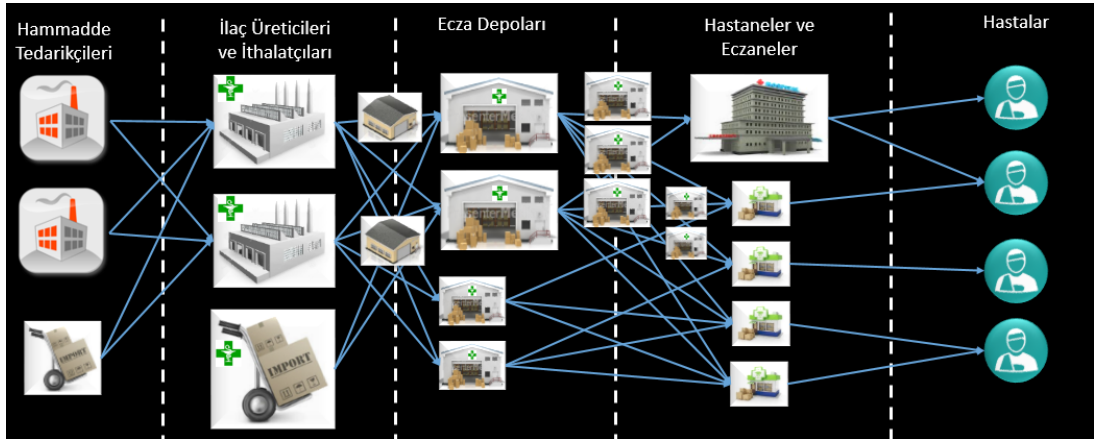
Şekil 1: Dünya ilaç pazarı (URL 2)



Şekil 2: Türk İlaç Pazarı 2023 Projeksiyonu (URL 4)

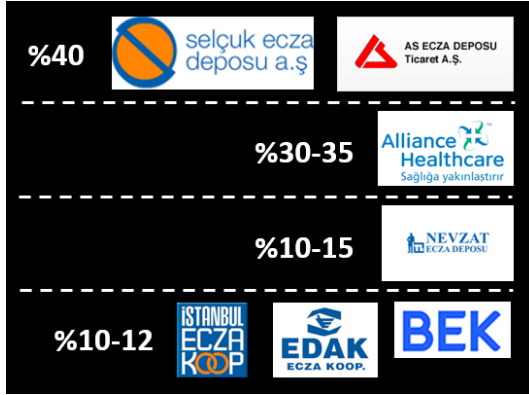
## 1.2. Türkiye İlaç Sektörü Hakkında Bilgiler

Türkiye’de ilaç tedarik zincirini oluşturan paydaşlar; hammadde üretici ve ithalatçıları, ilaç üreticileri ve ithalatçıları, ecza depoları, eczane ve hastaneler olarak sıralanabilir. Basit şekilde şematize edilmiş ilaç endüstrisi tedarik zinciri yapısı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3: İlaç Tedarik Zinciri

Ülkemizde zincirin ilk halkası diyebileceğimiz hammadde üreten 12, ithal eden 31 firma vardır. Bunların müşterisi ve ilaç sanayinin temeli olan 295’i yerli 332 ilaç tedarikçisi firma sektörde yer alır. Bu firmalardan ilk 10 firmanın pazarpayı %44 civarındadır. Bununla beraber bu firmalardan 66’sı üretici olup 49’u yerli firmalardır. (URL 5) Çizelge 1’de ülkemizdeki üretici firmaların illere göre dağılımı verilmiştir. Görüldüğü gibi ülkemizde ilaç sanayi Marmara bölgesinde toplanmış durumdadır.



**Şekil 4:** Türkiye’de Ecza depolarının Pazar Payları

Şehir	Üretim Tesisi Sayısı
Adıyaman	1
Ankara	5
Balıkesir	1
Bolu	1
Düzce	1
İstanbul	32
İzmir	2
Kırklareli	2
Kocaeli	7
Konya	1
Sakarya	2
Samsun	2
Tekirdağ	9

**Çizelge 1:** Üretici firmaların Dağılımı (URL 5)

Zincirin devamında ilaç dağıtımını yapan ve bu çalışmanın ana odağını oluşturan ecza depoları yer alır. Türkiye genelinde 500’e yakın ecza deposu faaliyet göstermektedir. Ancak sektördeki ilk 3 firmanın pazar payı %70-80 civarındadır. Onları kooperatifler %10-12 gibi payları ile takip eder. Geri kalan 480’nin üzerindeki ecza deposu kalan %5-10 luk kısımda faaliyet gösterir. TOBB Türkiye İlaç Sanayi Sektör Raporu 2008’e göre bir eczane ortalama 40 ecza deposundan hizmet almaktadır. (URL 6)

Zincirde ilaçları hastalara ulaştırmaktan sorumlu eczaneler ile ilgili bazı bilgiler ise şu şekildedir; (URL 7 ve URL 8)

- TEB verilerine göre Türkiye genelinde birlik bünyesine kayıtlı 30 binden fazla eczacı ve 24 binden fazla aktif eczane vardır.
- 6308 sayılı yasaya göre Türkiye’de her 3.500 kişiye bir eczane açılmasına izin verilmektedir. İlçe nüfuslarıyla bakıldığından mevcut durumda bu rakama göre dengesizlikler söz konusudur.
- Eczanelerin yaklaşık %70’i hastane ya da herhangi bir sağlık kurumu yakınında bulunmamaktadır.
- Bununla beraber eczanelerin büyük bir kısmı işlek bir noktada veya kalabalık bir semtte faaliyet göstermektedir.
- Bir eczane ortalama 40-50 arasında ecza deposuyla çalışıyor ve %75’i hizmetten memnun
- Eczanelerin %45 oranında banka kredisi kullanımı söz konusu
- Eczanelerin %60’ın ecza dışında ürün satışı var

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Kentsel Lojistik, kentsel alanlardafarklı farklı işletmeler tarafından yürütülen ürün ve atıklara ilişkin lojistik ve taşımacılık eylemlerinin; maliyetleri düşürmek, yaşam kalitesi ve trafik güvenliğini artırmak, trafik sıklığı ve olumsuz çevresel etkileri en aza indirmek ve enerji tasarrufunu sağlamak üzere ileri bilgi teknolojileri kullanarak iyileştirilmesidir. (Tanyaş, 2016) Kentsel lojistike alıcılar, taşıyıcılar, göndericiler ve kanun koyucular olmak üzere 4 paydaş söz konusudur. Kentsel lojistik bu paydaşların ulaşılabilirlik, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve direçlilik ilkeleri doğrultusunda maksimum avantajları sağlamasını hedefler.

Kentsel lojistik konularına özellikle yurtdışında yoğun bir ilgi söz konusudur. Kentlerdeki yaşam kalitesini doğrudan etkileyen bu konuda değişik yayınlar ve konferanslar düzenlenmektedir. Bu çalışma esnasında literatürde önemli yeri olan bazı yazaların çalışmaları ve özellikle vaka çalışmaları incelenmiştir. Faydalanılan yayınlardan bazıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Ülkemizde ise son yıllarda bu alandaki çalışmalar artmakta olup, şehirler ve zincirin paydaşları özelinde çalışmalar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalarda özellikle mevcut yapının verimliliği ve optimizasyonuna yönelik konular ön plana çıkmıştır. Özellikle ilaç dağıtımından açısından ülkemizde yapılan yayınlara baktığımızda mevcut yapının alternatifinin sunulduğu bir çalışma bulunmamıştır. Faydalanılan bazı yerli yayınlar ve içerikleri Çizelge 3 ile verilmiştir.

YAYIN YILI	ÇALIŞMA TİPİ	YAZAR(LAR)	BAŞLIK
2012	Bildiri	Russo ve Comi	City characteristics and urban goods movements: a way to environmental transportation system in a sustainable city
2012	Bildiri	Dizain, Ripert ve Dablanc	How can we bring logistics back into cities? The case of Paris metropolitan area
2012	Bildiri	Kikuta ve diğerleri	New subway-integrated city logistics system
2014	Bildiri	Quaka, Balme ve Posthumusa	Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis
2014	Bildiri	Witkowski ve Kiba-Janiak	The role of local governments ,n the development of city logistics
2014	Bildiri	Nowicka	smart city logistics on cloud based computing model
2014	Bildiri	Taniguchi	Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities
2014	Bildiri	Taniguchi, Thompsonb ve Yamadaa	Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics
2014	Bildiri	Holguin-Veras ve diğerleri	The Newyork city off-hour delivery project: lessons for city logistics
2014	Rapor	Dablanc ve diğerleri	Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies. City Logistics Best Practices: a Handbook for Authorities
2016	Bildiri	Taniguchi, Thompsonb ve Yamadaa	New opportunities and challenges for city logistics
2016	Bildiri	Kiba-Janiak	Key success factors for city logistics from the perspective of various groups of stakeholders
2016	Bildiri	Morfoulaki ve diğerleri	Evaluation of specific policy measures to promote sustainable urban logistics in smal-mdeium sizde cities: the case of Serres, Greece

Çizelge 2: Kentsel lojistik alanındaki bazı yayınlar

YAYIN YILI	ÇALIŞMA TIPI	YAZAR(LAR)	BAŞLIK	ÖZET
2005	Bildiri	Şen ve Güventürk	İlaç dağıtım kanallarında yeni bir lojistik model	Tüm Eczacı Kooperatifleri Birliği (TEKB) çatısı altında bulunan 6 kooperatifin, tedarik zinciri planlama, satınalma ve lojistik fonksiyonlarını 4. Parti Lojistik firması konsepti ile yürüten Farmalojistik'i ve yapısını inceleyen bir çalışmadır. Zincir içerisinde ilaç tedarikçilerinden kooperatif depolarına olan kısmın incelendiği bir çalışmadır.
2009	Makale	Patr	Dinamik programlama ve bir ecza deposunun şehir içi ilaç dağıtımına alternatifli bir çözüm önerisi	Bir ilaç deposunun, dağıtım sorununu dinamik programlama ile ele alan ve en kısa yolu bulmayı amaçlamış bir çalışmadır. Elde edilen bulgularla, şehir içi eczaneler dokuz bölgeye ayrılmış ve gelen siparişlerin en kısa zamanda karşılanması için alternatif bir yol belirlenerek, bir model önerilmiştir.
2012	Makale	Uslu ve Akçadağ	İlaç sektöründe tersine lojistik ve dağıtımın rolü: Bir uygulama	Kayseri de faaliyet gösteren ilaç şirketlerinin, lojistik faaliyetlerden tersine lojistik ve dağıtım etkinliklerini tespit etmek için yapılmış bir çalışmadır. Araştırmanın sonucunda Kayseri'deki ilaç şirketlerinin dağıtım faaliyetlerine ve tersine lojistik faaliyetlerine gereken önemi verdikleri sonucuna varılmıştır.
2013	Makale	Arslan ve Sarıççek	Bir ecza deposunda stok yönetimi için karar destek sistemi	İlaç firmalarının sunduğu dönemsel fiyat avantajlarından yararlanmak isteyen bir ecza deposu için satınalma kararlarına yardımcı olacak bir stok yönetimi karar destek sistemi tasarımı yapmayı hedeflemiş bir çalışmadır. Kurulan modelde ekonomik sipariş miktarı ve geçici satış fiyatı modelleri temel alınmış ve en az maliyetle tutulacak stok miktarının hesaplanmasına yardımcı olacak model kurulmaya çalışılmıştır.
2013	Yüksek lisans tezi	Erdil	Kentsel lojistik: İzmir ili için bir uygulama	İzmir ilini kentsel lojistik açısından inceleyerek farklı alanlarda önerilen sunan bir çalışmadır.
2014	Makale	İpekgil Doğan ve Kırdı	Evsel ilaç atıklarının toplanmasında tersine lojistik ağı üzerine bir uygulama	Atık ilaçların taşınması faaliyetine yönelik genetik algoritmanın kullanılması araştırılmış ve hesaplama işlemlerinin yapılabilmesi için bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılımda test edilmek üzere üç farklı taşıma modeli oluşturulmuş ve bu üç model, gerçek veriler ve çeşitli varsayımlar ışığında karşılaştırılmış, test sonuçları ve bulgular çalışma sonunda sunulmuş geliştirilen yazılım algoritmasının geliştirilmesi gereken başlıklar verilmiştir.
2016	Makale	Yener ve diğerleri	Birlikte kullanımları ve genetik algoritma ile sipariş yığınlama probleminin çözümü: bir ecza deposunda uygulama	Bir ecza deposunun günlük sipariş toplama stratejisinin incelenerek, ürünlerin ve siparişlerin hacimsel olarak küçük olduğu, toplayıcı kapasitesinin göreceli olarak büyük olduğu depolar için uygun olan, sipariş yığınlama stratejisine göre çalışan ve en kısa toplama yolunun bulunmasını sağlayan modelin ve sonuçlarının tartışıldığı bir çalışmadır.

### Çizelge 3: İlaç dağıtımı ile ilgili faydalanılan bazı yerli yayınlar

## 3. VERİ ve ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

### 3.1. İstanbul'daki Mevcut İlaç dağıtım Yapısı

Çalışmada mevcut durumun analizini yapabilmek için öncelikle İstanbul'daki ilaç çekim noktaları belirlendi. Bunun için Türkiye Eczacılar Birliği ve Eczacılar Teknisyenleri Derneklerinin verilerine göre İstanbul'daki aktif eczane sayısı ve İl Sağlık Müdürlüğü verileri derlenmiş olup bu verilere göre elde edilen veriler Çizelge 4 ile verilmiştir. Buna göre İstanbul'da 5.118 eczane bulunmakta olup, TÜİK verilerindeki nüfusa göre ortalama bir eczane 2.904 kişiye hizmet vermektedir. Çalışmadaki hesaplamaların tamamı buna göre yapılmıştır.

Ayrıca bu çekim merkezlerine hizmet sağlayan ve çalışmaya konu olan kenstel trafik yoğunluğunu oluşturan ecza depolarına ait depo sayısı, depo lokasyonu, araç sayısı gibi bilgiler de internet araştırması ile derlenmiştir. Buna göre internetten bulunabildiği kadarıyla İstanbul'da 132 ecza deposu, toplamda 164 depo ile hizmet vermektedir. Mevcut yapıyla ilgili sadece Selçuk ecza deposu o da Türkiye geneli için araç sayısını paylaştığından mevcut durumda trafikte harcanan süre, gidilen toplam yol gibi KPI'lar için çalışmada yapılan kabul-lere göre bir hesaplama yapılmak zorunda kalmıştır.

İlaç dağıtımı ile ilgili ecza depoları tarafından paylaşılmış çok fazla veri olmadığından hem mevcut durum analizinde hem de önerilen modelde bazı kabuller yapılması gerekmektedir. Yapılan kabuller şunlardır;



- Dağıtım kanalı yapısıyla ilgili olarak ecza şirketlerinin raporları, çeşitli kurum sektör araştırmaları ışığında mevcut durumda ilaç dağıtımın %75'inin Selçuk ve Alliance tarafından, %15'inin ecza kooperatifleri tarafından ve %10'unun diğer depolar tarafından yapılmakta olduğu öngörülmüştür.
- Hesaplamalarda %5 diğer şehirlerden gelen hasta oranı ve %5 güven oranı mevcut rakamlara eklenmiştir.
- Ana dağıtımı oluşturan ecza depolarının benzer verimlerle çalıştıkları varsayılmıştır.
- Ortalama satılan bir ilaç için 6 cm \* 12,5 cm \* 3 cm lik kutu ölçüleri esas alınmıştır.
- Tüm eczanelerin ortalama olarak aynı sayıda müşteriye hizmet verdiği kabul edilmiştir.
- Hesaplamalarda hastane satışları ve bağlı hareketler net bilgiler olmadığından dikkate alınmamıştır.
- Adalar ilçesi konum hesaplamalarında göz ardı edilmiştir.
- Eczane görüşmeleri sonucunda eczanelerin stok yönetimi yapmadığı ve genelde çok satılan ilaçlar hariç bittikçe sipariş verdikleri kabul edilmiştir.
- Eczane görüşmeleri sonucunda eczanelerin çok satan ilaçları genellikle ana ecza depolarından günlük ve planlı olarak aldıkları kabul görülmüş ve planlı sevkiyat oranı %65 olarak alınmıştır.
- Bir eczanenin yıl boyunca 260 gün hizmet verdiği kabul edilmiştir.
- Bir desi 15\*20\*10 cm ölçülerinde bir koli olarak hesaplamalarda kullanılmıştır.
- İki ana ecza deposunun bir araç ile planlı/rotalı sevkiyatlarında ortalama 15, plansız sevkiyatlarında 4 eczaneye uğradığı, Kooperatif aralarının planlı/rotalı sevkiyatlarında ortalama 25, plansız sevkiyatlarında 3 eczaneye uğradığı ve diğer ecza depolarının planlı sevkiyatlar yapmayıp talebe göre plansız sevkiyatlarla eczanelere teker teker gittikleri genel eczane görüşmelerinden çıkan sonuç olarak kabul edilmiştir.
- Ecza depoları tarafından yapılan planlı sevkiyatların Kangoo tipi araçlarla, plansız sevkiyatların scooterlarla yapıldığı kabul edilmiştir.
- Önerilen modelde üretici sonrası tüm zinciri kapsayacak şekilde bir öneri geliştirilirken, hesaplamalarda zincirin bazı adımlarına dair tam verilere ulaşamadığı için ve yapıyı karmaşık hale getirmemek amacıyla sadece eczanelere yapılan son sevkiyatların mevcut ve önerilen durumları karşılaştırılacaktır.
- Önerilen model ile mevcut durum performansları; Toplam gidilen mesafe, trafikte geçirilen zaman ve karbon emisyonu KPI'ları üzerinden karşılaştırılacak ve diğer kazanımlardan sözel olarak bahsedilecektir.

### 3.2. İstanbul'daki Mevcut Durumun Analizi

Derlenen veriler ışığında ilk olarak bir eczaneye günlük olarak gitmesi gereken/giden koli(bir koli bir desi) sayısı Çizelge 5'deki şekilde hesaplanmıştır.

Bu veriden yola çıkarak Çizelge 6'de verildiği şekilde ecza deposu kırılımında ve toplamda bir eczaneye yapılan planlı ve plansız sevkiyat sayıları hesaplanmıştır.

İlçe	Mevcut eczane sayısı	D.Hastane	Ö. Hastane	Üni. Hastane	Aile sağlığı merkezi
Kadıköy	515	4	13	0	36
Fatih	348	4	10	7	29
Üsküdar	233	5	11	1	42
Şişli	225	2	18	2	19
Bahçelievler	218	3	13	1	29
Maltepe	214	4	4	2	36
Ümraniye	205	1	6	1	35
Küçükçekmece	200	2	8	1	35
Bağcılar	193	2	9	0	41
Pendik	193	2	7	1	35
Ataşehir	163	2	6	2	23
Bakırköy	152	4	6	0	18
Kartal	149	4	4	0	26
Gaziosmanpaşa	141	2	10	0	24
Beşiktaş	137	1	9	1	14
Kağıthane	132	2	3	0	27
Avclar	119	2	3	0	18
Zeytinburnu	119	4	4	1	17
Beyoğlu	119	3	5	0	20
Güngören	111	1	5	0	17
Esenyurt	107	1	2	0	26
Sarıyer	106	4	1	0	29
Sultangazi	104	1	3	0	26
Bayrampaşa	98	1	4	0	17
Esenler	97	1	4	0	30
Beykoz	90	3	1	0	20
Eyüp	86	1	2	0	21
Sultanbeyli	78	2	2	0	22
Büyükçekmece	66	2	1	0	15
Sancaktepe	60	1	2	0	20
Beylikdüzü	60	1	4	0	13
Başakşehir	59	1	0	0	21
Tuzla	52	1	2	0	17
Çekmeköy	49	1	0	0	12
Silivri	44	2	4	0	24
Arnavutköy	30	1	1	0	13
Çatalca	20	1	0	0	10
Adalar	17	1	0	0	4
Şile	9	1	0	0	2
Toplam	5.118	81	187	20	883

Çizelge 4: İstanbul için ilaç çekim noktaları

2015 Hastane satışları hariç satılan kutu sayısı	1.950.000.000	-
2015 Türkiye Nüfusu TÜİK	78.151.750	-
Kişi başı yıllık ilaç tüketimi	24,95	1.950.000/78.151.750
İşgünü	260	-
Bir kişinin günlük ilaç tüketimi	0,096	24,95/260
Bir eczanenin hizmet verdiği kişi sayısı	3.195	2.905*1,1
Bir Eczanede günlük satılan kutu ilaç	307	3.195*0,096
Ortalama bir kutu ilaç çm3 / 12,5*6*3 cm	225	12,5*6*3
Ortalama bir kutu ilaç desİ	0,075	225/3.000
Bir eczaneye günlük sevk edilecek desİ koli sayısı	23	0,075*307

**Çizelge 5: Bir eczaneye günlük olarak sevk edilen ortalama koli sayısının hesaplanması**

	Selçuk	Hedef	Ecza Koop	Diğer	Toplam
Ecza deposu payı	0,4	0,35	0,15	0,1	-
Toplam sevk edilen koli	9	8	3	3	23
Planlı sevkiyatta teslim edilen koli	7	7	2	0	16
Plansız sevkiyat teslim edilen koli	2	1	1	3	7
planlı sevkiyat başına kutu	7	7	2	0	-
plansız sevkiyat başına kutu	1	1	1	1	-
Planlı sipariş/sevkiyat sayısı	1	1	1	0	3
Plansız sipariş/sevkiyat sayısı	2	1	1	3	7
Bir eczaneye yapılan günlük ortalama sevkiyat sayısı	3	2	2	3	10

**Çizelge 6: Ecza deposu bazında eczanelere günlük olarak yapılan sevkiyat detayları**

Buna göre bir eczaneye günlük ortalama 23 koli sevk edilirken bu işlem için kagoo tipi araçlarla 3 planlı ve scooterlarla 7 plansız olmak üzere toplam 10 sevkiyat yapılmaktadır. Bir eczane için yapılan bu hesaplama araçların ortalama uğrayacakları eczane sayısı ve bir dağıtım turunun süresi verileri de eklenerek Çizelge 7'deki hesaplamalar yapılarak gidilen km, oluşan emisyon ve trafikte geçen süreler hesaplanmıştır.

	Selçuk	Hedef	Ecza Koop	Diğer	Toplam
Bir aracın planlı sevkiyatta uğradığı ort. eczane sayısı	15	15	25	0	
Bir aracın plansız sevkiyatta uğradığı ort. eczane sayısı	4	4	3	1	
Bir araçta planlı/planlı sevkiyatta bir eczaneye ayrılan kapasite	0,07	0,07	0,04	0	
Bir araçta planlı/plansız sevkiyatta bir eczaneye ayrılan kapasite	0,5	0,25	0,33	3	
5.118 eczane içi toplam planlı sevkiyat sayısı	341	341	205	0	887
5.118 eczane içi toplam plansız sevkiyat sayısı	2559	1280	1706	15354	20.899
Planlı sevkiyat için gerekli süre	6,25	6,25	6,25	0	
Plansız sevkiyat için gerekli süre	1,10	1,10	0,95	0,65	
Planlı sevkiyat için trafikte geçen toplam süre (5.188 eczane için)	2.132,50	2.132,50	1.279,50	0,00	5.544,50
Plansız sevkiyat için trafikte geçen toplam süre (5.188 eczane için)	2.814,90	1.407,45	1.620,70	9.980,10	15.823,15
Trafikte harcanan ortalama toplam süre (saat)	4.947,40	3.539,95	2.900,20	9.980,10	21.367,65
Planlı sevkiyatta gidilen km (ort. 50 km/sevk)	17.050	17.050	10.250	0	44.350
Plansız sevkiyatta gidilen km (ort. 20 km/sevk)	51.180	25.600	34.120	307.080	417.980
Trafikte gidilen toplam km					462.330
Planlı sevkiyatta ortaya çıkan karbon emisyonu (kg)	3.753,20	3.753,20	2.251,92	0,00	9.758,32
Plansız sevkiyatta ortaya çıkan karbon emisyonu (kg)	4.503,84	2.251,92	3.002,56	27.023,04	36.781,36
Ortaya çıkan toplam karbon emisyonu (kg)					46.539,68
Ortalama CO2 emisyonu gr/km kangoo eco1,6: 220 gr/km					
Ortalama CO2 emisyonu gr/km motor 125cc scooter: 88 gr/km					

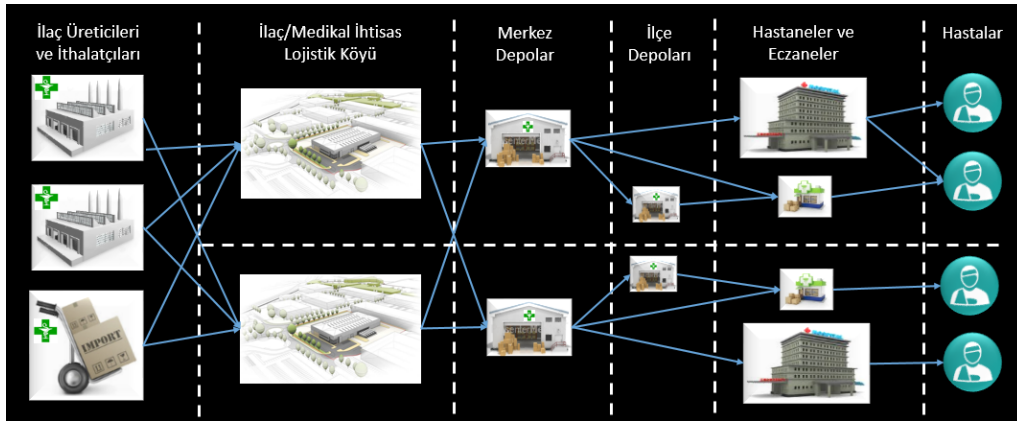
**Çizelge 7: Mevcut durumda İstanbul'daki ilaç dağıtımını kaynaklı yük**

Buna göre mevcut durumda İstanbul'da ilaç dağıtımını için toplam 462 bin km yol yapılmakta, trafikte 21 bin saat zaman harcanmakta ve bunu karşılığında doğaya 46,5 ton karbon salınmaktadır. Tüm bunlar için tam hesap yapılamasa da sevkiyat sayılarından hareketle 1.000 adet civarında kangoo tipi araç ve 2.000-2.500 civarında scooter veya benzeri küçük motor trafiğe çıkmaktadır. Böyle bir rakamın günlük olarak oluşturduğu yoğunluk dışında sebep olduğu kaza sayısının da az olmayacağı aşikardır.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

##### 4.1. Önerilen Tedarik Zinciri Yapısı ve İşleyişi

İstanbul için önerilen yapı Şekil 5 ile verilmiştir.

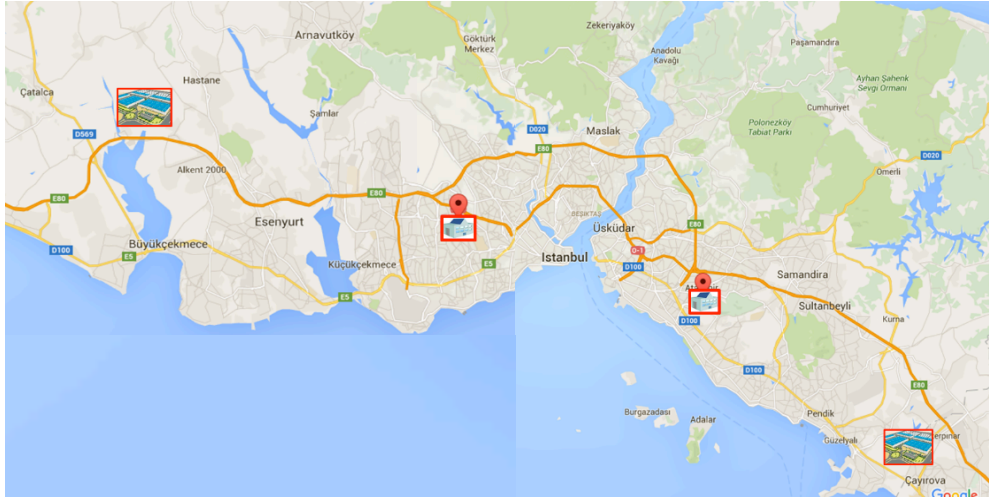


Şekil 5: İstanbul için önerilen ilaç tedarik zinciri yapısı

Alternatif yapıda dünya genelinde pek çok uygulaması olan, her iki yakada şehrin dış alanında kalan ancak ilaç tedarikçileri ve gümrüklere ulaşım imkanı olan alanlara büyük ilaç ve medikal ürün ihtisas lojistik köyleri kurulması önerilmektedir. Burada amaç tüm ecza depoları, üretici ve ithalatçı firma dış ürün depolarını bir arada bulundurularak bunlar arasında oluşan trafiği minimum seviyeye çekmektir. Böyle bir yapı olması durumunda ecza depolarının ki İstanbul'da hali hazırda irili ufaklı 164 adet olan ilaç depoları şehir dışına alınmış olacak ve ilaç tedarikçilerinden bu depolara olan trafik şehir içinden çıkarılacaktır. İlaç fabrikalarının ve ithalatçı depolarının lokasyonlarını dikkate aldığımızda Avrupa yakası için Arnavutköy veya Çatalca bölgesi, Anadolu yakasında Tuzla bölgesi bu amaçla uygun lokasyonlardır.

Şehir içindeki ilaç dağıtımını ile ilgili ise her iki yakada da ecza depolarına günlük planlı dağıtımların yapılacağı, tüm ecza depolarının yer kiralayabileceği, irili ufaklı farklı büyüklüklerde ve şartlarda depo alanları olan merkez depolar kurulması önerilmektedir. Bu merkez depolar bir nevi hal, sanayi sitesi gibi olup işletmesi ve kontrolü İBB tarafından yapılmalıdır.

Bu depolar Lojistik köyünde yer tutamayan küçük ecza depoları için de uygun olacaktır. Bu depolara lojistik köylerden yapılacak sevkiyatların ve bu depolardan eczanelere yapılacak sevkiyatların tamamının gece saatlerinde yapılması önerilmektedir. Depolar için en uygun olacak yerler İstanbul ilaç çekim merkezlerine göre ilçelerin koordinatları üzerinden Ağırlık merkezi (Düz uzaklığın karesi) yöntemi ile belirlenmiştir. Buna göre Avrupa yakasında 41,0387/28,8690 koordinatları ile Esenler- Otogar bölgesi, Anadolu yakasında ise 40,9709/29,1290 koordinatları ile Ataşehir-Maltepe sınırı Büyük Bakkal köy yolu civarı en uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Her iki bölgede de hali hazırda bulunan otogarın ve meyve-sebze halinin bu bölgelerden çıkarılacağı düşünülürse bu alanların bu öneri için kullanılması çok uygun olabilir.



**Şekil 6: İstanbul için önerilen lojistik köy ve merkez depo lokasyonları**

Önerilen yapıda planlı dağıtımları bu merkez depolardan eczanelere İBB'nin ihalesiyle seçilecek olan ana işi dağıtım olan bir 3PL firma yapacaktır. Böylelikle ecza depoları ana işleri olan depolama ve ilaç pazarlama işlerine odaklanırken, dağıtım işinde taşınan kutu miktarı, yapılan işlem adeti vb anahtarlarla göre maliyetlerin dağıtımının olacağı bir hizmet alacaklardır. Böylelikle hali hazırda farklı ecza depolarının defalarca gittiği tek bi eczaneye tek bir sevkiyat ile tüm ecza depolarının planlı siparişleri ileticek olup konsolidasyon sağlanacaktır. Bu yapıda eczane siparişleri ortak bir sistemden akacak, ilgili ecza deposu eczane bazlı olarak ürünleri dağıtımcıya teslim edecek, dağıtımı yapan firmada siparişlere göre rota planlaması yapıp araçlarını buna göre yönetecektir. Dolayısıyla her araçta rotalama sistemi olacak ve günlük sipariş sırasına göre ilk bırakılacak malzemeler aracın en arkasında ilk teslim edilecek şekilde yerleştirilecektir. Dağıtımda katlanabilir geri dönüşümlü plastik kasalar kullanılacak olup, sipariş miktarına göre 4622, 4633 veya 4644 gibi ebatlar tercih edilecektir.

Merkez depolardan yapılacak olan planlı sevkiyatlarda 1,5 ton kapasiteli ve 4-5 metre-küplük (1300-1650 desi) diesel veya 130-160 km menzili olan elektrikli van tarzı araçlar kullanılacak olup çok acil durumlar için bir miktar motokurye bulundurulması öngörülmüştür.

Teslimatlar gece 22.00 ila sabah 06.30 arasında olacak ve her eczanede dağıtım sorumlusu ve eczacının elektronik kartlar ile açabileceği kapalı teslimat bölmelerinden faydalanılacaktır. Dağıtım sorumlusu geldiğinde elindeki sipariş formundaki barkodu ve bölmedeki barkodu okutarak eşleştirme yapacak ve malzemeyi bırakacaktır. Ayrıca aynı bölmeden boş katlanmış kasaları da alarak ambalaj geri dönüşünü sağlayacaktır.

Merkez depoların dışında her ilçede eczanelerin acil ihtiyaçlarını karşılamak üzere dağıtım hizmetini sağlayan 3PL firma tarafından yönetilen cep depoları olacaktır. Bu cep depolarında geçmiş verilere göre planlanmış en çok satan ilaçlardan 2-3 acil ihtiyacı karşılayabilecek miktarda tutulacak olup bu envanter ecza depoları tarafından ortak kullanılacaktır. İlacı eczaneye satan, sipariş olarak alan ecza deposu yerine teslimatı cep deposu yapacak, ecza deposuda bu mamülün ertesi günün planlı sevkiyatı ile cep deposuna göndererek stoğu dolduracaktır. Dolayısıyla cep depolarının envanterleri ecza depoları tarafından takip edilebilecek yapıda online olacaktır. Yapılacak olan acil sevkiyatlarda sıfır karbon emisyonlu bisiklet ve elektrikli bisikletler kullanılacaktır.

#### 4.2. Önerilen Model ile İlgili Analizler

Planlı sevkiyatlarda merkez depolarda kullanılan araçların maksimum 50 eczaneye dağıtım yapabileceği, her eczane için ortalama 16 desi sipariş taşıyacağı, ortalama 50 km/saat hız yapacağı, bir eczanede teslimat için 5 dakika harcayacağı, iki eczane arasında 4 dakikalık sürüş ve 500 m mesafe olduğu, ayrıca elektrikli araçlarda sıfır emisyon, diesel van araçlarda 192 gr/km emisyon değeri olduğu kabul edilerek; gerekli araç sayısı, gidilen km, emisyon miktarı ve trafikte geçen süre hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda kolaylık açısından bir aracın boş kapasitesi olsa dahi sadece ilgili ilçeye gittiği kabul edilmiştir. Ayrıca depolardan ilçelere olan mesafeler google maps yardımıyla ortalama olarak alınarak hesaba katılmıştır.

Bu hesaplamalara göre planlı sevkiyatlar için 29'u elektrikli olmak üzere 121 araca ihtiyaç duyulmakta olup, bu araçlarla günde 6.052km yol yapılarak, trafikte 767 saat zaman geçirilecektir. Bunun karşılığında günlük 0,94 ton karbon salınımı ortaya çıkacaktır. Çizelge 8'da planlı sevkiyatlarla ilgili yapılan hesaplamalar verilmiştir.

İlçe depolarında acil sevkiyatlarla ilgili hesaplamalarda ise ; bir eczaneye günde ortalama 7 plansız sevkiyat yapıldığı, bunların her birinde 1 desi ürün teslim alındığı, bu sevkiyatlarda kullanılan araçların bir seferde 5 eczaneye uğrayarak, ortalama 20 kmlik bir mesafede hizmet verdiği, 35km/saat hız ile gidip-geleceği ve bir eczanede 5 dk teslimat süresi harcaı düşünülmüştür.

Bu hesaplamalara göre acil sevkiyatlar için yaklaşık 846 araca ihtiyaç olup, bu araçlarla günde 142.282 km yol yapılarak, trafikte 7.057 saat zaman geçirileceği düşünülmektedir. Bu-

nun karşılığında hiç bir emsiyon salımını olmayacaktır. Çizelge 9’de acil sevkiyatlarla ilgili yapılan hesaplamalar verilmiştir. Bu veriler ışığında toplam önerilen sistem ile mevcut sistem arasında trafikte harcanan sürede yaklaşık %64, gidilecek olan mesafede yaklaşık %68 ve ortaya çıkacak karbon emisyonu miktarından yaklaşık %98 azalma olması öngörülmektedir.

İlçe	Mevcut eczane sayısı	Esenler	Ataşehir	Gerekli araç sayısı	Gerekli araç sayısı	Gidilen km	Harcanan süre dk
Arnavutköy	30	25,1		0,6	1	65,20	271,00
Ataşehir	163		2,9	3,26	4	104,70	1.467,46
Avclar	119	21,7		2,38	3	189,70	1.073,60
Bağcılar	193	4,9		3,86	4	135,70	1.737,78
Bahçelievler	218	7		4,36	5	179,00	1.963,40
Bakırköy	152	8		3,04	4	140,00	1.369,28
Başakşehir	59	9,4		1,18	2	67,10	531,75
Bayrampaşa	98	4,7		1,96	2	67,80	882,38
Beşiktaş	137	17,8		2,74	3	175,30	1.235,14
Beykoz	90		26,5	1,8	2	151,00	812,12
Beylikdüzü	60	30,6		1,2	2	152,40	542,45
Beyoğlu	119	14,9		2,38	3	148,90	1.072,79
Büyükkçekmece	66	40,1		1,32	2	193,40	597,21
Çatalca	20	46,3		0,4	1	102,60	181,85
Çekmeköy	49		9,5	0,98	1	43,50	441,38
Esenler	97	3,6		1,94	2	62,90	873,29
Esenyurt	107	22,4		2,14	3	187,90	965,69
Eyüp	86	9,4		1,72	2	80,60	774,75
Fatih	348	8,7		6,96	7	295,80	3.134,44
Gaziosmanpaşa	141	8,3		2,82	3	120,30	1.270,00
Güngören	111	2,7		2,22	3	71,70	999,32
Kadıköy	515		8,9	10,3	11	453,30	4.638,92
Kağıthane	132	17,2		2,64	3	169,20	1.190,06
Kartal	149		15,2	2,98	3	165,70	1.342,82
Küçükçekmece	200	11,3		4	4	190,40	1.801,81
Maltepe	214		12,3	4,28	5	230,00	1.928,46
Pendik	193		20,5	3,86	4	260,50	1.740,28
Sancaktepe	60		13,6	1,2	2	84,40	541,09
Sarıyer	106	31,9		2,12	3	244,40	957,83
Silivri	44	63,7		0,88	1	149,40	398,55
Sultanbeyli	78		13,1	1,56	2	91,40	703,05
Sultangazi	104	15,3		2,08	3	143,80	937,84
Şile	9		55,8	0,18	1	116,10	83,23
Şişli	225	16,2		4,5	5	274,50	2.028,24
Tuzla	52		29,8	1,04	2	145,20	470,38
Ümraniye	205		13,4	4,1	5	236,50	1.847,68
Üsküdar	233		14,4	4,66	5	260,50	2.099,88
Zeytinburnu	119	7		2,38	3	101,50	1.071,84
					121	6.052,30	45.979,04
						karbon emisyonu (kg)	1.162,04
						120 km altı mesafeler için 29 araç elektrikli olursa emisjonsuz km	1.179,80
						karbon emisyonu (kg)	935,52

Çizelge 8: Önerilen modelde planlı sevkiyatlarla ilgili hesaplamalar

İlçe	Mevcut eczane sayısı	Günlük acil sevkiyat sayısı	Acil sevkiyat turu sayısı	Harcana süre dk	Gerekli bisiklet sayısı
Arnavutköy	30	210	42,00	2.490	5
Ataşehir	163	1141	228,20	13.529	27
Avclar	119	833	166,60	9.877	20
Bağcılar	193	1351	270,20	16.019	32
Bahçelievler	218	1526	305,20	18.094	36
Bakırköy	152	1064	212,80	12.616	25
Başakşehir	59	413	82,60	4.897	10
Bayrampaşa	98	686	137,20	8.134	16
Beşiktaş	137	959	191,80	11.371	23
Beykoz	90	630	126,00	7.470	15
Beylikdüzü	60	420	84,00	4.980	10
Beyoğlu	119	833	166,60	9.877	20
Büyükçekmece	66	462	92,40	5.478	11
Çatalca	20	140	28,00	1.660	4
Çekmeköy	49	343	68,60	4.067	8
Esenler	97	679	135,80	8.051	16
Esenyurt	107	749	149,80	8.881	18
Eyüp	86	602	120,40	7.138	14
Fatih	348	2436	487,20	28.884	57
Gaziosmanpaşa	141	987	197,40	11.703	23
Güngören	111	777	155,40	9.213	19
Kadıköy	515	3605	721,00	42.745	84
Kağıthane	132	924	184,80	10.956	22
Kartal	149	1043	208,60	12.367	25
Küçükçekmece	200	1400	280,00	16.600	33
Maltepe	214	1498	299,60	17.762	35
Pendik	193	1351	270,20	16.019	32
Sancaktepe	60	420	84,00	4.980	10
Sarıyer	106	742	148,40	8.798	18
Silivri	44	308	61,60	3.652	8
Sultanbeyli	78	546	109,20	6.474	13
Sultangazi	104	728	145,60	8.632	17
Şile	9	63	12,60	747	2
Şişli	225	1575	315,00	18.675	37
Tuzla	52	364	72,80	4.316	9
Ümraniye	205	1435	287,00	17.015	34
Üsküdar	233	1631	326,20	19.339	38
Zeytinburnu	119	833	166,60	9.877	20
			7.141,40	423.383	846
			Gidilecek km	142.828,00	7.056 saat

Çizelge 9: Önerilen modelde plansız sevkiyatlarla ilgili hesaplamalar



KPI	Mevcut Durum	Önerilen Durum			İyileşme
		Planlı Sevkiyatlar için	Acil/plansız sevkiyatlar için	Toplam	
Trafikte geçen süre (saat/gün)	21.367,65	767	7.057	7.824	↓ 63,38%
Gidilen yol (km/gün)	462.330	6.052	142.282	148.334	↓ 67,92%
Karbon emisyonu (ton/gün)	46,54	0,94	0	0,94	↓ 97,98%

**Çizelge 10: Mevcut durum ile önerilen durumun kıyaslaması**

### 4.3. Önerilen Modelin 2045 İstanbul Nüfus Projeksiyonuna Göre Yorumlanması

Çizelge 11’de önerilen modele göre 2045 yılı İstanbul nüfusu için günlük bazda oluşacak olan yük ile ilgili hesaplamalar yapılmış ve mevcut durum ile kıyaslanmıştır. Önerilen yapı 2045 yılında dahi mevcut durumdan çok daha iyi bir alternatif olarak gözükmektedir.

	Mevcut	Önerilen 2016	2045 projeksiyonu
Trafikte geçen süre	21.368	7.824	13.686
Yapılan km	462.330	148.334	259.468
Karbon emisyonu ton	47	1	2
Araç sayısı van	1.000	121	212
Araç sayısı motor	2.500	40	70
Araç sayısı elektrikli bisiklet	0	846	1.480

İstanbul 2016	14.863.867
İstanbul 2045	26.000.000

**Çizelge 11: 2045 projeksiyonu açısından önerilen modelin incelenmesi**

### 4.4. Diğer Öneriler

Önerilen model dışında ilaç dağıtım sürecinde verimliliği artıracak ve maliyetleri düşürecek diğer bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

- Yurt dışında kullanılmakta olan ilaç otomatlarının devreye alınması. Sağlık bakanlığı verilerine göre toplam satışın %10-15’ini sağlayan Top20 ürünün ve diğer çok satan ürünlerin otomatlardan satılması
- İlaç dışı medikal ürünlerin de tüm süreçlere dahil edilmesi
- Belirli bir büyüklükteki ve mağaza sayısındaki zincir mağazaların eczane reyonu kurup, eczacı istihdam ederek ilaç satışı yapması ve kendi mevcut dağıtım kanallarını kullanmaları
- İlaç ambalajları verimsiz. Çoğu zaman hava taşıyor. Ambalaj verimliliği ve esnek

ambalajlama çalışmaları yapılması

- Doktor reçetesi yazımının akabinde hastaya kargo ile ilaç gönderilmesi. Sistem ilacı en ucuza veren ecza deposu üzerinden siparişe döndürecek. Gönderimler merkez depolar üzerinden olacak.
- İlaçların geri dönüşümü ve bertarafa edilmesiyle ilgili olarak eczanelerde atık kutuları oluşturulabilir. Buradan toplanan atık-imha edilecek ilaçlar merkez depolardaki karantina alanlarına çekilip buralardan atık imha şirketlerine iletilebilir.
- Her iki merkez depoda metroya yakın oldukları için lojistik köylerden bu depolara yapılan taşımalarda mevcut metro altyapısının kullanılması mümkün olabilir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda ortaya konan modele göre çok ciddi kazanımlar sağlamak mümkündür. Ancak bunun sağlanabilmesi için ulusal ve yerel makamların özellikle ecza depoları ayağında olan verimsizliği ortadan kaldırmak için bir irade ortaya koymaları ve ecza depolarının lojistik faaliyetleri bırakmalarını sağlamaları gerekmektedir. Ecza depolarının uzman oldukları ilaç pazarlama ve eczane ilişkilerine odaklanması gerekmektedir. Dağıtım hizmetinde özellikle kent içi lojistik faaliyetlerinde uzman 3PL firmaların yer alıp maliyetleri minimize edecek çalışmaları yapması beklenmelidir. Bununla beraber hali hazırda çok fazla yapılamayan stok yönetimi konusunda zincirin her aşamasında iyileşme sağlanması şarttır. Ayrıca ilaç otomatları, zincir marketlere entegrasyon gibi bugün dağıtım kanalı içinde yer almayan çözümlerde devreye sokulmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Arslan M. ve Sarıççek İ. , (2013), “Bir ecza deposunda stok yönetimi için karar destek sistemi”, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A- Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, Cilt: 14, Sayı: 3, Yıl: 2013, Sayfa:283-295
- Dablanc L. , Patier D. , Gonzalez-Feliu J. , Augereau V. , Leonardi J. Ve diğerleri, (2014), “Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies. City Logistics Best Practices: a Handbook for Authorities”, Regione Emilia Romagna, Bologna
- Diziain D. , Ripert C. ve Dablanc L. , (2012), “How can we bring logistics back into cities? The case of Paris metropolitan area”, 7th International Conference on City Logistics, p. 267-281, 2012
- Erdir A., (2013), “Kentsel lojistik: İzmir ili için bir uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Holguin-Veras J. , Wang C. Browne M. , Hodge S. ve Wojtowicz J. , (2014), “The Newyork city off-hour delivery project: lessons for city logistics”, 8th International Conference on City Logistics, p. 36-48, 2014
- İpekçil Doğan Ö. ve Kırdı K. , (2014), “Evsel ilaç atıklarının toplanmasında tersine lojistik ağı

- üzerine bir uygulama”, dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 1, Yıl: 2014, Sayfa:1-22
- Kiba-Janiak M. , (2016), “Key success factors for city logitics from the perspective of various groups of stakeholders”, 9th International Conference on City Logistics, p. 557-569, 2015, Tenerife-Spain
- Kikuta J. , Ito T. , Tomiyama I. , Yamamoto S. ve Yamada T. , (2012), “New subway-integrated city logistics system”, 7th International Conference on City Logistics, p. 476-489, 2012
- Morfoulaki M. , Kotoula K. , Stathacopoulos A. , Mikiki F. ve Aifdopoulou G. , (2016), “Evaluation of specific policy measures to promote sustainable urban logistics in smal-medium sizde cities: the case of Serres, Greece”, ”, 9th International Conference on City Logistics, p. 677-678, 2015, Tenerife-Spain
- Nowicka K. , (2014), “Smart city logistics on cloud based computing model”, 1st international conference green cities, p. 266-281, 2014
- Quaka H. , Balme S. ve Posthumusa B. , (2014), “Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis”, 8th International Conference on City Logistics, p. 111-124, 2014
- Patır S. , (2009), “Dinamik programlama ve bir ecza deposunun şehir içi ilaç dağıtımına alternatifli bir çözüm önerisi”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 2, 2009, Sayfa: 69-73
- Russo F. ve Comi A. , (2012), “City characteristics and urban goods movements: a way to environmental transportation system in a sustainable city”, 7th International Conference on City Logistics, p. 61-73, 2012
- Şen H. ve Güventürk M. , (2005), “İlaç dağıtım kanallarında yeni bir lojistik model”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası V.Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı, 9-10 Aralık 2005
- Taniguchi E. , (2014), “Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities”, 1st international conference green cities, p. 310- 317, 2014
- Taniguchi E., Thompsonb R. ve Yamadaa T. , (2014), “Recent Trends and Innovations in Modeling City Logistics”, 8th International Conference on City Logistics, p. 4-14, 2014
- Taniguchi E., Thompsonb R. ve Yamadaa T. , (2016), “New opportunities and challenges for city logistics”, 9th International Conference on City Logistics, p. 5-13, 2015, Tenerife-Spain
- URL 1, T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu İnternet Sitesi, <http://www.titck.gov.tr>, 18.02.2017
- URL 2, İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası İnternet Sitesi, Dünya İlaç Pazarı, <http://www.ieis.org.tr/ieis/tr/indicators/32/dunya-ilac-pazari>, 18.02.2017
- URL 3, Asya Yatırım internet sitesi, Selçuk Ecza deposu AŞ. Haziran 2015 Analiz Raporu, <http://www.asyayatirim.com.tr/files/SELEC.pdf>, 18.02.2017
- URL 4, PWC İnternet Sitesi, 2012 PWC & AIFD Türkiye İlaç Sektörü Vizyon 2023 Raporu, <http://www.pwc.com.tr/tr/sectorler/ilac/yayinlar/ilac-sektoru-vizyon-2023-raporu.html>, 18.02.2017

- URL 5, İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası İnternet Sitesi, İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası ve CPHI 2015 Türkiye İlaç Endüstrisi Küresel Ticaret Raporu, <http://www.ieis.org.tr/ieis/as-sets/media/untitled%20folder/Turkey%20Pharmaceuticals%202015%20-%20Book%204.pdf>, 18.02.2017
- URL 6, Rekabet Kurumu İnternet Sitesi, 2013 İlaç Endüstrisi Raporu, <http://www.rekabet.gov.tr/tr-TR/Sektor-Raporlari-Listesi>, 19.02.2017
- URL 7, Türk Eczacıları Birliği İnternet Sitesi, Düşük Cirolu Serbest Eczaneler Araştırması , <http://e-kutuphane.teb.org.tr/kategori.php?kat=raporlar>, 11.03.2017
- URL 8, Türk Eczacıları Birliği İnternet Sitesi, Eczacı ve Eczane profili araştırması 2014, [http://dergi.tebeczane.net/public\\_html/kitaplar/index.htm](http://dergi.tebeczane.net/public_html/kitaplar/index.htm), 11.03.2017
- URL 9, Eczane Teknikerleri derneği internet sitesi, <http://www.eczaneteknisyenleridernegi.com>, 19.02.2017
- URL 10, İstanbul il sağlık müdürlüğü internet sitesi, <http://www.istanbulsaglik.gov.tr>, 19.02.2017
- URL 11, Araştırmacı İlaç firmaları derneği internet sitesi, <http://aifd.org.tr>, 19.02.2017
- URL 12, Türkiye ilaç sanayi derneği internet sitesi, <http://www.tisd.org.tr>, 19.02.2017
- URL 13, tüm eczacı kooperatifleri birliği internet sitesi, [www.tekb.org.tr](http://www.tekb.org.tr), 19.02.2017
- Uslu Ş. ve Akçadağ M. , (2012), “İlaç sektöründe tersine lojistik ve dağıtımın rolü: Bir uygulama”, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 1, Yıl: 2012, Sayfa:149-158
- Witkowski J. ve Kiba-Janiak M. , (2014), “The role of local governments in the development of city logistics”, 8th International Conference on City Logistics, p. 373-385, 2014
- Yener F. , Yazgan H.R. , Ercan Cömert S. , Kır S. ve Kaya Y. , (2016), “Birliktelik kuralları ve genetik algoritma ile sipariş yığınlama probleminin çözümü: bir ecza deposunda uygulama”, School of Transportation and Logistics at Istanbul University Journal of Transportation and Logistics Volume 1, Issue 1, 2016, pp: 129-142

# KENTSEL LOJİSTİK’TE PERFORMANS ÖLÇÜLERİ SINIFLANDIRMASI

*Beril Suzan KASIMOĞLU<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Sanayi Devrimi süreciyle dünya üzerindeki kaynak, malzeme ve ürün hareketlerinin artması lojistik faaliyetlerin de önemini hızlı bir şekilde arttırmıştır. İhtiyaç duyduğumuz ürüne mümkün olan en kolay şekilde ulaşmamızdan sorumlu tutulan lojistik alanı birim maliyetlerin belirlenmesinde de kritik rol oynar. Bu yüksek beklentileri karşılamak için lojistik performansı ölçme ve değerlendirmesi bizlere faydalı bir araç olmaktadır.*

*Kentsel lojistik performans ölçülerinin sınıflandırılacağı bu çalışmada; giriş ve literatür özetinin ardından, yöntem anlatılacak daha sonraki bölümde ise bulgular başlığı altında sınıflandırılmış kriter tablosu verilecektir. Son olarak ise gelecek çalışmalar için sonuç ve öneriler kısmı yer alıyor.*

**Anahtar kelimeler:** Kentsel Lojistik, Performans Ölçümü, Kentsel Lojistik Paydaşlar.

# CITY LOGISTICS PERFORMANCE MEASURES CLASSIFICATION

## ABSTRACT

*Logistics activities rapidly gain an importance after the Industrial Revolution process with the help of resource's, material's and good's mobility increase all over the world. Logistics area which is seem as responsible about to reach our needs easier ways, also has a critical role on designating unit costs of goods. To deal with these high expectations logistics performance measurement and evaluation systems offer us an useful tool.*

*In this study, city logistics performance measures will be classified starting with the introduction and literature review sections. Then methodology will be explained in the next part. In fourth section, classified measures table will be given under the findings title. Finally, conclusion and suggestions for the further researches will be shown.*

**Keywords:** City Logistics, Performance Evaluation, City Logistics Stakeholders.

---

<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi, İstanbul [bkasimoglu@hotmail.com](mailto:bkasimoglu@hotmail.com)

## 1. GİRİŞ

Global oranda hızlı bir şekilde artan şehirleşme görülmektedir. Büyük nüfusların küçük alanlarda yaşama eğilimi sonucu, 1950’den günümüze, bu alanların yönetimi gittikçe hassaslaşan bir dal haline gelmiştir. Kentler; sosyal ve ekonomik ihtiyaçları, büyüme eğilimindeki ölçekleri, paydaşlarının çeşitliliği doğasıyla nitel/nicel ve çoğunlukla çakışan yüzlerce kriter ile sınanmaktadır.

Kentlerin fiziki yapısı, egemen paydaş farklılığı, akademik farkındalık gibi birçok ayrım kentsel lojistik alanında standardizasyon eksikliği yaratmaktadır. Fakat buradaki en temel eksiklik veri toplama ve depolama alanından kaynaklanmaktadır. Literatür çalışmalarının tıkanıdığı nokta veri işleme yöntem farklılıkları olarak göze çarpar. Böylece bir bölge için yapılan çalışma o alanla kısıtlı kalmaktadır. Bu bildiriye sunulacak olan yöntem; kentsel lojistik paydaşlarının performans ölçülerini sınıflandırarak farklı bölgelerdeki aynı paydaşların uygulayabileceği standart kriter kümeleri yaratmaktır. Hangi kaynaklardan, hangi verilerin toplanacağı belirlenerek kentlerin lojistik performanslarını ölçmede standardizasyona ulaşabileceği öngörülmektedir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Lojistik sektörünün en genel kabul gören değerlendirmesi ‘Logistics Performance Index’ (LPI) dir. LPI, Dünya Bankası tarafından 2007, 2010, 2012, 2014 ve 2016 yıllarında 150 ile 160 arası ülkenin skorlandığı beş adet rapor olarak yayınlanmıştır. Domestik ve uluslararası başlığı altında iki ana değerlendirme grubu olan ölçek; gümrük faaliyetleri, altyapı yeterliliği, uluslararası sevkiyatlar, lojistik beceri, takip/kayıt ve zamanındalıktan oluşan altı tane indikatör üzerinden puanlama yapmaktadır (URL1). Agility 2016, “Emerging Markets Logistics Index” raporunda, gelişmekte olan 45 ülkenin lojistik sektöründeki yerleri sıralanıyor ve yatırımlar için olası projeksiyonlar sunuluyor (URL2). Ulusüstü kurumlar tarafından incelenen ülke ve bölge kıyaslamalarının yanı sıra ulusal (Bakar vd., 2014) (Shang&Marlow, 2005) (Jhwar vd., 2017) (Aziz&El, 2017) (URL3) ve sektörel (Fawcett&Cooper, 1998) (Sellitto vd., 2015) (Ntabe vd., 2015) (Green vd., 2008) lojistik performansı çalışmaları ile sektör sürekli geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bahsedilen çalışmaların hepsinde ortak alan olan hizmet ve fiyat dengesinin performans geliştirmedeki en temel belirleyici olduğu görülmektedir. Bunun yanında hizmet çeşitliliği, altyapı imkanları, verimlilik ve çevreci yaklaşımların performans beklentilerindeki yerinin gittikçe arttığı görülüyor.

Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu tarafından, 2011 yılından beri her yıl Türkiye’nin 81 ilinin rekabet seviyelerini dört ana başlıkta (Beşeri sermaye, üretim ve ticaret, yenilikçilik, yaşanabilirlik) ölçerek stratejik planlamaya kaynak sağlayan URAK 2016 raporunda; ilk beş sırada İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Kocaeli bulunmaktadır (URL4).

OECD nin bölgesel kalkınmışlık raporunda ise değerlendirmeye alınan 396 metropol arasında İstanbul 27. , İzmir 270. , Ankara ise 273. sırada yer almaktadır (URL5). Şehirlerin

sanayi ve ticari cazibeleri ile yatırım çekme güçleri bölgesel performans ölçme sistemleri sonucu kontrollü ve planlı bir şekilde ilerleyebilmektedir. Bayraktutan vd. (2012), gelişmişlik endeksi olarak sunulan çalışmada, bölgelerin yoğunlaşma analizini yapan bir yöntem uygulayarak Kocaeli ilinde stratejik yönelimin ne olacağına dair alternatifler üretmişlerdir.

Uluslararası ürün ve hizmet akışının yanı sıra; bu yolculukların başlangıç ve bitiş noktalarındaki operasyonel yetenek kentsel lojistik başlığı altında incelenmektedir. 19. yüzyıl, sunduğu iş, eğitim, kültür ve sosyal imkanlardan dolayı şehirleşme çağı olarak görülmektedir (Taniguchi vd. , 2008). 2008 yılında, dünya kent nüfusu ilk kez kırsal nüfusu geçmiştir (URL6). Şehirlerin üretim ve tüketim merkezi olması buralarda düğüm noktaları yaratmakta ve kentsel lojistiğin 3 temel amacı olan hareketliliğin, yaşanabilirliğin ve sürdürülebilirliğin gittikçe azalmasına sebep olmaktadır.

1990'ların ikinci yarısında tartışılmaya başlanan kentsel lojistik kavramı, günümüzde nüfusu on milyonu geçen megakentlerin ortaya çıkmasıyla, artarak önem kazanmaktadır. Bu gelişimi etkin bir şekilde yönetmeye çalışan şehirler, sivil toplum kuruluşları ve siyasi birlikler birçok bölgesel proje yürütmektedir (Boerkamps&Binsbergen, 1999) (Ambrosino vd. , 2014) (Rooijen&Quak, 2014)(URL7)(URL8)(URL9). Avrupa Komisyonu yıllık raporlarında, kentsel lojistik alanının gerekli ilgiyi göremediği ve şehirleşme trendi sebebiyle acil iyileştirme çalışmalarının yapılması gerektiği söylenmektedir. Polonya (Witkowski&Kiba-Janiak, 2014), İsveç (Lindholm, 2012) (Lindholm, 2010), Hollanda (Quak, 2012), Melbourne (Visser&Hassall, 2010), Birleşik Krallık (Browne vd., 2010) gibi birçok ülke kentsel lojistik performanslarını ve algılarını analiz eden çalışmalar yapmışlardır. Bunların genel sonucu olarak Birleşik Krallık, Fransa ve Hollanda gibi sayılı ülke dışında; kentsel lojistik farkındalığı ve bilgisinin çok az olduğu, paydaşlar arası iletişimin kötü olduğu, veri toplama ve işleme etkinliğinin olmadığı görülmektedir. 2010 yılı itibariyle hız kazanan kentsel lojistik çalışmalarında hala yeterli farkındalık ve işbirliği olmaması iyileştirmenin önündeki en büyük engeldir.

Yapılan çalışmaların bölgesel olarak sınırlı kalması ve değerlendirme ölçülerinde standardizasyonun olmaması, hedeflenen paydaş ya da sektörün beklentilerine çözüm üreten projelerin yürütüldüğü görülmektedir. Kentsel lojistik paydaşların birbirleriyle çelişen hedefleri bu alanın yönetimini daha da komplike hale getirmiştir. Taniguchi'nin (2014a) belirlediği dört temel paydaş olan kural koyucular, göndericiler, taşıyıcılar ve şehirli için şehirci yük hareketinden beklentiler yüzlerce kriter ile değerlendirilmektedir. Bu durumda birbiriyle çelişen kriterler için bile, bağlı olduğu paydaş açısından önem sırası belirlenerek aynı kriterlerin birden çok kez işlenmesi, kentsel lojistik performansını ölçmekte daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Bu hedef doğrultusunda yapılan literatür taraması sonucu; kentsel lojistik ve kentsel lojistik performans değerlendirmesi başlıklarında elde edilen performans ölçülerinde en çok karşımıza çıkan birkaç uygulama: kentsel dağıtım merkezi (Russo&Comi, 2010), zaman kısıtlaması (Russo&Comi, 2010) (Patier&Browne, 2010), yük ortaklıkları (Wangapisit



vd., 2014) (Lindholm, 2013), spesifik master planlar (Macario vd., 2007) (Silvs vd., 2008) (Rooijen&Quak, 2014) (Guerrero vd., 2013), izin kısıtları (Taniguchi, 2014b) (Holguin-Veras vd., 2014), IT desteği (Giaglis, 2006) (Ericsson vd., 2006) ve sürdürülebilirlik (Hesse, 2004) (Goldman&Gorham, 2006) (Silva vd., 2008) (Anderson vd., 2005).

### 3. YÖNTEM

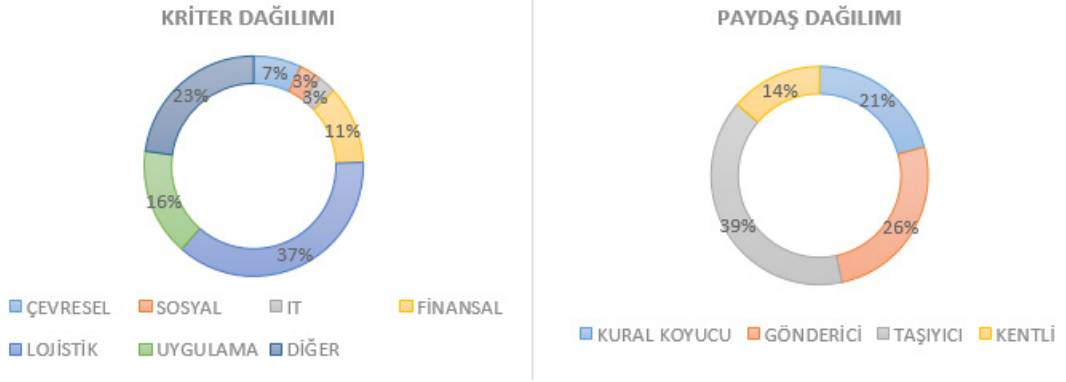
Literatür özetinde bahsedilen seçilmiş yaklaşımlar ve uygulamalar haricinde kentsel lojistik performans başlığı altında 54 makale, 3 kitap ve 7 proje taranmıştır. Bu kaynaklarda bahsedilen her bir performans ölçüsü tanımlanmış ve tablolaştırılmıştır. Kriterler ilgili oldukları alanlara göre yedi gruba ayrılmıştır. Bunlar; çevresel, sosyal, bilgi teknolojileri (information Technologies, IT), finansal, lojistik yetenekle ilgili, uygulamalar ve diğer performans ölçüleri olarak sınıflanmıştır. Son olarak ise; bu kriterler, kentsel lojistik paydaşları olarak belirlenen dört taraftan hangisi/hangilerini değerlendirmede kullanılıyorsa onlara ataması yapılmıştır. Taniguchi'nin belirlediği dört temel paydaş; idari ve kamusal kural koyucular, ürün taşıma talebi oluşturan göndericiler, kentsel lojistik hizmet sağlayıcıları taşıyıcılar ve bölgede yaşayan şehirlilerdir.

### 4. BULGULAR

Literatür taraması sonucu; kentsel lojistiğin şehiriçinde etkin bir şekilde yürütülmesi ve olumsuz etkilerinin minimuma indirilmesi için başta kural koyucular olmak üzere, taşıyıcılar, göndericiler ve kentlilerin ürettiği ve tabii olduğu 184 kriter listelenmiştir. Uygulanan yerel ve bölgesel çalışmalarda en çok karşımıza çıkan örneklerin başında kentsel dağıtım merkezi gelmektedir. Kent içine gelen yüklerin konsolide edilmesi ile araç doluluk oranları, şehir içi araç sayısı, yapılan toplam kilometre gibi birçok değerde düşüş gözlenmiş ve bu şekilde lojistik faaliyetlerin olumsuz etkileri azalmıştır. Bunun dışında araç ve ağırlık sınırlamaları, zaman sınırlamaları, yük birleştirmeler en çok rastlanan uygulama örnekleridir. Uygulamaların büyük kısmı kural koyucular ve taşıyıcılar tarafından işlerlik kazanmıştır. Lojistik temelli kriterlerde; verimli ve otomatize iş akışları, taraflar arası entegrasyon, araç ve yakıt teknolojileri en kapsamlı ölçme ve değerlendirme başlıklarıdır. Finansal temelli performans ölçümü; sektörün ve pazarın büyüklüğünü ölçerek, birim maliyetlerde net ve güvenilir bileşenlere ulaşarak sağlanmaktadır. Dünya genelinde doğa dengesini koruma konusunun önemi göz ardı edilemeyecek seviyelere gelmiştir. Lojistik sektörünün dünya kaynaklarına olan etkisinin birçok sektöre görece yüksek olması bu alanda iyileştirme yapmayı zorunlu kılmaktadır. Ses ve hava kirliliği, yenilenebilir kaynak kullanımı sürdürülebilir bir kentsel lojistik sistemi için dikkate alınması gereken çevresel kriterlerin en önemlilerindedir. Diğer bir kriter grubu olan bilgi teknolojileri (IT) ise, içinde bulunduğumuz teknoloji ve veri çağının avantajlarından faydalanmayı ölçmektedir. Takip ve kayıt ile veri bankaları oluşturmak, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) ile etkili yönetim sağlamak kent lojistiği için büyük avantaj yaratacak araç-

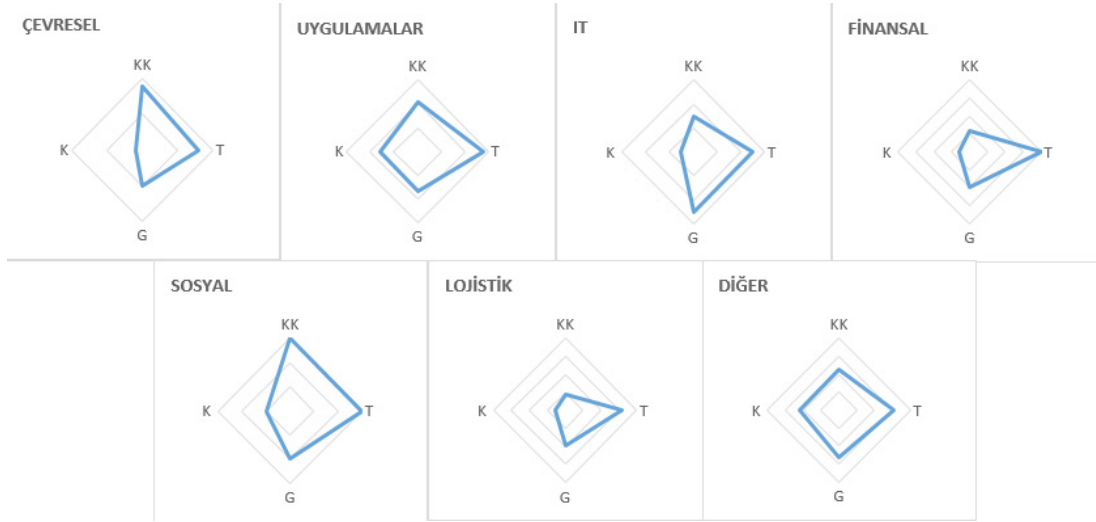


lar sunmaktadır. Sektörün iletişim gücünü ölçmek için değerlendirdiğimiz sosyal kriterler; meslek örgütleri, danışma grupları, fuar, eğitim gibi etkinlikleri analiz etmektedir. Bunlar dışında direkt ya da dolaylı olarak kentsel lojistik performans değerlendirmesinde kullanılan siyasi düzen, farkındalık gibi algı temelli ölçüler veya AVM sayısı, kültürel hassasiyetler, nüfus, araca dayalı yaşam tarzı gibi karakteristik ölçüler diğer başlığı kapsamında sınıflandırılmıştır.



**Şekil 1: Kriter dağılım oranları**

13 çevresel, 6 sosyal, 5 IT, 21 finansal, 68 lojistik temelli, 29 uygulama, 42 diğer başlığı altında bulunan kriterlerin alt başlıklara ve paydaşlara göre dağılım oranları Şekil 1’de gösterilmektedir. Kriterler kentsel lojistik taraflara dağıtıldığında ise; 85 kriter kural koyucuların (KK), 106 göndericilerin (G), 162 taşıyıcıların (T), 56 kentlilerin (K) performans değerlendirmesi ile alakalı olarak sınıflandırılmıştır. Çevresel, IT ve finansal kriter gruplarının her birinde sadece 1’er kriterin dört paydaşa da atamış olduğu görülürken, sosyal grubunda 2, lojistik grubunda 3, diğer grubunda 6, uygulamalar grubunda ise 7 kriterin dört paydaşın da değerlendirmesine uygun olduğu görülmektedir. Yedi kriter grubunda hangi paydaşlara ne kadar kriter atandığının dağılımı Şekil 2’de analiz edilmiştir. Oluşturulan kriter tablosu ise EK1’de gösterilmektedir.



**Şekil 2: Kriter gruplarında paydaş dağılımları**

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada lojistik performans ölçüm sistemleri; dünya çapında kıyaslaması, ulusal değerlendirmeler, bölgesel/şehir değerlendirmeleri, sektörel çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Kentsel lojistik performans ölçme ve değerlendirme uygulamaları taranarak; çevresel, sosyal, finansal, lojistik temelli, IT, uygulamalar ve diğer başlıkları altında kriter kümeleri oluşturulmuştur. Kentsel lojistik paydaşlarına etkisine göre dağıtılan bu kriterler herhangi bir bölgenin ölçme ve değerlendirmesinde kullanılabilir.

## EK-1

	PAYDAŞLAR			
	KURAL KOYUCULAR	GÖNDERİCİLER	TAŞIYICILAR	KENTLİLER
IT	IT yatırımı	IT yatırımı	IT yatırımı	ITS
	veri tabanları	otomasyon	otomasyon	
	ITS	veri tabanları	veri tabanları	
SOSYAL		gözlem & takip	gözlem & takip	
		ITS	ITS	
	meslek örgütleri, siyasi/ekonomik birlikler	meslek örgütleri, siyasi/ekonomik birlikler	meslek örgütleri, siyasi/ekonomik birlikler	fuar/konferans
	endüstri danışma grupları	endüstri danışma grupları	endüstri danışma grupları	paydaş iletişimi (eğitim/tanıtım)
	fuar/konferans	fuar/konferans	fuar/konferans	
ÇEVRESEL	kurumsal/akademik eğitim	paydaş iletişimi (eğitim/tanıtım)	kurumsal/akademik eğitim	
	paydaş iletişimi (eğitim/tanıtım)		paydaş iletişimi (eğitim/tanıtım)	
	sürücü eğitimi (davranışı)		sürücü eğitimi (davranışı)	
	ses kirliliği	çevresel duyarlılıklar	çevresel duyarlılıklar	çevresel duyarlılıklar
	hava kirliliği	çevre dostu	çevre dostu	
	çevresel duyarlılıklar	yeşil lojistik tanıtımı/desteği	yeşil lojistik tanıtımı/desteği	
	güvenlik & emniyet	elektrikli araç	güvenlik & emniyet	
	elektrikli araç	bisiklet trafiği	elektrikli araç	
	bisiklet trafiği		bisiklet trafiği	
	enerji tüketimi		enerji tüketimi	
DİĞER	yenilenebilir kaynak kullanımı		yenilenebilir kaynak kullanımı	
	günlük katı atık miktarı			
	coğrafya üstünlüğü	siyasi düzen	siyasi düzen	siyasi düzen
	risk seviyesi	altyapı çeşitliliği	altyapı çeşitliliği	coğrafya üstünlüğü
	farkındalık	coğrafya üstünlüğü	coğrafya üstünlüğü	yasal yükümlülükler
	düşünce yapısı	yasal yükümlülükler	yasal yükümlülükler	risk seviyesi
	marka algısı	kültürel kısıtlar	kültürel kısıtlar	farkındalık
	değişim algısı / adaptasyon (değişim yönetimi)	risk seviyesi	risk seviyesi	düşünce yapısı
	yenilikçilik	farkındalık	farkındalık	değişim algısı / adaptasyon (değişim yönetimi)
	müzakere yeteneği (desteği)	düşünce yapısı	düşünce yapısı	trafik
	trafik	marka algısı	marka algısı	son kullanıcı&üretici iletişimi
	nüfus / artış hızı	değişim algısı / adaptasyon (değişim yönetimi)	değişim algısı / adaptasyon (değişim yönetimi)	prosedür tanımları
	karar vericiler	son kullanıcı&üretici iletişimi	yenilikçilik	ulaşılabilirlik
	B2C/e-ticaret pazarı	karar vericiler	müzakere yeteneği (desteği)	yaşanabilirlik
	yaşanabilirlik	prosedür tanımları	trafik	yaşam kalitesi
	sürdürülebilirlik	B2C/e-ticaret pazarı	karar vericiler	mobilité
	araca dayalı yaşam tarzı	ulaşılabilirlik	prosedür tanımları	sürdürülebilirlik
	fasilitasyon (ticaret/lojistik)	sürdürülebilirlik	B2C/e-ticaret pazarı	araca dayalı yaşam tarzı
	lider sektörler	AVM sayısı	mobilité	AVM sayısı
	kiyaslama	fasilitasyon (ticaret/lojistik)	UDC lokasyonu	teşvikler (nitel/nicel)
ekonomik yoğunluk	paydaş sübvansiyonları	UDC sayısı	tarifeler - vergiler	
arazi kullanımı	teşvikler (nitel/nicel)	sürdürülebilirlik	tersine lojistik	
acil durum lojistiği	tarifeler - vergiler	AVM sayısı	acil durum lojistiği	
sağlık hizmetleri	kiyaslama	fasilitasyon (ticaret/lojistik)	sağlık hizmetleri	
LOJİSTİK TEMELLİ	sikayet sıklığı	ekonomik yoğunluk	paydaş sübvansiyonları	
		tersine lojistik	teşvikler (nitel/nicel)	
		arazi kullanımı	tarifeler - vergiler	
		sikayet sıklığı	sektörlere giriş bariyerleri	
			kiyaslama	
			ekonomik yoğunluk	
			tersine lojistik	
			arazi kullanımı	
			sikayet sıklığı	
entegrasyon	entegrasyon	entegrasyon	entegrasyon	
güven	talep karşılama oranı	tedarik süresi	güven	
ürün/hizmet kalitesi	güven	talep karşılama oranı	tutarlılık	
tesis konumlandırma	tutarlılık	güven	belirsizlik	
trafik/rout yönetimi	süreklilik	tutarlılık	hız	
kontrol etme	belirsizlik	süreklilik	zaman yönetimi	

	pazarlama	ürün/hizmet kalitesi	belirsizlik	iletişim gücü
	İK	hız	ürün/hizmet kalitesi	hizmet frekansı
	kişisel ürün/hizmet etkinliği	zaman yönetimi	zaman yönetimi	kaza sayısı (risk oranı)
	etkinlik	dış kaynak kullanımı	uzmanlaşma	senkronizasyon
	üretkenlik (ekipman-işçi-depo-ulaştırma)	stok yönetimi	dış kaynak kullanımı	yoğunluk etkinliği
	kapasite kullanımı	stok çevrim hızı	sipariş işleme	
	çizelgeleme etkinliği	envanter netliği	depolama	
	iletişim gücü	sipariş işleme	tesis konumlandırma	
	planlama periyodu	depolama	trafik/rout yönetimi	
	yenilikçi iş modelleri	tesis konumlandırma	elleçleme sistemi/ yönetimi	
	elastikiyet	elleçleme sistemi/ yönetimi	ambalajlama - etiketleme	
		ambalajlama - etiketleme	kontrol etme	
		kontrol etme	pazarlama	
		standardizasyon	standardizasyon	
		İK	yerellik&globallik	
		firma yaşı	İK	
		etkinlik	firma yaşı	
		hata/kusur oranı	filo büyüklüğü	
		hatasız iş oranı	filo yaşı/tipi	
		idari süreçlerdeki hata	kişisel ürün/hizmet	
		iletişim gücü	verimlilik	
		konsolidasyon	etkinlik	
		sevkiyat büyüklüğü (yük ölçüleri)	üretkenlik (ekipman-işçi-depo-ulaştırma)	
		sevkiyat tipi (yük tipi)	kapasite kullanımı	
		planlama periyodu	hata/kusur oranı	
		hizmet tanımları	hatasız iş oranı	
		ekipman çeşitliliği	idari süreçlerdeki hata	
		talep yönetim stratejileri	çizelgeleme etkinliği	
		senkronizasyon	iletişim gücü	
		sorumluluk dağılımı (eşitlik-tanım netliği)	konsolidasyon	
		ortaklıklarda güven (güvenilir yönetim)	araç doluluk oranı	
		elastikiyet	minimum doluluk oranı	
		müşteri kapsamı	boş araç/km	
			şehir içi araç sayısı	
			yük sınıflandırması (ölçü/parsel)	
			sevkiyat büyüklüğü (yük ölçüleri)	
			sevkiyat tipi (yük tipi)	
			turda uğranan durak sayısı	
			günde uğranan durak sayısı	
			tur başına süre	
			müşteri ziyaret frekansı	
			hizmet frekansı	
			teslimat frekansı (araç/müşteri/gün)	
			planlama periyodu	
			kaza sayısı (risk oranı)	
			hizmet tanımları	
			ekipman çeşitliliği	
			talep yönetim stratejileri	
			non-core aktiviteler	
			senkronizasyon	
			sorumluluk dağılımı (eşitlik-tanım netliği)	
			multimodal taşımacılık	
			yenilikçi iş modelleri	
			ortaklıklarda güven (güvenilir yönetim)	
			yükleme/boşaltma süreleri	
			elastikiyet	
			yoğunluk etkinliği	
			müşteri kapsamı	
UYGULAMALAR	ayrılmış yol	park alanı (parking management)	ayrılmış yol	ayrılmış yol
	park alanı (parking management)	zaman kısıtlaması (time window)	park alanı (parking management)	park alanı (parking management)
	zaman kısıtlaması (time window)	araç giriş kısıtı(vehicle access)	zaman kısıtlaması (time window)	zaman kısıtlaması (time window)

	araç giriş kısıtı(vehicle access)	özel izinler(specific permits)	araç giriş kısıtı(vehicle access)	araç giriş kısıtı(vehicle access)
	özel izinler(specific permits)	son adım çözümleri (last mile solutions)	özel izinler(specific permits)	özel izinler(specific permits)
	kentsel dağıtım merkezi (UDC)	kentsel dağıtım merkezi (UDC)	son adım çözümleri (last mile solutions)	son adım çözümleri (last mile solutions)
	toplum teslimat noktaları	web portalı	kentsel dağıtım merkezi (UDC)	bütünleşik teslimat sistemleri (joint delivery sistem)
	web portalı	gerçek zamanlı veri kullanımı	bütünleşik teslimat sistemleri (joint delivery sistem)	toplum teslimat noktaları
	inşaat lojistik planı	yük ortaklığı(freight partnership shipper/carrier)(public-private)	toplum teslimat noktaları	inşaat lojistik planı
	yol ücretlendirme (road pricing)	iş paylaşımı (shared business & consumption)	web portalı	yol ücretlendirme (road pricing)
	tarihi merkez (old town) dağıtım planı	düşük emisyon alanları	inşaat lojistik planı	düşük emisyon alanları
	gerçek zamanlı veri kullanımı	çevreci alanlar	yol ücretlendirme (road pricing)	çevreci alanlar
	araç & sürücü desteği	kentsel lojistik plan	tarihi merkez (old town) dağıtım planı	gece teslimat
	yük ortaklığı(freight partnership shipper/carrier)(public-private)	mobilité master planı	gerçek zamanlı veri kullanımı	randevulu iş akışları
	iş paylaşımı (shared business & consumption)	gece teslimat	araç & sürücü desteği	kapıda teslimat
	düşük emisyon alanları	çabuk bozulabilir ürün döngüsü(perishable goods cycle)	iş başına sürücü kullanımı(occasional driver routing)	aynı gün teslimat
	çevreci alanlar	randevulu iş akışları	yük ortaklığı(freight partnership shipper/carrier)(public-private)	
	kentsel lojistik plan		iş paylaşımı (shared business & consumption)	
	mobilité master planı		düşük emisyon alanları	
	gece teslimat		çevreci alanlar	
	atık yönetimi (waste cycle/management)		kentsel lojistik plan	
			mobilité master planı	
			gece teslimat	
			atık yönetimi (waste cycle/management)	
			çabuk bozulabilir ürün döngüsü(perishable goods cycle)	
			randevulu iş akışları	
			kapıda teslimat	
			aynı gün teslimat	
FINANSAL	işgücü maliyeti	envanter maliyeti	işletme maliyeti	gizli maliyet (no hidden cost)
	hizmet/maliyet dengesi	depo maliyeti	işgücü maliyeti	yenilikçi finansal modeller
	ekonomik gelişme	taşıma maliyeti	depo maliyeti	hizmet/maliyet dengesi
	yıllık büyüme/küçülme	tur başına maliyet	elleçleme maliyeti	
	yabancı sermaye payı / girişi	gizli maliyet (no hidden cost)	taşıma maliyeti	
	arazi değeri	yenilikçi finansal modeller	tur başına maliyet	
		hizmet/maliyet dengesi	gizli maliyet (no hidden cost)	
		ekonomik sürdürülebilirlik	yenilikçi finansal modeller	
		ölçek ekonomisi	hizmet/maliyet dengesi	
		arazi değeri	ekonomik sürdürülebilirlik	
			ekonomik gelişme	
			yıllık büyüme/küçülme	
			yabancı sermaye payı / girişi	
			sermaye	
			ciro	
		karlılık		
		yatırım geri dönüş hızı		
		ölçek ekonomisi		
		kapsam ekonomisi		
		arazi değeri		

## KAYNAKLAR

- Allen, J. , vd. (2012), “The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Fright Transport”, Transport Reviews, 32, pp. 473-490.

2. Ambrosini, C. , Routhier, J.L. (2004), “Objectives, Methods and Results of Surveys Carried out in the Field of Urban Freight Transport: An International Comparison”, *Transport Reviews*, 24, pp. 57-77.
3. Ambrosino, G. , vd. (2014), “The Role of Logistics Services in Smart Cities: the Experience of ENCLOSE Project”, *Proceedings of 19th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*, pp. 1029-1034.
4. Anand, N. , vd. (2012), “City logistics modeling efforts: Trends and gaps – A review”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 39, pp. 101-115.
5. Anand, N. , vd. (2015), “Relevance of City Logistics Modelling Efforts: A Review”, *Transport Reviews*, 35, pp. 701-719.
6. Anderson, S. , vd. (2005), “Urban logistics – how can it meet policy makers’ sustainability objectives?”, *Journal of Transport Geography*, 13, pp. 71-81.
7. Archetti, C. , vd. (2016), “The vehicle Routing Problem with Occasional Drivers”, *European Journal of Operational Research*, 254, pp. 472-480.
8. Awasthi, A. , Chauhan, S.S. (2012), “A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning”, *Applied Mathematical Modelling*, 36, pp. 573-584.
9. Aziz, B. , El, I.O. (2017), “A Study on logistics performance and trade relations of morocco and its trading partners in the Mediterranean and Africa”, *Indian Journals*.
10. Bakar, A., vd. (2014), “Logistics Performance Measurements-Issues and Reviews”, pp. 517-524.
11. Balm, S. , vd. (2014), “Developing an Evaluation Framework for Innovative Urban and Interurban Freight Transport Solutions”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 386-397.
12. Bayraktutan, Y. , vd. (2012), “Lojistik Sektöründe Yoğunlaşma Analizi ve Lojistik Gelişmişlik Endeksi: Kocaeli Örneği”, *International Journal of Alanya Faculty of Business*, 4, pp. 61-71.
13. Benjelloun, A. , Crainic T.G. (2008), “Trends, challenges, and perspectives in city logistics”, *Transportation and land use interaction, proceedings TRANSLU 8*, pp. 269-284.
14. Boerkamps, J. , & Van Binsbergen, A. (1999), “GoodTrip–A new approach for modelling and evaluation of urban goods distribution”, In *Urban Transport Conference, 2nd KFB Research Conference*.
15. Bozzo, R., vd. (2014), “Decision support system for city logistics: literature review, and guidelines for an ex-ante model”, *Transport Research Procedia*, 3, pp. 518-527.
16. Browne, M. , vd. (2010), “analysing the results of UK urban freight studies”, *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 5956-5966.
17. Chow, G., vd. (1994), “Logistics Performance: Definition and measurement”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24, pp. 17-28.

18. Córdova, J. , vd. (2014), “Redesigning a retail distribution network in restricted urban areas: A case study on beverage distribution in the historic center of Quito”, *Journal of applied research and technology* 12.5, pp. 850-859.
19. Dablanc, L. (2007), “Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize”, *Transportation Research Part A*, 41, pp. 280-285.
20. Diziain, D. , vd. (2014), “Urban Logistics by Rail and Waterways in France and Japan”, *Procedia – Behavioral Science*, 125, pp. 159-170.
21. Ericsson, E. , vd. (2006), “Optimizing route choice for lowest fuel consumption – Potential effects of a new driver support tool”, *Transportation Research Part C*, 14, pp. 369-383.
22. Fawcett, S.E. , Cooper, M.B. (1998), “Logistics Performance Measurement and Customer Success”, *Industrial Marketing Management*, 27, pp. 341-357.
23. Giaglis, V.Z.G.M. (2006), “Urban dynamic real-time distribution services: Insights from SMEs”, *Journal of Enterprise Information Management*, 19, pp. 367-388.
24. Goldman, T. , Gorham, R. (2006), “Sustainable urban transport: Four innovative directions”, *Technology in Society*, 28, pp. 261-273.
25. Gonzalez-Feliu, J. (2008), “Models and Methods for the City Logistics: The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem”, *Operations Research*, Politecnico di Torino.
26. Gonzalez-Feliu, J. , Joëlle M. (2010) “Are city logistics solutions sustainable? The Cityporto case.” *TeMA-Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità Ambiente* 3.2, pp. 55-64.
27. Green K.W. , vd. (2008), “The impact of logistics performance on organizational performance in a supply chain context”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 13, pp. 317-327.
28. GroB, P.O. , vd. (2015), “Exploiting travel time information for reliable routing in city logistics”, *Transportation Research Procedia*, 10, pp. 652-661.
29. Guerrero, L.A. , vd. (2013), “Solid waste management challenges for cities in developing countries”, *Waste Management*, 33, pp. 220-232.
30. Hesse, M. (2004), “Logistics and freight transport policy in urban areas: a case study of berlin-Brandenburg/Germany”, *European Planning Studies*, 127, pp. 1035-1053.
31. Holguin-Veras, J. , vd. (2014), “The New York City Off-Hour Delivery Project: Lessons for City Logistics”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 36-48.
32. Jedlinski, M. (2014), “The position of green logistics in sustainable development of a smart green city”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 151, pp. 102-111.
33. Jhavar, A. , vd. (2017), “Improving logistics performance through investments and policy intervention: a causal loop model”, *International Journal of Productivity and Quality Management* 20.3, pp. 363-391.
34. Lindholm, M. (2010), “A sustainable perspective on urban freight transport: Factors affecting local authorities in the planning procedures”, *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 6205-6216.

35. Lindholm, M. (2012), "How local authority decision makers address freight transport in the urban area", *Procedia – Social and Behavioral Science*, 39, pp. 134-145.
36. Lindholm, M. , Browne, M. (2013), "Local authority cooperation with urban freight stakeholders: A comparison of partnership approaches", *European Journal of transport and infrastructure research*, 13, pp. 20-38.
37. Macário, R. , vd. (2007), "Urban mobility management: what about distribution of urban goods", In 11th World Conference on Transport Research, pp. 24-29.
38. Marco, A. , vd. (2014), "Factor influencing Logistics Service Providers Efficiency' in Urban Distribution Systems", *Transport Research Procedia*, 3, pp. 499-507.
39. Marcucci, E. , Danielis, R. (2008), "The potential demand for a urban freight consolidation centre", *Transportation*, 35, pp. 269-284.
40. Min, H. , vd. (2006), "A genetic algorithm approach to developing the multi-echelon reverse logistics network for product returns", *Omega*, 34, pp. 56-69.
41. Ntabe, E.N. , vd. (2015) "A systematic literature review of the supply chain operations reference (SCOR) model application with special attention to environmental issues", *International Journal of Production Economics*, 169, pp. 310-332.
42. Patier, D. , Browne, M. (2010), "A methodology for evaluation of urban logistics innovations", *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 6229-6241.
43. Quak, H.J. (2012), "Improving urban freight transport sustainability by carriers – Best practices from The Netherlands and the EU Project CityLog", *Procedia – Social and Behavioral Science*, 39, pp. 158-171.
44. Quak, H. , vd. (2014), "Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis", *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 111-124.
45. Rooijen, T. , Quak, H. (2014), "City Logistics in the European CIVITAS Initiative", *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 312-325.
46. Russo, F. , Comi, A. (2010), "A classification of city logistics measures and connected impacts", *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 6355-6365.
47. Sellitto, M.A. , vd. (2015), "A SCOR-based model for supply chain performance measurement: application in the footwear industry", *International Journal of Production Research* 53.16, pp. 4917-4926.
48. Shang, K. , Marlow, P.B. (2005), "Logistics capability and performance in Taiwan's major manufacturing firms", *Transportation Research Part E:Logistics and Transportation review*, 41, pp. 217-234.
49. Silva, A.N.R. , vd. (2008), "Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil", *Transport policy*, 15, pp. 350-360.
50. Skowron-Grabowska, B. (2009), "Performance Measurement In Logistics Centers", *Advanced Logistic systems* 3.1, pp. 213-218.



51. Tamagawa, D. , vd. (2010), “Evaluating city logistics measures using a multi-agent model”, *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 6002-6012.
52. Taniguchi, E. , Van Der Heijden, R.E.C.M. (2000), “An evaluation methodology for city logistics”, *Transport Reviews*, 20, pp. 65-90.
53. Taniguchi, E. , Tamagawa, D. (2005), “Evaluating City Logistics Measures Considering The Behavior of Several Stakeholders”, *Journal of Eastern Asia Society for Transportation studies*, 6, pp. 3062-3076.
54. Taniguchi, E. , vd. (2014a), “Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 4-14.
55. Taniguchi, E. (2014b), “Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, pp. 310-317.
56. Thompson, R.G. , Taniguchi E. (2017), “City Logistics and Freight Transport”, *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, 2, pp. 393-405.
57. URL 1, <http://lpi.worldbank.org/> , 12.03.2017
58. URL 2, <http://www.agility.com/EN/About-Us/Documents/Agility%20Emerging%20Markets%20Logistics%20Index%202016.pdf> , 12.03.2017
59. URL3, [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/3819/logistics-growth-review.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/3819/logistics-growth-review.pdf) , 12.03.2017
60. URL 4, <http://www.urak.org/urak/2016/12/29/2016-illerarasi-rekabetcilik-endeksi/>, 12.03.2017
61. URL 5, <https://www.oecdregionalwellbeing.org/> , 12.03.2017
62. URL 6, <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS> , 12.03.2017
63. URL 7, <http://www.bestufs.net/> , 12.03.2017
64. URL 8, <http://www.civitas-hr.com/> , 12.03.2017
65. URL 9, [http://www.cost.eu/COST\\_Actions/tud/321](http://www.cost.eu/COST_Actions/tud/321) , 12.03.2017
66. URL 10, <http://citylogistics.org/> , 12.03.2017
67. Visser, J. , Hassall, K. (2010), “What should be the balance between free markets and a not so ‘Invisible Hand’ in urban freight regulation and land use: Dutch and Australian experiences”, *Procedia – Social and Behavioral Science* 2, pp. 6065-6075.
68. Wangapisit, O. , vd. (2014), “Multi-Agent System Modelling For Evaluating Joint Delivery Systems”, *Procedia – social and Behavioral Science*, 125, pp. 472-483.
69. Witkowski, J. , Kiba-Janiak, M. (2014), “The Role of Local Governments in teh Development of City Logistics”, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 125, pp. 373-385.



# KENTSEL LOJİSTİK PERFORMANS FAKTÖRLERİNİN ÖNEM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ: KASTAMONU ÖRNEĞİ

*Orhan KÜÇÜK<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Kentsel lojistik; şehirlerin ulaşım imkânları, altyapı ve diğer olanaklarını lojistik açıdan değerlendirmek üzere geliştirilmiş bir kavramdır. Lojistik performansı, kentte yaşama istekliliğini belirleyen önemli etkenlerden biri olmaktadır. Bu nedenle kentsel lojistik performans faktörlerinin ve bunların önem düzeyinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, kentsel lojistik performans faktörlerinin önem düzeyinin belirlenmesidir. Bu çerçevede literatür kapsamında belirlenmiş olan performans faktörleri kullanılarak beşli bir likert ölçeği geliştirilecek ve Kastamonu’da belirlenecek bir örnek kütle üzerinde, yüz yüze anket yöntemi ile veriler toplanacaktır. Elde edilen bulgular, SPSS 20.0 programında güvenilirlik ve geçerliği test edilerek analiz edilecek ve faktörlerin önem düzeyi belirlenecektir. Araştırma sonucunda kentsel lojistiğe ilişkin, başka araştırmalarda da yararlanılabilecek şekilde geliştirilmiş olan bir ölçek sahada sınanacak, kentsel lojistik performans faktörlerinin önem düzeyleri belirlenmiş olacaktır.*

**Anahtar kelimeler:** Lojistik, Kentsel Lojistik, Kentsel Lojistik Performans Faktörleri

## DETERMINATION OF THE IMPORTANCE LEVEL OF PERFORMANCE FACTORS OF URBAN LOGISTICS

### ABSTRACT

*Urban logistics a concept developed to assess logistics from the perspective of city transport facilities, infrastructure and other facilities. Logistics performance is one of the important factors that determine the willingness to live in the city. For this reason, the level of urban logistics performance factors and their importance it is crucial to be aware of. The purpose of this study is the determination of the level of importance of performance factors of urban logistics. In this context, the literature within the scope of which is defined by a likert scale for five using performance factors to be determined in the mass of a sample developed and Kastamonu on, face-to-face survey method with data that will be collected. The findings will be analyzed in the program SPSS 20.0 is tested and reliability and validity and the severity will be determined of factors. As a result of research, will be test for a scale that was developed for Urban logistics in the field that can*

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, [orhank@kastamonu.edu.tr](mailto:orhank@kastamonu.edu.tr)

*be used in relation to other studies and determined to the levels of importance of performance factors of urban logistics.*

**Keywords:** Logistics, Urban Logistics, Performance Factors of Urban Logistics

## 1. GİRİŞ

Bugün çoğu kentte ulaşım sorunları yaşanmakta, trafik akışı, park yeri ve ulaşım alternatiflerinin kısıtlı olması gibi hususlarda zorluklarla karşılaşmaktadır.

Nüfuzun oldukça yoğun olduğu kentlerde, farklı ulaşım alternatifleri olabilmesine rağmen, nüfus yoğunluğu ve buna bağlı olarak yaşanan araç sayısı fazlalığı nedeniyle, yine de rahatsızlık oluşturan, kentin cazibesini azaltan, orada yaşama hevesini kıran bir takım sorunlar sözkonusu olabilmektedir.

Bir şehirde yaşayan insanların ihtiyaç duydukları bölgelere rahatlıkla ulaşabilmeleri, arzu ettikleri ürünlerin kendilerine en yakın noktalara kadar hızlı bir biçimde ulaştırılabilmesi, bunlar ve benzer taleplerin karşılanarak sonuçta insanların hayatlarını kolaylıkla sürdürebilmeleri, gündelik işlerini güven ve huzur içerisinde yürütebilmeleri için kentsel lojistik performans faktörlerinin ve bunların önem düzeylerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Kentlerin kentsel lojistik performans faktörlerinin ve bunların önem düzeylerinin bilinmesi, kentin yaşanabilirliği, sakinlerine ne ölçüde hayatını kolay devam ettirme imkânı sunduğu, çeşitli ihtiyaçlarını ne şekilde karşılayabileceği gibi konularda gösterge teşkil etmektedir.

Kentsel lojistik performans faktörlerinin ve bunların önem düzeylerinin bilinmesi halinde yetkililer performans faktörlerine göre sorumlu oldukları kentleri değerlendirebilecek, performans faktörlerinin önem düzeylerine göre ilgili konulara ağırlık vermek suretiyle kenti daha yaşanılabilir, insanların daha mutlu oldukları bir hale getirebileceklerdir.

Kentsel lojistik; şehirlerin yükleme, boşaltma ve depolama kapasitesi ile ulaşım imkânları gibi lojistik performans faktörleri bakımından öne çıkan güçlü yönleri ve fırsatları ile zayıf yönlerini ve tehditlerini ortaya koyan, o yerleşim yerinin altyapı ve diğer olanaklarını lojistik açıdan değerlendirmek üzere geliştirilmiş bir kavramdır (Küçük, 2016: 31).

Kentsel lojistik; “şehirlere giren, çıkan ve şehirde dolaşan mal ve insan akışlarının en iyi şekilde yönlendirilmesi ve yönetilmesidir” biçiminde tanımlanmış olup kentsel lojistiğin başlıca amaçları; etkinlik, çevrenin korunması, trafiğin azalması, güvenlik ve enerji tasarrufudur (Büyüközkan vd., 2012: 24-25).

Lojistik performans faktörleri olarak genellikle literatürde esneklik, çeviklik, kalite, hız ve maliyet faktörleri (Küçük, 2016: 144), tedarikçi performans faktörleri olarak da; fiyat, teslimat, yakınlık, teknoloji düzeyi ve üretim yeteneği ile kapasitesi (Küçük, 2016: 147) gibi unsurlar ifade edilmektedir.

## 2. YÖNTEM VEYA METODOLOJİ

Araştırma Kastamonu il merkezinde, Küçük Sanayi Sitesinde yer alan ticaret ve hizmet sektörü işletmeleri üzerinde yapılmıştır. Resmi rakamlarda gözlenen düzensizlikler nedeniyle genel bir sayı verilememektedir. Bu iki sektördeki işletmelerin tamamından veri toplanmak istenmiş fakat cevap vermeye istekli olan 65'i ile yüz yüze anket yöntemi ile veriler derlenmiştir. 5 veri toplama aracı çeşitli nedenlerle dışlanmış, 60 form değerlendirmeye alınmıştır.

Araştırma kapsamında, Kentsel Lojistik konusunda araştırmacının geliştirdiği bir performans ölçeğinden yararlanılmıştır. Bu ölçek beşli likert ölçeğine göre hazırlanmış olup, 1 "tamamen katılıyorum"dan 5 "tamamen katılmıyorum"a doğru bir sıralamayı içermektedir (Küçük, 2016: 81).

Elde edilen veriler düzenlenmiş ve istatistiki olarak analiz edilmiş, geçerlik ve güvenilirliği test edilmiş, performans ifadelerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar bulunmuştur.

## 3. ÇÖZÜM/BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, güvenilirlik ve geçerliği test edilerek analiz edilmiş, araştırma konusu Kentsel Lojistik Performans Ölçeği'ne ilişkin bulgular tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 1, Kentsel Lojistik Performans Ölçeği bulgularını vermektedir.

Tablo 1'den görüleceği üzere tüm ifadelerin faktör yükleri 0,5'in üzerinde, öz değerler 1'den büyük, KMO değeri 0,60'ın üzerinde ve Cronbach alpha katsayısı 0,90'dır. Bu nedenle ölçekte yer alan bütün ifadelerin araştırmada kullanılmak üzere bilimsel olarak uygun olduğuna yani ölçeğin geçerli ve yüksek derecede güvenilir olduğuna (Küçük, 2016: 226-232), böylelikle elde edilen verilerle analizi yapılabileceğine, daha önce uzman personel üzerinde de sınanmış olan bu ölçeğin başka analizlerde de kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Bu bulgular, ağırlıklı ortalama veya önem düzeyi bakımından değerlendirilmiştir.

Tablo 1'den görüleceği üzere sigorta ve karayolu alt yapısı 1,16 ile en yüksek çıkmış, bunu lojistik maliyetleri ile yükleme ve elleçleme kapasiteleri izlemiştir. Demiryolu alt yapısı (4,66) çıkmış, bunu denizyolu alt yapısı (4,33) takip etmiştir.

**Tablo 1. Kentsel Lojistik Performans Bulguları**

Faktör		Faktör Yüğü	Öz değer	Varyans Açıklama Oranı(%)	Cronbach Alfa	Ortalama	KMO değeri
Kentsel Lojistik Performans Faktörleri	1-Sigorta	,674	3,445	74,542	0,90	1,16	0,775
	2-Çoklu Lojistik Altyapısı	,865				3,33	
	3-Karayolu Altyapısı	,879				1,16	
	4-Denizyolu Altyapısı	,912				4,33	
	5-Havayolu Altyapısı	,796				3,33	
	6-Demiryolu Altyapısı	,767				4,66	
	7-Depolama	,790				2,00	
	8-Trafik Yoğunluğu	,897				3,33	
	9-Lojistik Maliyetler	,890				2,00	
	10- Lojistik Yetkinlik	,765				3,50	
	11- Nüfus	,768				3,50	
	12- Kalifiye İşgücü	,765				3,33	
	13-Ekonomik Büyüklük	,790				3,33	
	14-İhracat İthalat Rakamları	,897				3,33	
	15- Elleçleme kapasitesi	,890				2,00	
	16-Yükleme Kapasitesi	,890				2,00	

Tablo 2 ise Kentsel Lojistik Performans Faktörlerinin önem düzeylerini göstermektedir.

**Tablo 2. Kentsel Lojistik Performans Faktörleri Önem Düzeyleri**

Kentsel Lojistik Performans Faktörleri	Önem Düzeyi		
	Yüksek (1,00-2,33)	Orta (2,34-3,66)	Düşük (3,67-5,00)
1-Sigorta	*		
2-Çoklu Lojistik Altyapısı		*	
3-Karayolu Altyapısı	*		
4-Denizyolu Altyapısı			*
5-Havayolu Altyapısı		*	
6-Demiryolu Altyapısı			*
7-Depolama	*		
8-Trafik Yoğunluğu		*	
9-Lojistik Maliyetler	*		
10- Lojistik Yetkinlik		*	
11- Nüfus		*	
12- Kalifiye İşgücü		*	
13-Ekonomik Büyüklük		*	
14-İhracat İthalat Rakamları		*	
15- Elleçleme kapasitesi	*		
16-Yükleme Kapasitesi	*		

Tablo 2'den görüleceği üzere cevaplayıcılar kentsel lojistik bakımından karayolu alt yapısı, lojistik maliyetleri, depolama, sigorta, elleçleme ve yükleme kapasitesi gibi performans ölçüleri bakımından Kastamonu'nun kentsel lojistik performansını yüksek olarak değerlendirmektedirler.

Çoklu lojistik, havayolu lojistiği, trafik yoğunluğu, kalifiye işgücü gibi performans faktörleri itibarıyla orta düzeyde yetkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Nihayet Kastamonu'nun kentsel lojistik alt yapısının, deniz yolu ve demir yolu kapasitesi bakımından düşük olduğu ifade edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kastamonu, Karadeniz Bölgesi'ni ve aslında belli ölçüde Anadolu'yu Marmara Ereğlisi'ne, İstanbul'a bağlayan, Orta Anadolu'yu Karadeniz'e taşıyan, Ankara'nın denize en kısa ulaşım mesafesini sunan son derece önemli bir doğal lojistik alt yapısına sahiptir.

Kent, 115.000 nüfusu, gelişen üniversitesi, özellikle ağaç endüstrisine dayalı sanayisi ve özellikle tarihi ve kültürel yapıları bunun yanında milli ve manevi mirası ile doğal bir müze konumunda olup, bu nedenle çok sayıda yerli ve yabancı turisti gününbirlik ve konaklamalı olarak ağırlamaktadır.

Şehrin bu yapısı kentsel lojistik adına yapılacak düzenlemelerin önem düzeyini artırmaktadır.

Yapılan alan araştırması sonucunda Kastamonu'da yaşayan ve iş piyasasında faaliyet gösteren, bu nedenle hem kişisel ve hane halkı ihtiyaçları hem de işi gereği kentin farklı bölgelerinde lojistik alt yapısını kullanan, belli beklentileri olan, sorunlarla karşılaşan sektör temsilcisi bir bilgi kümesinin, Kastamonu'da kentsel lojistik konusundaki değerlendirmeleri alınmıştır.

Buna göre; özellikle Ilgaz 15 Temmuz İstiklal Tüneli'nin açılmasından sonra karayolu lojistik altyapısı, sigorta, lojistik maliyetleri, yükleme ve elleçleme kapasitesi ile depolama bakımından kentsel lojistik performansı yüksek olarak değerlendirilmiştir.

170 Km. sahil şeridi olmasına rağmen Kastamonu'nun denizyolu lojistiği ve Ankara olan yakınlığına, 100 Km. yakınındaki Karabük'te demiryolu olmasına rağmen demiryolu lojistiği alt yapısı çok yetersiz olarak belirlenmiştir.

Bunun yanında havayolu lojistiği, çoklu lojistik, trafik, kalifiye işgücü, nüfus ve ekonomik büyüklük gibi kentsel lojistik performans faktörlerinin önem düzeyi ise orta derecede olarak tespit edilmiştir.

Bu bulgular ışığında kentsel lojistik açısından kent içi ulaşımında kullanılmayan deniz yolu lojistiği alt yapısı, henüz bulunmayan demir yolu lojistiği yetersiz, yine kent içinde kullanılmamakla birlikte kentsel lojistiğin bütünleyici unsuru olarak havayolu lojistiği ise sınırlı tarifeleriyle orta düzeydedir.

Trafik yoğunluğu belli ölçüde kendini hissettirmekte fakat lojistik maliyetleri ve özellikle karayolu lojistiği bakımından üstünlükler sunmaktadır.

Bu bulgular ışığında aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

Genel yönetim bakımından;

- \* Demir yolu lojistiği kente bir an önce ulaştırılmalıdır.
- \* Denizyolu lojistiği alt yapısı eşya ve yolcu taşımacılığı bakımından güçlendirilmelidir.
- \* Havayolu lojistiği alt yapısı, alternatif güzergâhlarla güçlendirilmelidir.

Yerel yönetim bakımından;

- \* Kent içi trafik yoğunluğunu azaltıcı tedbirler alınmalıdır.
- \* Alternatif lojistik modları devreye konulmalıdır.
- \* Yükleme, boşaltma alanları oluşturmalıdır.

İş piyasası temsilcileri bakımından;

\* Lojistik maliyetler, depolama ve yükleme kapasitesi ile karayolu lojistiğinin üstünlüklerini iyi değerlendirmelidir.

\* Demir ve denizyolu lojistiği konusunda gerekli girişimlerde bulunmalı ve sinerji oluşturarak güçlü bir biçimde bu beklentilerini dile getirmeli, takipçisi olmalıdır.

Bu çalışmada bir kentte, tarafımdan geliştirilen bir Kentsel Lojistik Performans Ölçeği sınanmış ve kentin lojistik performansı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar bu ölçekten yararlanarak başka kentleri karşılaştırmalı olarak değerlendirebilir, kentsel lojistiği ilgili başka değişkenlerle ilişkilendirebilir ve bu ölçeği sadece iş piyasası temsilcilerine değil hane halklarına ve farklı sektör temsilcilerine uygulayabilir, sektör ve hane halkları bakımından karşılaştırmalar yapabilir.

## KAYNAKLAR

Küçük O. (2016) Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Ekin Kitabevi, Bursa.

Küçük O. (2015) Lojistik İlkeleri ve Yönetimi, 4. Baskı, Seçkin Yayınevi, Ankara.

Büyüközkan, G., M. Soncul ve M. Tanyaş (2012) Kentsel Lojistik Yapı Tasarımının Etkinleştirilmesi”, LODER, Sayı: 24, ss. 24-25.



## Lojistik Yönetimi

# ENTROPİ ve TOPSIS YAKLAŞIMLARIYLA AFET DEPO YERİ SEÇİMİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ

Aylin OFLUOĞLU<sup>1</sup>, Birdoğan BAKI<sup>2</sup>, İlker Murat AR<sup>3</sup>

### ÖZET

*Afet lojistiği kapsamında depoların en uygun yerlere kurulması, insani yardım lojistiğinin performansını artırarak afetzedeler için gerekli tüm malzemelerin kısa bir sürede ihtiyaç yerlerine ulaştırılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada; Trabzon'da afet lojistiği kapsamında en uygun depo yerinin belirlenmesi amacıyla Entropi ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanmış ve ardından alternatif depo yerleri TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Ayrıca, yapılan duyarlılık analizi sonuçlarına göre modelin uygunluğu incelenmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** Afet lojistiği, depo yeri seçimi, Entropi, TOPSIS.

## THE WAREHOUSE LOCATION OF THE DISASTER LOGISTICS USING ENTROPY AND TOPSIS APPROACHES: THE CASE OF TRABZON

### ABSTRACT

*Optimum location of the warehouses for disaster logistics increases the performance of humanitarian logistics so that all the needs of beneficiaries can be delivered in a short time. In this paper, Entropy and TOPSIS methods are used to decide the warehouse location in humanitarian logistics in Trabzon. Firstly, Entropy is used to determine the weights of the criteria. Then, TOPSIS is utilized to rank the warehouse*

- 
- <sup>1</sup> Öğr. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Beşikdüzü MYO, Pazarlama ve Reklamcılık, aylinofluoglu@ktu.edu.tr
  - <sup>2</sup> Profesör, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF, İşletme, bbaki@ktu.edu.tr
  - <sup>3</sup> Doçent, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF, İşletme, ilkerar@ktu.edu.tr

*location alternatives. Additionally, the robustness of the approach is examined according to the results of the sensitivity analysis.*

**Keywords:** Disaster logistics, warehouse location decision, Entropy, TOPSIS.

## 1. GİRİŞ

Afetlerin sayısı, son yıllarda giderek artmakta ve birçok insan bu afetlerden etkilenmektedir. EM-DAT (Emergency Event Database: Acil Durum Veritabanı) verilerine göre; 2015 yılında dünyada meydana gelen afet sayısı 346, afetlerden toplam etkilenen insan sayısı yaklaşık 100 milyon, afette ölen sayısı 22.773 olup, yaklaşık 66,5 Milyar \$'lık ekonomik zarar ortaya çıkmıştır (URL 1). Afet, bir sistemi bütün olarak etkileyen, onun önceliklerini ve amaçlarını tehdit eden karmaşa durumu olup; ani başlayan doğal (deprem, hortum, kasırga), yavaş gelişen doğal (kıtık, kuraklık and açlık), insan kaynaklı ani başlayan (terör saldırıları, kimyasal sızıntı) ve insan kaynaklı yavaş gelişen (politik kriz, mülteci krizi) şeklinde sınıflandırılmıştır (Van Wassenhove, 2006). İnsan kaynaklı ya da doğal oluşan afetlerin yönetiminden sorumlu afet yönetimi ise; afet faaliyetlerine ilişkin *azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileşme* süreçlerinden sorumludur (Ahmadi vd., 2015). Azaltma ve hazırlıklı olma süreçleri risk yönetimi adı altında afet öncesi çalışmalar; müdahale ve iyileştirme süreçleri ise kriz yönetimi adı altında afet sonrası çalışmaları ifade etmektedir (Akgün vd., 2015).

Afet lojistiği, savunmasız insanların acılarını azaltmak amacıyla üretim noktasından tüketim noktasına kadar yiyecek, malzeme ve ilgili bilginin etkin, uygun maliyetli akış ve depolanmasının planlanması, yürütülmesi ve kontrol edilmesi sürecidir (Thomas ve Kopczak, 2005). Afet lojistiği faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi, afetler sonucu oluşan ya da oluşacak olan zararların en aza indirilmesi noktasında önemli bir rol oynamaktadır. İnsani yardım için depoların en uygun yerlerde kurulmuş olması, etkin filo yönetiminin yürütülmesini ve nakliye mesafesinin azalmasını sağlayarak afet lojistiğinin performansını artırmaktadır. Bunun sonucunda da yiyecek, su, ilaç, çadır ve afetzedeler için gerekli tüm malzemeler kısa bir sürede ihtiyaç yerlerine ulaştırılabilmekte ve malzemelerin tükenmesi ya da yetersiz kalması sorunu büyük ölçüde aşılabilmektedir (Kandel vd., 2011). Belirlenen tüm bu hedeflere ulaşılabilmesi ve çalışmaların etkin bir şekilde yürütülmesi ancak doğru depo yeri seçimi ile mümkün olmaktadır.

Depo yeri seçimi, birbiriyle çelişen çok sayıda kriteri bünyesinde barındıran Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Öte yandan, ilgili literatür incelendiğinde; insani yardım lojistiği kapsamında depo kuruluş yeri seçimi problemi için ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı sınırlı sayıda çalışmanın olduğu görülmüştür. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı; bir ÇKKV yaklaşımı aracılığıyla Trabzon'da afet depo kuruluş yeri belirlemektir. Bu amaçla, ilk olarak yer seçiminde kullanılan kriter ağırlıklarını belirlemek amacıyla nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan Entropi ve daha sonra alternatiflerin sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümünde ilk olarak afet depo kuruluş yeri seçimi ile ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir. Ardından üçüncü bölümde Entropi ve TOPSIS yöntemleri anlatılmıştır. Daha sonraki bölümde, Trabzon'da afet lojistiği kapsamında depo kuruluş yeri seçimi problemi ile ilgili gerçekleştirilen uygulamaya ilişkin bulgular verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise bulgulara dayalı sonuçlar ve gelecekte konuyla ilgili yapılacak çalışmalar vurgulanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son zamanlarda araştırmacılar ve uygulayıcılar afet lojistiği konusuna oldukça ilgi göstermektedir. Söz konusu çalışmalar ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı ve diğer yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar olarak iki grupta sınıflandırılabilir. İlk gruptaki çalışmalar, genellikle AHP yönteminin kullanıldığı yer seçim kriterlerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Hong ve Xiaohua (2011) AHP bazlı çok amaçlı acil durum lojistik merkez kuruluş yeri seçim problemi için çevresel, ekonomik, sosyal ve teknik faktörleri göz önünde bulundurmışlardır. Turgut vd. (2011) afet lojistik merkez kuruluş yeri problemi için AHP ve bulanık AHP yöntemlerini kullanarak bir karar destek modeli oluşturmuşlardır. Roh vd. (2013) insani yardım için depoların önceden konumlandırılması problemi için konum, lojistik, ulusal istikrar, maliyet ve işbirliğinden oluşan ana kriterleri ve ilgili alt kriterleri dikkate alarak kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek amacıyla AHP yöntemini kullanmışlardır. Ağdaş vd. (2014) çalışmalarında bir afet dağıtım merkezi için en uygun yer seçimi probleminde afetzedelere ulaşım süresini, sel riski derecesini, ulaşım imkânını, bölge afet deposuna uzaklığı ve toplam maliyeti birer kriter olarak değerlendirmişler ve Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizini (SMAA-2) kullanmışlardır. Roh vd. (2015) ise insani yardım organizasyonları için depoların bölgesel ve yerel olarak konumlandırılması probleminde kriter olarak; uzaklık, güvenlik, büro imkanları ve depo imkanlarını mikro seviyede, kurulum için uygunluk, ulusal istikrar, maliyet, işbirliği ve lojistik kriterlerini ise makro seviyede ele almışlar ve AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Peker vd. (2016) ise afet lojistiği kapsamında dağıtım merkezi kuruluş yeri problemi için konum, altyapı ve işbirliğini ana kriter olarak belirlemişlerdir. Kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek amacıyla AHP yöntemi kullanılmış olup, alternatifler VIKOR yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Bu çalışmalar genel olarak incelendiğinde; afetin türüne ve oluşturacağı olası hasarlara göre depo kuruluş yeri seçim kriterlerinin farklılaştığı görülmektedir. Bununla birlikte konum (ulaşım), maliyet ve altyapı sık kullanılan kriterler olarak dikkat çekmektedir.

İkinci gruptaki çalışmalar ise çoğunlukla matematiksel modellerin ve sezgisel yöntemlerin kullanıldığı çalışmalardır. Balcık ve Beamon (2008) bir insani yardım ağındaki dağıtım merkezlerinin sayısına, yerlerine, afetlerden etkilenen insanlara yardım etmek amacıyla her bir dağıtım merkezinde stoklanması gereken yardım miktarına karar vermek amacıyla karma tamsayılı matematiksel programlama kullanmışlardır. Gatignon vd. (2010) yaşanan büyük bir deprem için üç bölgesel lojistik birim kurarak Uluslararası bir yardım kuruluşunun merkezi-

leşme olmadığı bu durumdan nasıl etkilendiğinin sonuçlarını analiz etmek amacıyla insani yardım lojistiği yazılımı kullanmışlardır. Mete ve Zabinsky (2010) afet yönetiminde ilaç tedariklerinin depolanma yeri ve dağıtım problemini stokastik programlama modeli ile çözmüşlerdir. Rawls ve Turnquist (2010) değişik türdeki acil durum tedariklerinin ne miktarda ve nerede önceden konumlandırılacağına karar vermek amacıyla iki aşamalı stokastik karma tamsayılı programlama ve Lagrangian L-shaped sezgisel yöntemlerini kullanmışlardır. Campbell ve Jones (2011) afet hazırlık sürecinde tedariklerin önceden konumlandırılacağı yerlerin seçimine ve ne kadar konumlandırılacağına maliyet modelini kullanarak karar vermişlerdir. Lin vd. (2012) afetten etkilenen alanın çevresinde geçici depoların kuruluş yeri problemini iki aşamalı sezgisel algoritma kullanarak ele almışlardır. Gözaydın ve Can (2013) depremlere yönelik olarak kurulabilecek deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçim problemi için matematiksel model önermişlerdir. Saeidian vd. (2016) yardım merkezleri için en uygun kuruluş yerini belirlemek ve malların dağılımını yapmak amacıyla metasezgisel yöntemler olan genetik algoritma ve arı kolonisi algoritması kullanmışlardır. Tofighi vd. (2016) çoklu depo merkezleri, yerel dağıtım merkezleri kuruluş yerleri ve yardım dağıtım problemi için iki aşamalı Senaryo Temelli Olabilirlikli Stokastik Programlama modeli önermişlerdir.

Sonuç olarak, literatürde insani yardım lojistiği kapsamında ön hazırlık aşamasının öneme ve önceden konumlandırılmış depoların varlığına olan ihtiyaca vurgu yapan birçok çalışma mevcutken, kuruluş kararı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Roh vd. 2015). Bu çalışma, kriter ağırlıklarını belirlerken nesnel bir ağırlıklandırma tekniği olarak Entropi ve yer seçiminde de TOPSIS yöntemlerini kullanması bakımından diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Entropi Ağırlık Yöntemi

İnsan kaynaklı hataları ortadan kaldıran ve gerçeği yansıtan nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan, eldeki verinin sağladığı yararlı bilginin miktarını ölçmede kullanılan Entropi Ağırlık yönteminde entropi değeri küçüldükçe düzensizlik derecesi de küçülmektedir (Wu vd., 2011; Li vd., 2011a). Entropi Ağırlık yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Shemshadi vd. 2011; Zhang vd. 2011; Malekian ve Azarnivand, 2016):

##### *1. Aşama: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması*

$m$  tane karar alternatifi ve  $n$  tane değerlendirme kriterine sahip olan çok kriterli karar problemi için aşağıdaki şekilde bir başlangıç karar matrisi oluşturulur.

$$X_{m \times n} = \begin{matrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2j} \\ & & \vdots & \\ X_{i1} & X_{i2} & \cdots & X_{ij} \end{matrix}$$

### 2. Aşama: Başlangıç Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Normalizasyon işleminde kriterlerin fayda (1) ya da maliyet (2) yönlü olmasına göre aşağıdaki formüller uygulanır:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$P_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (2)$$

Başlangıç matrisi normalize edildikten sonra  $R = [r_{ij}]_{m \times n}$  matrisinde gösterilerek eşitlik (3)'ten faydalanılmaktadır.

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (3)$$

### 3. Aşama: Entropi Değerinin Hesaplanması

Entropi değeri ( $E_j$ ), aşağıdaki eşitlik (4) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (4)$$

Burada  $k = (\ln(m))^{-1}$  değeri, formülü ile hesaplanmaktadır.

### 4. Aşama: Farklılaşma Derecesinin Hesaplanması

Entropi değerinin farklılaşma derecesi ( $d_j$ ), eşitlik (5) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$d_j = 1 - E_j, \forall_j \quad (5)$$

### 5. Aşama: Entropi Ağırlığının Hesaplanması

Her bir kriterin nesnel ağırlığı ( $W_j$ ), eşitlik (6)'ya göre tanımlanmaktadır:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \forall_j \quad (6)$$

## 3.2. TOPSIS

Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan ve alternatifleri sıralamak amacıyla sıklıkla kullanılan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, Hwang and Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir (Li vd., 2011b). Yöntemde, pozitif ve negatif ideal çözümler hesaplanarak ideal çözümle arasındaki yakınlığa göre alternatifler sıralanmaktadır. Yöntemin uygulama adımları şu şekildedir (Kumar ve Singh, 2012):

### 1. Adım: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

$m$  tane karar alternatifi ve  $n$  tane değerlendirme kriterine sahip olan çok kriterli karar problemi için başlangıç karar matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur.

$$X_{m \times n} = \begin{matrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & \cdots & X_{ij} \end{matrix}$$

### 2. Adım: Başlangıç Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Normalizasyon işlemi, aşağıdaki formül (7) aracılığıyla gerçekleştirilmektedir:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (7)$$

### 3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Normalize edilmiş karar matrisi ile kriter ağırlıkları ( $W_j$ ) çarpılarak (8) ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ( $V_{ij}$ ) elde edilmektedir.

$$V_{ij} = r \times W_j \quad (8)$$

### 4. Adım: Pozitif ve Negatif İdeal Referans Noktalarının Hesaplanması

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde ( $V_{ij}$ ) her sütundaki maksimum ve minimum değerler bulunarak pozitif ( $V_j^+$ ) (9) ve negatif ( $V_j^-$ ) (10) ideal referans noktaları hesaplanmaktadır.

$$V_j^+ = \{(\max V_{ij}, i \in j), (\min V_{ij}, i \in j)\} \quad (9)$$

$$V_j^- = \{(\min V_{ij}, i \in j), (\max V_{ij}, i \in j)\} \quad (10)$$

$I$ , fayda yönlü kriterleri;  $j$  ise maliyet yönlü kriterleri ifade etmektedir.

### 5. Adım: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümüne Olan Uzaklıkların Hesaplanması

Her bir alternatifin pozitif ideal ( $S_i^+$ ) ve negatif ideal ( $S_i^-$ ) çözüme olan uzaklıklarının hesaplanması için  $n$ -boyutlu Öklid uzaklığı kullanılır. Hesaplamalar aşağıdaki (11) ve (12) gibi yapılmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

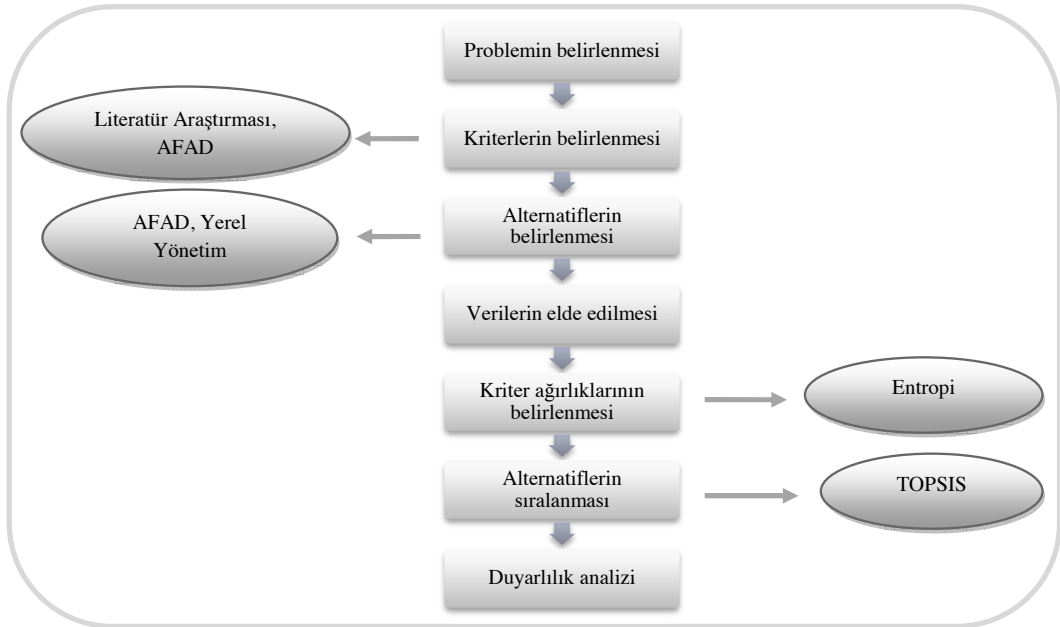
#### 6.Adım: İdeal Referans Noktasına Olan Yakınlığın Hesaplanması

Son aşamada, hesaplanan  $RC_i$  değerlerine (13) göre sıralama elde edilmektedir. En yüksek  $RC_i$  değeri en ideal alternatifi ifade etmektedir.

$$RC_i = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_j^+} \quad (13)$$

#### 4. UYGULAMA

Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşanan doğal afetlerin çoğunluğunu heyelan ve su baskınlarının oluşturduğu ve olay sayılarına göre illere bakıldığında bu afet türlerinin en çok Trabzon'da olduğu görülmektedir (URL2). Trabzon'un hem afet riski taşıyan önemli bir bölgede olması hem de Trabzon ilinin Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) tarafından bölgedeki beş il (Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) için depo yeri olarak belirlenmesi, Trabzon'da afet lojistiği kapsamında bir depo kurulmasını gereklilik haline getirmiştir. Bu noktada çalışmada izlenen uygulama adımları Şekil 1'de gösterilmiş olup, her bir aşamanın ayrıntıları sırasıyla açıklanmıştır.



Şekil 1: Uygulama Adımları

#### 4.1. Problemin Belirlenmesi

Yer seçimi problemi; bölge, yer ve arazi seçimi olmak üzere üç aşamalı bir süreçtir. Söz konusu problemde, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) Trabzon ilini bölgedeki beş il (Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) için yer olarak belirlemiştir. Dolayısıyla, bölge ve yer seçimi AFAD tarafından önceden yapılmış (Bölge Doğu Karadeniz, yer Trabzon olarak belirlenmiştir) ve sonuç olarak problem arazi seçimine dönüşmüştür. Çalışmada, AFAD tarafından Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki beş il (Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) için yer olarak belirlenen Trabzon'da afet lojistiği kapsamında depo kuruluş yeri seçim problemi ele alınmıştır.

#### 4.2. Kuruluş Yeri Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Kuruluş yeri seçimi için çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri, literatürde yer alan çalışmalar ile AFAD'da çalışan uzmanların görüşleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda belirlenen 11 adet kritere ilişkin bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır. Buna göre; yerleşim yerine uzaklık ( $K_1$ ), arazi büyüklüğü ( $K_5$ ) ve arazinin afetselliği ( $K_7$ ) fayda yönlü kriterler olarak ele alınırken; havalimanına yakınlık ( $K_2$ ), limana yakınlık ( $K_3$ ), karayoluna yakınlık ( $K_4$ ), arazi maliyeti ( $K_6$ ), arazinin jeolojik yapısı ( $K_8$ ), elektrik bağlantısına uzaklık ( $K_9$ ), su bağlantısına uzaklık ( $K_{10}$ ) ve kanalizasyon bağlantısına uzaklık ( $K_{11}$ ) maliyet yönlü kriterler olarak ele alınmıştır.

**Tablo 1: Depo Kuruluş Yeri Seçim Kriterleri**

Kriterler	Açıklama	Birim
Yerleşim yerine uzaklık ( $K_1$ ) <sup>a,b,c</sup>	Depo yerinin şehir merkezine uzaklığı	Kilometre
Havalimanına yakınlık ( $K_2$ ) <sup>d,e,f</sup>	Depo yerinin havalimanına yakınlığı	Kilometre
Limana yakınlık ( $K_3$ ) <sup>d,e,f</sup>	Depo yerinin limana yakınlığı	Kilometre
Karayoluna yakınlık ( $K_4$ ) <sup>e,f,g</sup>	Depo yerinin karayoluna yakınlığı	Kilometre
Arazi büyüklüğü ( $K_5$ ) <sup>a</sup>	Depo kurulacak arazinin büyüklüğü	Metrekare
Arazi maliyeti ( $K_6$ ) <sup>d,e,g</sup>	Arazi düzenleme maliyeti	Milyon TL
Arazinin afetselliği ( $K_7$ ) <sup>f</sup>	Depo yerinin doğal afet riski derecesi	Risk düzeyi*
Arazinin jeolojik yapısı ( $K_8$ ) <sup>a</sup>	Arazinin topografik eğimi	Derece
Elektrik bağlantısına uzaklık ( $K_9$ ) <sup>a</sup>	Elektrik bağlantısına olan uzaklık	Kilometre
Su bağlantısına uzaklık ( $K_{10}$ ) <sup>a</sup>	Su bağlantısına olan uzaklık	Kilometre
Kanalizasyon bağlantısına uzaklık ( $K_{11}$ ) <sup>a</sup>	Kanalizasyon bağlantısına olan uzaklık	Kilometre

(a) Li vd. (2011b); (b) Roh vd. (2013); (c) Roh vd. (2015) (d) Alberto (2000); (e) Awasthi vd. (2011); (f) Peker vd. (2016); (g) Roh vd. (2013)

\*1. Risk  $\geq$  %80, 2. %60  $\leq$  risk < %79, 3. %40  $\leq$  risk < %59, 4. %20  $\leq$  risk < %39, 5. Risk < %20 (Ağdaş vd. 2014)



### 4.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Trabzon ili için afet lojistiği kapsamında depo yer seçimi problemi için 8 adet arazi/ alternatif (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8), dört uzman (Trabzon AFAD Yönetim Başkanlığında yönetici konumunda üç, Trabzon Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığında yönetici konumunda bir) tarafından belirlenmiş ve tüm araziler yerinde ziyaret edilmiştir.

### 4.4. Verilerin Elde Edilmesi

Belirlenen alternatiflerin her birinin 11 kriter için gerekli bilgileri veri setini oluşturmaktadır. Bu noktada uygulamada kullanılan veriler, Trabzon AFAD Başkanlığından elde edilmiş olup Tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2: Uygulamada Kullanılan Veriler**

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	K <sub>11</sub>
A <sub>1</sub>	18	17	19	0,1	14.353	5,2	5	5	0,002	0,002	0,002
A <sub>2</sub>	8,5	3,3	5,6	0,02	47.280	5,0	5	7,5	0,002	0,002	0,002
A <sub>3</sub>	3,5	22	24	3	10.198	5,4	4	30	0,06	0,06	1,5
A <sub>4</sub>	9	22	20,4	0,02	16.748	5,2	4	10	0,002	0,002	0,002
A <sub>5</sub>	2,5	50	52	0,5	28.000	5,3	4	25	0,1	0,1	1
A <sub>6</sub>	7	62	60	7	13.200	5,4	5	20	0,05	8	8
A <sub>7</sub>	7	7	6	0,75	28.200	5,6	4	40	0,25	0,25	1
A <sub>8</sub>	12	12	11	0,45	22.800	5,4	4	30	0,3	0,3	0,9

### 4.5. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan Entropi Ağırlık Yöntemi kullanılarak Tablo 3’de yer alan kriter ağırlıkları elde edilmiştir.

**Tablo 3: Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları**

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	K <sub>11</sub>
<b>Ağırlık</b>	0,102	0,062	0,068	0,045	0,128	0,067	0,303	0,074	0,067	0,041	0,042

### 4.6. Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin sıralanması amacıyla kullanılan TOPSIS sonuçları Tablo 4’de görülmektedir. Tablo 4’e bakıldığında A<sub>2</sub> ve A<sub>1</sub> alternatiflerinin birinci ve ikinci sırada, A<sub>3</sub> alternatifinin ise son sırada yer aldığı görülmektedir.

**Tablo 4: TOPSIS Yöntemi Uygulama Sonuçları**

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
<b>Yakınlık Değeri</b>	0,534	0,748	0,067	0,429	0,210	0,202	0,360	0,317
<b>Sıralama</b>	2	1	8	3	6	7	4	5

#### 4.7. Duyarlılık Analizi

Uygulama kapsamında kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde alternatiflerde meydana gelen sıralama farklılıklarını görmek amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizi için üç farklı senaryo değerlendirilmiştir. Senaryo 1 (S<sub>1</sub>)’de uygulama kapsamında ele alınan 11 kriter için eşit kriter ağırlıkları (0,091) kullanılmıştır. Senaryo 2 (S<sub>2</sub>) için Entropi Ağırlık yöntemi ile elde edilen Tablo 3’de görülen kriter ağırlıklarından arazinin afetselliği (K<sub>7</sub>) kriterine ait olan maksimum kriter ağırlığı (0,303) ile su bağlantısına uzaklık (K<sub>10</sub>) kriterine ait olan minimum kriter ağırlığı (0,041) yer değiştirilmiştir. Senaryo 3 (S<sub>3</sub>)’te ise Entropi Ağırlık yöntemiyle elde edilen su bağlantısına uzaklık (K<sub>10</sub>) kriterine ait olan minimum kriter ağırlığı (0,041) kendi kriter ağırlığı kadar artırılarak eşitlik (14)’ten faydalanılarak yeni kriter ağırlıkları elde edilmiştir (Alinezhad ve Amini, 2011). Mevcut durum (MD) ve farklı üç senaryoya (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub>) ait değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Tablo 5’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, alternatiflerin sıralamasında bir değişiklik olmadığı ve kurulan modelin geçerli olduğu söylenebilir.

$$W'_j \begin{cases} W_j + \Delta_p & j = p \\ \frac{1 - W'_p}{1 - W_p} \times W_j & j \neq p, j = 1, 2, \dots, k \end{cases} \quad (14)$$

**Tablo 5: Mevcut Durum ve Farklı Üç Senaryo İçin Kriter Ağırlıkları**

		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	K <sub>11</sub>
<b>Kriter Ağırlıkları</b>	<b>MD</b>	0,102	0,062	0,068	0,045	0,128	0,067	0,303	0,074	0,067	0,041	0,042
	<b>S<sub>1</sub></b>	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
	<b>S<sub>2</sub></b>	0,102	0,062	0,068	0,045	0,128	0,067	0,041	0,074	0,067	0,303	0,042
	<b>S<sub>3</sub></b>	0,098	0,06	0,065	0,043	0,122	0,064	0,29	0,071	0,064	0,083	0,04

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda doğal ya da insan kaynaklı yaşanan afetlerin sayısı ve şiddeti gittikçe artmaktadır. Bu nedenle büyük ölçekli yaşanan olağanüstü afet durumlarında gerekli yardım malzemelerinin hızlı bir şekilde (yiyecek, su, ilaç, çadır vb.) ulaştırılmasını amaçlayan afet lojistiği giderek daha da önem kazanmaktadır. Afet lojistiğinin etkin bir şekilde yürütülme-

sinde depoların en uygun yerlerde kurulmuş olması önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma kapsamında Trabzon ili için afet lojistiği depo kuruluş yeri seçimi problemi, birbiriyle çelişen çok sayıda kriteri bünyesinde barındıran ÇKKV problemi olarak ele alınmıştır. Bu amaçla ilk olarak Entropi Ağırlık yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Ardından alternatif depo yerleri, TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Ayrıca, yapılan duyarlılık analiziyle modelin geçerliliği test edilerek, tutarlı ve güvenilir bir model olduğu ortaya konmuştur.

Analiz sonuçlarına göre *arazinin afetselliği*, *arazi büyüklüğü* ve *yerleşim yerine uzaklık* kriterleri en önemli üç kriter olarak tespit edilmiştir. Peker vd. (2016) çalışmasında *arazinin afetselliği* kriteri orta sıralarda yer alırken, *yerleşim yerine uzaklık* kriteri son sıralarda çıkmıştır. Heyelan açısından Trabzon'un % 62'sini yüksek riskli ve riskli alanlar oluşturmaktadır (URL 2). Ayrıca, Trabzon'un sel ve su taşkınları açısından da ilk sırada yer alması nedeniyle (URL 2) arazinin afetselliği kriterinin ilk sırada çıktığı değerlendirilmektedir.

Alternatiflerin sıralanması amacıyla kullanılan TOPSIS sonuçlarına göre A2 alternatifi ilk, A1 alternatifi ikinci, A3 alternatifi ise son sırada yer almıştır. Bu sonucun elde edilmesinde de arazinin afetselliği, arazi büyüklüğü ve arazi maliyeti kriterlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen sıralama sonuçları yönetsel açıdan değerlendirildiğinde A2 alternatifi birinci sırada yer almasına rağmen yerleşim yerine yakın olması sebebiyle AFAD yöneticileri tarafından tercih edilmemektedir. Onun yerine, ikinci ve üçüncü sırada çıkan A1 ve A4 alternatifleri ön plana çıkarılmaktadır. Öte yandan, çalışmada elde edilen bu sonuçlar karar vericilerin beklentileri ile örtüşmekte olup kararlarını desteklediği görülmektedir.

Gelecek çalışmalarda farklı ÇKKV teknikleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Öte yandan, insan yargıları belirsiz olduğundan ve kesin sayısal bir değerle ifade edilemediğinden dolayı birçok durumda gerçek durumu modellemek zordur. Bu noktadan hareketle gelecek çalışmalar için, kesin verileri elde etmenin ve kriter ağırlıklarını kesin olarak belirlemenin zorluklarından dolayı bulanık ÇKKV teknikleri kullanılarak da sonuçlar karşılaştırılabilir.

## TEŞEKKÜR

Trabzon İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü ile Trabzon Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı yöneticilerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Ahmadi, M., Seifi, A., Tootooni, B. (2015), "A Humanitarian Logistics Model for Disaster Relief Operation Considering Network Failure and Standard Relief Time: A Case Study on San Francisco District", *Transportation Research Part E*, 75, pp.145-163.
2. Ağdaş, M., Bali, Ö., Ballı, H. (2014), "Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi İçin Yer Seçimi: SMAA-2 Tekniği ile Bir Uygulama", *Beykoz Akademi Dergisi*, 2(1), ss.75-95.

3. Akgün, İ., Gümüşbuğa, F., Tansel, B. (2015), "Risk Based Facility Location by Using Fault Tree Analysis in Disaster Management", *Omega*, 52, pp.168-179.
4. Alberto, P. (2000), "The Logistics of Industrial Location Decisions: An Application of The Analytical Hierarchy Process Methodology", *International Journal of Logistics: Research and Application*, 3(3), pp.273-289.
5. Alinezhad, A., Amini, A. (2011), "Sensitivity Analysis of TOPSIS Technique: The Results of Change in the Weight of One Attribute on the Final Ranking of Alternatives", *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 7, pp.23-28.
6. Awasthi, A., Chauhan, S.S., Goyal, S.K. (2011), "A Multi-Criteria Decision Making Approach for Location Planning for Urban Distribution Centers Under Uncertainty", *Mathematical and Computer Modelling*, 53, pp. 98-109.
7. Balcık, B., Beamon, B.M. (2008), "Facility Location in Humanitarian Relief", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 11(2), pp.101-121.
8. Campbell, A.M., Jones, P.C. (2011), "Prepositioning Supplies in Preparation for Disasters", *European Journal of Operational Research*, 209, pp.156-165.
9. Gagnon, A., Van Wassenhove, L.N., Charles, A. (2010), "The Yogyakarta Earthquake: Humanitarian Relief Through IFRC's Decentralized Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 126, pp.102-110.
10. Gözaydın, O., Can, T. (2013), "Deprem Yardım İstasyonları İçin Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2), ss.17-31.
11. Hong, L., Xiaohua, Z. (2011), "Study on Location Selection of Multi-Objective Emergency Logistics Center Based on AHP", *Procedia Engineering*, 15, pp.2128-2132.
12. Kandel, C. Abidi, H. ve Klumpp, M. (2011), "Humanitarian Logistics Depot Location Model", *The 2011 European Simulation and Modelling Conference, Conference Proceedings October 24-26, 2011 at University of Mino, Guimaraes, Portugal*, p.288-293.
13. Kumar, P., Singh, R.K. (2012), "A Fuzzy AHP and TOPSIS Methodology to Evaluate 3PL in a Supply Chain", *Journal of Modelling in Management*, 7(3), pp.287-303.
14. Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J. (2011a), "Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines", *Procedia Engineering*, 26, pp.2085-2091.
15. Li, Y. Liu, X., Chen, Y. (2011b), "Selection of Logistics Center Location Using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS Methodology in Logistics Management", *Expert Systems with Applications*, 38, pp.7901-7908.
16. Lin, Y.H., Batta, R., Rogerson, P.A., Blatt, A., Flanigan, M. (2012), "Location of Temporary Depots To Facilitate Relief Operations After An Earthquake", *Socio-Economic Planning Sciences*, 46, pp.112-123.
17. Malekian, A., Azarnivand, A. (2016), "Application of Integrated Shannon's Entropy and VIKOR Techniques in Prioritization of Flood Risk in the Shemshak Watershed, Iran", *Water Resources Management*, 30, pp.409-425.

18. Mete, H.O., Zabinsky, Z.B. (2010), "Stochastic Optimization of Medical Supply Location and Distribution in Disaster Management", *International Journal of Production Economics*, 126, pp.76-84.
19. Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Sayın Okatan, B., Yaşar, F. (2016), "Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bütünleşik Yöntemi İle Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(1), ss.82-103.
20. Rawls, C.G., Turnquist, M.A. (2010), "Pre-positioning of Emergency Supplies for Disaster Response", *Transportation Research Part B*, 44, pp.521-534.
21. Roh, S.Y., Jang, H.M., Han, C.H. (2013), "Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), pp.103-120.
22. Roh, S., Pettit, S., Harris, I., Beresford, A. (2015), "The Pre-Positioning of Warehouses At Regional and Local Levels for A Humanitarian Relief Organisation", *International Journal of Production Economics*, 170, pp.616-628.
23. Saeidian, B., Mesgari, M.S., Ghodousi, M. (2016), "Evaluation and Comparison of Genetic Algorithm and Bees Algorithm for Location–Allocation of Earthquake Relief Centers", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 15, pp.94-107.
24. Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., Tarokh, M.J. (2011), "A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting", *Expert Systems with Applications*, 38, pp.12160-12167.
25. Thomas, A. ve Kopczak, L. (2005), "from Logistics to Supply Chain Management: the Path forward in the Humanitarian Sector", Fritz Institute, San Francisco.
26. Tofighi, S., Torabi, S.A., Mansouri, S.A. (2016), "Humanitarian Logistics Network Design Under Mixed Uncertainty", *European Journal of Operational Research*, 250, pp.239-250.
27. Turgut, B.T., Taş, G., Herekoğlu, A., Tozan, H., Vayvay, O. (2011), "A Fuzzy AHP Based Decision Support System for Disaster Center Location Selection and A Case Study for Istanbul", *Disaster Prevention and Management*, 20(5), pp.499-520.
28. URL1, EMDAT (2016), [http://www.emdat.be/advanced\\_search/index.html](http://www.emdat.be/advanced_search/index.html), 24.06.2016.
29. URL 2, Trabzon AFAD (2016), <http://www.trabzonafad.gov.tr/admin/files/1-Afet%20sunum2015-20160111-141433.pdf>, 29.06.2016.
30. Van Wassenhove, L.V. (2006), "Blackett Memorial Lecture Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear", *Journal of the Operational Research Society*, 57, pp.475-489.
31. Wu, Z., Sun, J., Liang, L., Zha, Y. (2011), "Determination of Weights for Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy", *Expert Systems with Applications*, 38, pp.5162-5165.
32. Zhang, H., Gu, C.L., Gu, L.W., Zhang, Y. (2011), "The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness By TOPSIS&Information Entropy - A case in the Yangtze River Delta of China", *Tourism Management*, 32, pp.443-451.



# KÜRESEL REKABETE UYUM SAĞLAMADA LOJİSTİK SEKTÖR ÇALIŞANLARININ KURUM İÇİ EĞİTİM İHTİYAÇLARI

*İrfan KADIOĞLU<sup>1</sup>, Rıdvan KADIOĞLU<sup>2</sup>, A. Murat KÖSEOĞLU<sup>3</sup>*

## ÖZET

*Küreselleşme, özellikle iletişim ve teknolojinin katkısıyla, bütün dünyadaki etkisini son yıllarda önemli oranda hissettirmektedir. Küreselleşmenin etkileri tüketim alışkanlıklarını değiştirmiş, değişen tüketim alışkanlıkları ise tedarik zincirini dolayısıyla lojistik faaliyetleri etkilemiştir. Bu etki nedeniyle küreselleşmeye uyum sağlamak lojistik işletmeler açısından kaçınılmaz bir hal almıştır. Hızlı ve etkili olarak küreselleşmeye uyum sağlayabilen işletmeler rekabette öne geçmekte ve sektörde varlıklarını uzun süre devam ettirebilmektedir. İşletmeler açısından değişime uyum sağlamada çalışanlar, kritik seviyede önem taşımaktadır. Bu çalışmada küresel rekabetin lojistik sektöründe meydana getirdiği değişim ve bu değişime uyum sağlamada sektör çalışanlarının kurum içi eğitim ihtiyaçları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda araştırmada küreselleşmenin işletmeler üzerinde yol açtığı değişim incelenerek işletmelerin söz konusu değişime uyum sağlama-larında önemli rol oynayan çalışanların, lojistik alanındaki eğitim durumu ve bu alandaki eğitim ihtiyacını ortaya koymak hedeflenmiştir. Araştırma verileri İstanbul Tuzla Logipark bölgesinde bulunan on işletmede 401 çalışanın oluşturduğu örneklem üzerinde beşli Likert yönteminin kullanıldığı anket çalışması ile elde edilmiştir. İşletmelerden elde edilen verilerin analizi lojistik eğitim ihtiyacı bağımlı değişken olarak kullanılarak SPSS programı ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda şirketlerin lojistik alanında eğitim almış kalifiye personele ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir. En çok ihtiyaç duyulan eğitim konularının, işin gerektirdiği temel kanun, yönetmelik, yönergeler ile ilgili eğitimler; çalışılan birime özel bilgisayar programları (otomasyon, grafik tasarımı vb.) ile ilgili eğitimler; işin gerektirdiği ofis programları (word, excel, powerpoint vb.) ile ilgili eğitimler; genel iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitimlerin olduğu tespit edilmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** *Lojistik Eğitimi, Lojistik Eğitim Yöntemleri, Kurum İçi Eğitim.*

---

1 Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, [irfan.kadioglu@hotmail.com](mailto:irfan.kadioglu@hotmail.com)

2 Öğretim Görevlisi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, [ridvankadioglu@ohu.edu.tr](mailto:ridvankadioglu@ohu.edu.tr)

3 Yrd.Doç.Dr., Okan Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, [murat.koseoglu@okan.edu.tr](mailto:murat.koseoglu@okan.edu.tr)

## IN-HOUSE TRAINING NEEDS OF EMPLOYEE IN LOGISTICS SECTOR WHILE ADAPTING TO GLOBAL COMPETITION

### ABSTRACT

*In recent years, globalization has influenced considerably throughout the world in particular with the contribution of communication and technology. The effects of globalization have changed the consumption habits and the changing consumption habits have affected the supply chain and therefore logistics activities. In consequence of this influence, the compliance with globalization has become inevitable in terms of logistics enterprises. Enterprises that can adapt to globalization rapidly and effectively have the leading role of the competition and can maintain their presence in the sector for a long time. Employees have a critical importance for adapting to change in terms of businesses. In this study, it has been evaluated that the changes which global competition has made in the logistics sector and the in-house training needs of the employees in the sector in order to adapt to this shift. In this context, this study aims to reveal the educational background in the logistics field and the training needs in this area of the employees who have an important role in the enterprises' adaptation to such changes by examining the modification caused by globalization. The research data was acquired by a questionnaire study using a five-point Likert method on a sample of 401 employees in ten enterprises located in the Tuzla Logipark area of Istanbul. The analysis of the data gathered from the enterprises was made with the SPSS program using the logistic training needs as a dependent variable. As a result of the research, it has been determined that the enterprises require a qualified staff trained in logistics. It has been understood that most needed trainings are training on the fundamental laws, regulations and directives required by the business; training on work-specific computer programs (automation, graphic design, etc.); training on the office programs (word, excel, PowerPoint etc.) required by the business; training on general occupational health and safety.*

**Keywords:** Logistics Training, Training Methods in Logistics, In-house Training.

### 1. GİRİŞ

Küreselleşme, bir süreç olarak ele alındığında genel olarak, sosyal, siyasal, ekonomik, teknolojik, vb. boyutlara sahip birden fazla değişim sürecini ifade etmektedir. Bu bağlamda küreselleşme, dünyada yaşayan insanların büyük bir kısmını kapsayan ve bunları tek bir toplumsal birimde, yani küresel toplumda bir araya getiren tüm süreçlere atıfta bulunur. Küreselleşme süreci hem 'dünyanın küçülmesi' hem de 'bir bütün olarak dünya bilinci'nin güçlenmesi ya da daha öz bir ifadeyle 'bir dünya süreci' olarak da tanımlanmaktadır (Şimşek ve Ilgaz, 2007: 192).

Yukarıda belirtilen süreç esasları dikkate alındığında ana olgunun değişim, gelişim ve bütünleşme olduğu değerlendirilmektedir. Bunu sağlayan en önemli etmenlerin de evrenleşme ve etkileşim olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda Aktel küreselleşme sürecini tetikleyen faktörleri aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

\*Ülkeler arasındaki ilişkilerin yaygınlaşması ve gelişmesi, ideolojik ayrımlara dayalı kutuplaşmaların çözülmesi ve farklı toplumsal kültürlerin milli sınırları aşarak dünya çapında yayılması,



\*Ulusların dünya ekonomisinde uluslararası bir bütünleşme sağlaması ve ekonomik anlamda sınırların ortadan kalkması,

\*Tüm insanların tek bir dünya toplumunda bütünleştirilmesinin sağlanması ve bir bütün olarak dünya bilincinin yoğunlaşması,

\*Teknolojik ilerlemelerin her geçen gün yeni boyutlar kazanması, özellikle iletişim teknolojisinin gelişerek sınırları ortadan kaldırması,

\*Sermaye dolaşımının serbestleşmesi, hacminin artması, hızlanması ve yaygınlaşması, üretimin küreselleşmesi, uluslararası mal ve hizmet hareketlerinin ve küresel tek pazara yönelişin hızlanması, böylece sınırsız rekabet fırsatının kazandırılması,

\* Bölgesel bütünleşmeler, yerelleşme, bireyselleşme, katılımcı demokrasi ve sivil toplum örgütlerinin ön plana çıkması,

\* Özelleştirme uygulamalarıyla devletlerin küçültülmesi, ulus devletin yetki ve görevlerinin uluslararası örgütlere, yerel yönetimlere ve sivil toplum örgütlerine devredilmesi anlayışı,

\* Kültürel alanda homojen bir dünya oluşturulmaya çalışılırken, etnik farklılıkların ve yerel kültürlerin canlandırılması, bütünleştirme ve ayrıştırmanın bir arada yürütülmesidir (Aktel, 2001: 194).

Daha önce ana olgusu değişim, gelişim ve bütünleşme olarak ifade edilen küreselleşme sürecinde, bu olguları destekleyen ve sürecin hızlanmasını sağlayan bazı çevresel faktörlere rastlamak olasıdır. Tağraf'a göre özellikle endüstrilerdeki küreselleşmeyi teşvik eden bu faktörler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır (Tağraf, 2005: 39–45).

- \* Ülkeler ve Bölgeler Arasındaki Talep Özelliklerinin Benzeşmesi,
- \* Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Maliyetlerindeki Artış,
- \* Artan Ölçek Ekonomisi ve Maliyet Baskısı,
- \* Hükümet Politikalarının Rolü,
- \* Dünya Genelindeki Faktör Maliyetlerindeki Değişim,
- \* Yeni Dağıtım Kanallarının Ortaya Çıkışı,
- \* Taşıma, İletişim ve Depolama Maliyetlerindeki Azalma.

### **1.1. Küreselleşmenin Ticaret ve Ekonomiye Etkisi**

Küreselleşme olarak tanımlanan ve dünyadaki tüm ekonomilerin bütünleşmesine, diğer bir ifade ile tek pazar haline gelmesine neden olan olgu, günümüz ticari hayatına yön veren kuşkusuz en önemli faktördür. Artık hiçbir sektörde, hiçbir işletmenin bu olguyu göz ardı etme veya karşı koyma lüksü bulunmamaktadır. Dolayısıyla varlıklarını sürdürmek isteyen işletmeler, küreselleşme olgusuna iyi adapte olmak, aynı zamanda küreselleşmenin doğurduğu fırsat ve tehditlere karşı da sürekli duyarlı olmak zorundadırlar (Karabulut, 2004).

Küreselleşme ile birlikte firmalar, farklı ülke ve bölgelerde faaliyet gösterirken, farklı ülkelerden hammadde, yarı mamul tedarik etme, en uygun koşullarda üretim merkezlerinde bir araya getirme ve sonrasında nihai ürünleri en uygun dağıtım kanalları ile birçok ülke pazarında satışa sunmak ve bu süreci doğru planlamak durumundadırlar (Erdal, 2005: 17).

Küreselleşme, uluslararası ticaretin yaygınlaşması, emek ve sermaye hareketlerinin artması, devletlerarasında ideolojik kutuplaşmaların sona ermesi, teknolojideki hızlı değişime bağlı olarak ülkelerin pek çok yönden birbirine yaklaşması sonucunda geline nokta olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle küreselleşme olgusunun ekonomik yönü yanında, siyasal ve sosyo-kültürel yönü de bulunmaktadır (Aktan ve Vural, 2004: 10).

Küreselleşme, çok uluslu işletmelerin işlerini çok kolaylaştıran ve onlara sınırsız özgürlükler sağlayan bir kavram olarak görülebilir. Ancak küreselleşme bu özgürlükler açısından her işletmeye eşit davranır.

## 2. LOJİSTİK

Önceleri askeri alandaki faaliyetleri ifade eden, daha sonraları ise askeri alandaki uygulamaların yönetim ve üretim alanına uyarlanması ile önem kazanan lojistik, günümüzde başta ekonomi olmak üzere, yönetim, pazarlama, politik bilimler, sosyoloji, matematik ve mühendislik bilimleri gibi birçok bilim dalı ile bağlantısı olan bir disiplinler arası bir bilim haline gelmiştir (James R. Stock, 1997:518).

Lojistik olgusunun pek çok tanımı yapılabilmektedir. Bu tanımların çokluğunun sebebi ise lojistiğin oldukça geniş bir uygulama sahasının bulunması ve bu sebepten bu olguya farklı perspektiften yaklaşıp bakılabilmesine dayanmaktadır.

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals) lojistiği, “Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışının, hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içerisindeki hareketinin, süreç içerisindeki envanterin, etkin, verimli ve en az maliyetli olacak şekilde akış ve depolanmasının sağlanması, kontrol altına alınması ve planlanması sürecidir” şeklinde tanımlamıştır.

### 2.1. Lojistik Faaliyetlerin Genel Amacı

Günümüzde küreselleşmenin etkisi ile artan rekabet sonucu, işletmeler gittikçe artan oranda hizmet sektörüne bağlı hale gelmiştir. İşletmelerin rekabet üstünlüğü artık üretilen üründen çok üretilen ürünle ilgili hizmetlerdeki başarıya bağlı bulunmaktadır. Ürünle ilgili bu hizmetlere örnek olarak tüketiciye zamanında ulaştırılması, dağıtım, satış sonrası hizmetler v.b. belirtilebilir. Bununla birlikte, işletmelere katma değer yaratmasında rol oynayan faktörler, göz önünde olmayan üretim ve sürecin planlanması, kontrol, tedarik, satınalma olarak ifade edilebilir. Bu faktörlerde başarıya ulaşmak için hizmet sektörünün etkinliğini gerektirmektedir. Lojistik hizmetler, bu noktada önem kazanmakta, firmaların verimliliğinin

arttırılmasını, üretim maliyetinin düşmesini ve uluslararası pazarda daha fazla rekabet gücü elde etmelerini sağlamaktadır.

Lojistik faaliyetler çok yönlüdür. İşletmelerin etkinlik ve verimlilik düzeyi üzerinde rekabet güçlerini ortaya koymada, doğrudan belirleyici olabilecek çeşitliliktedirler. Bu sebeple işletmelerin performanslarını doğrudan veya dolaylı olarak etkilerler. Etkin lojistik hizmetleri, dünyada küreselleşme ile şekillenen rekabetçi piyasaların başarısında kilit konuma gelmiştir. Lojistik hizmetler gerçekleşmediğinde, verimlilik ve maliyet etkinliği sağlanamamaktadır.

Çalışma sahası başlangıçta ulaşım ve depolamayla sınırlandırılmış olan lojistik; satın alma, dağıtım, stok yönetimi, sipariş yönetimi ve işleme, ambalajlama, parça ve hizmet desteği, üretim çizelgeleme, geri dönen mallar, talep tahmini, atıkların geri kazanımı ve imha edilmesi ve hatta müşteri hizmetlerini de içine alarak genişlemiştir (Baki, 2004:22).

Sonuç olarak, lojistik faaliyetlerin temel amacı; işletme stratejilerine uygun olarak önceden belirlenmiş bir üretim ya da pazarlama hedefine mümkün olan en düşük toplam maliyetle etkin bir biçimde erişmektir. Bu amaca erişebilmek için malların sevki, ambalajlanması ve depolanması yani fiziksel dağıtım fonksiyonu ile malzemelerin akış planının yapılması, tedarik edilmesi ve depolanması ve kontrolü yani malzeme yönetimi fonksiyonunun birbiriyle uyumlu hale getirilmesi sağlanmalıdır (Acar ve Köseoğlu, 2014:11).

## 2.2. Küresel Rekabetin Lojistik Faaliyetlere Etkisi

Lojistik sektörü, günümüzde dünyada en hızlı gelişim gösteren sektörlerden biri haline gelmiştir. Bu gelişimi hızlandıran çeşitli faktörlerden bahsedilebilir. Küreselleşme, ticaretin serbestleşmesi, farklılaşan rekabet yapısı ve teknolojik gelişmeler bunların başında gelmektedir. Şüphesiz küreselleşme, lojistik sektörünün gelişiminde en etkili faktördür.

Dünya çapında görülen küreselleşme olgusu ortaya çıkan rekabeti hızla körüklemektedir. Bu meydana gelen olgu hız, maliyet, güvenilirlik, kalite ve esneklik olgularını da önemli bir konuma çıkarmıştır.

Lojistik faaliyetler ile firmalar, maliyet ve zaman yönetiminde etkinliklerini arttırmakta, ürünün nihai noktaya istenilen standartlarda ve kalitede ulaşmasındaki engellerin en aza indirilmesine bağlı kazanımlar elde etmekte, gelişen ve değişen koşullara uygun alternatif çözüm yollarının artması gibi olumlu sonuçlar ile başarı performanslarını yükseltebilmektedirler. Bu durum lojistik sektörünün önemini bir kez daha ön plana getirmektedir. Etkili ve verimli bir lojistik sektörü için doğru altyapı yatırımları gerekmektedir.

Dünya ticaretindeki dönüşüm ve yeni oluşumların etkisi yoğun bir şekilde lojistik sektörü üzerinde görülmektedir. Hemen hemen bütün sektörlerle bire bir, doğrudan ilişkisi olan lojistik, uluslararası pazarlarda rekabet avantajının elde edilmesinde kilit rol üstlenmektedir. Ürün ve/veya hizmetlerin hedef pazarlara rakiplerden önce daha hızlı ve daha ekonomik biçimde ulaştırılması lojistik faaliyetlerin özünü teşkil etmektedir (Çancı ve Erdal, 2003: 2).

Bunun yanı sıra lojistik toplumların, endüstrilerin, örgütlerin ve işletmelerin; rekabet gücünü, pazar payını, sürdürülebilirliğini, ekonomik alt yapısını, teknolojik gelişimini, insan kaynaklarını, yönetim felsefesini, kültürlerini ve diğer tüm fonksiyon sahalarını ve süreçlerini direk veya indirek etkileyen bir disiplin alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Karadoğan, 2008).

Söz konusu bu disiplin alanı birçok alt boyutta entegrasyonu da sağlamaktadır. Bu alt boyutları tabandan tavana doğru sıralayacak olursak; firma entegrasyonu, ürün entegrasyonu, sektörel entegrasyon, ticari/ekonomik entegrasyon, siyasi/politik entegrasyon ve coğrafi entegrasyondur. Diğer yandan küresel lojistik ülkeler arasında malzeme, bilgi ve para akışını sağlar. Diğer bir deyişle uluslar arası çapta tedarikçilerin tedarikçisiyle müşterilerin müşterisini bir araya getiren bir oluşumdur (Frazelle, 2002:10).

Bu bağlamda ülkeleri küresel bir güç haline getirerek ülkeler arasında ekonomik, stratejik, enerji, askeri, kültürel, vb. alanlarda koridorlar oluşturmaktadır. Ayrıca lojistik ile özdeşleşmiş olan tedarik zincirinin aktörleri arasında da bir entegratör görevi üstlenen küresel lojistik, küresel bazda tedarikçiler, üreticiler, aracılar-gümrük brokerleri, lojistik hizmet üretkenler ve müşteriler arasında iletişim, işbirliği, koordinasyon, entegrasyon ve arz talep dengesini kurmaktadır (Köseoğlu ve Kadioğlu, 2015:18).

Söz konusu bu denge içerisinde küresel tedarik zinciri etkin bir dağıtım ağı oluşturur; piyasalar arasında bir network sağlar; üretim sürecini belirler ve geliştirir; etkin satın alma faaliyetlerine neden olur; düşük maliyet, yüksek kalite ve müşteri hizmetleri seviyesi yaratır.

Küresel lojistik sektör bütün bu özelliklerinin yanı sıra özellikle profesyonel insan kaynakları, uzmanlaşma, özel lojistik ve tedarik zinciri çözümleri üretme, tasarım, vb. yeterlilik alanlarında da gelişmişliğe katkıda bulunmaktadır.

Küresel rekabetin etkisi altında olan lojistik yöneticilerin, küresel pazarda başarılı olabilmesi bütünsel bir bakış açısına sahip olmayı, esnek olmayı, yeni yöntemleri ve süreçleri kullanmaktan korkmamayı gerektirmektedir. Aynı zamanda yerel koşullara ve düzenlemelere isleri adapte etmeyi, hem küresel hem yerel davranmayı, web tabanlı bir lojistik zincir içinde maliyet etkinliği iyi bir müşteri hizmet düzeyi kurmayı gerektirmesi sonucunu doğurmaktadır (Karagülle, 2004: 804).

Sonuç olarak, küresel rekabetin lojistik faaliyetlere özetle aşağıdaki etkileri olduğu belirtilebilir (Kadioğlu, 2016:42):

- Lojistik faaliyetlere düşük maliyetle daha hızlı, daha güvenilir, daha esnek ve daha kaliteli bir yapı kazandırmıştır.
- Lojistik faaliyetlerde standartlaşmanın ve sürdürülebilirliğin sağlanmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.
- Taşıma modu olarak multimodal sisteminin kullanılması olanağını sağlayarak, işletmelere çeşitli ulaşım araçlarından yararlanma şansını vermektedir.

- Tedarikçilerin tedarikçisiyle müşterilerin müşterisini bir araya getirmiş ve sinerji oluşmasını sağlamıştır.
- Lojistik faaliyetlerde doğrualtyapı yatırımlarının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.
- Müşteriler arasında iletişim, işbirliği, koordinasyon, entegrasyon ve arz talep dengesini kurmuştur.
- Lojistik sektörü kapsamında sunulan lojistik faaliyetlerin etkinliği, firmaların rekabet edebilirliklerini arttırmada önemli bir stratejik araç olmuştur.
- İnsan kaynakları yönetiminin ve lojistik eğitiminin önemini ortaya çıkarmıştır.

### 2.3. Küresel Rekabetin Lojistik İşletmelerine Etkisi

Küreselleşmenin etkisiyle artan rekabet, firmaların maliyete, zamanında teslim ve kalite konusuna verdikleri önemi artırmaktadır. Batı pazarlarında yapılan araştırmalara göre, imalat sanayiinde nihai ürün maliyetinin ortalama %12'sinin taşıma, depolama gibi lojistik faaliyetlerine ilişkin olduğunu göstermektedir. Bu oran perakendecilik sektöründe %20'lerin üzerinde gerçekleşmekte olup değişik ürünlerde %50'ler seviyesine kadar çıkabilmektedir.

Lojistik hizmetlerini bir bütün olarak yönetmek için gerekli bilgiye ve kaynağa kendi bünyesinde sahip olmayan pek çok şirket, lojistik süreçlerinin tamamını ya da bir kısmını yürütecek firmalardan destek aramaya başlamıştır. Sonuçta, şirketlerin uluslararası nakliye, depolama, stok kontrol, ambalaj, etiketleme, sigorta, gümrükleme ve iç dağıtım gibi faaliyetlerinin kaliteden fedakarlık etmeden sürdürülebilmesi için bu faaliyetleri aynı çatı altında toplayarak müşterilerin farklı gereksinimlerine optimum sürelerde, rekabet edebilir maliyetlerle çözüm üretmeyi hedefleyen lojistik şirketleri doğmuştur.

Sonuç olarak günümüzde küreselleşme ile birlikte lojistik örgütleri müşteri taleplerinden teknolojik gelişmeye kadar birçok faktörün etkisiyle farklı eğilimler göstermeye başlamıştır. Bu eğilimlerin en önemlilerini şu şekilde sıralayabiliriz (Kadıoğlu, 2016:44):

- Daha kısa sipariş döngüleri,
- Daha küçük, daha sık ve daha güvenilir teslimler,
- Hizmetlerde farklılaşma,
- Ürünün raf ömrüne, ürünün özelliklerine, üretim ve satış stratejilerine ve kısa dönemli tahminlerin güvenilirliğine ilişkin çok değişken teslim şekilleri,
- Daha az tedarikçiyle daha yakın ilişkiler,
- Enformasyon teknolojilerinin daha fazla oranda kullanılması,
- Lojistik hizmetlerinin dışarıdan alınması,
- Stratejik iş ortaklıkları,
- Etkin teknoloji kullanımı,

- Araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetlerinde artış,
- Etkin insan kaynakları yönetimi.
- Lojistik eğitimi almış kalifiye personel arayışı.

### 3. LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE KÜRESEL REKABETE UYUM SAĞLAMADA KURUM İÇİ LOJİSTİK EĞİTİMİNİN ROLÜ

#### 3.1. Kurum İçi Eğitim Uygulamaları

Kurum içi eğitim bireyin görgü, bilgi ve becerilerinde artışı sağlamaya yarayan eğitimlerin tümüdür. Bireylerin bilgi, alışkanlık ve anlayışlarında olumlu yönde gelişme sağlamak amacıyla bireyin beceri ve tutumlarını geliştirir. (Sabuncuoğlu; 2000:4).

##### 3.1.1. İş Başında Eğitim Yöntemleri

Bu yöntemde çalışanlar iş başında eğitilirler. Bu eğitimlerde gerçek araç-gereç ve doküman kullanılır. Bu yöntem iş ortamının gerçeklerini yansıtır. Daha az maliyet gerektirir. Zamanlamada aksaklıklar yaşanmamaktadır. İş başında eğitim yöntemlerini aşağıda ki gibi sıralayabiliriz (Gürbüz ve diğerleri, 2004:169).

- Gözlemci Rehberliğinde Yapılan Eğitim: İşe yeni başlayan veya iş değişikliği yapan çalışanın deneyimli çalışanın yanında ve gözetiminde bilgi ve beceri kazanması hususudur. Maliyeti düşüktür ve uygulaması kolaydır.
- Yönlendirme (Koçluk-Coaching) Yöntemi: Çalışanın bulunduğu konumdan varmak istediği yere ulaşmasında aracılık yapma yöntemidir. Profesyonele bir yol gösterme sürecidir.
- Kılavuz Aracılığıyla (Mentor) Eğitim: Eğitilen kalifiyeli personel işlemenin diğer çalışanlara kılavuzluk yapmaktadır. Bu eğitim yöntemi, öğrenmeyi ve gelişmeyi amaçlayan bir yardımlaşma ve paylaşma ilişkisidir.
- Staj Yoluyla Eğitim: Aday personeller işe başlamadan önce yapacakları işe benzer görevleri için yürütebilmesini sağlayan eğitim türüdür. İşin fiziki ve moral koşullarına uyma yeteneklerini bilimsel yönde geliştirir. Aynı zamanda kurum politikaları ve amaçlarını öğretir.
- İşe Alıştırma (Oryantasyon) Eğitimi: İşe yeni giren iş görene işletme ile ilgili ve çalışacağı birimin işlevleri ile ilgili bilgilendirmeler yapılmaktadır. Bunun yanı sıra iş arkadaşları ile tanışır. Örgüte uyumunun sağlanması için yapılan kısa süreli eğitim türüdür.
- İş Değiştirme (Rotasyon) Eğitimi: Çalışanları organizasyonun çeşitli pozisyonlarında hareket ettirilerek bilgi, beceri ve yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan eğitim türü-

dür. Çalışanların sırayla dikey ya da yatay yönde, bir ya da daha fazla pozisyonda bulunmasını sağlar.

- Proje ve Komitelerde Görev Alma: Belirli bir konuda rapor hazırlanması, seçilmiş belgelerin incelenmesi ya da ortak bir araştırmayı içermektedir. Her küçük grup belirli görevi ortaklaşa yerine getirir. Karar verme, planlama vb. konularda etkili bir yöntemdir.

### 3.1.2. İş Dışı Eğitim Yöntemleri

Genellikle çalışanlar günlük işlemlerinin öğretilmesini hedefler. Kısa bir kurs biçiminde olabilir ya da birkaç ay sürebilen öğretim biçimidir. Eğitimler işletme içerisinden birisi tarafından olabildiği gibi üniversite öğretim üyeleri, özel eğitim uzmanları ya da danışmanlık firmaları tarafından yürütülebilir. İş dışı eğitimleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Anlatım (Konferans) Yöntemi: Uzman kişi tarafından belirli bir yöntemle topluluğa sunulması ile yapılan eğitim türüdür. Maliyeti düşüktür. Büyük gruplara uygulanabilir.
- Sempozyum veya Panel: Yönetici başkanlığında birkaç kişilik grubun farklı şekillerde dinleyicilere sunulmasıdır. Bu yöntemler düşünmeyi ve tahlil gücünü geliştirir.
- Örnek Olay (Case Study) Yöntemi: Katılımcılara hayali veya gerçek bir olayın grup içinde tüm ayrıntılarının incelenmesi ve yorumlanması ile gerçekleştirilir. Genç yönetici adaylarının işletme yönetimine alıştırılması için yapılır.
- Rol Oynama (Role Playing) Yöntemi: Katılımcılar arasından bir grup seçilerek, işletmede gerçekleşebilecek sorunu yönetici gibi davranarak çözümlerinin istendiği bir yöntemdir. Bireyin empati kurabilme yeteneği gelişir.
- Simülasyon (Benzetim) Yöntemi: Katılımcılar yapay ve risksiz bir ortamda verdikleri kararların gerçek iş ortamında ne çeşit sonuçlar ortaya çıkabileceğini görürler. Kişiler arası beceri, üretim ve işletme becerilerinin öğretilmesini sağlayan bir yöntemdir.
- Duyarlılık Eğitimi (Sensitivity or T-Group Training): Yöneticilerin kendilerini daha iyi anlamalarını sağlar. Ayrıca başkaları üzerindeki etkiyi değerlendirmelerine yardımcı olan bir yöntemdir. Böylece nihai olarak etkili bir organizasyona ulaşılabilmektedir.
- Grup Tartışması Eğitimi: Bir yönetici başkanlığında 8-12 kişiden oluşturulur. Yönetimsel sorunların tartışıldığı bir yöntemdir. Sorunlar açıklanır ve çözüm yolları araştırılır.
- Beklenen Problemler Eğitimi (In Basket Training): Çalışanların yaptıkları işle ilgili sorunlara çözüm arama ve bulma yeteneklerini geliştirmek için verilen bir eğitim türüdür.
- Teknoloji Destekli Eğitim Yöntemleri: Teknoloji destekli eğitim türüdür. Multimed-



ya, bilgisayar destekli ve video konferans gibi yöntemlerle uygulanır. Görsel ve işitsel duylara hitap eder. Aynı anda çok fazla kişiye ulaşabilir. Daha akılda kalıcı olması sebebi ile tercih edilmektedir (Sabuncuoğlu, 2000:140)

### 3.2. Lojistik İşletmelerinin Eğitim İhtiyacı Belirtileri

Lojistik işletmelerinin eğitim ihtiyacının belirlenmesinde işletmemin mevcut durumu gözden geçirilerek eksiklikler belirlenir. Bu eksikliklerin giderilmesi için personelin ihtiyacını karşılayacak eğitimler hazırlanır. İşletmelerinin eğitim ihtiyaç belirtilerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Barutçugil, 2002:57);

- Müşterilerin hizmet kalitesiyle ilgili şikâyetlerinin yoğunlaşması,
- Satışların durgunlaşması, düşmesi ve rekabet gücünün zayıflaması,
- Dış çevrede ki değişim ve gelişmelere uyum sağlayamama,
- Fire, hurda ve atık miktarların artması,
- Enerji, malzeme ve emek savurganlığının artması,
- Makine ve donanımın kötü kullanılması,
- İş kazalarının artması ve iş güvenliği kurallarına uyulmaması,
- Kayıtların yetersizliği, bilgi ve belgelerin tutarsızlığı,
- Üretim darboğazlarının çıkması, bekleme ve birikmelerin artması,
- Tedarik, imalat, sevkiyat ve satış uyumunun sağlanamaması,
- İade oranlarında ve stoklarda artışlar,
- İnsan sorunlarının, gerilim ve çatışma ortamlarının yoğunlaşması,
- İş gücü devrinin yükselmesi,
- Verim düşüklüğü ve moral bozukluğunun yaygınlaşması,

### 3.3. Eğitimlerin Lojistik İşletmelerine Sağlayacağı Yararlar

Teknolojik gelişmeler karşısında yetersiz kalmamak, çevreye uyum sağlayabilmek, rekabet gücünün artırmak için personele verilen eğitimler önem teşkil etmektedir. Çalışanlarına verilen doğru eğitimler işletmelerin verimliliğini artırmaktadır. Verilen söz konusu eğitimlerin işletmelere yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Barutçugil, 2002:54);

- Öğrenme zamanını kısaltır.
- Hataları, başarısızlığı ve bunlardan kaynaklanan maliyetleri azaltır.
- Yeni işe başlayanların uyum sağlamasını ve verimli olmasını kolaylaştırır.
- Çalışanın işini bilerek veya doğru işe odaklanarak yapmasını sağlar.
- Beceri geliştirerek zaman ve verim kayıplarını azaltır.
- Çalışanın moral ve motivasyonunu artırır.



- Çalışanın sorun çözme ve yaratıcı düşünme yetkinliklerini geliştirir.
- Ekip çalışmasını kolaylaştırır.
- Organizasyonel stres düzeyini düşürür.
- Daha iyi hizmet ya da daha kaliteli ürün ortaya konularak müşteri memnuniyetini ve bağlılığını artırır.
- Organizasyonun önemli bir rekabetçi üstünlük elde etmesini sağlar.
- Organizasyonun kalıcılığını güvenceye alır.

### **3.4. Lojistik Sektöründe İhtiyaç Duyulan Eğitim Konuları**

Bu konuda yapılan en son araştırma İstanbul ticaret odası tarafından 2006 yılında yayınlanmıştır. Çalışma bu açıdan da ayrı bir önem taşımaktadır. İstanbul ticaret odası tarafından yapılan Türkiye Lojistik sektör alt yapı analizi isimli araştırmada işletmelerde ihtiyaç duyulan eğitim konuları önem derecelerine göre sıralanmıştır. Sektörde ihtiyaç duyulan eğitimlerde pazarlama %50.9, lojistik %50.9, müşteri hizmetleri %49.1, uluslararası taşımacılık %40 ile en çok belirtilen konular olmuştur. Bu konuları taşımacılık yönetimi %38.2, bilişim sistemleri %38.2 ve yaratıcılık %36.4 oranları ile takip etmiştir. (Gürdal, 2006:14).

## **4. ARAŞTIRMA**

Bu araştırmada, lojistik sektör çalışanlarının kurum içi eğitim ihtiyacının saptanması amaçlanmaktadır. 'Lojistik sektör çalışanlarının kurum içi eğitim ihtiyacı nelerdir ve bu ihtiyaçlar bazı değişkenlere göre değişmekte midir?' araştırmanın sorusu olarak belirlenmiştir.

### **4.1. Yöntem ve Araştırma Modeli**

Araştırmada tarama modeli kullanılmıştır. Araştırma nicel araştırma yaklaşımı ve nicel araştırma desenlerinden, betimsel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma İstanbul Tuzla Logipark bölgesinde yapılmıştır. Söz konusu bölgede bulunan 10 işletmenin toplam 401 çalışanının oluşturduğu örneklem üzerinde beşli Likert yönteminin kullanıldığı anket çalışması yapılmıştır. Ancak eksik ve hatalı doldurulan anketler tespit edilerek elenmiş ve 396 kişilik örneklem büyüklüğü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kurumlardan elde edilen veriler üzerinde SPSS V23.0 programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler yüzde ve frekans yöntemleriyle analiz edilmiştir. Araştırmada faktör, güvenirlilik, farklılık ve korelasyon analizleri uygulanmıştır.

### **4.2. Araştırma Bulguları**

Kurum içi eğitim ihtiyacı ölçeği ve boyutları, kişisel iletişim becerisi, işyeri kültür edini mi, verilen kurum içi eğitimlerin yeterliliği, kişisel çalışma becerisi, kişisel işyeri uyumu, kişisel motivasyon ve deneyim, kurum içi eğitim ihtiyacı değişkenleri ile eğitimin verilme durumu, eğitimin verilme sıklığına göre, eğitimin verilme şekline göre, eğitimin verildiği

kişilere göre, eğitimi çalışanlarına uygulayan firmanın yaşına göre, firmanın çalışan sayısına göre, eğitimi alanların cinsiyetine, eğitim durumuna, ünvanına ve yaşına göre farklılıklar incelenmiştir. Araştırmada elde edilen verilere göre araştırmaya katılan kişilerin %80.1'i erkek, %19.9'u kadın, %29'u 26 ile 30 yaş aralığında, %47.7'si önlisans ve altı mezunu, %79.8'i çalışan, %35.4'ü 1 ile 5 yıllık iş tecrübesine sahip, %48'i 1 ile 5 yıldır aynı kurumda çalışmakta, %54.5'i 1 ile 5 arasında hizmet içi eğitime katıldığını belirtmektedir.

Araştırmaya katılan kişilerin hizmet içi eğitime katılma amaçlarına ilişkin bulgular ise, katılımcıların, %51.4'ü "kendimi geliştirmek için kendi isteğimle", %30.3'ü "katılım zorunlu olduğu için", %17.4'ü "sertifika – katılım belgesi almak için" ifadelerini belirtmektedir.

Araştırmaya katılan lojistik sektör çalışanlarının hizmet içi eğitim almak istenilen alanların tespiti görüşlerine ilişkin anket sorularına verdikleri yanıtlardan yararlanarak yapılan incelemede:

- "İşimin gerektirdiği temel kanun, yönetmelik, yönergeler ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine %65.9 oranında evet, %32.8 oranında hayır yanıtı vermiş, %1.3 oranında yanıt verilmemiştir.
- "Ast üst iletişimi, ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %0,8'i cevap vermemiş, %24,7'si evet %74,5'i ise hayır yanıtı vermiştir
- Empatik düşünme ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %1.3 cevap vermemiş, %61,6'sı hayır, %37,1'i ise evet yanıtını vermiştir.
- Çalıştığım birime özel bilgisayar programları (otomasyon, grafik tasarımı vb.) ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %0,8', cevap vermezken %46,5'i hayır %52,8'i ise evet yanıtını vermiştir.
- İletişim ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %63,6'sı hayır, %35,6'sı ise evet yanıtını vermiştir. %0,8 oranında katılımcı yanıt vermemiştir.
- "Zaman yönetimi ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %59,6'sı hayır, %39,1'i evet yanıtını vermiş, %1.3'ü soruyu yanıtlamamıştır.
- "İşimin gerektirdiği office programları ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %51,3'ü evet, %48,0'ı hayır cevabı vermiştir. %0,8'i ise cevap vermemiştir.
- "Diksiyon ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %1'i cevap vermezken, %58,8'i hayır, %40,2'si evet yanıtını vermiştir.
- "Stresle başa çıkma ile ilgili eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %52,8'i evet, %46,5'i hayır yanıtını vermiş, %0,8'i yanıt vermemiştir.
- "Genel iş sağlığı ve güvenliği konularında eğitim almam gerekmektedir" maddesine katılımcıların %51'i hayır, %48'i ise evet yanıtını vermiştir. %1 oranında soruya yanıt verilmemiştir.

## 5. SONUÇ

Günümüzde, tüm dünyada büyük ya da küçük her organizasyon küreselleşme ile artan rekabete uyum sağlayabilmek için eğitimin önemli olduğunu anlamıştır. Bu kapsamda da çalışanların eğitimi için giderek artan düzeylerde çaba göstermek zorundadır. Çünkü eğitime yapılan yatırım rekabet avantajı sağlamaktadır. Eğitim ve geliştirme olmadan, çalışanları iş için gerekli yeteneklerini, bilgilerini, becerilerini ve de deneyimlerini güncellemek ve onların organizasyonel sonuçları etkileyecek şekilde, performanslarını arttırmak mümkün değildir.

Anlızdeki eğitim konuları önem ve öncelik sırasına göre sıralandığında,

- İşin gerektirdiği temel kanun, yönetmelik, yönergeler ile ilgili eğitimler,
- Çalışılan birime özel bilgisayar programları (otomasyon, grafik tasarımı vb.) ile ilgili eğitimler,
- İşin gerektirdiği office programları (word, excel, powerpoint vb.) ile ilgili eğitimler,
- Genel iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitimler,
- Stresle başa çıkma ile ilgili eğitimler,
- Diksiyon ile ilgili eğitimler,
- Zaman yönetimi ile ilgili eğitimler,
- Empatik düşünme ile ilgili eğitimler,
- İletişim ile ilgili eğitimler,
- Ast-üst iletişimi ile ilgili eğitimler şeklinde olmalıdır.

Ayrıca firmalar takım çalışması eğitimleri ile çalışanların takım ruhlarını ortaya çıkarılmalı, kurum içerisindeki liderlik vasıfları güçlü olan, inisiyatif alabilen, sezgileri ile bilgisini birleştirebilen, sorumluluk sahibi ve kurum aidiyeti duygusu yüksek personeli tespit ederek kurum kültürü ile yetiştirip geleceğe yönelik lider personel yetiştirmelidirler.

## KAYNAKLAR

1. ACAR, Zafer, A., KÖSEOĞLU, Murat, A., (2014), Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi, 1. Basım, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
2. AKTAN, Coşkun C., VURAL, İstiklal Y., (2004), Rekabet Gücü ve Rekabet Stratejileri. Rekabet Dizisi: 2, TİSK Yayınları, Yayın No:254. Ankara.
3. AKTEL, M., (2001), Küreselleşme Süreci ve Etki Alanları, Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 6, Sayı 2.
4. BAKİ, B. (2004). Lojistik Yönetimi Ve Lojistik Sektör Analizi, Birinci Baskı, Trabzon: Lega Kitabevi.
5. BARUTÇUGİL, İsmet, (2002), Eğitim Becerilerinin Geliştirilmesi Eğiticinin Eğitimi, İkinci baskı, İstanbul.

6. ÇANCI, M., ERDAL M. (2003), “Lojistik Yönetimi”, Freight Forwarder El Kitabı 1, İstanbul: UTİKAD.
7. ERDAL Murat, Küresel Lojistik, UTİKAD (Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenler Derneği) Yayınları, İstanbul, 2005.
8. FRAZELLE, E. (2002), Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management, McGraw-Hill.
9. GÜRBÜZ, Demet, YAYLACI, G., Özdemir, (2004), İletişimci Gözüyle İnsan Kaynakları Yönetimi, MediaCat Kitapları, İstanbul.
10. GÜRDAL, S., (2006), Türkiye Lojistik Sektör Alt Yapı Analizi, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2006-14.
11. KADIOĞLU, İrfan, (2016), Küresel Değişim ve Bu Değişime Uyum Sağlamada Eğitimin Rolü: Lojistik Sektöründe Bir Araştırma, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
12. KARABULUT, Ali N., (2004), Küreselleşmenin Ticari Hayat Üzerindeki Etkileri, Mevzuat Dergisi, Yıl:7, Sayı:76, Nisan 2004, ISSN:1306-0767, (<http://www.mevzuatdergisi.com/2004/04a/01.htm>).
13. KARADOĞAN D., (2008), Lojistik Planlama Ders Notları, Ankara: K.H.O. Malzeme Tedarik ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalı Başkanlığı.
14. KARAGÜLLE, Özgür vd., (2004), “Effects of Globalization on Logistics”, Internal Logistics Congress, Volume II.
15. SABUNCUOĞLU, Zeyyat, (2000), İnsan Kaynakları Yönetimi, Ezgi Yayınları, Bursa.
16. STOCK, R. J., “Applying Theories From Other Disciplines to Logistics”, Internatiol Journal of Physical Distribution&Logistics Management, Vol.27, No.9/10, (pp. 515-539), 1997, p. 518.
17. ŞİMŞEK, U., ILGAZ, S., (2007), Küreselleşme ve Ulusal Kimlik, Ankara, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 9, Sayı11/2007.
18. TAĞRAF, H., (2005), Küreselleşme Süreci ve Çokuluslu Şirketlerin Küreselleşme Sürecine Etkisi, Adana, Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 2.

# LİMANLARDA RIHTIM SEÇİMİNE ETKİ EDEN KRİTERLERE YÖNELİK SEZGİSEL BİR YAKLAŞIM

*Fatma Cansu MİŞHAL<sup>1</sup>*

## ÖZET

*Ticari limanlarda gerçekleştirilen işlemlerde planlama memurlarının kararları büyük öneme sahiptir. Bu kararlar sayesinde operasyonlar yürütülmektedir. Birçok işlemi veriler tanımlandığı taktirde liman otomasyon programları yapabilmektedir, fakat bazı can alıcı noktalarda bu programlar işlevsiz kalmaktadır. Denizcilik sektöründe geçmişe doğru baktığımızda limanlarda gerçekleşen operasyonel hataların birçok tehlikeli duruma yol açtığını rahatlıkla görebiliriz. Limanlarda bulunan rıhtım sayısının ve özelliklerinin fazlalığı, vardiyalarda çalışan kişilerin farklı tecrübelere sahip olmaları, karar verme açısından çeşitliliği ve belirsizliği beraberinde getirmektedir.*

*Bu çalışmanın amacı; karar veren açısından hangi kriterlerin daha önemli olduğunu ortaya koyarak gemilerin operasyon için yanaşacağı rıhtımların belirlenmesini kolaylaştıracak bir yöntem geliştirmektir. Probleme ilişkin kriterler belirlenirken sektörde deneyimli üst düzey çalışanların fikirleri alınmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiş, bu doğrultuda limanlarda yanlış planlama sonucu rıhtım kullanım verimsizliğini ve operasyonel kazaları azaltmaya yönelik fayda sağlayacak çıkarımlar elde edilmiştir.*

*Daha önceden bu konu ile ilgili akademik bir çalışmanın yapılmamış olmasından dolayı bu çalışma, sektörel anlamda farkındalık yaratacaktır.*

**Anahtar kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Süreci, Denizcilik, Liman, Planlama, Rıhtım Seçimi.

## A HEURISTIC APPROACH TO INFLUENCING CRITERIA OF QUAY SELECTION AT SEA PORTS

### ABSTRACT

*When we look back into the maritime industry, we can easily see that operational errors in ports cause many dangerous situations. The abundance of the number of quays and their features in the sea ports bring with it the diversity and ambiguity of the people working in the shifts to have different experiences to make decisions.*

*The purpose of this study is; by setting out which criterion are more important in terms of the decision-maker, it is a way to make it easier for the vessels to determine the quays for the operation.*

---

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Tezli Yüksek Lisans Programı [cansu.mishal@gmail.com](mailto:cansu.mishal@gmail.com)

*Criterion weights were determined by using the Analytic Hierarchy Process Method. In this direction, inferences about the inefficiency of the quay use in the sea ports and the benefits of reducing the operational accidents were obtained.*

*Since no academic work has already been done on this topic, this study will create awareness in the sectoral sense.*

**Keywords:** Analytic Hierarchy Process, Berth, Port, Planning, Quay Selection.

## 1. GİRİŞ

Dünya ticaretinde deniz yolu taşımacılığı, en çok tercih edilen taşımacılık modlarından biridir. Deniz yolu taşımacılığının en düşük maliyetli taşıma modeli olduğu bilindiğinden büyük miktarlardaki yükler genellikle bu yolla taşınmaktadır. Diğer modlardan daha az yatırım gerektirmesi, tek seferde çok fazla mal sahibinin yüklerini taşıyabilmesi gibi unsurlar tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Hava şartlarından yüksek düzeyde etkilenmesi, var olan limanların kısıtlı olması ve ek bir taşıma modu ile kombine edilmesinin gerekliliği gibi dezavantajları mevcuttur fakat yine de dünya ticaretinin %90'ından fazlası bu yolla gerçekleştirilmektedir.

Uluslararası ticarete limanları, kara/demir ve deniz yolu taşımacılığının bulunduğu nokta olarak tanımlamak doğru olacaktır. Ülkemizin denizlerle çevrili olması, limancılık sektörünün gelişmesine şüphesiz ki olumlu etki yapmıştır.

Ülkemizde yerine getirdikleri hizmetler bakımından limanlar çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Bu çeşitlerden birisi de ticari limanlardır. Ticari operasyon yapılan limanlarda gemi yanaşma planı yapılırken çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmaktadır. Otomatik bir sistem olmadığından dolayı seçimler manuel olarak vardiyadaki ilgili kişi tarafından yürütülmektedir.

Bu çalışmanın amacı; liman çeşitleri, ticari operasyon kavramı ve rıhtım seçimindeki kriterleri ele almak ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle kriter ağırlıklarını belirleyerek çalışan verimliliğini artırmaya yönelik çıkarımlarda bulunmak ve rıhtım seçimindeki kriterleri önem derecesine göre sıralamaktır. Kişilerin anlık değişken kararları ve dış etkenler düşünüldüğünde böyle bir çalışmanın gerekliliği daha da ön plana çıkmaktadır.

Çalışma kapsamında birinci bölümde liman kavramının tanımı ve lojistik sistem içerisinde limanların yerinden, ikinci bölümde limanlarda rıhtım seçiminden, üçüncü bölümde analitik hiyerarşi sürecinden bahsedilerek dördüncü bölümde analitik hiyerarşi süreci ile uygulama yapılmış, rıhtım uzunluğunun gemilerin yanaşacakları rıhtımı seçme konusunda en önemli kriter olduğuna karar verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. Liman Kavramının Tanımı

Liman, coğrafi terim olarak incelenecek olursa kıyıda bulunan, doğal olarak ya da dalgakıranla fırtınalara karşı korunmuş yer anlamında kullanılmaktadır. Denizcilik sektöründe ise limanın terim anlamı gemilerin yük almalarına ya da yük boşaltmalarına, yolcu indirip bindirmelerine uygun araç gereçleri bulunduran, barınmalarına olanak sağlayan doğal ya da yapay sığınaklardır.

Limanlar, bir başka tanım ile mal ve hizmetlerin bir taşımacılık modundan diğerine aktarılma amacıyla gemiden gemiye ya da gemiden başka bir taşıma sistemine yük aktarımının yapıldığı yerlerdir. Ayrıca limanlar kara taşımacılığı ile deniz taşımacılığı arasında bağlantı sağlarlar (Carbone ve Martino, 2003).

### 2.2. Limanların Tarihsel Gelişimi

Aşağıdaki şekilde liman operasyonlarının gelişim aşamaları kısaca görülmektedir.

**Tablo 1: Liman operasyonlarının tarihsel gelişimi**

1. KUŞAK	2. KUŞAK	3. KUŞAK
1950 öncesi	1950 – 1980	1980 sonrası
Taşımacılık, kısa süreli depolama, teslimat merkezleri	Hizmet, katma değerli fonksiyon ve ticari mal alanları	Lojistik bilgi ve dağıtım merkezleri

1. kuşağa, yani 1950'lerden önceye bakıldığında limanlar, depolama merkezi işlevindedir.

1950'lerde başlayıp 1980'lere kadar olan süreyi kapsayan 2. kuşakta limanların işlevinin biraz daha arttığı, katma değerli hizmetler yarattığı ve daha uzun süreli depolama alanları olarak kullanıldıkları görülmektedir.

3. kuşak olan 1980'lerden sonra ise limanlar lojistik ağ içerisinde dağıtım merkezi rolünü almıştır.

Bu başlıklarda görüldüğü gibi 1980 yılına kadar limanlar, müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına gelişmeye yönelik çabalar göstermiştir. Sonraki aşamada ise hedeflerine yaklaşmışlardır.

### 2.3. Lojistik Sistem İçerisinde Limanların Yeri

Limanların temel amacı, gemilerin rıhtıma güvenle yanaşmalarına olanak tanımlarınıdır. Bu nedenle gemilerin verimliliği için limanların önemi büyüktür (Stopford, 2009). Ülkemi-

zin üç tarafının denizlerle çevrili olmasından dolayı liman şehirlerimizin sayısı diğer ülkelere kıyasla daha fazladır. Bu nedenle limanlar, iç kesimdeki şehirlerle kara ve/veya demir yoluyla bağlanarak ülke genelinde efektif olarak kullanılmaya çalışılmaktadır. Türk limanlarına yanan gemi sayılarına bakacak olursak en çok İzmit, Ambarlı ve Aliğa limanları kullanılmaktadır (Eroğlu & Bozyiğit, 2013).

Soner Esmer, limanların lojistik sistem içerisindeki yerini Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi'nde bulunan "İzmir Alsancak Limanı Yük Analizi" adlı çalışmada şu şekilde aktarmıştır: "Günümüzde limanlar sadece yüklerin gemilere yüklenip boşaltıldığı alanlardan çok öte dünyadaki dinamik lojistik sistem içinde fonksiyonel bir yere sahiptir. Limanlar, sundukları hizmetin uluslararası nitelik taşıması nedeniyle içinde buldukları uluslararası çevre koşullarından yoğun bir şekilde etkilenmektedir."

Erdal, 2008 yılında yayımladığı Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği kitabında liman çevresinin değişimini şu şekilde alıntılamıştır:

**Tablo 2: Liman çevresinin değişimi**

FAKTÖRLER	EĞİLİMLER
TİCARET VE ÜRETİM	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Uluslararası iş bölümüne yol açan ticari liberalizasyon</li> <li>❖ Uluslararası standardizasyon</li> <li>❖ Firmaların küreselleşme sürecine geçmeleri</li> <li>❖ Çok uluslu şirketlerin küresel kaynak ve küresel tedarik zinciri yönetimi</li> </ul>
LOJİSTİK	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Lojistik ilişkilerin öneminin artması, dış kaynaktan yararlanılmaya başlanılmadı</li> <li>❖ Ortak planlamaya yol açan gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojileri sistemleri</li> <li>❖ Lojistik akım ve prosedürlerinde standardizasyon</li> <li>❖ Ürün döneminin kısalması ve lojistik sistemlerinin esnekliğinin artan önemi</li> <li>❖ Global lojistik hizmetleri sağlamayı amaçlayan firma sayısındaki artış</li> <li>❖ Stok seviyelerinin ve malın piyasaya geliş sürelerinin azaltılmasına yönelik baskıların artışı</li> </ul>
ULAŞIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Emniyet/güvenlik seviyelerinin artması</li> <li>❖ Uluslararası ulaşımın maliyetlerindeki azalma</li> <li>❖ Ulaşım piyasalarının liberalizasyonu</li> <li>❖ Sürdürülebilir ulaşımı teşvik eden ulusal ve uluslararası politikalar</li> <li>❖ Network yapıların karmaşıklaşması</li> <li>❖ Bilgisayarların kullanımı ile daha iyi planlama</li> <li>❖ Ulaşım endüstrisinde konsolidasyon</li> </ul>



## 2.4. Limanlarda Rıhtım Seçimi

Limanlarda operasyonlar deniz ve kara yönlü operasyonlar olarak iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Kara yönlü operasyonlarda taşınan yükün gemiden alındıktan sonra alıcıya teslimine kadar geçen süreç anlatılmak istenmektedir. Deniz yönlü operasyonlarda ise yükün sahadan alınıp deniz yolu aracına yüklenmesi kastedilmektedir.

Limanlarda rıhtım, manevra ve iskele alanlarındaki su derinliği demirlemek ve manevra yapmak için oldukça önemlidir. 10 metrelik derinlik demirlemek için uygunken 30 metreden sonrasının uygun olmadığı kabul edilir. Limanlarda demirlemek için uygun derinlik -10 m olarak kabul edilir, -30 m'den fazla derinlik demirlemek için uygun değildir (Doğaner, 1991).

Ticari limanlarda gemi operasyonunun başlayabilmesi için öncelikle gelecek geminin bildirimde bulunması, daha sonra da limanda ilgili personelin geminin durumunu ve liman özelliklerini dikkate alarak hangi rıhtıma yanaşmasının uygun olacağına karar vermesi gerekir.

Geminin bildirdiği bilgiler doğrultusunda hangi rıhtımın uygun olduğu kişiden kişiye değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle kişilerin fikirlerini ve uygulamayı ortak bir noktada buluşturmak için böyle bir çalışma yapılmıştır.

## 3. METODOLOJİ

Çalışma kapsamında veriler, Türkiye genelinde yoğun gemi ve yük trafiği olan limanlardaki planlama/operasyon departmanı yöneticilerinden toplanmıştır. Toplamda 8 yönetici ile görüşülmüş, elektronik posta yoluyla veri alışverişi yapılmıştır. Daha sonra veriler, analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile analiz edilerek kriter derecelendirmeleri yapılmıştır.

### 3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi, 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından çok kriterli karar verme problemlerinin çözme amacıyla geliştirilmiştir. Objektif yargıların yanında sübjektif yargıların da kullanılabilir olmasından dolayı avantajlı bir yöntemdir (Önder & Önder, 2015).

Birçok kaynak programın çözümünde çeşitli paket programların kullanılabileceğini belirtse de çözümü MS Excel programında yapmak da mümkündür.

Önder & Önder, karşılaştırmalarda kullanılan önem derecelerini şu şekilde aktarmıştır:

Değer	Önem Derecesi	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör de aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Bir faktör, diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör, diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör, diğerine göre çok kuvvetle önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Bir faktör, diğerine göre çok yüksek önemli.
2, 4, 6, 8	Ara Değerler	İki faktör arasındaki ara değerleri temsil etmekte.
Karşılıklı değerler	i,j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j,i ile karşılaştırılırken atanan değerler 1/x olacaktır	

AHS yöntemi, özetle 9 bölümden oluşmaktadır. Bu aşamalar şu şekildedir (Önder & Önder, 2015):

- 1- Karar verme probleminin tanımlanması, amacın belirlenmesi,
- 2- Amacı gerçekleştirmek için gerekli karar kriterlerinin belirlenmesi,
- 3- Muhtemel karar alternatiflerinin belirlenmesi,
- 4- Karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması,
- 5- Hiyerarşinin her seviyesi için kriterlerin ikili karşılaştırılması ve özdeğer/özvektörlerden yararlanılarak kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi,
- 6- Kriterlere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılması ve önceliklerin hesaplanması,
- 7- Uyum oranının hesaplanması,
- 8- Duyarlılık analizinin yapılması,
- 9- Göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerin sıralanması ve en yüksek öncelik değerine sahip alternatifin seçilmesi.

#### 4. UYGULAMA

Uygulama, yukarıda belirtildiği gibi yapılacaktır.

##### 1- Karar verme probleminin tanımlanması, amacın belirlenmesi:

Bu çalışmada ele alınan problem, rıhtım seçimi konusunda veriler aynı olsa dahi kişilerin değişik kararlar verebilmesidir. Elde edilecek değerlerle tüm kararların homojenize olması hedeflenmektedir.

##### 2- Amacı gerçekleştirmek için gerekli karar kriterlerinin belirlenmesi:

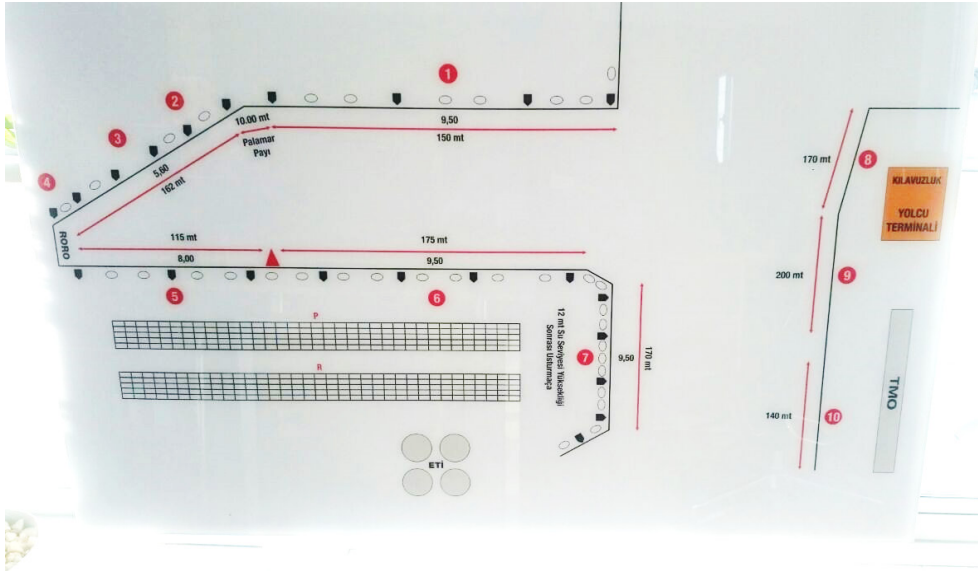
Sektör liderleri ve deneyimli kişilerle görüşülerek şu kriterlerin rıhtım seçiminde etkili olduğuna karar verilmiştir:

- Rıhtım uzunluğu,
- Rıhtım derinliği,
- Ekipman sayısı,
- Ekipman özelliği,
- Saha uygunluğu,

3- Muhtemel karar alternatiflerinin belirlenmesi:

Rıhtım 1  
Rıhtım 2  
Rıhtım 3  
Rıhtım 4  
Rıhtım 5

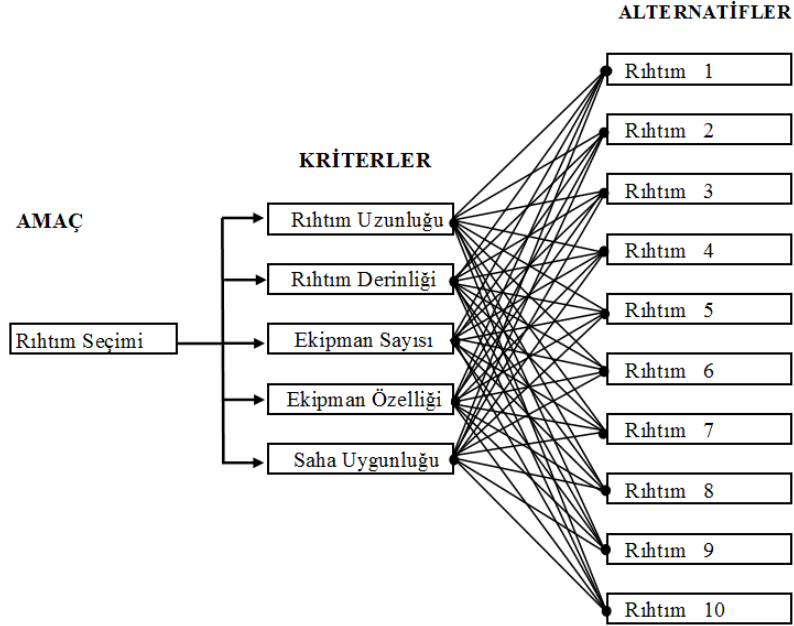
Rıhtım 6  
Rıhtım 7  
Rıhtım 8  
Rıhtım 9  
Rıhtım 10



Resim 1: Limanda rıhtım dizilimine yönelik bir görsel.

4- Karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması:

**Tablo 3: AHS hiyerarşisi**



5- Hiyerarşinin her seviyesi için kriterlerin ikili karşılaştırılması ve özdeğer/özvektörlerden yararlanılarak kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi:

Değerlendiricilerin yaptıkları puanlamaların geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuştur.

**Tablo 4: Karşılaştırma matrisi**

	<b>Rıhtım Uzunluğu</b>	<b>Rıhtım Derinliği</b>	<b>Ekipman Sayısı</b>	<b>Ekipman Özelliği</b>	<b>Saha Uygunluğu</b>
<b>Rıhtım Uzunluğu</b>	1,00	3,63	6,57	7,15	9,00
<b>Rıhtım Derinliği</b>	0,28	1,00	5,43	6,10	7,45
<b>Ekipman Sayısı</b>	0,15	0,18	1,00	2,71	2,89
<b>Ekipman Özelliği</b>	0,14	0,16	0,37	1,00	2,58
<b>Saha Uygunluğu</b>	0,11	0,13	0,35	0,39	1,00
<b>TOPLAMLAR</b>	<b>1,68</b>	<b>5,12</b>	<b>13,72</b>	<b>17,35</b>	<b>22,92</b>

6- Kriterlere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılması ve önceliklerin hesaplanması:

Karşılaştırma matrisindeki her bir eleman ilgili sütun toplamına bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 5: Normalize edilmiş matris**

	Rıhtım Uzunluğu	Rıhtım Derinliği	Ekipman Sayısı	Ekipman Özelliği	Saha Uygunluğu	ORTALAMA
<b>Rıhtım Uzunluğu</b>	0,60	0,71	0,48	0,41	0,39	0,52
<b>Rıhtım Derinliği</b>	0,16	0,20	0,40	0,35	0,33	0,29
<b>Ekipman Sayısı</b>	0,09	0,04	0,07	0,16	0,13	0,10
<b>Ekipman Özelliği</b>	0,08	0,03	0,03	0,06	0,11	0,06
<b>Saha Uygunluğu</b>	0,07	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04
<b>TOPLAMLAR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

Satır ortalamaları alınarak öncelikler vektörü tablosu oluşturulmuştur.

**Tablo 6: Öncelikler vektörü**

ORTALAMA	KRİTERLER	LOKAL AĞIRLIKLAR
0,52	<b>Rıhtım Uzunluğu</b>	0,52
0,29	<b>Rıhtım Derinliği</b>	0,29
0,10	<b>Ekipman Sayısı</b>	0,10
0,06	<b>Ekipman Özelliği</b>	0,06
0,04	<b>Saha Uygunluğu</b>	0,04

7- Uyum oranının hesaplanması:

**Tablo 7: Uyum indeksi**

<b>Mevcut karar alternatifi sayısı: 5</b>			
<b>Karar alternatifi sayısı 5'e karşılık gelen Rastgele İndeks Değeri: 1,12</b>			
CI	0,08722		
RI	1,12	(n=5 için)	
<b>CR=CI/RI</b>	<b>0,07</b>	<b>&lt;=</b>	<b>0,1</b>
<b>0,07 değeri 0,1'den küçük olduğundan sonuç uyum sınırları içindedir.</b>			
<b>Karşılaştırmalardaki tutarsızlık kabul edilebilir sınırlar dahilindedir.</b>			

8- Duyarluluk analizinin yapılması:

$$0,07 \leq 0,1$$

9- Göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerin sıralanması ve en yüksek öncelik değerine sahip alternatifin seçilmesi:

**Tablo 8: Kriter ağırlıkları**

0,52	<b>Rıhtım Uzunluğu</b>
0,29	<b>Rıhtım Derinliği</b>
0,10	<b>Ekipman Sayısı</b>
0,06	<b>Ekipman Özelliği</b>
0,03	<b>Saha Uygunluğu</b>

## 5. ÇÖZÜM VE BULGULAR

Çalışmanın amacı olan rıhtım seçimine etki eden kriterlerin sıralanması uyum sınırları içinde başarıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında yaptığımız bilgi alışverişi ve hesaplamalar bize gemilerin yanaşacağı rıhtımı seçerken en önemli kriterin rıhtım uzunluğu (%52) olduğu göstermiştir. Daha sonra %29 ile rıhtım derinliği, %10 ile ekipman sayısı bu kriterleri takip etmektedir. En düşük öneme sahip kriterler ise %3 ile saha uygunluğu, %6 ile ekipman özelliği olmuştur.

Diğer kriterlere oranla büyük bir farkla ilk sırada yer alan rıhtım uzunluğu, planlama departmanında ilgili kişinin dikkate alması gereken birincil kriter olarak belirlenmiştir. Operasyon için yanaşacak geminin rıhtım uzunluğu ve derinliği ile olan uyumunun operasyonu etkileyecek en önemli iki kriter olması şartı bir sonuç olmamıştır. Bu nedenle yanaşma planı hazırlanırken geminin göndermiş olduğu bilgileri (yükleme/boşaltma sayısı, geminin uzunluğu, draft vb.) dikkate alarak operasyon planlamasını yapmak doğru olacaktır. Bunun sebebi, operasyon sonucu değişkenlik gösterecek olan yük durumunun geminin ihtiyacı olan derinliği etkileyebilecek olmasıdır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma, limanlarda operasyon ve planlama departmanı çalışanlarına rıhtım seçimine etki eden kriterleri sıralarken kolaylık sağlayacak duruma getirilmiştir. Bu hesaplamalardan elde edilen sonuçları incelediğimizde gemilerin limanlara girişinde hangi rıhtıma yanaşacağına karar verilirken öncelikle rıhtım uzunluğu, daha sonra rıhtım derinliği dikkate alınmaktadır. Bunun sebebi, gemi boyunun operasyonu etkileyen en büyük faktör olmasıdır. Örneğin bir proje operasyonunda boruların taşınabilmesi için sahadaki vinçlerin gemi boyunca hareket edebilmesi gerekirken başka bir tür yük için bu gereklilik söz konusu olmayabilir.

Uygulama alanına, yani sektöre baktığımızda da bu işleyişin doğru olduğunu gözlemlemek mümkündür.

Gelecekteki çalışmalar, bu çalışmayı geliştirecek nitelikte olabilir. Günümüzde manuel olarak yapılan hesaplamaları geliştirmek adına otomatik rıhtım seçim programları geliştirilerek liman otomasyon programlarıyla entegre olarak çalışması sağlanabilir. Böylelikle var olan iş gücü daha efektif bir biçimde kullanılmak üzere farklı alanlara ve işlere yönlendirilirken, rıhtım seçimi gibi önemli bir işin yapay zeka ile yapılması sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Carbone, V. ve Martino, M. (2003): The Changing Pole of Ports in Supply-Chain Management. An Empirical Analysis. *Maritime Policy and Management*, 30 (4), 305-320.
- Doğaner, S. (1991). İstanbul Limanı: Kuruluş, Gelişim ve İşlevleri. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Sayı:8*, 114-144.
- Eroğlu, İ., & Bozyiğit, R. (2013). Aliğa Limanı. *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 28*, 81-116.
- Esmer, S. (2008). İzmir Alsancak Limanı Yük Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt:10, Sayı:4*, 113-125.
- Erdal, M. (2008). Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği, Beta Yayınları, 1. Baskı, İstanbul.
- Önder, G., & Önder, E. (2015). Analitik Hiyerarşi Süreci. B. F. Yıldırım, & E. Önder içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (s. 21-74). Bursa: Dora Yayıncılık.
- Saaty, T. L. (1981). Decision Making for leaders: The analytical hierarchy process for decisions in a complex work. Lifetime Learning Publications.
- Saaty, T.L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 48, Hollanda
- Shi, X. ve Voss, S. (2007): Container terminal operations under the influence of shipping alliances. In: Bichou, K., Bell, M.G. ve Evans, A.(Eds.) *Lloyd's practical shipping guides: Risk management in port operations, Logistics and Supply Chain Security*, Informa, ISBN 978-1-84311-655-4, London.
- Stopford, M. (2009): *Maritime Economics*, Third Edition, ABD.





# RADYO FREKANSLI TANIMA SİSTEMİ (RFID) VE TÜRK HAVA KUVVETLERİ LOJİSTİK SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ

Süleyman Eray YILDIZ<sup>1</sup>, İsmail ÖZKAN<sup>2</sup>, Mustafa ADA<sup>3</sup>

## ÖZET

Günümüz işletmeleri için tedarik zinciri yönetiminin en önemli sorununun bilgi akışından kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Dolayısıyla etkin bir tedarik zinciri yönetiminde tam ve doğru bilginin sağlanabilmesi büyük önem arz eder. Bu bilginin sağlanmasında Otomatik Tanıma Sistemleri'nin (Auto-ID) rolü yadsınamaz. Otomatik Tanıma Sistemleri içinde yer alan Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) her geçen gün önemini daha da arttırmaktadır. RFID kısaca etiket ve okuyucu arasındaki veri iletişiminin radyo dalgaları ile sağlandığı Otomatik Tanıma Sistemi olarak tanımlanabilir. Daha çok ürün tanıma amaçlı olarak kullanılan barkod teknolojisinin artık yetersiz kaldığını söylemek yanlış olmayacaktır. Bu anlamda teknolojik gelişmelere paralel olarak RFID maliyetlerindeki düşüş, onu daha cazip hale getirmeye başlamıştır. Bu çalışmanın amacı RFID teknolojisinin tarihçesini ve çalışma prensiplerini ortaya koyup RFID ile barkod teknolojisini kıyaslamak ve tedarik zinciri yönetimindeki yeri ile Türkiye ve dünyadaki kullanım alanlarını irdeleyerek avantaj ve sınırlılıkları ile beraber Türk Hava Kuvvetleri lojistik sisteminde uygulanabilirliğini değerlendirmektir.

**Anahtar kelimeler:** RFID, Barkod, Auto-ID, Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi

## RFID AND ITS USABILITY IN TURKISH AIR FORCE LOGISTICS SYSTEMS

### ABSTRACT

The information exchange is one of the biggest challenges today for companies using supply chain management. Therefore creating and providing accurate and timely data throughout the supply chain becomes more important. Automatic Identification Systems (auto-id) provide a means to obtain accurate data in real-time. The radio-frequency identification (RFID) system, one of the auto-id systems, is proving its importance and being used more and more everyday. RFID can be described as the system in which data is transmit from the source to the receiver via radio waves. While the barcode technology which is mostly used just to identify products is not enough today, as RFID technology becomes cheaper, it becomes available and

---

<sup>1</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [erayyildiz15@hotmail.com](mailto:erayyildiz15@hotmail.com)

<sup>2</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [ismailozkan93@icloud.com](mailto:ismailozkan93@icloud.com)

<sup>3</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [2915ada@gmail.com](mailto:2915ada@gmail.com)

*more attractive. The aim of this study is to first present the history and the principles of RFID technology, then to compare RFID to barcode addressing its uses in supply chain management and its areas of usage in Turkey and worldwide with regard to its advantages and limitations, and finally in conclusion to evaluate (assess) its usability in Turkish Air Force logistics systems.*

**Keywords:** RFID, Barcode, Auto-ID, Radio-Frequency Identification

## 1. GİRİŞ

Kökleri insanlık tarihine dayanan lojistik paradigmanın, gelişen teknolojinin de yardımı ile askeri ve sivil lojistiğe etkisi günümüzde daha hissedilir bir hal almaya başlamıştır. Bu bağlamda canlıları ya da nesneleri radyo dalgaları ile tanımlamak için kullanılan Radio Frequency Identification (RFID) “Radyo Frekanslı Tanıma” teknolojisi günümüzde askeri ve sivil lojistik alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerde çeşitli safhalarda kodlanarak üzerlerindeki bilgileri bir yerden başka bir yere taşınabilen, yazılabilir/okunabilir RFID tag (etiket) ve okuyucuları kullanılır (Jones vd.,2004). Sisteminin kurulması için farklı donanım ve yazılım gereksinimleri bulunmaktadır. RFID için gerekli olan donanımlar RFID etiketleri, RFID okuyucuları ve frekanslardır. Ayrıca, yazılım olarak ara yüzler ve sistemin tamamlanması için standartların oluşması gerekmektedir (Pine,2005). Bu bağlamda donanım, yazılım ve standartlarla ilgili genel bir bilgilendirme yapmak faydalı olacaktır.

RFID sistemlerinin önemli bileşenlerinden ilki, içinde anteni olan bir mikroçip olarak tanımlanabilen ve kullandığı güç kaynağına bağlı olarak aktif, pasif ve yarı pasif olarak üçe ayrılan etiketlerdir(Saatçioğlu,2006). Pasif etiketler enerji gerektirmeyen (pilsiz) bir yapıda olan ve istek geldiğinde cevap için mikroçipte saklanan verilerin okuyucu tarafından alındığı sistemlerdir. Aktif etiketler ise batarya içermekte olup; iletişim başlatabilme özelliğine sahiptirler (Şallı,2009). Aktif etiketler daha maliyetli olup, 30 metreye kadar okunma mesafesine sahiptirler. Pasif etiketler ise sınırlı bir okuma mesafesine sahiptir ancak herhangi bir bakım gerektirmez. Pasif etiketlere 64 bitten 1 kilobayta kadar bilgi transfer edilebilirken, aktif etiketlere 128 kilobayta kadar bilgi aktarılabilir. Ömürleri ortalama 10 yıl olup; -45 ila +250 c derece sıcaklık aralığında çalışabilmektedirler (Şallı, 2009). Okuyucu ile okunabilir/yazılabilir etiketler arasında çift yönlü iletişim söz konusudur. Elde ve sabit olmak üzere iki türü olan okuyucular aynı bileşenleri içerir ve etiketleri dış dünyaya bağlar. Tüm okuyucularda okumayı gerçekleştiren bir bölüm ve anten bulunmaktadır. Anten sinyali alır/gönderirken okuyucu sinyali oluşturur ve etiketler tarafından gönderilen sinyali çözer (Pine,2005).

RFID yazılım ve hizmetleri de RFID donanımları kadar maliyetli olan önemli bir diğer bileşendir. RFID uygulamaların geliştirilmesi ile ilgili olarak birçok yazılım ve donanım firması ortak girişimlerde bulunmuşlardır (LaVie,1998). RFID yazılımların en önemli parçalarından biri ara yüzlerdir. Ara yüzler RFID okuyucularından elde edilen verileri filtreledikten sonra işler. Ara yüz tarafından işlenen veriler işletme içindeki süreçlere ve yazılımlara aktarılır. Yazılımlara aktarılan veri işletme içinde daha etkin kararlar alınmasında etkili olur (Chau,2004). RFID teknolojisinin dünya pazarında yer bulması için standartların tam ola-

rak geçerlilik kazanması gerekmektedir. Fakat ülkeler arasındaki standart farklılıklarından dolayı RFID teknolojisi şuana kadar gelişimini tamamlayamamıştır. Massachusetts Institute of Technology'de bulunan AutoID Center'da EPC olarak adlandırılan RFID teknolojisine yönelik standartlarla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanında AutoID Center'da ve dünyanın önde gelen beş araştırma üniversitesi işbirliği ile EPC Global projesi başlatılmıştır. Projede tüm dünyada geçerli olması amaçlanan standartların tedarik zincirindeki her malzemenin bulunduğu yer, tarih ve sayısı ile ilgili, otomatik ve doğru belirlemenin sağlanması amaçlanmaktadır (Angeles, 2005).

## 2. RFID SİSTEMİ VE KULLANIM ALANLARI

### 2.1. RFID Sisteminin Ortaya Çıkması ve Tarihçesi

Michael Faraday, James Clark Maxwell ve Heinrich Rudolf Hertz'in elektromanyetik alanında yaptıkları çalışmalar bilim tarihini derinden etkilemiştir. 1906 yılında Ernest F.W Alexanderson'un radyo sinyallerinin dalgalar halinde yayıldığını göstermesi modern radyo iletişiminin temellerini oluşturarak radarın icadına öncülük etmiştir. Radarın icadından sonra RFID'nin IFF sistemlerinde kullanılması RFID'nin gelişiminde bir dönüm noktası olurken tarihi gelişimi Tablo:1'de özetlenmiştir:

**Tablo 1: RFID'nin Tarihsel Gelişimi**

.... -1900 Michael Faraday, James Clark Maxwell ve Heinrich Rudolf Hertz'in elektromanyetik enerji üzerinde çalışmaları.
1900-1910 Ernest F.W Alexanderson radyo sinyallerinin dalgalar halinde yayıldığını göstermesi.
1910-1930 Radyo teknolojisi üzerine çalışmalar ve radarın icadı.
1930-1940 Amerikan Deniz Kuvvetleri'nin IFF sistemini geliştirmesi.
1940-1950 RFID'nin ilk uygulamalarından olan IFF sisteminin dost ve düşman uçaklarında kullanılması.
1950-1960 IFF sistemlerinin modern hava trafik kontrol sistemlerinde kullanılması. Ayrıca askeri sektörün dışında sivil alanda RFID kullanımında girişimlerin başlaması.
1960-1970 EAS(Electronic Article Surveillance) donanımlarını kullanarak RFID'nin anti hırsızlık konusunda gelişim göstermesi.
1970-1980 Teknolojik gelişmelerin pasif etiketlerin ortaya çıkmasında yol gösterici olması ile hayvanların izlenmesi ve fabrika otomasyonlarında ilk gelişmeler.
1980-1990 Birçok Amerikalı ve Avrupalı şirketin pasif etiketi üretmeye başlaması ve ücretli yol geçişlerinde ilk RFID uygulamaları.
1990-2000 RFID donanımlarının birlikte işlerliği için standartlar geliştirilmesi.
2000-2010 EPC Standartlarının oluşturulması.
2010-..... RFID'nin teknolojik olarak geliştirilmesi ve teknoloji maliyetlerin düşmesiyle birlikte kullanımının artması.

## 2.2. RFID'nin Sivil Alanda Kullanımı

1980'den sonra ticari amaçlı olarak kullanılmaya başlanan RFID, tedarik zinciri yönetiminde, stok yönetiminde, ürün takibinde, otomasyon sistemlerinde, depo yönetim ve takip sistemlerinde, güvenlik sistemlerinde ve otomatik geçiş sistemlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca çeşitli ülkelerde ücretli geçiş sistemlerinde, çiftlik hayvanlarının izlenmesinde, nükleer madde stoklarının kontrolü ve izlenmesinde, otomobil üretiminde araçların montaj hattı üzerinde izlenmesinde de kullanılmıştır.(İTÜ RFID Uygulama Semineri, 2006).

2000 yılından sonra ise bazı firmalar rekabet amaçlı tedarik zinciri görünürlüğü, mal yönetimi, bilgi/ürün yönetimi akışı ve ürün görünürlüğüne geliştirmek için RFID teknolojisini değerlendirmeye başlamışlardır. RFID bazı firmalar tarafından üretimde, sağlık ve eczacılıkta, ulaştırma ve lojistikte kullanılmıştır (Castro, L. & Fosso Wamba, S.,2007). Dünyanın önemli perakendecilerinden WalMart'ın, çalıştığı en büyük 100 tedarikçisinden Ocak 2005'e kadar tüm palet ve kasalarında RFID etiketi kullanmalarını istemesi süper güçlerin RFID teknolojisi ile ilgili çalışmalara örnek olarak verilebilir (Jones, Clarke-Hill, Hillier, Shears,Comfort 2004). Ayrıca 2005 yılı itibariyle, WalMart'ın yanında Amerika Savunma Bakanlığı, tedarikçilerinden dağıtım merkezlerine, gerçekleştirecekleri palet ve kasa taşımalarında RFID teknolojisi kullanımını zorunlu tutması bu konuya verilen önemin bir diğer göstergesidir(Juban, Wyld 2004). Zara ve Prada gibi perakendeci firmalar da RFID'yi tedarik zinciri yönetiminde kullanarak müşteri tercihlerine daha hızlı cevap verebilmişlerdir (Castro, L. & Fosso Wamba, S.,2007).

Merkezi Memphis'de bulunan FedEx dünyanın en büyük parça taşıyıcı firmasıdır. Gerçekleştirdiği düzenlemelerle sürekli bir şekilde teslimat sürecini kısaltmayı amaçlayan FedEx, günde yaklaşık 3.2 milyon parça taşımaktadır. Dünya çapında 42.500'den fazla araca sahip olan FedEx kuryelerinin çözüm aradıkları önemli sorunlarından birisi araç anahtarlarının kaybolması sorunsalıdır. 200 araçta denenilen ve sonrasında bütün FedEx araçlarında yaygınlaştırılan yeni sistemde anahtar yerine kuryelerin bileklerine RFID etiket takılmaktadır. Projenin en önemli faydası, FedEx için önemli bir performans göstergesi olan teslimat sürelerini kısaltması ile ilgili yarattığı etkidir. Bu etki süreç içindeki sıklıkla gerçekleşen bazı adımlarda RFID teknolojisi kullanarak sağlamıştır. (Saatçioğlu,2006)

Chevrolet Creative'in kullandığı RFID sistem Michigan'daki depoya giren ve çıkan sandıkları kontrol etmek için "kırmızı ışık, yeşil ışık" sistemi kullanmaktadır. Sandıklarda özel fuarlar için kullanılan malzemeler bulunmaktadır. Her sandığın üstünde farklı bir numara içeren RFID etiket, kapılarda RFID okuyucuları ve tabanda antenler yer almaktadır. Herhangi bir sandık kamyonu doğru giderken antenin üstünden geçtiğinde, etiketteki numara veri tabanındaki manifesto ile kontrol edilir. Etiketdeki numara veritabanındaki numara ile uyumlu ise "yeşil ışık", etiketteki numara ve veritabanındaki numara uyumsuz ise "kırmızı ışık" yanmaktadır. Olayın gerçekleşme tarihi ve zamanı ise veritabanına kaydedilmektedir. (Saatçioğlu, 2006)

RFID uygulamasının sisteme entegre edilmesiyle birlikte iş sürecinde envanter seviyelerinin düşürülmesi, gerçek zamanlı kontrol ile müşteri ilişkileri yönetiminde ve parça takibi otomasyonuna imkan sağlamasıyla da üretim tedarik zincirinde gelişim sağlanmıştır. Dahası, RFID iş verimliliğini, kalite kontrol aktivitelerini ve üretim kabiliyetini ivmelendirerek ihtiyaç planlama ve tahmin becerilerini büyük ölçüde geliştirecek bir potansiyele sahiptir. Bu kapsamda üretimde kullanılan bazı uygulamalar Tablo-2’de özetlenmiştir.

**Tablo 2: Üretimde RFID Uygulaması Örnekleri**

FİRMA	UYGULAMALAR	KAYNAK1
Toyota (South Africa)	-Üretim ve araç takip işlemlerini hızlandırmak için taşıyıcılar etiketlendi. -Etiketler ömrü boyunca araçta kalmayı ve bakım geçişini tutmayı amaçlamaktadır.	Baudin and Rao (2005)
Harley Davidson (USA)	Sürecin her aşamasındaki çalışanlara bilgi sağlamak amacıyla etiket taşıyan parçaların otomasyon süreci.	Baudin and Rao (2005)
Johnson Controls (USA)	Montaj işlemi boyunca otomobil ve kamyon koltuklarının takibi.	Baudin and Rao (2005)
The Gap (United Kingdom)	Daha iyi envanter yönetimi ile müşteri hizmetini geliştirmek için kot giyiminin takibi.	Baudin and Rao (2005)
Michelin (North America)	TREAD ile uyumlu tekerlek etiketlemesi.(TREAD-Ulaşım-Yeniden çağrışım-Gelişim-İzlenebilirlik-Dökümantasyon)	Baudin and Rao (2005) RFID Journal (2003)
HP (Brazil)	Bir Brezilya fabrikasında naklieden ters lojistiğe kadar süreci takip etmek için yazıcılar etiketlendi.	Roberti (2006)
NISSAN (North America)	Oto parçaları, üretim işlemleri ve bitmiş araçları takip etmek için aktif RFID etiketlerinin kullanılması.	Bacheldor (2006)
Viper Motorcycles (USA)	-Üretim sürecinde motosikletlerin durumunu bulmak ve fabrikada alt montaj hareketlerini takip etmek için RFID kullanılması. -Katlanma ve hırsızlığı azaltmak için 75 \$ veya daha değerli tüm parçaların etiketlenmesi.	Li et al. (2006)
Scottish Courage (UK)	1.9 milyon varilin düşük frekanslı RFID etiketleri kullanılarak takip edilmesiyle genel dağıtım harcamalarında ve kayıp varil sayılarında düşüş sağlanması.	Li et al. (2006)
Volkswagen (Germany)	Araç konumlandırma işlemini geliştirmek için bitmiş araçların takibi.	Lu et al. (2006)
Boeing (USA)	Uçak parçalarında RFID etiketlerinin kullanılmasıyla bakım geçmişi, parçaları, cinsi gibi bilgilere erişimi hızlandıran bakım işlemleri optimizasyonu	Lu et al. (2006)

Chevrolet Creative services (USA)	Depo tesisindeki sandıkların satın alma ve nakliyesinin takibi ve kontrol edilmesi.	Lu et al. (2006)
Ford Motor Co (USA)	İmalat tesisinde RFID teknolojisinin kullanımı ile işgücü verimliliğinin artırılması.	Lu et al. (2006)
Herding (Germany)	Yeni veya yenilenmiş filtrelerin üretim, kalite kontrol ve nakliyesinin takibi için RFID teknolojisinin kullanımı.	Wessel (2006a)

Kaynak: Castro, L. & Fosso Wamba, S.,(2007)

### 2.3. RFID'nin Askeri Alanda Kullanımı

1991 yılında 1. Körfez Savaşı sırasında Orta Doğu'ya gönderilen konteynırların üçte biri kaybolmuş veya sayılamamıştır. Amerikan Savunma Bakanlığı özellikle 1. Körfez Savaşı'nın ardından lojistik süreçlerin iyileştirilmesi için çalışmalara başlamıştır. Ana dağıtım merkezleri ve birimler arasında, palet seviyesindeki taşımalarda aktif RFID sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. (Poirier ve McCollum, 2006).

Amerikan Deniz Kuvvetleri tersine lojistik kapsamında yılda 500 bin adedin üzerinde kırık ve bozuk parçayı geri çağırılmaktadır. Irak'ta bu konu ile ilgili olarak yürütülen pilot çalışmada, mevcut barkod izleme sistemi üzerine RFID sistemi entegre edilerek 200 milyon dolar değerindeki kırık parça geri getirilmiştir. Barkod sistemi ile %97,1'lik veri doğruluğu gözlemlenirken, RFID sistemi ile bu değer %99,6'ya ulaşmıştır. Sıcaklık, nem ve hava basıncını sürekli takip eden RFID sistemi için 150 bin dolarlık bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. (Roberti, 2005).

ABD Askeri Sealift Komutanlığı özel deniz piyadeleri envanterinde 16 gemi bulunmaktadır. Bu MPS gemilerine, tank, kasırğa, kamyon, mühimmat, gıda, hastane ekipmanları, petrol ürünleri, sarf ve tamirlik malzemeleri ile yedek parçaları da dahil olmak üzere çeşitli ekipman malzemeleri yüklenmektedir. Gemiler ihtiyaç duyulduğunda karaya hızlı bir şekilde ulaşacak şekilde stratejik olarak dünyanın dört bir yanına yerleştirilirler. Blount Adası'ndan yılda yaklaşık beş adet MPS gemisi geçer. Her birinin yüklenmesi, genellikle sekiz iş günü sürer. Son 20 yılda, Deniz Piyadeleri, yükleme işlemleri boyunca hareketlerini izlemek için iki boyutlu barkodlu etiketler kullanılmıştır. 2004 yılında ABD Savunma Bakanlığı transit görünürlük için aktif 433 MHz RFID etiketlerini kullanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, Blount Island Komutanlığı'nın MPS Plans Management Şubesi başkanı Lyle G. Layher, aktif RFID ve sınırlı izleme yeteneği sağladığını belirtmektedir.(Swedberg,2010)

ABD Savunma Bakanlığı, Irak ve Afganistan'daki askeri operasyonlarda tedarik zinciri yönetiminin, görevlendirilmiş ABD askerlerinin desteğiyle yürütülmesine karar vermiştir. Yedek parçaların ve diğer kritik tedarik öğelerinin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru miktarda bulundurulması, kuvvetlerin harekât yeteneklerini etkiler ve tedarik zinciri, savaş

alanındaki sonuçların belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Bu noktada, RFID teknolojisi yalnızca malzeme ve ekipmanların izlenmesine yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda savaş alanına kritik malzeme almaya ve yolda malzeme temin etmeye yardımcı olur (Defence Industry Daily,2010). RFID teknolojileri, konteynır güvenliği ve tıbbi hasta takibi gibi geniş bir askeri uygulama yelpazesine sahiptir. Pakistan limanları ile Afganistan'daki ABD birlikleri arasındaki güney ulaşım yolunda hırsızları savuşturmak için ABD Merkez Komutanlığı (CENTCOM) tüm ABD askeri konteynırlarına konteynır tespiti saldırı cihazları (CIDD) koymaktadır (Defence Industry Daily,2010). Ordu ST-675-I RFID etiketini konteynır algılama cihazları için kullanmaktadır. Bu etiket konteynır kapısında sabitlenir ve hırsız sensörleri elle tutulmuş bir sorgulayıcı kullanılarak etkinleştirilir. CIDD konteynırı izinsiz müdahale tespit eder ise sorgulayıcıya bir uyarı gönderir. İzinsiz giriş tespiti için parametreler, konteynır ihlalini doğru bir şekilde saptama ve raporlama olasılığının en yüksek seviyede olmasını sağlamak için birden fazla sensör kullanılarak oluşturulmuştur.

ABD Donanmasının muharip cankurtaran bakım ünitesi Irak'taki muharip kayıplarını izlemek için RFID teknolojisini kullanmıştır (Defence Industry Daily,2010). Donanma personelinin bilek bantlarına dikilen bir RFID çipi, Irak'taki tarla hastanelerinde tedavi için gelen yaralıları izlemeye ve tanımlamaya yardım etmiştir. RFID fişlerinde depolanan tıbbi veriler yaralı denizcilere ait olup, veriler her bir hastayı tanımlamak için RFID özellikli elde taşınabilir cihazlar tarafından okunmuştur. RFID teknolojisi, doktorların çip üzerinde yeni triyaj kayıtları ekleme, değiştirme veya yaratmalarına da izin verir şekilde tasarlanmıştır(Defence Industry Daily,2010).

### 3. RFID'İN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

RFID tedarik zinciri yönetiminde gerçek zamanlı görünürlük, stok tükenmesini önleme, fiziksel ürün akışının ivmelenmesi, daha düşük stok seviyesi, sahteciliği önleme, işçi maliyetlerinin azalması gibi yararlar sağlamaktadır. (Üstündağ, 2005a: 63) Bununla birlikte Lu et al'a göre RFID'nin potansiyel yararları; ürün aktivasyonlarının dinamik bir şekilde planlanması, malzemelerin izlenmesi, bakım sürecinin etkinliği, işçi maliyetini azaltılması ve insan hatalarını minimize edilmesi olarak sıralanabilir. (Castro, L. & Fosso Wamba, S. 2007). Ayrıca, Pasif RFID etiketlerinin iş süreçlerine dâhil edilmesi, otomatik veri yakalamayı mümkün kılar ve materyalin verimli bir şekilde kaydedilmesini sağlar. RFID'nin avantajlarını spesifik olarak özetleyecek olursak:

*Tedarikçiler için avantajları:*

- Geliştirilmiş planlama,
- Daha hızlı talep tepkileri,
- Aerodinamik iş süreçleri,
- Arızalı eşyaların geri çağrılmasında verimlilik artışı,
- Tedarik edilen mallar için ödemelerin daha hızlı alınması olarak sıralanabilir.



*Askeri lojistiğe faydaları:*

- Gelişmiş envanter yönetimi,
- İşgücü verimliliğini artırması,
- Yinelenen siparişlerin ortadan kaldırılması,
- Manuel işlemlerin değiştirilmesi,
- Otomatik makbuz ve kabul,
- Envanter ve sevkiyat görünürlüğü ve yönetiminin geliştirilmesi,
- Savunma bakanlığı içerisinde gelişmiş iş süreçleri,
- Gelişmiş varlık izleme,
- Operasyon planlarının daha etkin yürütülmesi,
- Kuvvetlerin doğru ve zamanında yönlendirmesi,
- Önceden hazır olma ve bilgi güvenilirliği,
- Lojistik merkezlerde ve operasyon sahalarında stokların gerçek zamanlı izlenmesi,
- Daha az güvenlik stokları ile çalışma,
- Bakım, teçhizat ve geri çağırma operasyonlarının etkin yürütülmesi olarak sıralanabilir. Üstündağ(2008), (Defence Industry Daily,2010).

#### 4. RFID’İN SINIRLILIKLARI

RFID teknolojisi ile sağlanan faydaların yanında göz önüne alınması gereken birtakım sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bu sınırlılıklar özetlenecek olursa; RFID teknolojisi ile müşterilerin bilgisi olmadan müşterilerle ilgili bilgi toplama oldukça kolaylaşmıştır. Bunun yanında etiket üstündeki kişisel bilgilerin satıştan sonra kalması ile ilgili kaygılar önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Müşteri dükkândan çıkmadan önce RFID etiketleri çıkarılmaz veya etkisiz hale getirilmezse müşteri satın aldığı eşyaların algıladığı radyo sinyalleriyle kontrol edilebilir (Jones, Clarke-Hill, Shears, Comfort,Hillier 2004). Ayrıca, verilerin yanlış kullanımı, yetkisiz kişiler tarafından erişimi, müşterilerin satın alma davranışı ile ilgili verilerin üçüncü taraflara transferi, sonuç olarak müşterilerin her hareketinin izlenmesi ortaya çıkabilecek problemlere örnek olarak verilebilir(Jones, Clarke-Hill, Hillier, Shear, Comfort, 2004; Jones, Clarke-Hill, Hillier, Comfort, 2005). Bu konunun, RFID sisteminin askeri lojistik alanında kullanımından dolayı doğurabileceği istihbarat açıklıkları sebebiyle ayrıca irdelenmesi gereklidir.

Zawal’a göre RFID teknolojisine geçişin, teknolojiye uyum, firma içinde iyileşmeler ve firma dışında iyileşmeler olarak üç aşamada gerçekleşeceği öngörülmektedir (Chau 2004). RFID sistemleri sonucu elde edilen verinin artması ve firmaların artan veriyi etkin bir biçimde kullanabilme zorunluluğu dikkate alınması gereken bir başka konudur. RFID sistemlerinden elde edilen verilerin kurum içinde kullanılan diğer bilgi sistemleriyle entegre edil-



mesi gerekmektedir. (Ör: Muhasebe kayıtları ve Müşteri İlişkileri Yönetimi). Bunun yanında birçok perakendeci firma mevcut verilerini dahi çok az kullandığını belirtmektedir (Jones, Clarke-Hill, Hillier, Shear, Comfort, 2004; Jones, Clarke-Hill, Hillier, Comfort, 2005). RFID sistemlerini işletmedeki süreç ve sistemlerle entegre etmek oldukça kompleks ve maliyetlidir. Bunun yanında Zawal “RFID teknolojisini işletmedeki sistemlerle entegre edildiği durumda gerçek faydanın elde edileceğini belirtmektedir. RFID teknolojisine yapılan yatırımın önemli geri dönüş olasılıkları olan önemli bir yatırım olduğunu, işletme süreçleriyle sağlanan entegrasyonun maliyetleri azaltıp karları artırabileceğini belirtmektedir.” (Chau 2004).

Güvenlik, RFID teknolojisi için büyük bir endişe kaynağıdır. Her yerde, her zaman okunabilen etiketler, kurumsal ve askeri güvenlik açısından risk oluşturmaktadır. Bilgi doğruluğu başka bir husustur. ABD ordusuna veriler gönderilirken Savunma Bakanlığı, yakın zamanda tedarikçilere yanlış pasif RFID etiket kimliği başlıkları kullandığını tespit etmiştir. Başka bir sorun da uygulamadır. Savunma Bakanlığı, uygulanması için birincil sorumluluğa sahip olan askeri bileşenlere yatırım getirisini göstermesi mümkün olmadığından, yaygın RFID uygulanmasına ilişkin zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Savunma Bakanlığı ve askeri bileşenleri, RFID teknolojisini benimsemek için ilerleme kaydetmeye devam etmektedir. Bu çabalar arasında, politika ve rehberlik geliştirmek, hem çalışma gruplarını oluşturmak hem de askeri bileşenler içinde ve dışında edinilen bilgi ve dersleri paylaşmak, uygulamayı desteklemek için kaynak sağlamak ve çeşitli yerlerde pilot projeler ve ilk uygulama çabaları oluşturmak için entegre süreç ekipleri oluşturmak yer almaktadır. Bununla birlikte, Savunma Bakanlığı bu teknolojilerle ilişkili yatırım getirisini nicel olarak değerlendirememektedir. Ayrıca, RFID teknolojisinin tedarik zinciri süreçleri ve bilgi sistemleri ile etkili bir şekilde entegrasyonu zor ve askeri bileşenlerin finansman ve personel kaynakları konusunda önemli taahhütte bulunmalarını gerektirecektir (Castro, L. & Fosso Wamba, S.,2007)

## 5. RFID VE GÜVENLİK

Veri güvenliği adı altında verilerin kötüye kullanımını, verilere yetkisiz kişilerin erişimini, verilerin tahrifini, veri kaybını, verilerin taklidini, tahribini, silinmesini önlemeye yönelik tüm organizasyonel ve teknik önlemler anlaşılır(Meydanoğlu, E.S.B.2008). Bu tanımla RFID’yi tehdit eden saldırılar ve saldırılara karşı alınan güvenlik önlemleri aşağı listelenmiştir. Bir örnek ile güvenilirliği açıklamak gerekirse temassız kredi kartlarının kullanımının başlaması yeterince güvenli olduğunun kanıtı sayılabilir. Ancak bu durum sistemin %100 güvenilir olacağı anlamına gelmez. Bu bağlamda RFID’nin kullanılıyor olması askeri lojistik için bir risk faktörü olmadığı anlamına gelmemektedir. Bu risk faktörleri güvenlik bağlamında özetlenecek olursa;

*Veri Güvenliğini Tehdit Eden Saldırıları;*

- İzinsiz okuma,
- Veri tahrifi,

- Etiket in taklidi,
- Etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi,
- Etiketlerin objelerden sökülmesi,
- Etiket ve okuyucu arasındaki frekansın bozulması,
- Bloklayıcı etiket kullanımı ile okuyucunun bloke edilmesi,
- Okuyucuyu tanımlayan verilerin taklidi,
- Etiket ve okuyucu arasındaki iletişimin izinsiz dinlenmesi,
- İzleme yani kişi takibi,
- Yönlendirme saldırılarıdır.

#### *Güvenlik Önlemleri ise;*

- Kimlik doğrulama,
- Kod saklama,
- Transfer edilen verinin şifrenmesi,
- Etiket te kayıtlı verilerin şifrenmesi,
- Kalkanlama,
- “Kill” komutu kullanımı,
- Kırılır etiketler (clippedtags) kullanımı,
- Blockertag kullanımı,
- Aktif sinyal bozma yaklaşımı,
- “Lock” komutu kullanımı,
- Takma ad (pseudonym) kullanımı,
- Detektör kullanımı,
- Tekrar adlandırma yaklaşımı olarak sıralanabilir(Meydanoğlu, E.S.B.2008).

## **6. RFID SİSTEMİNİN TÜRK HAVA KUVVETLERİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ**

Hava Kuvvetleri Lojistik sistemi için de yukarı belirttiğimiz istihbarat açıklıkları konusu ile sistemin KY sistemine ve diğer tüm lojistik bileşenlere entegrasyonu, bu işlemlerin yapımının uzun zaman alan zahmetli ve maliyetlerinin fazla olan işler olması, avantajlar başlığı altında belirtilen hususların da kazanç-maliyet analizi, risk analizi gibi analizlerini yapılması durumunda fayda sağlamakla beraber, sağlanan bu faydaların harcanan kaynaklar karşısında tatmin edici bir seviyede çıkmaması gibi sonuçlarla karşılaşılabilmesi muhtemeldir. Hava Kuvvetleri lojistik sistemi sivil kuruluşların aksine ana amacı maliyetleri düşürmek değil harekâta hazır olabilmektir. Bu sebeple klasik tedarik zinciri yönetiminde olduğu gibi

depo seviyelerini minimuma indirmek yerine sistemlerin istihbarat açısından güvende olması harekâtın kesintisiz ve sorunsuz desteklenmesi gibi temel amaçları bulunmaktadır. Bu noktada da risk analizi konusu ön plana çıkmakta, RFID sistemi entegrasyonu için alınması gerekli risklerin sistemin uygulanması ile gelen fayda ile karşılaştırılması konusu önem arz etmektedir.

RFID sistemleri temelde dört seviyede sisteme avantaj sağlayabilmektedir. Bunlar verimlilik, doğruluk, görünürlük ve güvenlidir. Buraya kadar da belirtildiği üzere RFID sistemlerinin temelde bu alanlar üzerinden uygulandığı, entegre edildiği sistemlere birçok faydası olmakla beraber, yanında bazı riskleri ve dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu hususlar hava kuvvetleri için ayrı olarak değerlendirildiğinde sonuçlar bizim sistemimiz için de farklılıklar göstermektedir.

Hava kuvvetleri lojistik sistemi amaç olarak depo miktarları ve maliyetleri minimize etmek yerine harekâtı her koşulda kesintisiz ve sorunsuz desteklemeyi hedef almaktadır. İtme sisteminin kullanıldığı Hava Kuvvetleri lojistik sistemi bu yönleriyle normal tedarik zincirlerinden farklılıklar gösterebilmektedir. Bu sebeple literatürde RFID konusunda yapılan avantaj ve dezavantaj değerlendirmeleri Hava Kuvvetleri açısından geçerli olmayabilmektedir.

RFID sisteminin yarar sağlayan bir uygulama olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ancak RFID sistemi entegrasyonu maliyetli, zaman ve emek isteyen bir uygulamadır ve tüm süreç bir bütün olarak değerlendirilmeli ve analiz edilmedir. Sistemin entegrasyonu için harcanacak kaynak ve emeklerin sonunda elde edilecek faydaya olan karşılaştırılması ve alınan riskler stratejik seviyede değerlendirilmek zorundadır. Elde edilecek faydaların hali hazırdaki başka sistemler (barkod ve karekod gibi) ile de elde edilebileceği ve daha düşük maliyetle sağlanabileceği görülürse RFID den önce bu uygulamaları yapma hususu gündeme gelebilecektir.

RFID sistemi gelişmekte olan bir sistemdir. Dolayısıyla her geçen gün yeni yetenekler kazanmakta ve kendini geliştirmektedir. Bu yüzden her gelişen sistemde olduğu gibi uygulamadan önce bazı özelliklerin oturması ve kendini kabul ettirmesini beklemekte fayda olabilmektedir. Çünkü entegrasyon için acele karar verilmesi halinde daha sistemi tam olarak kuramadan modernize etme ve değiştirme ihtiyaçları doğabilecek ve gereksiz maliyet olarak dönecektir.

RFID sistem entegrasyonunda bir başka boyut olan risk analizinin doğru yapılmasıdır. Şunu belirtmek gerekir ki RFID sisteminin askeri lojistik açısından riskleri olabilir ancak bu risklerin alınması karşısında sağlayacağı fayda daha yüksek ise bu risk alınabilir. Nitekim ABD lojistik sistemindeki “Global Mobility”, RFID sistemi olmadan klasik yöntemlerle idamesi çok zor bir süreçtir. Ancak RFID sistemi bu olguyu kolayca gerçekleştirmeye imkân sağlamaktadır. Risk analizi yapıldığında RFID sisteminin getireceği riskler alınabilir risklerdir.

RFID sistemini bütün lojistik uygulamalara birden entegre etmek mümkün değildir. Bu sebeple önceliklerin belirlenmesi ve öncelikle en elzem ve gerekli yerlere RFID entegre edi-

lebilir. Bu ilk uygulamalar ve buradan elde edilecek kazanımlar diğer bölümler bizim için yol gösterici olacaktır.

## 7. SONUÇ:

Sonuç olarak RFID kullanılabilirliği iyi bir analizi gerektirmektedir. Yapılması gereken sistemle ilgili en son gelişmelere hâkim olarak, RFID sisteminin Hava Kuvvetlerinde uygulanmasına yönelik riskleri ve engelleri ortadan kaldırmaktır. Hâlihazırdaki durumun stratejik bir analizini yaparak özellikle bilgi güvenliği konusundaki sınırlılıkların ortadan kaldırılması konusunda gerekli tedbirleri aldıktan sonra uygun olan anda vakit kaybetmeksizin RFID teknolojisini yaygınlaştırmak en uygun hareket tarzı olacaktır.

## 8. KAYNAKLAR

1. Angeles, Rebecca. (2005), "RFID Technologies:Supply-Chain Applications and Implementation Issues", Information Systems Management, Winter 2005, pp.51-65.
2. Castro, L., Wamba, S.F (2007), "An Inside Look at RFID Technology", J. Technol. Manag. Innov., 2(1).
3. Castro, L.,Wamba S.F.(2007), "AN Inside Look At Rfid Technology", Research Gate, 2(1).
4. Chau, F. (2004), "Unlocking The Supply Chain With RFID", Wirelessasia, pp. 26-28.
5. Jones, P, Clarke-Hill, C.; Shears, P, Comfort, D. (2004), "Radio Frequency Identification in Retailing and Privacy and Public Policy Issues", Management Research News, 7(8\9), pp.46-54.
6. Jones, P, Clarke-Hill, C.; Shears, P, Comfort, D., Hillier, D. (2004), "Radio Frequency Identification in the UK:Opportunities and Challenges", International Journal of Retail & Distribution Management, 32(3), pp.164-171.
7. Jones, P, Clarke-Hill, C.; Shears, P, Comfort, D. (2005), "TheBenefits, Challenges and Impacts of Radio Frequency Identification Technology (RFID) for Retailers in the UK", Marketing Intelligence & Planning, 23(4), pp.395-402.
8. Juban, R., Wyld, D. (2004): "Would You Like Chips with that?: Consumer Perspectives of RFID", Management Research News, 27(11\12), pp.29-44.
9. Lavie, J. (1998), "*RF communications*", Tomkins Pres, pp. 663-682.
10. Li, S., Visich, J.K., Khumawala, B.M., Zhang, C. (2006), "Radio Frequency Identification Technology: Applications, Technical Challenges and Strategies", Sensor Review, 26(3), pp.193-202.
11. Liukkonen, L.,(2015), "RFID Technology In Manufacturing And Supply Chain", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 28(8), pp.861-880.
12. Lu, B.H., Bateman, R.J., Cheng, K. (2006), "RFID Enabled Manufacturing: Fundamentals, Methodology and Applications", Int. J. Agile Systems and Management, 1(1), pp.73-92.

- Meydanoğlu, E.S.B.(2008), "[RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği](#)", International Journal Of Informatics Technologies, 1(3).
13. Pine, H.(2005), "RFID and the importance of integration and software", *ABI Research*.
  14. Poirier ve Mccollum (2006), "RFID Strategic Implementation and ROI: A Practical Roadmap to Success", J. Ross; ISBN 1932159479.
  15. Saatçioğlu, Y.(2006), "RFID Teknolojisi : Fırsatlar, Engeller Ve Örnek Uygulamalar", *Ege Akademik Bakış*, 6(1), ss.24-35.
  16. *Siemens Sunumu* (2006), İTÜ RFID Uygulamaları Semineri, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, ss.12-24.
  17. Şallı, E. (2009), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Radyo Frekanslı Tanıma(RFID) Teknolojisi Uygulamaları" Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep.
  18. Üstündağ, A.(2005a), "RFID Teknolojisi Nedir, Nasıl Çalışır?", *Ekonomik Forum*, ss:63.
  19. Üstündağ, A. (2008), "*RFID ve Tedarik Zinciri*", Sistem Yayıncılık, İstanbul, ss.1-3.
  20. Wessel, R. (2006a), "RFID Brings ROI to Air-Filter Maker", <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2932/>. Jones, P., Clarke-Hill, C. and Shears, P. (2004), "Radio Frequency Identification in Retailing and Privacy and Public Policy Issues", *Management Research News*, 8(9), pp. 46-54.
  21. URL 1, Defence Industry Daily (2010), "RFID Technology: Keeping Track of DoD's Stuff", <http://www.defenseindustrydaily.com/rfid-technology-keeping-track-of-dods-stuff-05816/>.
  22. URL 2, Baudin, M., Rao, A. (2005), "RFID Applications in Manufacturing", [http://www.mmt-inst.com/RFID%20applications%20in%20manufacturing%20\\_Draft%207\\_.pdf](http://www.mmt-inst.com/RFID%20applications%20in%20manufacturing%20_Draft%207_.pdf).
  23. URL 3, RFIDJournal (2003), "Michelin Embeds RFID Tags in Tires", <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/269/1/1/>
  24. URL 4, Roberti, M. (2006), "HP Takes RFID End to End", <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2172/1/8/>.
  25. URL 5, Roberti (2005), "The History of RFID Technology", <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338>.
  26. URL 6, Swedberg, C.(2010), "U.S. Marines' Blount Island Command Attaches Passive Tags to Containers", <http://www.rfidjournal.com/articles/view?7693#back-from-modal>.



# KIBRIS BARIŞ HAREKÂTI'NIN LOJİSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ALINAN DERSLER KAPSAMINDA GÜNÜMÜZ HAVA KUVVETLERİ LOJİSTİK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

*Süleyman Eray YILDIZ<sup>1</sup>, Mustafa ADA<sup>2</sup>, Halit TANRISEVEN<sup>3</sup>*

## ÖZET

*Son tahlilde Cenevre'de yapılan müzakereler ile yeniden gündeme gelen Kıbrıs, jeopolitik olarak sahip olduğu stratejik konumu ile büyük güçlerin merkezi halini almıştır. 300 yılı aşkın bir süre Osmanlı hâkimiyetinde kalan Kıbrıs'ta sorunlar 1878 yılında başlamış, 1960'lı yıllarda adadaki Türk-Rum hâkimiyet mücadelesinin soykırıma dönüşmesi neticesinde 1974 Barış Harekâtı gerçekleştirilerek 1975 yılında Kıbrıs Türk Federe Devleti, 1983 yılında ise Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti kurulmuştur.*

*Lojistiğin gelişim süreci incelendiğinde savunma sanayisi ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu bağlamda askeri harekâtların ve harekâtın başarısında vazgeçilmez unsur olan lojistik uygulamalarının incelenmesinin lojistik alanında bilimsel bazda gelişime katkı sağlayacak önemli veriler sağlayacağı aşikârdır. Bu çalışmada Kıbrıs Barış Harekâtı'nda icra edilen lojistik faaliyetler ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapılarak sonuçlar irdelenmiştir. Bu çalışmanın amacı Kıbrıs Barış Harekâtı'nda lojistik açıdan yapılan hataları literatür araştırması yöntemi ile tespit ederek alınan dersler kapsamında günümüz Hava Kuvvetleri'nde gerçekleştirilen iyileştirmeleri ortaya koymaktır.*

**Anahtar kelimeler:** Kıbrıs, Lojistik, Harekât, Hava Kuvvetleri

## ASSESSMENT OF CYPRUS PEACE OPERATION IN TERMS OF LOGISTICS AND ITS EFFECTS TO RECENT AIR FORCE LOGISTICS SYSTEM WITHIN THE CONTEXT OF LESSONS LEARNED

### ABSTRACT

*In the recent day by becoming a current issue with the meetings held in Geneva, Cyprus has become the center of big powers by having a crucial geopolitical location. In Cyprus, which was under the domina-*

---

<sup>1</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [erayyildiz15@hotmail.com](mailto:erayyildiz15@hotmail.com)

<sup>2</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [2915ada@gmail.com](mailto:2915ada@gmail.com)

<sup>3</sup> Hava Teknik Okullar Komutanlığı, İkmal ve İdari Okul Komutanlığı, İzmir, [tanrisevenhalit@gmail.com](mailto:tanrisevenhalit@gmail.com)

*tion of Ottoman Empire more than 300 years, Turkish-Greek problems started in 1878, in 1960s, hegemony struggle between Turkish and Greek people turned into a genocide and in 1974, Cyprus Peace Operation was held. In 1975, Turkish Federated State of Cyprus was founded and in 1983, Turkish Republic of Northern Cyprus was founded.*

*As we study on development process of logistics, we see that it shows parallelism with defense industry. In this context, it is clear that examining military operations and logistics activities, which is an essential factor for the success of operations, can provide us important scientific information about logistics. In this study, a wide literature research about logistics activities held in Cyprus Peace Operation is done and the results are scrutinized. Aim of this study is to determine logistics mistakes which were done in Cyprus Peace Operation with literature research method and to reveal improvements in Turkish Air Force logistics activities.*

**Keywords:** Cyprus, logistics, operation, Air Force

## 1. GİRİŞ

Lojistik, uluslararası alanda ve ülkemizde hızla gelişim gösteren bir bilim dalı olup, literatürdeki önemi günden güne artmaktadır. Küreselleşme ve rekabetin artması ile hız, kalite, güvenilirlik ve esneklik gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Lojistik kavramı “hesap kitap yapma bilimi, hesapta becerikli” anlamlarına gelen “Lojistikos” kelimesine dayanmaktadır. Lojistik, Council of Logistics Management tarafından “müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin üretim noktasından tüketim noktasına verimli ve etkin akışını ve depolanmasını planlayan, yürüten ve kontrol eden tedarik zinciri sürecinin bir aşaması” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım her ne kadar lojistiğin günümüzdeki anlamını ortaya koyuyor olsa da tanımda belirtilen aşamaya gelmesinde tarihsel süreçte yaşanan gelişmelerin büyük etkisi olmuştur. Lojistiğin tarihsel süreci incelendiğinde, askeri olayların yoğun yaşandığı dönemlerde lojistik çalışmalarının ivmelendiği ve lojistik literatürüne yeni uygulamaların kazandırıldığı görülmektedir.

Devletler öncelikli olarak hayatta kalmak için mücadele verirler. Bu hayat mücadelesinde ilk yapılan askeri kapasitenin artırılmasıdır. Bu nedenledir ki büyük teknolojik gelişmelerin neredeyse tamamı askeri maksatla yapılmış, sonrasında ise diğer alanlara sirayet etmiştir. Örneğin İkinci Dünya Savaşı sonrası başlamış olan uzay çalışmalarının geri planında Hitlerin İngiltere’yi vurmak için ürettiği roketler bulunmaktadır. Yine hava taşımacılığının ilk çıkış noktası askeri kapasitenin artırılması amacı ile yapılan çalışmalara dayanmaktadır. Daha spesifik örnekler vermek gerekirse, yalın lojistik ve belli alanlara yönelmiş özel lojistik kavramlarının çıkış noktası ve pratiğe döküldüğü kurum ABD Genel Kurmayı olmuştur. Yine İngilizler akıllı satın alma olarak ifade edebileceğimiz “smart procurement” ile ömür devri yaklaşımını geliştirmişlerdir. Ayrıca özellikle günümüzde sıklıkla kullanılan dış kaynak kullanımının Türkiye’de tüm kurumlardan önce Türk Silahlı Kuvvetleri’nde kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenledir ki askeri alanda yaşanan lojistik gelişmelerin daha dikkatli bir şekilde analiz edilmesi, ilerleyen süreçte sivil hayatta da yaşanması muhtemel sorunların önceden tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması bakımında faydalı olacaktır.(Kaynakça:



KESKİN, Hakan, M. Lojistik El Kitabı-Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, 2. Basım, Nobel Yayıncılık)

## 2. METODOLOJİ

Makalede metodoloji olarak Literatür Taraması yöntemi kullanılmıştır. Kıbrıs Barış Harekâtı'nda yaşanan lojistik aksaklıklar ile ilgili yazılmış makaleler ve harekâta katılan personelin anılarının bulunduğu kitaplar ve demeçler araştırılarak bulgular elde edilmiştir.

## 3. KIBRIS BARIŞ HAREKÂTI VE LOJİSTİK FAALİYETLER

### 3.1. Kıbrıs Adasının Tarihsel Gelişimi

Kıbrıs adası tarih boyunca jeopolitik ve jeostratejik olarak sıklet merkezi olma özelliğini koruyarak, varlığını sürdüren ülkelere harekât ve lojistik açıdan büyük avantajlar sağlamıştır. Özellikle Süveyş kanalının açılması, ada üzerindeki hâkimiyet kurma mücadelelerini beraberinde getirmiştir. Tarihsel perspektiften bakıldığında; M.Ö. 1000'li yıllardan M.S. 1000'li yıllara kadar Fenike, Pers Krallığı, Makedonya Krallığı (Büyük İskender), Roma İmparatorluğu, Bizans İmparatorluğu ve Kudüs krallığı gibi birçok büyük medeniyetin hâkimiyetine giren Kıbrıs'ta, 1372 yılında Ceneviz, 1473 yılında da Venedik üstünlüğü görülmektedir. (Dünden Bugüne Kıbrıs Tarihi ve Kıbrıs Sorunu-I, Atılım Üniversitesi)

**Harita 1: Kıbrıs Adası Fiziki Haritası**



(Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)

Yavuz Sultan Selim'in Mısır seferi sonrasında Venediklilerin Mısır sultanlarına verdikleri yıllık verginin yeni bir antlaşma ile Osmanlı imparatorluğuna verilmesi sonucu Kıbrıs hukuken Osmanlı imparatorluğuna, fiilen Venediklilere bağlanmıştır. Adanın stratejik konumu Osmanlı imparatorluğu için adanın fethini zorunlu kılmıştır. Osmanlı imparatorluğuna düşman olan Venediklerin muhtemel bir savaş durumunda güney kıyılarını tehdit etmesi ve ticaret yollarının adanın yakınından geçiyor olması, Kıbrıs'ı Osmanlı'nın siyasi ve ekonomik güvenliği için bir anahtar konumuna getirmiştir. Tüm bu nedenler dolayısıyla, II. Selim'in emri ile Piyale Paşa komutasında harekete geçen Osmanlı sefer kuvveti tarafından 1570 yılında Kıbrıs fethedilmiş ve 1878 Kıbrıs Antlaşmasına kadar adada Osmanlı egemenliği hüküm sürmüştür. Bu antlaşma ile birlikte ada İngiltere'ye bırakılmıştır.(Kıbrıs Tarihi, Yakın Doğu Üniversitesi, <http://old.neu.edu.tr/node/482>)

Kıbrıs Sorunu'nun 1878 yılında yapılan Kıbrıs Antlaşmasıyla başladığı söylenebilir. I.Dünya Savaşı ile İngiltere adayı ilhak etmiş, 1931 yılı itibariyle ise adadaki Rumlar Yunanistan ile birleşme taleplerini daha yoğun bir biçimde dile getirmeye başlamışlardır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra "ENOSİS" kampanyası hız kazanarak bu amaç doğrultusunda Yunanistan'dan gelen Albay Grivas öncülüğünde, EOKA örgütü kurulmuş, türlü işkence ve insanlık dışı zorlamalar ile adadaki Türkler göçe zorlanmıştır.(Kıbrıs Barış Harekâtı, Muharip Gaziler Derneği, <http://muharipgaziler.org.tr/kibris-baris-harekati/>)

Coğrafi olarak Kıbrıs adasının kuzeyinde Türkiye (64 km), doğusunda Suriye(96 km), güneyinde Mısır(400 km) ve batısında Yunanistan(770 km) bulunmaktadır. Sicilya ve Sardunya'dan sonra Akdeniz'in 3'üncü büyük adası olan Kıbrıs adasının yüz ölçümü 9282 km<sup>2</sup>'dir. Günümüzde yüz ölçümü olarak adanın %66'sı Rum yönetimi, % 34'ü ise Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin kontrolündedir.(KKTC Hakkında, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <http://tanitim.ncc.metu.edu.tr/kkctc-hakkinda/>)

### 3.3. Harekât Öncesi Hazırlıklar

Kıbrıs adası, 1970'li yıllarda yoğun bir Türk-Rum mücadelesine sahne olmuştur. Rum kesimi tarafından uygulanan baskı, Türkiye Cumhuriyeti tarafından muhtemel bir harekât fikrini ortaya koymuş, bu doğrultuda Türk Silahlı Kuvvetleri, olası bir harekât için gerekli hazırlıkları yapmaya başlamıştır.

Genelkurmay Başkanlığı, Kıbrıs'a yapılacak olan müdahale öncesi 5 adet çıkarma planı hazırlamıştır. Bunlar:

YILDIZ 70 Harekât planı: Magosa bölgesine amfibi harekâtı.

YILDIZ ATMA-1 Harekât planı: Lefkoşe bölgesine Kayseri Hava İndirme Tugayı'nın paraşüt harekâtı.

YILDIZ ATMA - 2 planı: Bu plan gizli kalmıştır.

YILDIZ ATMA - 3 planı: Kıbrıs Türklerine havadan ikmal desteği planı.

YILDIZ ATMA – 4 planı: Girne sahillerine amfibi harekâtı ve Gönyeli Ovasına hava indirme ve havadan taşınır birlik intikali. (ÖZÇELİK, N., Pusula Dergisi, 2012)

Kıbrıs Barış Harekâtı'nda YILDIZ ATMA-4 planı uygulanmıştır. Harekât planları öncesinde Türk Silahlı Kuvvetleri'nin Kıbrıs'a amfibi harekât gerçekleştirecek donanım, harp silah ve araçlarından yoksun olması karar vericileri bu plana mecbur kılmıştır. Nakıs kalman harp silah ve gereçleri için girişimlere ivedilikle başlanarak Genelkurmay Başkanlığı tarafından çıkarma gemileri satın alma ve inşa faaliyetleri icra edilmiş, amfibi filo ve bir deniz piyade alayı oluşturulmuştur. Havadan indirilen ve taşınan komando birlikleri de tugay seviyesine çıkartılmıştır.

**Türkiye hazırlıklarına devam ederken, Rum güçleri de muhtemel bir müdahaleye karşı kayıtsız kalmayarak, yasadışı yollarla tank ve zırhlı araçlarla askeri gücünü arttırmış, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin yapacağı çıkarma ve indirmelere karşı planlar geliştirilmiştir. Bunun yanında Rumlar tarafından gerçekleştirilen 15 Temmuz darbesi sonrası adadaki Yunan subay sayısı da arttırılmıştır.(İkmal Maliye Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı, Yakın Tarihteki Savaşlarda İkmal Hizmetleri,2012)**

**Türk Silahlı Kuvvetleri'nin harekât planı şu şekilde özetlenebilir;**

- Hava İndirme Tugayı bölgeye paraşütle atılacak,
- Komando Tugayı helikopterlerle indirilecek,
- Çakmak Özel Görev Kuvveti Girne Batısına denizden çıkarılacak,
- Önce üçgen bölgenin (hava indirme harekâtının icra edildiği bölge) ve çıkarma bölgesinin elde bulundurulması sağlanacak,
- Takiben denizden çıkan ve havadan inen birlikler, Girne batısına taarruz ederek birleşmesi sağlanarak, sonrasında bölge genişletilecektir.
- Harekâtın birinci safhası hava ve kıyı başının tesisi ve elde bulundurulması, ikinci safhası erken birleşme, üçüncü safhası ise genişletme safhasıdır.

Tugay birliklerinde erlerin terhislerinin durdurulması ve yeni gelen erlerin atlama eğitimlerinin yer safhasını tamamlamaları ile birliklerin harekâta hazırlığı ve kondisyonunun eksiksiz olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. 17 Temmuz tarihinde atama gören personelin katılması ve kapı yükü (atlayıştan hemen sonra birliğin ihtiyaç duyacağı özel malzemelerin, dikdörtgenler prizması şeklinde metal kutulara konularak, personelden hemen önce atılan malzeme) ve konteynır (paraşütçünün üzerinde taşıyabileceği boyuttaki kritik malzeme ve silahların [ateş idare malzemesi, makineli tüfek vb.] konduğu taşıma teçhizatı) gibi son hazırlıkların 48 saat gibi çok kısa bir sürede tamamlanması sonucu hareket gününe ulaşılmıştır.

Uçak sayılarının azlığı nedeniyle paraşüt birlikleri sefer mevcudunun yarısı kadar bir

kuvvet ile harekâta katılmıştır. Birliklerin atıldıktan sonra ikinci öncelikli olarak ihtiyaç duyacağı büyük hacimli malzemelerin paketlenmesi ve atılmaya hazır hale getirilmesi çalışmaları da kısa süre içerisinde yapılmış ve 349'uncu Tümen Grup Mersin'e intikal ettirilmiştir. Bu olay çıkarmanın kesinlik kazandığının ilanı olmuştur.

### 3.4. Kıbrıs Barış Harekâtı

Kıbrıs Barış Harekâtı'ndaki aktif lojistik faaliyetler Başbakan Bülent Ecevit'in 20 Temmuz 06.10'da radyodan dünyaya "Türk Silahlı Kuvvetleri'nin Kıbrıs'a indirme ve çıkarma hareketi başlamış bulunuyor. Allah milletimize, bütün Kıbrıslılara ve insanlığa hayırlı etsin" sözleriyle başlamıştır. Bu faaliyetler havadan 74 helikopter ve 19'u C-47, 6'sı C-130 ve 11'i C-160D olmak üzere toplam 36 adet ulaştırma uçağı ile yapılmıştır.(Gürcan, A.İ., 2013)

20 Temmuz günü saat 06.00 sularında Türk jetleri çıkarma yapılacak bölgelerdeki Rum birliklerini imha etmek amacıyla havalanmıştır. Lapta ve Karava köyleri arasındaki Pladini plajına ilk çıkarma saat 06.15 sularında deniz komando timleri ve istihkâm timleri ile yapılmıştır. İndirme ve uçar birlik harekâtı ile hava indirme ve komando tugayları Gönyeli ve Kırnı bölgelerine indirilmeye başlanmış, Mersin'den Ertuğrul gemisi ve 33 çıkarma gemisi ile Çakmak Özel Kuvveti de komando birlikleriyle eş zamanlı olarak Pladini plajına çıkarmaya başlamıştır. 22 Temmuz günü ateşkes ilan edilinceye kadar adadaki Türk güçlerinin mevcudu 40.000'i bulmuştur. Konuya çözüm bulma amaçlı düzenlenen Cenevre Görüşmeleri'nden sonuç alınmaması sebebiyle 14 Ağustos günü saat 06.30 itibariyle 2. harekât başlamış, 16 Ağustos'a kadar Magosa, Lefkoşa ve Lefke hattının kuzeyindeki bölge tamamen kontrol altına alınmıştır.(Kıbrıs Barış Harekâtı, Muharip Gaziler Derneği, <http://muharipgaziler.org.tr/kibris-baris-harekati/>)

### 3.5. Kıbrıs Barış Harekâtı'nda Yaşanan Lojistik Problemler ve Alınan Önlemler

#### 3.5.1. Harekâta Yönelik Problemler ve Alınan Önlemler

Lojistik, askeri bir harekâtın başarıya ulaşması için gerekli olan temel halkalardan biridir. Tarih, yapılan lojistik hatalar ve ağır sonuçları ile doludur. 1805'de Avrupa'nın kontrolünü eline geçiren Napolyon, o tarihe kadar görülmemiş büyüklükteki bir ordu ile Rusya üzerine yürümüş, Rusların sürekli geri çekilmeleri sonucu ise uçsuz bucaksız Rus bozkırlarına ilerleyerek lojistik destek mesafesinin açılmasını göz ardı etmiştir. Her ne kadar Moskova önlerinde Rus ordusu bozguna uğratılmış olsa da Ruslar lojistiğın ne kadar önemli olduğunu ve harekât gücü ne kadar yüksek olursa olsun lojistik destek olmadan zafer kazanmanın imkânsız olduğunu Hitlerden 129 sene önce Napolyon'a göstermiştir. Bununla birlikte 22 Aralık 1914'de 75 bini tüfekli muharip olmak üzere 118 bin er, 228 top ve 73 makineli tüfekten oluşan üçüncü ordu Sarıkamış harekâtına başlamış ancak lojistik anlamda hazırlıksız olan 90 bine yakın Mehmetçik Ruslara değil kara kışa yenik düşerek şehit olmuştur. Tarih bu

ve buna benzer birçok örnekle doludur. (Kaynakça: KESKİN, Hakan, M. Lojistik El Kitabı-Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, 2. Basım, Nobel Yayıncılık)

Kıbrıs Barış harekâtı icra edilirken de çeşitli nedenlerden kaynaklanan aksaklıklar meydana gelmiştir. Bu aksaklıklar aşağıda sıralanmış olup alınan dersler kapsamında yapılan iyileştirmeler ve çözüm önerileri ilerleyen bölümde irdelenmiştir:

- Uçar birlik harekâtı için kullanılan helikopterler, ulaştırılmak istenen yükü 1,5 metre yükseklikten atarak indirmeyi icra etmişlerdir. Bu durum cephanesandıkları gibi ağır yüklerin bazı askerlerin başına düşmesi ile sonuçlanmıştır.
- Kıbrıs Yerel Kuvvetleri'nin bazı komutanlarının harekât bölgelerine giderken telsiz dâhil tüm ağırlıklarını atarak harekâta katıldıkları ve bu nedenle telsiz kullanmadıklarını ifade ettikleri bilinmektedir. Ağırlıklarını atan birliklerin harekât ve lojistik açıdan risk oluşturduğu söylenebilir.
- Yoğun düşman atışı altında bazı sivil şoförlerin araçları bırakıp kaçtıkları tespit edilmiştir. Bu durum lojistik zafiyete, lojistik zafiyet ise harekâtın aksamasına sebep olmuştur.
- Uçak sayısının yetersiz olmasından dolayı paraşüt birliklerinin harekâta 185 'erli gruplar halinde katılması gerekirken, 112'şerli gruplar halinde katılabilmişlerdir. Bu durum harekâta olması gerekenden daha az bir güç ile başlanmasına neden olmuştur.
- Harekâta katılacağı kesinleşen birlikler Mersin'e günler önce intikal ettirilmiştir. Harekâta katılan personelin yanında gereksiz şahsi eşyalarını getirmesinin, ayrıca sonradan harekât için ihtiyaç fazlası olduğu anlaşılan gaz maskesi, bidon ve sandık gibi malzeme ve teçhizatın birliklerin intikali esnasında olumsuzluklara neden oldukları gözlemlenmiştir. Takiben gerekli önlemler alınarak sayıları azaltılmıştır.
- Harekâta katılan bazı birlikler iase lojistiğinin sağlanamaması sebebiyle yiyecek ve içme suyu bakımından ciddi zorluklarla karşı karşıya kalmışlardır.
- İkmal birlikleri ile muharip birlikler arasındaki mesafe açılmış bu durum lojistik aksaklıklara neden olmuştur. Teçhizatlar, harekâtın başlaması ile birlikte hızlı bir şekilde yıpranmaya başlamış, bazıları ise kullanılamaz hale gelmiştir. Öyle ki bot ve teçhizat ihtiyaçlarının bir kısmı ele geçirilen Rum ikmal noktalarından karşılanmışlardır.
- Harekâta kullanılan araç ve teçhizatın ikmal ihtiyaçları, akaryakıt tankerlerinin yetersiz olması nedeniyle karşılanamayarak harekâtın olumsuz etkilenmesine neden olmuştur.
- Birliklerde mühimmat aracı olarak kullanılan araçların sayılarının ve konumlarının riskleri yayacak şekilde belirlenememesi nedeniyle mühimmat ikmali konusunda problemler yaşanmıştır.

Harekâta Yönelik Problemler bölümünde bahsi geçen problemlere yönelik yapılan iyileştirmeler ve çözüm odaklı uygulamalar aşağıda sıralanmıştır:

- *Yük indirme faaliyeti:* Mevcut ikmal sisteminde Silahlı Kuvvetler envanterinde bulunan uçak ve sistemler ile bu gibi durumların yaşanması önlenmekte, personel güvenliği ön planda tutularak harekâtın icra edilmesi sağlanmaktadır.
- *Ağır iletişim cihazları:* Mevcut ikmal sisteminde gelişen teknoloji ve milli sistemlerimiz ile modern, portatif ve çok fonksiyonlu iletişim sistemleri kullanılmakta, bu cihazların harekât kabiliyetini düşürmesi önlenmektedir.
- *Şoför personel seçimi:* Türk Silahlı Kuvvetleri, mevcut sisteminde harekâta yönelik faaliyetlerde şoför olarak görev alacak personelini asker kişilerden oluşturmaktadır. Bu personel, temel askerlik eğitimi almış olup savaş esnasında emir komuta zincirine uyma ve olaylara reaksiyon gösterme konularında tecrübe sahibi olmakta ve savaş anında uygulayacağı harekât tarzı hususunda bilgi sahibi olarak görev yapmaktadır.
- *Tamir ve parça temini:* Hava Kuvvetleri'nin mevcut sisteminde arıza, kaza-kırım, vb. nedenlerle gayri faal olan uçakların tamir ve parça temin işlemlerinde, sistem üzerinden yapılan öncelik sıralaması ile harekâtın başarısında daha fazla öneme sahip olan uçaklara öncelik verilip bu uçakların mümkün olan en kısa sürede faal hale getirilmesi sağlanmaktadır. Mevcut ikmal sistemi bu sıralamayı otomatik olarak yapmakta ve optimal sonuç elde edilmesini sağlayacak hareket tarzını belirlemektedir.
- *Fazla malzeme intikali:* Günümüz lojistik sisteminde, harekâta katılacak birlik ve araç sayısına odaklı olmak kaydıyla teçhizatı kullanacak birimin; harekâtın süresi, konumu, niteliği, vb. parametreler doğrultusunda geçmiş harekâtlarda ve tatbikatlarda tecrübe ettiği miktarlar kayıt altına alınarak sistem içerisinde uygulama usulü olarak icra edilmektedir. Sistem, bu doğrultuda intikal ettirilecek malzemeleri belirlemekte ve götürülmesine gerek olmayan malzemelerin depolardan çıkarılmasına müsaade etmemektedir.
- *Yiyecek ve su temini:* Mevcut ikmal sisteminde yiyecek ve içme suyu temininde harekâtın konumu ve süresi büyük önem arz etmektedir. Harekâtın kısa süreli ve güvenli bölge oluşturmaya elverişsiz olması durumunda konserve tipi yiyecek ve paket su ile personelin ihtiyacı giderilmektedir. Güvenli bölge oluşturmaya elverişli harekâtlarda sahra tipi mutfaklar kurulmakta ya da ele geçirilen binalara mutfaklar kurulmaktadır. Yıllık olarak hazırlanan yemek listeleri doğrultusunda personelin ihtiyacı olan besin öğeleri karşılanmaya çalışılmaktadır. İçme suyu temininde harekât süresinin uzun olduğu durumlarda ele geçirilen tesislerden yararlanılmakta, tesis bulunamayan durumlarda da su kuyuları açılarak personelin su ihtiyacı giderilmektedir.
- *İkmal birlikleri ile mesafe:* Mevcut sistemde harekât icra edilirken güvenli bölgelere ana ikmal merkezleri kurulmaktadır. Harekât alanının genişlemesiyle ele geçirilen



yeni alanlardaki güvenli bölgelere de ana merkezler kurularak sürekli iç bölgeden ikmal transferi yapması önlenmekte, bu sayede fazla iş yükünün ve zaman dayalı sorunların önüne geçilmektedir.

- *İkmal yedeği hesaplanması*: Mevcut ikmal sisteminde ikmal yedekleri, sistem tarafından malzemeye bağlı olmak üzere konum, zaman, vb. kısıtları da göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır. Geçmiş kullanım oranları ve harekât parametreleri dikkate alınarak yapılan hesaplama neticesinde gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmekte ve harekât esnasında teçhizat eksikliği yaşanmasının önüne geçilmektedir.
- *Akaryakıt miktarı hesaplanması*: Mevcut ikmal sisteminde, harekât esnasında kullanılacak araç sayısı, kullanım süresi, kullanım yoğunluğu, yedek miktar vb. parametreler göz önünde bulundurularak otomatik olarak kullanılacak akaryakıt miktarları belirlenmekte, bu miktarlar doğrultusunda akaryakıt tankeri tahsis edilmektedir.
- *Kritik malzeme depolanması*: Mevcut ikmal sisteminde harekâta büyük öneme sahip cihaz, mühimmat, silah, vb. malzemelerin depolanmasında aynı malzemenin tek bölgede olması engellenmekte, çeşitli noktalara dağıtılarak depolanması sağlanmaktadır. Bu sayede bir deponun hasar görmesi durumunda aynı cins malzemenin tükenmesi önlenmekte ve harekâtın malzeme eksikliğinden olumsuz etkilenmesinin önüne geçilmektedir..

### 3.5.2. Silah Ambargosu ve Milli Savunma Sanayii'nin Kurulması

Kıbrıs Barış Harekâtı öncesinde müttefik devletlerden aldığımız silahları milli menfaatlerimiz doğrultusunda kullanıyor olmamız müttefik devletlerde ambargo söylemlerine sebep olmuştur. Bu durum da milli savunma sanayiinin kurulması fikrini akıllara getirmiş ve bu dönemle birlikte savunma sanayiinde millileşme adımları atılmaya başlanmıştır. Kıbrıs harekâtı öncesinde çıkarma gemisi yapımı için “Türk Donanma Cemiyeti” (1965) ve Türk Hava Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (1970) kurulmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri, yaşanan Kıbrıs sorununun büyük bir bölümünde olaylara müdahil olmuştur. EOKA örgütünün en büyük savunucularından olan Makarios'un adada Türklere karşı uyguladığı insanlık dışı müdahaleler karşısında adadaki üslerinin geleceği konusunda endişe duyan Amerika, harekât fikri ortaya çıktıktan sonra da harekâtı önlemeye yönelik girişimlerde bulunmuştur. Nitekim harekâtın icra edilmesiyle de Türkiye'ye karşı olumsuz tavır almıştır. Harekâtın sona ermesiyle birlikte Amerikan Kongresi'nin Türkiye'ye savunma amacıyla verilen silahların harekâta kullanıldığı bahanesini öne sürerek 5 Şubat 1975'te aldığı kararla Amerika tarafından Türkiye'ye silah ambargosu uygulanmıştır. Silah ve sistemlerinin birçoğu Amerikan üretimi olan Silahlı Kuvvetler bu ambargodan büyük ölçüde etkilenmiştir. Uygulanan bu ambargo, Milli Savunma Sanayisini önemini gözler önüne sermiş ve bu dönemde milli savunma sanayisini oluşturma fikri etkili bir biçimde ortaya çıkmıştır. Aynı yıl Kara Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı kurulmuş ve kurulan kara, deniz ve hava

güçlendirme vakıflarına halkın büyük katkıları olmuştur. Bu vakıflara özel gelir sağlamalarına olanak tanıyan yasaların çıkarılmasıyla milli sanayi yolunda önemli gelişmeler sağlayan ASELSAN(1975), İŞBİR(1979), ASPİLSAN(1981) ve HAVELSAN(1982) gibi kurumlar kurulmuştur.( Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği(2011), Türk Savunma Sanayisi Tarihçesi, [http://www.sasad.org.tr/turk\\_savunma\\_sanayisi\\_tarihcesi.html](http://www.sasad.org.tr/turk_savunma_sanayisi_tarihcesi.html).) Kurulan bu kurumlar Hava Kuvvetleri envanterine birçok silah, sistem ve mühimmat kazandırmış olup gelişen teknolojiye ayak uydurarak havacılıkta öncü ülkelerin hava kuvvetleri ile yarışır konuma gelmemizde büyük faydalar sağlamaktadırlar.

#### 4. HAREKÂT SONRASINDA LOJİSTİK SİSTEMİNDE UYGULANAN YENİLİKLER

1939 yılına kadar Alman ve Fransız lojistik sistemleri, II. Dünya Savaşı sırasında ise İngiltere’den uçak tedarik edilmesi nedeniyle 1949 yılına kadar İngiliz lojistik sistemini kullanan Türk Hava Kuvvetleri, Truman Doktrini ve Marshall Planı doğrultusunda ABD’nin yaptığı malzeme yardımı dolayısıyla 1949 yılında Amerikan lojistik sistemi benimsenmiştir(Gnkur. Harp Tarihi Bşk.lığı, 2014). Kıbrıs Barış Harekâtı sonrası Hava Kuvvetleri bünyesine yeni ve modern silah sistemlerinin girmesiyle lojistik sistemde yenileştirme ve yeniden yapılanma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 1980’lerde F-16 uçaklarının envantere girmesi ve teknoloji alanındaki hızlı değişim ile birlikte 1982 yılında “REMO-II Projesi” faaliyete geçirilmiştir. Bu proje kapsamında, öncelikli olarak merkezi kontrollü ve tüm hava birlikleriyle bütünleşik, lojistik amaçlı bilgisayar sistemi kurulmuştur. İlk karar destek sistemi olan İDS 1988 yılında yapılandırılmaya başlanmış ve 1 Ekim 2011 tarihine kadar kullanılmıştır. İDS ihtiyaç hesaplaması malzeme bazlı olarak envantere bulunan malzemelerin, ana muadil ilişkisi hariç birbiri arasında herhangi bir bağlantı olmadığı, malzeme hareketlerindeki talep değişiminin tedarik ve tamir için bağımsız olarak gerçekleşeceği, tedarik için gerekli kaynakların sınırsız olduğu ve belirlenen seviyelere uygun olarak depo doluluk oranının sağlanmasının yeterli olacağı gibi temel varsayımlar üzerinden hesaplama yapmaktadır. İDS 1 Ekim 2011 tarihinden sonra yerini HAVELSAN tarafından tasarlanan SAP tabanlı bir karar destek sistemi olan Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi Kaynaklar Yönetimi(HvBS-KY) Malzeme İhtiyaç Planlamasına(MİP) bırakmıştır. Bu sistem tamamen milli bir sistem olup yalnızca malzeme değil aynı zamanda bakım modüllerinin de birbirleriyle entegre olduğu bir sistemdir.

MİP aktivasyonundan sonra İDS tamamen terk edilmiştir. Geçiş aşamasında, öncelikle İDS mantığının Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi’nde (HvBS) yaratılması, daha sonra HvBS kabiliyetlerinin imkân tanıdığı Vari-Metric hesaplama modelinin kullanılması planlanmıştır. İDS hesaplama mantığı, temel aldığı veriler üzerine ürettiği sonuçlarla her ne kadar doğru hesaplama yapsa dahi hesaplama sonuçları birebir olarak düşük yüzdelerle gerçekleşebilmektedir. Birçok ülkenin Silahlı Kuvvetlerinin temel lojistik prensiplerinde olduğu gibi en önemli alt hedefler, beklenen borç (stoksuzluk) miktarını azaltmak suretiyle sistemlerin faaliyet oranını kuvvet standartları üzerinde tutmak ve maksimize etmek şeklindedir. Bu hedefler bütçe



kısıtlarına uyma ve mümkün olan en düşük envanter seviyesi tutma zorunluluğu içerisinde yerine getirilmektedir. Bunun için, tedarik faaliyetlerinin marjinal analiz tekniği kullanılarak gerçekleştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Marjinal analiz, harcanan birim maliyet başına hangi parçanın beklenen borç miktarında en büyük azalma yaptıracağını araştıran güçlü bir kuramdır (Sherbrooke,2004) ve bu kabiliyetin HvBS kapsamında kazanıldığı değerlendirilmektedir. Bu karar destek sisteminin sahip olduğu parametreler üzerinde yapılacak değişiklikler ile savaş zamanı uygulanabilecek ambargolardan en aşgari seviyelerde etkilenilmesi sağlanabilecektir.

## 5. SONUÇ

Kıbrıs Barış Harekâtı, Türkiye Cumhuriyeti'ne ilkleri yaşatması ve sonuçları itibariyle birçok alanda tecrübe kazandırma ve geç kalınmış projelere başlama hususunda ateşleyici unsur olma konularında belirleyici bir olay olarak tarihteki yerini almıştır. Kıbrıs adası, tarihsel süreçte de görüldüğü üzere Akdeniz ve çevresinde stratejik ve jeopolitik konumu itibariyle bölgede söz sahibi olmak isteyen ülkelerin odak noktası olma özelliğini korumaktadır. Uluslararası alanda ülkemizin katılım sağladığı birçok platformda tekrar tekrar gündeme gelmekte ve yapılan görüşmelerin ana maddesi haline gelmektedir. Kıbrıs adasındaki mevcut refahın ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti sınırları içerisindeki egemenliğin sağlanmasında en önemli unsur şüphesiz ki 1974 Kıbrıs Barış Harekâtı'dır. Bu harekât, Türkiye Cumhuriyeti için hem politik hem de askeri koşullar göz önünde bulundurulduğunda uygulama hususunda büyük zorluklar çıkarılması muhtemel bir plan olarak görülmekteydi. Bu nedendir ki harekâtın başarıyla sonuçlanması, Türkiye Cumhuriyeti için bir zafer niteliğindedir. Harekâtın askeri alanda uygulama usulleri değerlendirildiğinde harekât sonrası döneme ışık tutarak çeşitli uygulamalarda iyileştirmelere gidilmesi konusunda önyak olduğu görülmektedir. Harekât kara-hava ve deniz olmak üzere üç koldan müşterek bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu harekât, askeri literatürde uygulanması zor bir harekâttir. Bu harekâtın başarısı, birlikte çalışabilirliğin sağlanması ile doğru orantılıdır. Harekâtın başarısının en büyük belirleyici unsurlarından olan lojistik, bu aşamada uygulanması zor ve hataya müsait bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Her üç kuvvete bağlı bulunan unsurların ikmal desteğinin sağlanması amacıyla Türk Silahlı Kuvvetleri, başarıyı destekleyecek şekilde faaliyetlerini icra etmiştir.

Makalemizde harekât sürecinde lojistik alanda meydana gelen lojistik aksaklıkları kayıtlardan ve bizzat yaşayan personelin anılarından ele alarak bu aksaklıklar neticesinde gelecek dönemlerde yapılan iyileştirmeleri sıraladık ve harekâtın gelecek dönemlerdeki lojistik gelişmelere ne ölçüde ışık tuttuğunu ortaya koymaya çalıştık. Sonuç olarak tarihsel süreçte yaşanan olayların sonraki dönemlerde gelişmelere sebep olduğu göz önünde bulundurulduğunda; Kıbrıs Barış Harekâtı'nın, harekât sonrası dönemden günümüze kadar yaşanan lojistik gelişmelerde etkili olduğu sonucu çıkarılmış, siyasi alandaki katkılarının yanında bilimsel alandaki katkılarıyla da Cumhuriyet tarihinin büyük başarılarından biri olarak yer aldığı görülmüştür.

## 6. KAYNAKÇA

1. Can, Şinasi. (2014), Kurtarılmış Ada Kıbrıs, 1.Baskı, Akademisyen Kitabevi, Ankara.
2. Erenel, F, “Askeri Lojistik Nedir”, Transport Dergisi, Yıl:2012, Sayı:2, İstanbul.
3. Gnkur. Harp Tarihi Bşk.lığı, (2014), Türk Silahlı Kuvvetleri Tarihi.
4. Gürcan, A.İ. (2013), Kıbrıs Barış Harekâtı ve Ötesi, 1.Baskı, Kastaş Yayınevi, İstanbul.
5. Gürpınar, V.E. (2015), Genç Bir Asker Kıbrıs ve Barış Harekâtı, 1.Baskı, Kastaş Yayınevi, İstanbul.
6. İkmal Maliye Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı, **Yakın Tarihteki Savaşlarda İkmal Hizmetleri**, Küçükyalı, İstanbul.
7. İzgi, A. (2007), “Kıbrıs Barış Harekatı Sonrasında Türkiye’ye Uygulanan Silah Ambargosu ve Sonuçları”, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
8. Keskin, Hakan., M. Lojistik El Kitabı-Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, 2. Basım, Nobel Yayıncılık
9. Satan, A., Şentürk, E. (2012), Tanıkların Diliyle Kıbrıs Olayları, 1.Baskı, Tarihçi Yayınları, İstanbul.
10. Sherbrooke, Craig C. (2004), “Optimal Inventory Modeling of Systems, Multi-Echelon Techniques”, Kluwer Academic Publishers
11. Üçler, E. (2014), Kıbrıs Çıkartması, 2.Baskı, Yeniüzyıl Yayınları, İstanbul..
12. URL 1, Deniz Harp Okulu Pusula Dergisi, Necmettin ÖZÇELİK “Kıbrıs Barış Harekâtı”, [http://www.dho.edu.tr/sayfalar/00\\_anasayfa/11\\_pusula/72/kibris.html](http://www.dho.edu.tr/sayfalar/00_anasayfa/11_pusula/72/kibris.html)., Erişim Tarihi: 3 Mart 2017.
13. URL 2, Dünden Bugüne Kıbrıs Tarihi ve Kıbrıs Sorunu-I, Atılım Üniversitesi, <https://www.yumpu.com/tr/document/view/19908600/dunden-bugune-kibris-tarihi-ve-kibris-sorunu-i-kbrsta->, Erişim Tarihi: 17 Mart 2017.
14. URL 3, KKTC Hakkında, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <http://tanitim.ncc.metu.edu.tr/kkte-hakkinda/>, Erişim Tarihi: 5 Mart 2017.
15. URL 4, Kıbrıs Barış Harekatı, Muharip Gaziler Derneği, <http://muharipgaziler.org.tr/kibris-baris-harekatı/>, Erişim Tarihi: 3 Mart 2017.
16. URL 5, Kıbrıs Tarihi, Yakın Doğu Üniversitesi, <http://old.neu.edu.tr/node/482>, Erişim Tarihi: 3 Mart 2017.
17. URL 6, Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği(2011), Türk Savunma Sanayisi Tarihçesi, [http://www.sasad.org.tr/turk\\_savunma\\_sanayisi\\_tarihcesi.html](http://www.sasad.org.tr/turk_savunma_sanayisi_tarihcesi.html)., Erişim Tarihi: 5 Mart 2017
18. URL 7, Tarakçı, M.,“Kıbrıs Barış Harekâtı”, Mustafa Tarakçı, <http://turkcetarih.com/wp-content/uploads/2015/07/K%C4%B1br%C4%B1s-Bar%C4%B1s-Harekat%C4%B1.pdf>., Erişim Tarihi: 10 Mart 2017.

# KARADENİZ'DE FAALİYET GÖSTEREN LOJİSTİK İŞLETMELERİNDE ÇEVRESEL BELİRSİZLİK FAKTÖRLERİNİN İŞ SÜREÇLERİNE OLAN ETKİSİNİ BELİRLEMeye YÖNELİK BİR UYGULAMA

*Selçuk KORUCUK<sup>1</sup>, Yasemin TATLI<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Günümüzde gerek imalat işletmeleri gerekse hizmet işletmeleri iş süreçlerini etkin kılarak rekabet avantajı elde etmek istemektedir. Fakat işletmeler bu faaliyetleri gerçekleştirirken birtakım engellerle karşılaşmaktadır. Bu engellerden birisi de işletmeler açısından çevresel belirsizliktir. Bu kapsamda bu çalışmanın amacında, Karadeniz Bölgesinde faaliyet gösteren lojistik işletmelerinde çevresel belirsizlik faktörlerinin iş süreçleri üzerine olan etkisini belirlemek ve bu doğrultuda kurumsal ve bireysel olarak öneriler geliştirmektir.*

*Anket çalışmasında lojistik işletmelerindeki çevresel belirsizlik faktörleri ve iş süreçleri hakkında sorular sorulmuştur. Sonuçlar SPSS ortamına aktarılarak istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu kapsamda çalışma sonucuna göre, çevresel belirsizlik faktörleri ile iş süreçleri arasında güçlü bir ilişki olduğu saptanmıştır.*

**Anahtar kelimeler:** Belirsizlik, Çevresel Belirsizlik, Süreç, İş Süreci.

## AN APPLICATION DETERMINE THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL UNCERTAINTY FACTORS ON BUSINESS PROCESSES IN LOGISTICS ENTERPRISES OPERATING IN THE BLACK SEA REGION

### ABSTRACT

*Nowadays, both manufacturing and service businesses want to gain competitive advantage by activating business processes. But businesses are facing a number of obstacles. One of the obstacles businesses face is environmental uncertainty.*

*The aim of this study is to determine the effect of environmental uncertainty factors on business processes in logistics enterprises operating in the Black Sea Region and to develop institutional and individual*

---

<sup>1</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Köse Meslek Yüksekokulu Ulaştırma Hizmetleri Bölümü

<sup>2</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Köse Meslek Yüksekokulu Lojistik Bölümü

*suggestions in this direction. In the survey, questions about environmental uncertainty factors and business processes in logistics enterprises were asked.*

*Results were transferred to SPSS environment and evaluated by statistical methods. It has been found that there is a strong relationship between environmental uncertainty factors and business processes according to the study result.*

**Keywords:** Uncertainty, Environmental Uncertainty, Process, Business Process.

## 1. GİRİŞ

Belirsizlik kavramı, gelecekteki durumların önceden tahmin edilmediği ve doğru öngörünün yapılamadığı şeklinde ifade edilmiştir(Sargut ve Özen,2007:87).

Bu kapsamda Cruz ve Marquez'in yapmış olduğu çalışmada beş belirsizlik kaynağı tanımlanmıştır (Cruz ve Marquez, 2013: 474).

- Doğal koşullardan kaynaklanan belirsizlik,
- Pazar koşullarından kaynaklanan belirsizlik,
- Ülke kaynaklı belirsizlik,
- Teknolojik yapıdan kaynaklanan belirsizlik,
- Endüstri /Rekabet koşullarından kaynaklanan belirsizliklerdir.

Çevresel belirsizlik ise, yöneticilerin karar alırken çevre ve değişimin yönü hakkında tam bilgi sahibi olmamaları ve başarısızlık ihtimalinin artması olarak tanımlanmıştır (Daft ve diğerleri, 2010: 146). Yani karar alıcıların alternatif kararlar, maliyetler ve iş süreçlerine ilişkin değerlendirmelerinin güç hale gelmesi de denilebilir.

Başka bir tanımda ise çevresel belirsizlik, işletmelerin kendileri ile ilgili veya ilgisiz olan verileri tespit edememesi, geleceği tam görememesi, bilgi karmaşıklığı ya da eksikliği yüzünden muhtemel sonuçların tam olarak tespit edilmemesi olarak söylenmiştir (Hoque,2004;485-502, Ashill ve Jobber;,1999,519-540, Freel,2005:49-64).

Duncan (1972) çevresel belirsizliğin iki boyutu olduğunu belirtmiştir. Bunlar değişkenlik ve karmaşıklıktır.

- Değişkenlik, işletme çevresinin sürekli değişmesi olarak tanımlanmıştır.
- Karmaşıklık ise, farklı çevresel faktörler olan (işletme dışı olayların sayısı ve türü) üzerinde yoğunlaşma olarak verilmiştir (Duncan,1972:313-327).

Başka bir çalışmada ise çevresel belirsizlik üç boyutundan bahsedilmiştir.

- Dinamizm, değişimin ve belirsizliğin yüksek olduğu bir çevreyi ifade eder.
- Karmaşıklık, işletmenin çok fazla paydaşla ilişkisinin olduğu ve bu ilişkiden kaynaklanan taleplerin yerine getirilmesini belirtir.

- Cömertlik ise, işletmenin çevresinde bulunan kritik kaynakların kıtlığı ve bolluğunun ifadesidir.(Dess ve Beard,1984:52-73).

İşletme ile çevresel belirsizlik arasındaki ilişkiyi tespit etmek için çevresel belirsizlik kaynakları ve türlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda çevresel belirsizlik kaynakları aşağıda verilmiştir. Bunlar; çevresel karmaşıklık ve çevresel değişkenlik olarak ifade edilmiştir (Budak,1999:26).

Çevresel belirsizlik türleri ise, durum belirsizliği, etki belirsizliği ve yanıt belirsizliği olarak verilmiştir

(Milliken,1987:136-137). Bu kapsamda çevresel belirsizlik olgusuna değindikten sonra süreç ve iş süreci kavramlarına bakmak gerekir.

Süreç, çok çeşitli tanımları olmasına karşın genelde girdilerin çıktılara dönüştürülmesi işlemlerinin tümüne denir ( Born,1994:23). Diğer bir ifade ile süreç, belirli bir pazar ya da müşteri için belirli çıktıların üretimine yönelik ölçülebilen, yapısal faaliyet ve etkinliklerin toplamı olarak ifade edilmiştir. Yani bir veya birkaç girdinin alınıp, müşteri için değer ve önem yaratacak çıktıların oluşturulmasındaki tüm iş faaliyetleridir (Hammer ve Champy,1997:12).

Bu doğrultuda sürecin temel elemanları aşağıda verilmiştir (Soydan,2006:44).

- Girdi,
- Çıktı,
- Tedarikçi,
- Süreç Performans Değerlendirmeleri,
- Müşteri,
- Süreç Aktiviteleri,
- Müşteri İhtiyaç Beklentileri, olarak tanımlanmıştır.

İş süreci ise, müşteri ve pazar beklentilerini karşılamak amacı ile fonksiyonlar boyunca çalışan birbirleri ile ilgili etkinlikler serisidir ( Varoğlu,1998:99). Yani müşteri ve pazara yönelik değer yaratan bir ya da birkaç girdinin alınıp çıktıya dönüştürülmesidir.

Adesola ve Baines'e göre ise iş süreci, organizasyon kaynakları ile organizasyon hedeflerine ulaşmada gruplanan faaliyetler dizisidir (Varoğlu,1998:100). Bu bağlamda, temel iş süreçleri aşağıdaki olgulardan oluşur (Harrington, 1991:340).

- Girdiler (Bilgi, Malzeme, Talimat),
- Kontroller (Standartlar, Şartlar, Prosedürler),
- Araçlar (İnsan, Makine, Alet, Hesap),
- Çıktılar (Bilgi, Ürün, Hizmet) olarak ifade edilmiştir.

Yine ISO/TC 176/SC 2 Komitesine göre aşağıda ana iş süreci tanımlanmıştır (ISO,2003:4).

- Kuruluşun Yönetimi İçin Gerekli Süreçler: Stratejik planlama ile bu planlara yönelik politikaların oluşturulması, hedeflerin tanımlanması, kaynak verimliliği, teknoloji, iletişim gibi unsurların yeniden düzenlenmesidir.
- Gerçekleştirme Süreçleri: Kuruluşun istenen çıktısını üreten süreçlerdir.
- Ölçme – Analiz ve İyileştirme Süreçleri: Etkinlik, verimlilik ve performans analizi için gerekli verilerin toplandığı süreçlerdir. Ölçme, izleme, tetkik, düzeltici ve önleyici faaliyetlerden oluşmaktadır (Genç,2004:51).

Markku Tinnila ya göre ise temelde 4 süreç vardır. Bunlar:

- Yenilikçi Süreç,
- Teknik Süreç,
- Sosyal Süreç ve
- Uygulayıcı Süreç olarak ifade edilmiştir( Tinnila,1996:44-59).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Örnekleme, evreni temsil etmek üzere çeşitli tekniklerle evren elemanlarından seçilen ve üzerinde inceleme yapılan gruba verilen isimdir. Örnekleme ise, bir çalışmada evreni temsil edecek bireylerin belirlenmesidir. Örneklemenin temel amacı bir evren hakkında bilgi kazanmaktır; nadiren bir çalışma, konuyla ilgili tüm evreni kapsar. Gerçekte tüm grubun kullanılması yani evrenin kullanılması mümkün olmamakla birlikte gereksizdir. Eğer evren ulaşılamayacak kadar büyükse veya coğrafi olarak dağınıksa bu grubun çalışmasının sonuçları zaman, para ve çaba açısından oldukça masraflıdır. Bu nedenle yapılacak iş bu ana kütleli temsil edecek, onun küçültülmüş bir örneğini oluşturmaktır (Özen ve Gül, 2007: 397).

Bu bağlamda, araştırmanın evreni olarak Karadeniz bölgesindeki iller olan Samsun, Ordu ve Trabzon da faaliyet gösteren lojistik işletmelerindeki çevresel belirsizlik faktörlerinin iş süreçlerine olan etkilerini belirlemek üzere bilgi toplama formu (anket) oluşturulmuştur. Bu çerçevede 74 lojistik işletmesinde çalışanlar ile yüz yüze görüşülmüş ve anketlere yanıt alınmıştır.

Sorulan sorular aşağıda verilen ana başlıklar halinde sıralanmıştır. Bunlar;

1. Genel Bilgiler,
2. İşletmelerde sürdürülebilir iş süreçlerine yönelik sorular ve
3. Çevresel Belirsizliğe dair sorular yer almıştır.

Anket sonuçları SPSS ortamına aktarılarak istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Ayrıca frekans ve yüzde dağılımlar ile belirlenen değişkenler arasında ilişki analizleri yapılmıştır.

Lojistik iş süreçleri ve çevresel belirsizliğe ilişkin olarak yapılan güvenilirlik analiz sonucu aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

**Tablo 1. Güvenilirlik Analiz Sonucu**

Ölçekler	İfade Sayısı	Cronbach's Alpha ( $\alpha$ )
Lojistik İş Süreçleri	16	0,775
Çevresel Belirsizlik	16	0,763

Kullanılan ölçeklerin Cronbach Alfa ( $\alpha$ ) katsayıları değerlendirildiğinde lojistik iş süreçlerine yönelik ölçeğin güvenilirlik analizi sonucu 0,775 ve çevresel belirsizliğe ilişkin analiz sonucu ise 0,763 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında ölçeklerin iyi düzeyde ( $\alpha > 0,70$ ) güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle ölçekten herhangi bir değişken çıkarılmayarak, diğer analizlere devam edilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmaya ait bulgulara bu bölümde değinilmiştir.

Samsun, Ordu ve Trabzon illerinde faaliyet gösteren lojistik işletmelerine yönelik demografik bulgular aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 2. İşletme bilgileri**

Değişkenler	f	%
<b>Çalışan Sayısı</b>		
1-5	13	17,6
6-10	23	31,1
11-20	29	39,2
31-40	4	5,4
41 ve üzeri	5	6,7
<b>Hukuki Statüleri</b>		
Şahıs İşletmesi	25	33,8
Kolektif Şirket	4	5,4
Limited Şirket	24	32,4
Anonim Şirket	21	28,4
<b>Faaliyet Yılı</b>		
0-2	9	12,2
3-6	13	17,6
7-10	9	12,2
11 yıl ve üzeri	43	58
<b>Pazar Alanı</b>		
Yerel	19	25,7
Ulusal	9	12,2
Uluslararası	3	4,1
Ulusal ve Uluslararası	43	58,1
<b>Şehir</b>		
Şamsun	34	45,9
Ordu	13	17,6
Trabzon	27	36,5
<b>Toplam</b>	<b>74</b>	<b>100</b>

Çalışmaya katılan işletmelere ait bulgular incelendiğinde; çalışan sayısı bakımından en fazla %39,2’i ile 11-20 arası çalışanı olan lojistik işletmeleri, hukuki statüleri bakımından en fazla olan %33,8’i şahıs işletmeleri, faaliyet yılına göre en fazla olan %58’inin 11 yıl ve daha uzun süredir faaliyet gösterdiği, lojistik işletmelerin en fazla %58,1 ile ulusal ve uluslar arası pazarda faaliyet gösterdiği ve %45,9’unun Samsun ilinde faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 3. İşletmelerin Lojistik Faaliyet Alanları**

Değişkenler	f	%
Ürün geri dönüşleri (Tersine Lojistik)	4	5,4
Envanter kontrolü	5	6,8
Satın alma	6	8,1
Hurda ve atıkların düzenlenmesi	1	1,4
Ürün montajı/tesisatı	1	1,4
Paketleme	16	21,6
Nakliye takibi / gümrük işlemleri	16	21,6
Depo ve depolama	13	17,6
Taşıma	58	74,4
Parça ve hizmet desteği	0	0
Stok ikmali	3	4,1
Dağıtım	33	44,6
Lojistik bilgi sistemleri	14	18,9
Sipariş süreci	4	5,4
Diğer	5	6,8

Çalışmaya katılan lojistik işletmelerinin lojistik faaliyet alanlarına ait bulguları incelendiğinde; işletmelerin en çok 74,4’ünün taşıma ve %44,6’sının dağıtım alanında en az ise, parça ve hizmet desteği ile hurda ve atıkların düzenlenmesi ve ürün montajı/tesisatı alanlarında faaliyet gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada kullanılan ölçekler için faktör analizi uygulanmış ve ortaya çıkan faktörlere ilişkin güvenilirlikler elde edilmiştir. Anketi oluşturan sorular faktör analizine tabi tutulmuş, en uygun faktör yapısına Varimax dönüşümüyle ulaşılmıştır. Lojistik iş süreçlerine yönelik yapılan analiz sonucunda açıklanan toplam varyans % 67,38’dir. İlk olarak Lojistik iş süreçlerini içeren KMO and Bartlett’s Test tablosu verilmiş, ardından Tablo 5’de faktör yükleri sıralanmıştır.

**Tablo 4. Lojistik İş Süreçlerine Yönelik Barlett ve Kaiser- Meyer-Olkin (KMO) Testleri.**

<b>KMO Değeri</b>		0,658
<b>Barlett Testi</b>	<b>Ki Kare/ Serbestlik Derecesi</b>	300,515
	<b>P</b>	0,000



Yapılan analiz sonucuna göre KMO 0,746 olarak bulunmuştur. KMO'nun 0,50'den büyük olması örneklem büyüklüğünün uygun ve yeterli olduğunu göstermektedir. Tablodan da görüleceği üzere Bartlett's Sig. değeri 0,05 den küçük olduğu için yapılan çalışmaya faktör analizi uygulanabilir.

**Tablo 5. Lojistik İş Süreçlerine Yönelik Faktör Yükleri Tablosu**

Değişkenler	Ort.	S.S	Faktör Yükleri
Acil teslimat duyarlılığı	4,72	,65	,761
Bilgi taşıma maliyetinin düşük olması.	3,92	,88	,639
Teslim edilen malların kalitesinde değişim olmaması.	4,22	,91	,753
Hatasız teslimat başarısı.	4,62	,69	,640
Ana iş çizelgelerinin etkinliği.	4,20	,89	,750
Kapasite kullanımında yüksek verimlilik.	4,57	,68	,303
Satın alma çevrim zamanı verimliliği	4,09	,89	,675
Teslimat sıklığı	4,50	,70	,625
Teslim süresi azaltma	4,39	,73	,728
Kurulum süresi azaltma	3,88	,81	,787
İş önceliklerini değiştirme yeteneği	3,96	,91	,678
Kapasite kullanımında artış	4,31	,90	,772
İş makinesi/ekipmanı atamalarını değiştirme yeteneği.	3,89	,94	,633
Operasyon verimi	4,36	,83	,623
Rekabete göre maliyetleri ayarlayabilme	4,45	,79	,806
Rekabet öncelikleri üzerinde iç süreç kontrolünün inovasyonu	3,97	,93	,608
	<b>4,25</b>	<b>0,41</b>	<b>67,384</b>

Yine çevresel belirsizlik faktörlerine yönelik yapılan analiz sonucunda açıklanan toplam varyans % 70,06'dır. İlk olarak Çevresel belirsizlik faktörlerini içeren KMO and Bartlett's Test tablosu verilmiş, ardından Tablo 7'de faktör yükleri sıralanmıştır.

**Tablo 6. Çevresel Belirsizlik Faktörlerine Yönelik Bartlett ve Kaiser- Meyer-Olkin (KMO) Testleri.**

<b>KMO Değeri</b>		0,653
<b>Barlett Testi</b>	<b>Ki Kare/ Serbestlik Derecesi</b>	339,506
	<b>P</b>	0,000

Yapılan analiz sonucuna göre KMO 0,653 olarak bulunmuştur. KMO'nun 0,50'den büyük olması örneklem büyüklüğünün uygun ve yeterli olduğunu göstermektedir. Tablodan da görüleceği üzere Bartlett's Sig. değeri 0,05 den küçük olduğu için yapılan çalışmaya faktör analizi uygulanabilir

**Tablo 7. Çevresel Belirsizlik Faktörlerine Yönelik Faktör Yükleri Tablosu**

Değişkenler	Ort.	S.S	Faktör Yükleri
Endüstrimizle ilgili çevresel alanda sık sık değişimler olur.	4,55	1,13	,818
Talep seviyesi istikrarsızdır.	4,7	1,03	,761
Piyasa yapısında radikal değişiklikler olur.	4,82	,99	,652
Tutumlarında radikal değişiklik gösteren müşterin baskısı vardır.	4,81	1,04	,737
Sık sık hizmet inovasyonu yapılır.	3,82	1,01	,758
Ortamdaki değişikliklerin getirdiği öngörülmez zorluklar vardır.	4,05	,97	,603
Teknolojide radikal değişimler vardır.	4,05	,97	,749
Çevresel karışıklığın etkisi olarak sosyal, politik ve kültürel değişiminin yarattığı baskı vardır.	4,74	1,03	,583
Kaynaklar kısıtlıdır.	3,35	,97	,769
Endüstride çalışan kişi sayısı yeterli değildir.	3,47	,98	,763
Aktivitelerde gizli riskler vardır.	3,85	,88	,585
Sektördeki rakiplerin sayısı her geçen gün artmaktadır.	3,96	1,01	,534
Satın alma alışkanlıkları açısından müşterilerde çeşitlilik vardır	4,12	,81	,733
Tedarikçilerin çeşitliliği	4,05	,87	,699
Sanayi içinde taşınma ve depolama koşulları açısından farklılaştırılmış ürünlerin olması.	4,15	,82	,798
Teknolojik çeşitliliğin var olması.	4,26	,82	,668
	<b>4,17</b>	<b>,45</b>	<b>70,062</b>

Korelasyon analizi için araştırma değişkenlerine ait Pearson Korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Korelasyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları Tablo 8 de gösterilmiştir. Araştırmada kullanılan değişkenler arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0,640 olduğu tespit edilmiştir. Yani Çevresel belirsizlik faktörleri ile Lojistik iş süreçleri arasında 0,005'lik anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur.

**Tablo 8. Korelasyon Analizi**

Çevresel Belirsizlik		
Lojistik İş Süreçleri	Pearson	
	Cor.	,640***
	p	,000

Araştırma kapsamındaki hipotezleri test etmek amacıyla çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırma kapsamındaki regresyon modelleri SPSS istatistik paket programı ile analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

**Tablo 9. Çevresel Belirsizlik Faktörlerinin İş Süreçlerine Etkisini Gösteren Regresyon Analizi Tablosu**

Bağımlı Değişken: Lojistik İş süreçleri	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahminin Standart Hatası	
	0,640	0,410	0,402	0,30693	
Anova	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Regresyon	4,716	1	4,716	50,060	,000
Artıklar	6,783	72	0,094		
Toplam	11,499	73			
Bağımsız Değişken: Çevresel Belirsizlik	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t Değerli	P
	B	Standart Hata	Beta		
Sabit	1,529	,387		3,954	,000
Tutundurma Faaliyetleri	,653	,092	0,640	7,075	,000

Regresyon analizi tablosuna göre bağımsız değişken olan çevresel belirsizlik, bağımlı değişken olan Lojistik İş Süreçlerine ilişkin değişkene ait varyansı % 41 oranında açıkladığı, başka bir ifadeyle lojistik iş süreçlerindeki herhangi bir aksaklık ya da gecikmelerin % 41'inin çevresel belirsizliğe bağlı olduğu saptanmıştır.

## SONUÇ

Günümüzde işletmeler varlıklarını devam ettirebilmeleri ve küreselleşen rekabet ortamında söz sahibi olmaları çeşitli değişkenlere bağlıdır. Bu değişkenlerden biride iş süreç-

lerinin etkili, etkin ve verimli kullanılmasından geçmektedir. Öyle ki hem kamu kesiminde hem de özel sektörde iş süreçlerinin etkin kullanımı maliyet avantajı sağlamak ile birlikte kaynaklarında verimli kullanılması gibi birçok avantajı vardır. Ancak işletmeler bu süreçte çeşitli engellerle karşılaşmaktadır. Bu engellerden birisi de işletmelerde olumsuz etki oluşturmuş çevresel belirsizlik faktörleridir.

Bu kapsamda Karadeniz Bölgesindeki 3 ilde (Samsun, Ordu ve Trabzon) çeşitli lojistik işletmelerine çevresel belirsizlik faktörlerinin iş süreçlerine etkisine ilişkin sorular sorulmuş ve bu sorulara ilişkin analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmada çevresel belirsizlik faktörlerinin iş süreçleri üzerinde olumsuz etkisi olduğu saptanmıştır. Özellikle çevresel belirsizlik faktörlerinin lojistik işletmelerinde satın almadan müşteri tatminine teknoloji kullanımından sosyal politik ve kültürel değişmeye kadar birçok konuda işletmelere olumsuz etki ettiği tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularından hareketle işletme yöneticileri çevresel belirsizlik faktörlerini iyi anlamalı, yenilikçi davranışları benimsemeli ve uygulamalıdır. Yine her geçen gün karmaşıklaşan dinamik çevre değişkenlerine bağlı olarak risk almalı ve proaktif uygulamalara ağırlık vererek belirsizliği avantaja dönüştürmelidir. Ek olarak, işletme içinde ve dışındaki sosyal, kültürel ve politik değişimin oluşturduğu baskı önemsemeli ve bu doğrultuda eğitim ve kariyer planlamasına gidilmelidir.

Ayrıca küresel rekabet ortamında rakip işletmelerin sayısı giderek artmaktadır. Bu artış beraberinde çevresel belirsizlik unsurlarını güçlendirmekte ve işletmelerin pazar payını azaltmaktadır. İşletme yöneticileri rakiplerinden bir adım daha öne geçecek reklam, tutundurma gibi müşteri tatminine yönelik uygulamalara daha fazla ağırlık vermeleri gerekmektedir.

Yapılan bu çalışma sonucunda ulaşılan sonuçlar işletmelerin yöneticilerine, çalışanlarına, sanayi ve ticaret odalarına ve konu ile ilgili çalışma yapan akademisyenlere katkı sağlayacaktır. Ayrıca araştırmanın Karadeniz Bölgesinde bulunan Samsun, Ordu ve Trabzon illerinde planlandığı göz önüne alındığında, bu illerde faaliyet gösteren kamu kurum ve kuruluşları ile işletmelere yol gösterici olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Ashill, N.J. ve Jobber, D. (1999), "The Impact of Environmental Uncertainty Perceptions, Decision Maker Characteristics and Work Environment Characteristics on The Perceived Usefulness of Marketing Information Systems (MkIS): A Conceptual Framework, *Journal of Marketing Management*, 15, pp.519-540.
- Born, G. (1994), *Process Management to Quality Improvement*, Chichester: John & Sons.
- Budak, G. (1999), "İşletmeleri Başarıya Ulaştıran yol: Örgüt Yapısı, Birey İş Doyumu, Uyum", İzmir. İzmir Ticaret Odası. Sayı. 61.
- Cruz, C. O. and Marquez, R. C. (2013), "Flexible Contracts to Cope with Uncertainty in Public-Private Partnerships. *International Journal of Project Management*", 31 pp. 473-483.

- Daft, R. L., Murphy, J., Willmott, H. (2010), *Organization Theory and Design*. Singapore, South-Western.
- Dess, G. G. ve Beard, D. W. (1984), "Dimensions Of Organizational Task Environments", *Administrative Science Quarterly*, 29, pp. 52–73.
- Duncan, R. B. (1972), "Characteristics of Organizational Environments and Perceived Environmental Uncertainty" *Administrative Science Quarterly*, 17, pp. 313–327.
- Freel, M.S., (2005), "Perceived Enviromental Uncertainty and Innovation in Small Firms," *Small Business Economics*, 25, pp. 49-64.
- Geç, N.(2004) , *Yönetim ve Organizasyon*, İstanbul: Beta Yayınları.
- Harrington, H. J.(1991), *Business Process Improvement-The Breakthrough Strategy For Total Quality Productivity and Competetiveness*, New York.
- Hoque, Z. (2004), "A contingency model of the association between strategy, environmental uncertainty and performance measurement: impact on organizational performance", *International Business Review*, 13,pp. 485-502.
- Hammer, M. and Champy, J.(1997), *Değişim Mühendisliği*, İstanbul: Sabah Yayınları.
- ISO (Uluslar arası Standartlar Enstitüsü (2003), *ISO/TC 176/SC 2 N 544R2, Guidance on the Consept and Use of the Process Aproach for Management Systems*.
- Milliken, F. J. (1987), "Three Types Of Perceived Uncertainty About The Environment: State, Effect, and Response Uncertainty", *Academy of Management Review*, 12, pp.133–143.
- Özen, Y. Ve Gül, A.(2006) *Sosyal Ve Eğitim Bilimleri Araştırmalarında Evren- Örneklem Sorunu*, *KKEDF*, 15, 394-422.
- Sargut, S., Özen, Ş. (2007), *Örgüt Kuramları*, Ankara. İmge Kitabevi.
- Soydan, S. (2006), *Süreç Yönetimi ve İyileştirilmesi Üzerine Bir Uygulama*", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tinnila, M.(1996), " Strategic Perspective to Business Process Redisign", *Business Process Re-engineering Journal*, 1/1, pp. 44-59.
- Varoğlu, D.(1998), *Yöneticiler İçin İnsan Kaynakları Seminer Notları*, İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği.



# LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN BİR YAPAY SİNİR AĞI YAKLAŞIMI

*Burcu KAYA<sup>1</sup>, Nursel ÖZTÜRK<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Hızla büyümekte olan şehirlerin sürdürülebilir olarak gelişmesinde kentsel yük taşımacılığının önemi büyüktür. Kentsel lojistik; trafik sıkışıklıkları, hava ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkilerin yarattığı sorunlar ile karşı karşıyadır. Kentsel nüfus yüzdesinin yüksek olduğu, sanayisinin gelişmiş ve lojistik faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştiği büyük şehirlerde, kentsel lojistiğin şehre ve yaşam alanlarına olan etkileri göz önüne alındığında kentsel yük taşımacılığının analiz ve kontrol edilmesinin önemi ön plana çıkmaktadır. Kentsel lojistik planlama aktivitelerinin içerisinde lojistik merkezlerin kurulması ve lojistik ağında konumlandırılması, ağda etkin ve verimli bir yapılanmanın gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşır. Bu çalışmada; en uygun lojistik merkez yerinin belirlenmesi probleminde; ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu gibi literatürde de sıklıkla geçen faktörler yanında literatürde nispeten daha az karşılaşılan sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler de göz önünde bulundurulmuştur. Lojistik merkez yer seçimi problemi için bir yapay sinir ağı yaklaşımı önerilmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** Lojistik merkez, Yapay sinir ağları, Yer seçimi problemi.

## AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPROACH FOR THE LOGISTICS CENTER LOCATION SELECTION

### ABSTRACT

*The importance of the city freight transport is crucial when the sustainable development of the city is considered. City logistics come up against the environmental problems such as traffic congestion, air and noise pollution. The importance of the analyzing and controlling the city logistics activities is evident, considering the effects on the big cities that have a considerable population, a developed industry, and considerable logistics activities. The location selection decision of the logistics center is crucial in terms of the efficient design of the network. In this study, the factors such as accessibility, costs and land feasibility that are frequently encountered in the literature is considering as the critical factors in selecting the most suitable logistics center location. The socio-economic and environmental factors are relatively less than*

---

<sup>1</sup> Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, [511406003@ogr.uludag.edu.tr](mailto:511406003@ogr.uludag.edu.tr)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, [nursel@uludag.edu.tr](mailto:nursel@uludag.edu.tr)

*the other factors that take place in the literature. An artificial neural network approach is proposed for the location selection problem of the logistics centers.*

**Keywords:** Logistics center, Artificial neural network, Location selection.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, dünya nüfusunun büyük çoğunluğu kentsel alanlarda yaşamaktadır. Kent- sel alanlarda yaşayan nüfus, Birleşmiş Milletler (BM) (2014) tarafından yapılan Dünya Popülasyonu İncelemesi (DPİ) analizine göre toplam dünya nüfusunun yaklaşık %54'ü ka- dardır. Bu sayının 1950 yılında yaklaşık %30'larda iken 2050 yılında %66'lara çıkması ön- görülmektedir. Hızla büyümekte olan şehirlerin sürdürülebilir olarak gelişmesinde kentsel lojistiğin önemi büyüktür. Kentsel lojistik trafik sıkışıklıkları, hava ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkiler ile karşı karşıyadır. Kentsel lojistikte, birçok farklı tipte taşımacılık yöntemi ile birçok farklı noktadan gelen araçlardan, daha çevre dostu ve şehir içi manevra kabiliyeti daha yüksek olan küçük araçlara yük aktarımın gerçekleştirildiği lojistik merkezleri, trafik sı- kışıklığı, enerji tüketimi ve çevresel diğer etkilerin azaltılmasını sağlar. Bu terminallerin yer seçimi hem stratejik, hem taktiksel, hem de operasyonel düzeyde değerlendirilmesi gereken oldukça önemli bir karardır (Benjelloun ve Crainic, 2009). Kentsel lojistiğin etkin ve verimli bir şekilde planlanması için gereklilik olduğu düşünülen lojistik merkezlerin kentsel lojistik ağında konumlandırılması problemi literatürde birçok kaynakta araştırılmıştır. Lojistik mer- kezlerin yerleri belirlenirken arazi büyüklüğü, genişleme olanakları, altyapısı, fiziksel şartla- rı; arazi, inşaat, kullanma, kamulaştırma maliyetleri; üretim ve tüketim merkezlerine, liman, havaalanı, demiryolu ve otoyollara yakınlık; kentsel trafiğe ve ekonomik yaşama etkisi gibi sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler ön plana çıkmaktadır (Tanyaş ve Arıkan, 2013). Bu merkezlerin yer seçimi probleminin çözümünde sıklıkla ele alınan ölçütler arasında ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu yer alırken, yerleşim alanlarına olan sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri literatürde nispeten daha az incelenmiştir.

Lojistik merkez yer seçimi probleminin literatürde çeşitli çözüm yaklaşımları geliştiril- miştir. Lin (2012) lojistik merkez yer seçimi probleminin kendine has bazı özelliklerinden dolayı analitik yöntemler kullanılarak çözülmesinin zor olduğunun altını çizmiştir. Bu zor- luk, problemde birçok parametrenin bir arada dikkate alınması gerekliliği ve oldukça fazla kısıttan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Kayıkcı (2010); Pamucar vd., (2016) de lojistik merkez yer seçimi probleminin analitik yöntemler kullanılarak çözülmesinin oldukça zor olduğunu ve literatürde çoğunlukla çok kriterli karar verme teknikleri kullanıldığını belirt- mişlerdir.

Lin (2012) tarafından bu problemin analitik hiyerarşi süreci (AHS) gibi niteliksel ve niceliksel özellikleri bir arada barındıran metotlar ile çözülmesinde bazı parametrelerin ağır- lıklarını belirlemenin tutarlılığı sağlamak açısından yarattığı zorluğa dikkat çekilmiştir. Lin (2012) sinirsel ağ yöntemi ile ağırlıkların hesaplanmasının bilimsel açıdan daha doğru ve



gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini belirtmiş olup bulanık sinirsel ağlardan faydalanarak bir yer seçim problemi ele almıştır. Literatürde lojistik merkez yer seçimi problemi için yapay sinir ağı (YSA) yöntemini öneren bazı çalışmalar mevcuttur (Yuziang vd., 2009; Hua ve Liang, 2009; Li ve Liu, 2011). Yasanur (2010) lojistik merkez yer seçimi problemine bulanık analitik ağ süreci (AAS) yöntemi ile YSA yapısını birleştirerek bir çözüm yaklaşımı geliştirmiş olup, Önden vd. (2016) ise lojistik yer seçimi problemini bulanık AAS yöntemi ile ele almışlardır. Problem için yapay sinir ağlarını öneren çalışmalara daha az rastlanmıştır (Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016).

Bu çalışmada, kentsel lojistik faaliyetlerinin verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için il çevresine konumlandırılacak olan lojistik merkezlerin yer seçimi problemine sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmıştır. Lojistik merkezlerin yer seçimi probleminde, literatürde ele alınan bazı önemli ölçütlerin yanı sıra sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler de göz önünde bulundurulmuştur.

Tasarlanan yapay sinir ağı, giriş değerlerinin farklı olacağı çeşitli kentlere ait lojistik merkez yeri seçimi problemlerinde karar vericilere destek olabilecek niteliktedir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kent içine, dışına yük aktarma, taşıma ve kent içi lojistik faaliyetlerinin toplamı kentsel lojistik olarak adlandırılmaktadır. 1970'lerde kentsel yük taşımacılığı hakkında trafik düzenlemeleri ile ilgili yoğun faaliyetler yapılsa da, 1975-1980 yılları arasında çalışmalarda yoğunluk azalmıştır (Crainic ve Storchi, 2009). Benjelloun ve Crainic (2009) çalışmasında trafik ve park etme ile ilgili düzenlemelerin kentsel yük taşımacılığı için gerekli olduğu fakat yeterli olmadığının ve yeni stratejiler geliştirilmesinin kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir. Kentsel alanlarda çeşitli boyutlarda olan yük taşıma araçlarının hareket sayılarının fazla olması, çoğu aracın kapasitesinin verimli kullanılamaması gibi sorunların varlığı, trafik ve park etme düzenlemeleri ile çözülemez hal almıştır (Benjelloun ve Crainic, 2009). Trafik yoğunluğunun artması, trafik sıkışıklığı ile ilgili problemlerin artması, trafik düzenlemelerinin bu problemlere yetersiz kalması ve halkın baskısı sonucu 1990'larda bu konudaki araştırmalara yoğunluk verilmiştir (Crainic ve Storchi, 2009; Benjelloun ve Crainic, 2009). Taniguchi vd. (2001) tarafından "kentsel alanlarda lojistik ve taşıma faaliyetlerinin ileri bilgi sistemleri desteği ile trafik sıkışıklığı, trafik güvenliği, enerji tasarrufu gibi faktörleri göz önünde bulundurarak optimize edilmesi" olarak tanımlanan kentsel lojistik kavramı son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Kentsel nüfus yüzdesinin yüksek olduğu büyük şehirlerde, kentsel lojistiğin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri düşünüldüğünde yük taşımacılık faaliyetlerinin incelenmesi, kontrol edilmesi ve planlanması önem taşımaktadır.

Kentsel lojistik taşıma sistemi stratejik, taktik ve operasyonel seviyede planlama gerektirir (Benjelloun ve Crainic, 2009). Planlama aktivitelerinin içerisinde lojistik merkezlerin kurulması ve lojistik ağında konumlandırılması büyük önem taşır. Lojistik merkezler, toplama,

depolama, ayrıştırma, dağıtım ve taşıma gibi faaliyetler konusunda hizmet vererek taşımacılık sistemleri arasındaki akışın planlanması ve tüm lojistik faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanmasına katkıda bulunur. Farklı alanlarda faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcıların bir araya gelmesi, ortak giderlerin paylaşılması ve lojistik maliyetlerin azaltılmasının yanında, çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından lojistik köyler büyük önem taşımaktadır (Tanyaş ve Arıkan, 2013). Lojistik merkezleri, lojistik terminalleri, yük terminalleri, lojistik köy, lojistik platformlar, lojistik merkezler, şehir lojistik terminalleri gibi literatürde çeşitli tanımlamalarla yer almış olup, birçok çalışmaya konu olmuştur.

Literatürde lojistik merkezlerin yer seçimi için göz önünde bulundurulması gereken faktörler çeşitlilik göstermektedir. Lojistik merkez yer seçimi problemi ile ilgili 2008-2016 yılları arasında yapılan çalışmalar incelenmiş olup, faktörlerin çalışmalarda ele alınma sıklıkları sırası ile: ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu faktörleri olarak saptanmıştır. Sosyo-ekonomik ve çevresel faktörlere nispeten daha az rastlanmıştır. Lojistik merkez yer seçim problemi ile ilgili taranan çalışmalarda ele alınan faktörler ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik, çevresel faktörler olmak üzere dört ana grupta toplanmıştır. Ulaşım kolaylığı, havaalanı, karayolu, liman ve demiryollarına, şehir merkezine, üretim ve tüketim merkezlerine, sanayi bölgelerine, serbest bölgelere, bölgedeki diğer illere yakınlık gibi faktörler bu grup altında incelenmiştir. Özellikle havaalanına ve karayoluna yakınlık lojistik merkez yer seçiminde önemlidir (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Görgül, 2012; Peker, 2012; Demiroğlu, 2014; Elevli, 2014; Önder vd., 2014; Önden vd., 2015; Özceylan vd., 2016; Önden vd., 2016; Perker vd., 2016). Havaalanı ve karayoluna yakınlığın yanında, limanlara ve demiryollarına yakınlık da önemli kriterler arasında yerini almaktadır (Bamyacı, 2008; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Önden vd., 2016; Özceylan vd., 2016). Literatürde lojistik merkez yer seçimi kapsamında çeşitli ulaşım modlarına olan yakınlık faktörü literatürde sıklıkla ele alınırken, üretim ve tüketim merkezlerine yakınlık (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Kayıkçı, 2010; Elgün, 2012; Peker vd., 2016) gibi faktörler nispeten daha az incelenmiştir. Ulaşılabilirlik faktöründen sonra literatürde sıklıkla geçen bir diğer faktör ise maliyettir. Arsa maliyeti lojistik merkez yer seçim problemi için kritik bir faktördür (Hua ve Qi-Hong, 2009; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Elevli, 2014; Önder vd., 2014; Rao vd., 2015; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016). Arsa maliyeti yanında, inşaat, yol, su, elektrik, doğalgaz, arazi ve çevre düzenleme, güvenlik gibi faaliyetlerin oluşturduğu maliyetler, bir diğer deyişle yatırım maliyeti (Hua ve Qi-Hong, 2009; Can, 2012; Peker, 2012; Sürmeli, 2013; Peker vd., 2016), işletme maliyeti (Bamyacı, 2008; Hua ve Qi-Hong, 2009; Eryürek, 2010; Sürmeli, 2013; Peker vd., 2016) gibi maliyet kalemleri de lojistik merkez yer seçimi için kritiktir. Lojistik merkez yer seçimi için önemli bir diğer faktör grubu ise arazi özellikleridir. Arazinin bulunduğu zemin yapısının uygunluğu (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Elevli, 2014; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016), arazi büyüklüğü (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Elgün, 2012; Görgülü, 2012; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Peker vd., 2016),

arazinin genişleme olanağı (Sürmeli, 2008; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Peker, 2012; Özceylan vd., 2016; Peker vd., 2016) gibi özellikleri de önem taşımaktadır.

Lojistik merkez yer seçimi için 2008-2016 yılları arasında incelenen literatürde nispeten daha az yer verilen ve bu çalışmada da dahil edilen bir diğer faktör grubu sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerdir. Kentsel lojistik kapsamında, kent çevresine konumlandırılacak lojistik merkezlerin ekonomik yaşama etkisi (Bamyacı, 2008; Kayıkçı, 2010; Peker, 2012; Önder vd., 2014; Zak ve Weglinski, 2014; Peker vd., 2016), işsizlik ve kariyer gelişimine etkisi (Zak ve Weglinski, 2014), ikamet edenlere olan sosyal etkileri (Rao vd., 2015), nedenlerinde hava kirliliğinin payı büyük olan hastalık sayısında artma (Pamucar vd., 2016); kaza sayısı açısından güvenliğe etkisi (Zak ve Weglinski, 2014) gibi sosyo-ekonomik etkileri; trafik sıkışıklığı (Bamyacı, 2008; Kayıkçı, 2010; İnaç, 2012; Peker, 2012; Rao vd., 2015; Peker vd., 2016), çevreye yaydığı gaz emisyonu (Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016), oluşturduğu gürültü miktarı (Zak ve Weglinski, 2014; Pamucar vd., 2016) gibi çevresel etkileri bu çalışma kapsamında sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktör grubu altında ele alınmıştır.

Lojistik merkez yer seçim problemine literatürde çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm arayışına gidilmiştir. Analitik hiyerarşi süreci (AHS) (Bamyacı, 2008; Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Can, 2012; Elgün, 2012; Görgülü, 2012; İnaç, 2012; Demiroğlu, 2014), bulanık analitik hiyerarşi süreci (B-AHS) (Kayıkçı, 2010; Önden vd., 2016), analitik ağ süreci (AAS) (Peker, 2012), VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) (Önder vd., 2014), Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) (Can, 2012; Rao vd., 2015; Özceylan vd., 2016), PROMETHEE (Elevli, 2014), The Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE) (Can, 2012; Zak, J. ve Weglinski, S., 2014) gibi çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. Literatürde, nispeten daha az çalışmada yapay sinir ağlarından (Hua ve Qi-Hong, 2009; Kayıkçı, 2010; Pamucar vd., 2016) faydalanılmıştır.

Sonuç olarak, literatürde lojistik merkez yer seçiminde ulaşım modlarına yakınlık, maliyet, arazi uygunluğu gibi faktörler sıklıkla ele alınırken, sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler ile ilgili faktörlere nispeten daha az rastlanmıştır. Lojistik merkez yer seçimi probleminde kullanılan yöntemlerde ise, literatürde sıklıkla çok kriterli karar verme teknikleri ele alınmış olup, yapay sinir ağı yöntemi ile lojistik merkez yer seçimi yapan çalışmalara son yıllarda ve nispeten daha az sıklıkla rastlanmıştır.

Bu çalışmada önerilen YSA ile, lojistik merkez yer seçim probleminde sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler de ele alınmıştır. Önerilen YSA, literatürdeki çoğu çalışmadan farklı olarak, sadece belirli sayıdaki alternatif arasından lojistik merkez yeri seçimi yapmayı, düşünebilecek her yer için giriş değerleri girildiğinde, lojistik merkez olarak uygun/uygun değil sonucunu vererek karar vericilere destek olabilecek niteliktedir.

### 3. YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma prensibinden esinlenerek geliştirilmiş bilgi işleme sistemleridir (Hua ve Qi-Hong, 2009). Paralel dağılmış yapısı, öğrenme ve genelleme kabiliyeti gibi özellikleri YSA'yı çeşitli alanlarda oldukça sıklıkla kullanılan bir yöntem haline getirmiştir. YSA'nın öğrenme sürecinde kullanılan yöntem öğrenme algoritması denir (Haykin, 2008). YSA'da çok katmanlı geri yayımlı ağ yapısı literatürde en çok kullanılan yapıdır (Hua ve Qi-Hong, 2009). Dış dünyadan gelen girdileri alan girdi katmanı, girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bir sonraki katmana aktaran gizli katman ve gizli katmandan gelen bilgileri işleyerek ağa verilen girdilere karşılık ağın ürettiği çıkışları belirleyerek dış dünyaya gönderen çıktı katmanlarından oluşur (Haykin, 2008). Ağ öğrenme kuralı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir.

Çalışmada kullanılan YSA'nın temel prensibi aşağıdaki gibidir: Örnek veri seti  $X = [X_1, X_2, \dots, X_N]$  olarak tanımlanır.  $k$  adet örnekten oluşan eğitim veri seti  $X = [X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kN}]^T$  olarak seçilir. Bu set içinde her örnek için girdilerin yanında girdiler için ağın üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir. Gerçek çıktı  $Y_k$  iken beklenen çıktı  $d_k$  olarak belirlenir. İleri yönde sinyal gönderilerek gizli katman çıktısı ve aktivasyon fonksiyonu çıktısı oluşturulur. Genelleştirilmiş Delta Kuralı, ileri doğru ve geri doğru hesaplama adımlarından oluşmaktadır. Yapay sinir ağına sunulan her bir girdi için ağ tarafından üretilen çıktı ağın beklenen çıktıları ile karşılaştırılır. Bunların arasındaki fark hata olarak kabul edilir. Öğrenmede amaç bu hatanın azaltılmasıdır.

Gerçek değer ve tahmini çıktı arasındaki hata aşağıdaki formül aracılığı ile bulunmaktadır.

$$EP = 1/2 \sum_{k=1}^n (d_k - y_k)^2 \quad (1)$$

### 4. LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ İÇİN YSA YAKLAŞIMI

#### 4.1. Lojistik Merkez Yer Seçimi Kriterleri

Lojistik merkezlerin yer seçimi için kriterlerin belirlenmesi aşamasında 2008-2016 yılları arasında yapılan 21 adet çalışma incelenmiştir. Problemin çözümü için çalışmalarda kullanılan kriterler ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel olmak üzere dört ana başlık altında toplanmıştır. Her grup altında yer alan alt kriterler dikkate alınarak çalışmalarda ilgili kriter grubuna yer verilme sıklık yüzdeleri hesaplanmıştır. Taranan çalışmalarda ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel etkiler kriterlerine yer verilme sıklığı yüzdeleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Bu çalışmada bu dört ana kriter lojistik merkez yer seçiminde dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle, ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel olmak üzere bu dört kriter,

tasarlanan YSA'nın girdisi olarak belirlenmiştir. Taranan makalelerde en az sıklıkta yer verilen sosyo-ekonomik ve çevresel kriterler, bu çalışma kapsamında önerilen YSA modelinde ele alınmıştır.

Ulaşım kolaylığı ( $F_1$ ); denizyolu, demiryolu, havayolu ve diğer illere ulaşım şartları faktörleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Arazinin inşaat ve taşıma açısından uygunluğu, büyüklüğü, genişleme potansiyeli ve ilde arazi bulunabilirliği, arazi ( $F_2$ ) faktörü altında ele alınmıştır. Maliyet ( $F_3$ ) faktörü değerlendirilirken arazinin satın alma ve işletme maliyeti göz önünde bulundurulmuştur. Ekonomik yaşama etki, ikamet edenlere olumsuz sosyolojik etkileri, gürültü, görüntü ve hava kirliliği ve trafiğe etkisi sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktörü ( $F_4$ ) altında ele alınmıştır.

**Tablo 1: Lojistik Merkez Yer Seçim Kriterlerine ve Alt Kriterlere Çalışmalarda Yer Verilme Sıklığı**

Sıra No	Kriterler	Sıklık
1	Ulaşım Kolaylığı	%86
1.1	Havayolu ulaşım şartları	%62
1.2	Denizyolu ulaşım şartları	%48
1.3	Demiryolu ulaşım şartları	%43
1.4	Diğer illere ulaşım şartları	%33
2	Maliyet	%86
2.1	Arazi satın alma maliyeti	%57
2.2	İşletme maliyeti	%29
3	Arazi Uygunluğu	%67
3.1	Arazi yapısı	%48
3.2	Arazi büyüklüğü	%43
3.3	Genişleme potansiyeli	%43
3.4	Arazi bulunabilirliği	%10
4	Sosyo-Ekonomik ve Çevresel	%43
4.1	Ekonomik yaşama katkısı	%29
4.2	Trafiğe etkisi	%29
4.3	İkamet edenlere olumsuz sosyolojik etkileri	%10
4.4	Gürültü, görüntü ve hava kirliliği	%10

#### 4.2. YSA Eğitim Veri Setinin Belirlenmesi

Türkiye'de lojistik merkez yer seçimi problemi ile ilgili yapılan araştırmalar incelenmiştir. AHS, ELECTRE ve TOPSIS (Can, 2012), F-PROMETHEE (Elevli, 2014), AHS (Eryürek, 2010; Arıkan, 2012; Elgün, 2012; Görgülü, 2012) ve AAS (Peker, 2012) yöntemleri

uygulanarak lojistik merkez yer seçimi yapılan çalışmalardaki verilerden yararlanarak YSA eğitimi için veri seti oluşturulmuştur. 45 adet veri YSA'nın eğitimi için kullanılmıştır. Bunlarda 38 tanesi eğitim, 7 tanesi doğrulama için seçilmiştir. Veri seti 1-5 Likert ölçeğine göre düzenlenmiştir. Parametrelere verilen puanların sırası ile açıklamaları verilmiştir: Ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel faktörlerin değerlendirilmesinde 1 en kötü sonucu, 5 ise en iyi sonucu ifade etmektedir.

#### 4.3. YSA Eğitimi

YSA Eğitimi için EasyNN-plus programı kullanılmış olup, gizli katman, gizli katmandaki hücre sayıları, öğrenme ve momentum katsayısı için deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucu oluşturulan YSA'ya ait gizli katman, gizli hücre sayıları Tablo 2'de, öğrenme parametreleri Tablo 3'deki gibi elde edilmiştir.

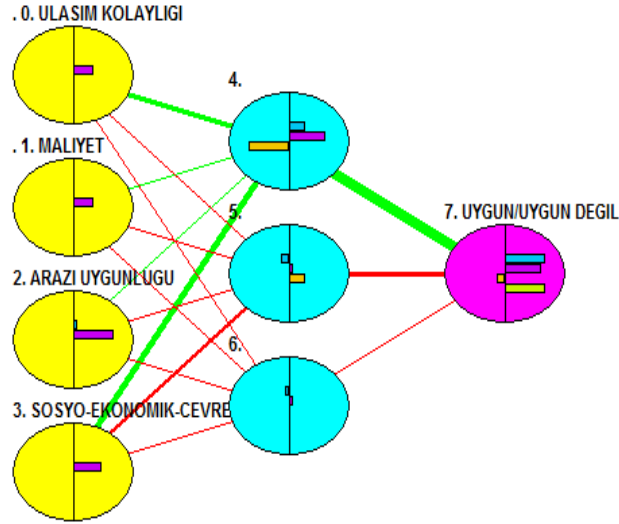
**Tablo 2: YSA Katman ve Hücre Sayısı**

Girdi Hücre Sayısı	4	Çıktı Hücre Sayısı	1
Gizli Katman Sayısı	1	Gizli Hücre Sayısı	3
Eğitim Veri Sayısı	38	Test Veri Sayısı	7

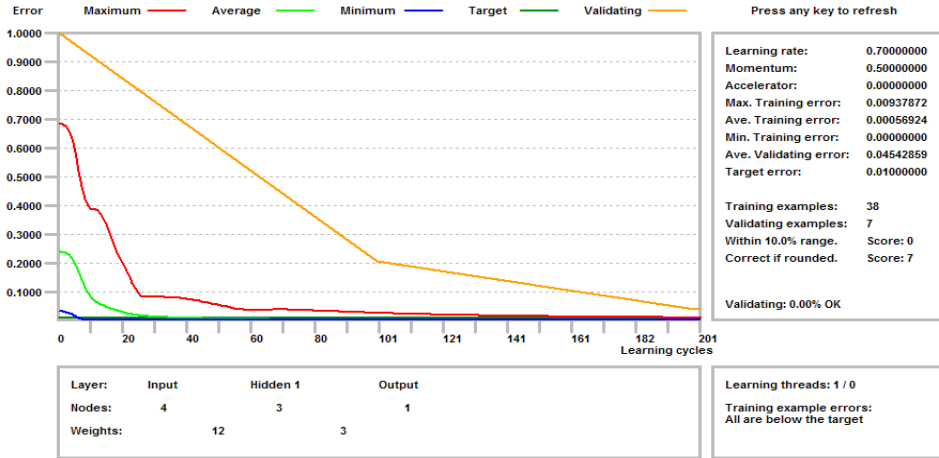
**Tablo 3: YSA Parametreleri**

Momentum Katsayısı	0,7
Öğrenme Katsayısı	0,5
Çevrim Sayısı	201
Hata Oranı	<0,01

Lojistik merkez yer seçimi için deneyler sonucu elde edilen YSA Şekil 1'deki gibidir. Ağın öğrenme grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1: Lojistik Merkez Yer Seçimi için YSA

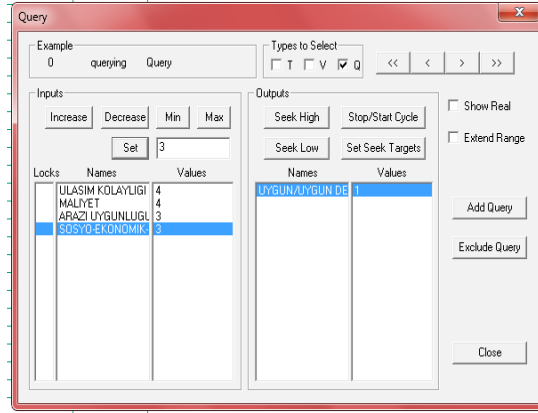


Şekil 2: YSA Öğrenme Grafiği

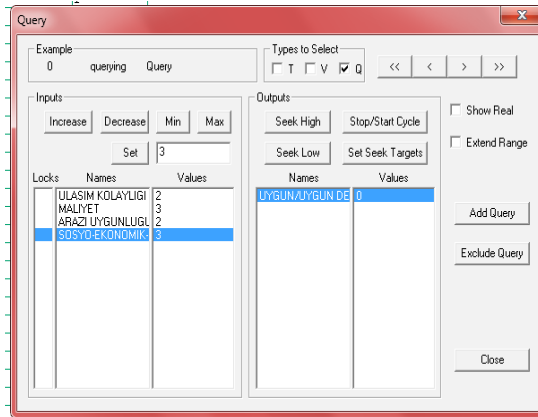
#### 4.4. YSA'nın Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Ağın eğitiminin ardından, eğitim verileri içinde olmayan ve Türkiye'de kurulan lojistik merkezlerin uygunluğunun gerçek değerleri ile ağın verdiği çıktı değerleri karşılaştırılmıştır. İki test örneği olarak; TCDD tarafından Türkiye'de lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerden (URL1) birinin parametreleri ile uygun bulunan iller dışında kalan illerden birinin parametreleri test verisi olarak kullanılmıştır. Birinci test örneğinde; Ulaşım Kolaylı-

ğır:4, Maliyet:4, Arazi Uygunluğu: 3, Sosyo-Ekonomik-Çevresel: 3, Uygunluğunun Gerçek Değeri:1'dir. İkinci test örneğinde; Ulaşım Kolaylığı: 2, Maliyet: 3, Arazi Uygunluğu: 2, Sosyo-Ekonomik-Çevresel: 3, Uygunluğunun Gerçek Değeri:0'dır. Şekil 3 ve Şekil 4'te de görüldüğü üzere, YSA yeni girdi değerleri girildiğinde gerçek değere yakın çıktılar verebilmektedir.



Şekil 3: Lojistik Merkez Uygunluğunun Tahmini (Uygun)



Şekil 4: Lojistik Merkez Uygunluğunun Tahmini (Uygun Değil)

Column	Input Name	Change from	to	Sensitivity	Relative Sensitivity
3	SOSYO-EKONOMIK-CEVRESEL	1	5	0.999784230	
0	ULASIM KOLAYLIGI	1	5	0.999519131	
2	ARAZI UYGUNLUGU	1	5	0.988731116	
1	MALIYET	1	5	0.980808822	

Şekil 5: Duyarlılık Analizi



Column	Input Name	Importance	Relative Importance
3	SOSYO-EKONOMİK-ÇEVRESEL	13.3471	
0	ULAŞIM KOLAYLIĞI	10.6256	
2	ARAZI UYGUNLUĞU	5.7429	
1	MALİYET	5.2206	

**Şekil 6: Girdi Parametrelerinin Önem Dereceleri**

Bu çalışmada, lojistik merkez yer seçimi kararını en çok etkileyen parametrenin sosyo-ekonomik ve çevresel faktör olduğu görülmektedir. Sosyo-ekonomik ve çevresel etki ile ilgili faktörün lojistik merkez seçiminde pozitif bir uyuma sahip olduğu Şekil 6'da görülmektedir. Diğer bir deyişle, bu parametrenin değerinin artması, ilgili yerin lojistik merkez olarak seçilmesine olumlu yönde etkisi vardır. Ulaşım kolaylığı parametresi Şekil 4'te verilen duyarlılık analizi sonucuna göre ikinci önemli parametre olarak görülmektedir. Ulaşım kolaylığı ile lojistik merkez yer seçiminin pozitif bir uyum göstermesi beklenen bir durumdur. Üçüncü ve dördüncü öneme sahip parametreler sırası ile arazi uygunluğu ve maliyet çıkmıştır. Arazi uygunluğu faktörünün lojistik merkez yer seçimini olumlu yönde etkilemesi beklenen bir durumdur. Maliyet faktörünün uygunluğunun lojistik merkez yer seçimini olumlu yönde etkilediği ve parametreler arasında duyarlılık açısından en düşük önem derecesine sahip olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayisinin gelişmiş ve lojistik faaliyetlerin hızla arttığı büyük şehirlerde kentsel lojistik faaliyetlerinin etkin ve verimli şekilde planlanmasının önemi büyüktür. Kentsel lojistik problemi de karmaşık diğer tüm problemler gibi stratejik, taktik ve operasyonel seviyede planlama gerektirir. Toplama, depolama, ayrıştırma, dağıtım ve taşıma gibi hizmetler veren lojistik merkezlerin kurulması ve lojistik ağında en uygun şekilde konumlandırılması, taşımacılık sistemleri arasındaki akışın planlanmasına ve tüm lojistik faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanmasına katkıda bulunur. Lojistik merkezler, farklı alanlarda faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcıların bir araya gelmesi, ortak giderlerin paylaşılması ve lojistik maliyetlerin azaltılmasının yanı sıra, çevresel zararlı etkilerin en aza indirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, uygun lojistik merkez yer seçimi probleminde; ulaşım kolaylığı, maliyet ve arazi uygunluğu gibi faktörlerin yanı sıra literatürde nispeten daha az sıklıkla karşılaşılan ve sürdürülebilirlik için önemli olan sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler de göz önünde bulundurulmuştur. Bu probleme, literatürde daha çok, çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm arayışına gidilirken, bu çalışmada, kentsel lojistik planlama aktiviteleri kapsamında lojistik merkezlerin lojistik ağında konumlandırılması için bir yapay sinir ağı yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yapay sinir ağı yaklaşımında hesaplanan kriter ağırlıklarına bakıldığında, lojistik merkezlerin konumlandırılması probleminde sosyo-ekonomik ve çevresel kriterler grubunun yeri oldukça önemlidir. Önerilen YSA, literatürdeki çoğu çalışmadan farklı olarak,

sadece belirli sayıdaki alternatif arasından lojistik merkez yeri seçimi yapmayıp, düşünülebilecek her yer için giriş değerleri girildiğinde, lojistik merkez olarak uygun/uygun değil sonucunu vererek karar vericilere destek olabilecek niteliktedir

Gelecek çalışmalarda, bu çalışma kapsamında önerilen yapay sinir ağı modelinde ele alınmış ve ana gruplar düzeyinde bırakılmış olan ulaşım kolaylığı, maliyet, arazi uygunluğu ve sosyo-ekonomik-çevresel faktörlerinin alt kriterlerinin daha detaylı dikkate alınması düşünülmektedir. Havaalanı, karayolu, liman ve demiryollarına, şehir merkezine, üretim ve tüketim merkezlerine, sanayi bölgelerine, serbest bölgelere, bölgedeki diğer illere yakınlık gibi faktörler ulaşım kolaylığı grubu altında incelenebilir. Arsa maliyeti, inşaat, yol, su, elektrik, doğalgaz, arazi ve çevre düzenleme, güvenlik gibi faaliyetlerin oluşturduğu maliyetler bir diğer deyişle yatırım maliyeti, işletme maliyeti gibi maliyet kalemleri maliyet ana grubu altında ele alınabilir. Zemin yapısının uygunluğu, arazi büyüklüğü, arazinin genişleme olanağı gibi özellikler de arazi uygunluğu ana faktörü altında ele alınabilir. Lojistik merkezlerin ekonomik yaşama etkisi, işsizlik ve kariyer gelişimine etkisi, ikamet edenlere olan sosyal etkileri; nedenlerinde hava kirliliğinin payı büyük olan hastalık sayısında artma, kaza sayısı açısından güvenliğe etkisi gibi sosyo-ekonomik etkileri; trafik sıkışıklığı, çevreye yaydığı gaz emisyonu, oluşturduğu gürültü miktarı gibi çevresel etkileri bu çalışma kapsamında sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler faktör grubu altında ele alınmıştır. İleriki çalışmalarda bu alt kriterlere daha detaylı yer verilmesi düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Arıkan, F. (2012), “Lojistik Köyler ve Bir Uygulama”, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
2. Bamyacı, M. (2008), “Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri için Bir Yer Seçimi Modeli”, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
3. Benjelloun, A., Crainic T.G. (2009), “Trends, Challenges, And Perspectives In City Logistics”, Buletinul AGIR, 4, pp.45-51.
4. Can, A. M. (2012), “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Samsun Lojistik Köyü Yerinin Belirlenmesi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
5. Crainic, T.G., Ricciardi, N., Storchi, G. (2009), “Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems”, Transportation Science, 43, pp.432-454.
6. Demiroğlu, Ş., Eleren, A. (2014), Küresel Lojistik Köyleri ve Türkiye’de Kurulması Planlanan Lojistik Köy Bölgelerinin ÇKKV Yöntemleriyle Belirlenmesi”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42. Sayı, pp.189-202.
7. Elevli, B. (2014), “Logistics Freight Center Locations Decision by Using Fuzzy- PROMETHEE”, Transport, 29(4), pp. 412-418.

8. Elgün, M. N. (2011), “Uluslararası Taşıma Ve Ticarete Lojistik Köylerin Sağladığı Rekabet Avantajları: Bir Model Önerisi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Afyonkarahisar.
9. Eryürük, S. H. (2010), “Tekstil ve Konfeksiyon Sektörleri Arasında Etkin Lojistik Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi Amacıyla Bir Lojistik Merkez Yer Seçimi Ve Tasarımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
10. Görgülü, H. (2012), “Lojistik Köyler ve Konya Uygulaması”, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
11. Haykin, S. (2008), “Neural Networks and Learning Machines”, 3rd Edition, Prentice Hall.
12. Hua, J., Qi-hong., L. (2009), “Study on Logistics Center Location Judgement Based on Artificial Neural Networks”, First International Workshop on Education Technology and Computer Science, pp.346-348.
13. İnaç, H. (2012), “İstanbul’un Kentsel Lojistik Analizi ve Çözüm Önerilerinin AHP ile Değerlendirilmesi”, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
14. Li, Y., Liu, Y. (2011), “The Application of Fuzzy Neural Network in Distribution Center Location”, International Conference on Energy Systems and Electrical Power, Energy Procedia, 13, pp.6458-6463.
15. Lin, J. (2012), “The Application of Logistic Center Location Based on Fuzzy BP Neural Network” Service Systems and Service Management, 9th International Conference.
16. Önden, İ., Eldemir, F., Çancı, M. (2015), “Logistics Center Concept And Location Decision Criteria”, Sigma Journal Engineering and Natural Sciences, 33 (3), pp.325-340.
17. Önden, İ., Acar, A. Z., Eldemir, F. (2016), “Evaluation of the logistics center locations using a multi-criteria spatial approach”, Transport, *Article in press*, pp.1-13.
18. Önder, E., Yıldırım, B. F. (2014), “VIKOR Method For Ranking Logistic Villages In Turkey”, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 23, pp.293-314.
19. Özceylan, E., Erbaş, M., Tolon, M., Kabak, M., Durğut, T. (2016), “Evaluation of freight villages: A GIS-based multi-criteria decision analysis”, Computers In Industry, pp.38-52.
20. Pamucar, D., Vasin L., Atanaskovic, P., & Milicic, M. (2016), “Planning the City Logistic Terminal Location by Applying the Green p-median model and type-2 Neurofuzzy Network”, Computational Intelligence and Neuroscience Volume , pp.1-15.
21. Peker, İ. (2012), “Analitik Ağ Süreci Yöntemiyle Lojistik Merkez Yer Seçimi: Trabzon Örneği”, Karadeniz Teknik Üniversitesi İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon.
22. Peker, İ., Baki, B., Tanyaş, M., Ar, İ. M. (2016), “Logistics center site selection by ANP/BOCR analysis: A case study of Turkey”, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems 30, pp.2383–2396.

23. Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J. (2015), "Location selection of city logistics centers under sustainability", *Transportation Research, Part D*, pp.29-44.
24. Sürmeli, G. (2013), "Lojistik Merkezi Seçimine Yönelik Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli: Doğu Anadolu Bölgesi için Bir Uygulama", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Sistem Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
25. Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., Duin, R. V. (2001), "City Logistics, Network Modelling and Intelligent Transport Systems", Elsevier, Pergamon, Oxford, pp. 252.
26. Tanyaş, M., Arıkan, F. (2013), "Bursa İli Lojistik Merkez Ön Fizibilite Raporu", T.C. Kalkınma Bakanlığı ve Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, Bursa.
27. Villamizar, A. F. M., Torres, J. R. M., Padilla, N., H. (2014), "Mathematical Programming Modeling and Resolution of the Location-Routing Problem in Urban Logistics", *Ing. Univ. Bogotá, Colombia*, 18 (2), pp.271-289.
28. Kayıkçı, Y. (2010), "A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, pp.6297-6311.
29. URL 1, [www.tcdd.gov.tr](http://www.tcdd.gov.tr).
30. Yuxiang, S., Qing, C., Zhenhua, W. (2009), "Logistics Distribution Center Location Evaluation Based on Genetic Algorithm and Fuzzy Neural Network", *Computational Intelligence and Intelligent Systems*, 51:305-312.
31. Zak, J., Weglinski, S. (2014), "The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology", *Transportation Research Procedia* 3 , pp. 555-564.

# KALİTE KAVRAMININ HİZMET SEKTÖRÜNDE YERİ: LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

*Türkan Müge ÖZBEKLER<sup>1</sup>, Yücel ÖZTÜRKOĞLU<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Rekabet odaklı bir piyasanın egemen olduğu günümüzde, pazarlık gücü yüksek ve sadakat düzeyi düşük bir davranış eğilimi gösteren müşteri profilini elinde tutmaya çabalayan işletmeler, tercih edilebilirliklerini arttırmak adına yeni yollar aramaya başlamışlardır. Değişen sektör dinamikleriyle beraber müşteri, içinde kaliteyi barındıran bir süreç beklemekte fakat bu beklenti hizmet işletmelerince hizmetin soyut niteliğinden dolayı tam olarak doğru anlaşılamayarak karşılanamama ihtimalini taşımaktadır.*

*Yapılmış olan bu çalışmada kalite kavramı, hizmet ve hizmet sektörü çerçevesinde incelenecek ve kalite yaklaşımının lojistik sektöründe yarattığı etkiye odaklanılacaktır. Sektördeki işletmelerin müşteri perspektifinde algılanan kalite seviyesini geliştirmek adına kendi bakış açılarının ne olduğu noktasına vurgu yapılarak konu genişletilecektir. Yapılan çalışma sonucunda firmaların, yürütülen tüm süreçlerde değer yaratan kaliteli bir şirket olarak konumlanabilmek adına sektörde beliren dinamikleri analiz edebilme ve değerlendirme konusundaki algısının ortaya konması öngörülmektedir.*

**Anahtar kelimeler :** Hizmet Sektörü, Kalite, Lojistik Sektörü

## ABSTRACT

*Today businesses struggling to retain customer profiles that tend to have high bargaining power and a low level of loyalty have begun to seek new ways to increase their preferences. The customer expects a process that includes quality, but this expectation due to service's abstract nature has chance that the service provider may not be able to meet the nature of exact service.*

*In this study, the concept of quality will be examined within the service and service sector and the focus point will be impact of the quality approach on the logistics sector. The topic will be expanded by emphasizing the point of improving the perceived quality level in the customer's perspective by logistics firms. As a conclusion of study, it is predicted that companies will be able to analyze and evaluate the dynamics in the sector in order to be positioned as a quality company that creates value in all processes carried out.*

**Keywords:** Service Sector, Quality, Logistics Sector

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör., Beykent Üniversitesi, MYO, [mugeozbekler@beykent.edu.tr](mailto:mugeozbekler@beykent.edu.tr)

<sup>2</sup> Doç. Dr., Yaşar Üniversitesi, İİBF, [yucel.ozturkoglu@yasar.edu.tr](mailto:yucel.ozturkoglu@yasar.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Yeni ekonomik gelişmeler ile birlikte ticari ilgi, tarım ve sanayi sektöründen çok, hizmet sektörüne kayarak hizmet ekonomisine geçişi gün geçtikçe ortaya koymaktadır. Hizmet kavramının temel dinamikleri üzerinde şekillenmiş ve nitelik, işlev ve kapsam bakımından çok çeşitli kolları olan hizmet işletmeleri, bir araya gelerek ortaya çıkardığı hizmet sektörünün, tüm işletme sektörlerinin yarısından fazlasını kapsayan bir ana sektörü oluşturmasını sağlamaktadır. Dünya Bankası verilerine (URL1) göre; 2000 ve 2014 yılı GSYİH' ya katkı oranları sektör bazlı incelendiğinde tarım ve sanayi sektörlerinin ekonomideki toplam yerinin %33'ten %29'a gerilerken, hizmet sektörü payının %67'den %70'e yükseldiği açıkça görülebilmektedir.

Rekabetin giderek sertleştiği hizmet sektörünün içinde yer alan işletmeler, sektörde yaşanan büyümeye paralel olarak, verilen hizmetleri çeşitlendirmekte ve sürdürülebilir rekabeti sağlayabilmek için geliştirilecek yeni arayışlara yönelmektedir. Mal ve hizmet üretimindeki hataların en aza indirilmesi, verimliliğin artırılması, müşteri memnuniyeti sağlanarak firmaya olan sadakatin artırılması ve tüm bunların sonucu olarak, pazardaki rekabet gücünün sağlamaştırılması gibi konularda stratejik bir araç rolü gören kalite kavramı bu anlamda en çok üzerinde durulması gereken kavram haline gelmiştir.

Hizmet kalitesinin müşteri gözünde beklenen düzeyde veya üstünde olması; daha sadık müşterilerin yeni ve tekrarlayan satın almaları ile rekabet gücünün ve karlılığın şirket açısından artması durumunu ortaya koymaktadır (Gilberta ve Wong,2003,s.519). Yapılan bir araştırmada müşterilerin bağlı oldukları bir işletmeden vazgeçme nedenleri araştırıldığında, müşterilerin %69'unun ürün kalitesindeki problemler nedeni yerine hizmet kalitesindeki problemler nedeni ile satın alma davranışından vazgeçtiklerini ortaya koymuştur (Gowan vd., 2001,s.277). Bu açıdan da bakılırsa, hizmette kalitenin müşteri gözünde ne denli önemli olduğu ve sonuçlarıyla firmayı nasıl doğrudan etkileyebileceği ortadadır.

Müşterinin belirli bir firmadan belli bir hizmeti talep etme aşamasında var olan beklentilerinin ve isteklerinin, firma tarafından gerçekleştirilen hizmet performansı sonucu doyuma ulaşp ulaşmaması, müşteride kalite algısının bu düzeyde oluşması ve değerlendirilmesi ve sonraki hizmet taleplerinde de bu yönde eğilim göstererek gerçekleşmesi anlamına gelmektedir. Hizmet işletmelerinin faaliyetlerine konu olan herhangi bir fiziki malın transferinin yapılması veya hizmetin ürünle birlikte sunulması, faaliyetlerin müşteriye geçici fayda sağlama amacıyla yapıldığı ve herhangi bir mülkiyet transferiyle sonuçlanmayacağı gerçeğini değiştirmez. Çünkü hizmet sektöründe satın alınan şey bir nesnenin veya sistemin bizzat kendisi değil, onun gördüğü işlevdir (Aslan,1998,s.34).

Sonuç olarak, bir hizmet işletmesinin kalite konusunda hangi seviyede olduğunu bilmesi ve sunduğu hizmetlerin müşteri bakışı açısıyla nasıl bir kalitede algılandığına yönelik farkındalığı, geliştireceği hizmetler için önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Doğası gereği rekabetin gitgide daha da yoğun yaşandığı bir alan olan lojistik sektöründe de bu durum, ka-

lite stratejisinin müşteri bakış açısıyla düşünülerek iş yönetim süreç ve sistemlerine entegre edilmesi gerekliliğini doğurmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın amacı, hizmet sektörünü ve sektördeki lojistik işletmelerin dinamiklerini tanımlayarak, kalite olgusunun işletmeler tarafından algılanışını ve kaliteli bir şirket olarak konumlanabilmek adına kendi bakış açılarının ne olduğu konusunda inceleme yapmaktır. Çalışmada işletmelerin neden 'kalite odaklı' düşünmeleri ve hareket etmeleri gerektiğine vurgu yapılarak, lojistik işletmelerin kalite konusu ile bağdaştırdıkları konular irdelenecek ve sektörde hâkim olan ve iş yapış biçimlerini etkileyen düşünce tarzları ortaya konulacaktır. Varılan çalışma sonucunun, sektörde yer alan işletmelerin yürüttükleri faaliyetlerde hâkim olan kalite anlayışı ile müşteri perspektifinde algılanan arasındaki ilişkiselliği anlamasına yardımcı olarak şirketlerin rekabette öne çıkmaları konusunda bir yol haritası çizmesi öngörülmektedir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. HİZMET KAVRAMI VE SEKTÖR ÖZELLİKLERİ

Birçok kişi ve kurum, bağlı olduğu bilim dalı ve etkisi altında hizmet kavramını tanımlamış, insan ve onun dinamizmine bağlı olarak statik bir yapı sergileyen hizmetin kapsamı ve olası tanımı da bu yönde farklılaşmıştır. Kotler (1984,s.596) hizmeti, "Satış için sunulan faaliyetler, yararlar, ya da sağlanan doyumlardır" şeklinde tanımlamıştır. Solomon vd. (1985,s.99) ise, "hizmet pazarlaması, nesnelerin değil, faaliyet ve süreçlerin pazarlamasıdır" derken, Grönroos (2000,s.46) "hizmet, müşteri ve hizmet sağlayanın fiziksel kaynakları ve sistemleri arasındaki etkileşim anında oluşan ve müşteri problemlerine çözüm sağlayan bir faaliyetler dizisi" tanımını yapmıştır. Ayrıca kavram, hizmeti satın alan tarafa sunulan ve zaman, yer, biçim ve psikoloji bakımından yarar sağlayan ekonomik faaliyetler olarak da tanımlanmıştır (Parasuraman vd., 1985,s.41).

Yapılmış olan tanımlar incelendiğinde, soyut bir karakteristikte olan hizmet kavramı, tüketicinin var olan gereksinimlerini giderme ya da fayda sağlamasına yönelik, maddi doyumdan çok manevi doyum sağlayan faaliyet ya da performans olarak algılanmaktadır. Bu tanımlar irdelendiğinde, hizmet kavramına yönelik önemli noktalarda çıkarım yapılabilir;

- Hizmetlerin maddi çıktıları yerine manevi çıktılarının bulunması
- Mal ve hizmet satışının birlikte yürütülebileceği gibi, hizmetin mal veya başka bir hizmetten de bağımsız olarak verilebilmesi
- Ekonomik bir faaliyet olarak pazarlanabilir nitelikte olması
- Hizmetin onu verenden ayrılmayışı ve verildiği anda tüketilmesi
- Hizmetlerin belli bir performans, süreç, etkileşim ve faaliyetlerin sonucu ortaya çıkması



- Müşteri problemlerine ve isteklerine yönelik yarar sağlama amacıyla hayata geçmesi
- Soyut karakteristikte olduğundan algılama ve yorumlamada sınır bulunmaması

Hizmet işletmelerinin yer aldığı hizmet sektöründe öncelik, hizmet üretimi sonucunda hizmet alan tarafa tatmin ve fayda sağlayarak, ihtiyaçları konusunda doyuma ulaştırmayı hedefleyen faaliyetler yaratmaktır. Genel olarak hizmetin pazarlandığı ve sunumunun gerçekleştiği yer olan hizmet işletmeleri, hizmet sektörünün belkemiğini oluşturduğundan müşteri istek ve taleplerine odaklı olmalı ve faaliyetlerini bu çerçevede düzenleyerek piyasada yer almalıdırlar.

Zaman, mekân ve şekil bakımından fayda sağlama amacıyla meydana getirilen hizmetler ve onların karakteristik özellikleri, hizmet işletmelerinde alınan kararlar ve pazarlama stratejileri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hizmet işletmelerinde ve sektörde baskın olan özellikler şu şekilde açıklanabilir (Sayım ve Aydın, 2011, s.248–249);

- Hizmet işletmelerinin üretim yönetiminde, hizmetlerin soyut olması ve depolanamaması yüzünden esneklik bulunmamaktadır. Hizmet üretildiği anda tüketildiğinden, arz ve talep dengesizliklerinden kolayca etkilenir.
- Hizmet sektöründe insan önemli rol oynamakta ve işletmeler genellikle emek yoğun biçimde çalışmaktadır. Bu özellik, hem hizmet üretiminin kontrolünü zorlaştırır hem de stratejilerin geliştirilmesinde belirsizliği artırır.
- Pek çok hizmet işletmesinin üretiminde, kalite standartlarını belirlemek ve kontrol etmek oldukça zordur. Mallarla ilgili yapılan kalite tanımlarında, geçerli genel tanım “kullanıma uygunluk” şeklindeyken, hizmet kalitesi “beklentiye uygunluk” şeklinde ifade edilmektedir (Karahana,2006, s.18). Hizmetin müşteriye vereceği doyum subjektif olduğundan, hizmetleri ölçecek objektif standartlar belirsizdir denebilir.
- Hizmet işletmelerinde, verilen hizmet için birim fiyat belirlenmesi ve maliyet hesaplamalarının yapılması gibi konularda güçlük yaşanır.
- Hizmet işletmeleri, üreten ile satın alan arasında yüz yüze bir ilişki gerektiği için pazara yakın olmak zorundadırlar. Bu özellik, hizmet işletmelerinin faaliyet alanlarını sınırlandırır da, müşterilere ve rakiplere yakın olmasına bağlı olarak üstünlükler de sağlayabilir.
- Hizmet işletmelerinde, pazar hacminin belirlenmesi hedef pazarın saptanmasında yeterli olmaz. Hizmet işletmelerinin pazar tanımlanmasında, müşteri isteklerini ayrıntılı olarak incelenmesi ve sundukları hizmetlerin ayırıcı özelliklerinin detaylı olarak belirlenmesi gerekir.



### 2.1.1. Bir Hizmet Sektörü Olarak Lojistik

Lojistik kavramının iş dünyasına entegrasyonu ortaya çıkan ve en çok kabul gören tanımlardan birini Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi şu şekilde ortaya koymuştur; Lojistik, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere, hammaddelerin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkili ve verimli bir şekilde, her iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi olarak adlandırılan bir kavramdır (URL 2). Özellikle son yıllarda lojistik kavramı, işletme yönetiminin içinde en önemli öğelerden birisi olmuştur. Bunun nedenleri aşağıdaki gibi belirtilebilir (Johnson vd.,1999, s.7-9):

- Ürün çeşitliliğinin azami noktasına ulaşması
- Müşteri odaklı pazarlama anlayışı
- Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler
- Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması
- Geri dönüşüm faaliyetlerinin ortaya çıkması
- Küresel firmaların ve bu firmaların hacimlerinin artması

Özellikle ihracat ve ithalat aktiviteleriyle alanı genişleyen lojistik faaliyetler, büyük ölçekli perakendecilik ve elektronik ticaret gibi uygulamaların da hayata geçmesiyle önemli bir iş koluna dönüşmüş ve iyice öne çıkmıştır. Lojistik kavramının sadece taşıma faaliyetinden ibaret olmadığı gerçeğinin gün geçtikçe farkına varılmasıyla beraber, lojistik faaliyetlerin içinde bulunduğu süreçlerin karmaşıklığı ve yalnızca doğru tekniklerle verim alınabileceği gibi konular gündeme gelmiştir. Çünkü lojistik, her biri bilimsel olarak araştırma konusu olan birçok araç, teknik ve yöntem (stok yönetimi, sipariş işleme, depolama, kuruluş yeri seçim ve yönetimi, trafik ve rota yönetimi, elleçleme, talep tahminleme, ulaştırma, ambalajlama vs.) bulunduran faaliyetleri kapsamaktadır

Firmaların bir veya birden fazla lojistik hizmeti (örneğin paketleme, taşıma ve stok yönetimi) dışarıdan almak üzere uzman şirketlerden yararlanması Üçüncü Parti Lojistik (3PL) olarak adlandırılmaktadır. 3PL şirketler bahsedilen lojistik sektörünün belkemiğini oluşturmakta ve sektör dinamiklerini yönlendirici konumda yer almaktadır.3PL pazarının artan taleple ve her geçen gün gelişen sektör dinamikleriyle daha da büyümesiyle beraber hizmet sağlayıcılar, sektörde kendilerini farklılaştırıp rakiplerinden sıyrılmak adına, hizmet seçeneklerini çeşitlendirmek ve müşterilerine daha kişisel çözümler sunma eğilimindedirler.

### 2.2. KALİTE KAVRAMI VE HİZMETTE KALİTE ALGISI

Geleneksel anlamda kalite kavramı; standartlara uyum ya da fonksiyonlara uygunluk (Erkut,1995, s.5) olarak ele alınsa da kavram, günümüzün gerektirdiği değişen ve sürekli

gelişen şartlarla beraber bu tanımla sınırlı kalmayarak yeni boyutlar kazanmıştır. Literatürde yer alan kavrama yönelik bazı tanımlar şu şekilde belirtilebilir:

- Uluslararası Standart Bürosu (ISO)'nun tanımına göre kalite: “Bir mal ya da hizmetin belirli bir gereksinimi karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür”(URL 3).
- “Kalite, müşterinin beklentisi ile icra edilen hizmet arasındaki mukayeseden ibarettir” (Şeker kaya, 1997, s.14)
- Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu (EOQC)'na göre kalite “Belirli bir malın veya hizmetin, müşteri isteklerine uygunluk derecesidir” (Ertuğrul, 2004, s.6)

Kalite kavramına yönelik yapılmış olan tanımlara bakıldığında, sunulan ürün ve hizmetlerin, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılama performansına yönelik bir çerçevede toplandığı ve kalitenin odak noktasının “müşteri” olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda kalite, müşteri isteği ve beklentisine yönelik geliştirilen stratejik bir araç ise işletmelerin bu dinamiğe ayak uydurabilmesi ve piyasada söz sahibi olabilmesi için yürüttüğü faaliyetlerde kalite kavramının önem ve önceliğini arttırmalıdır.

Bir ürüne yönelik kalite unsurlarının belirli ölçüm yöntemleriyle somut şekilde saptanma ve ölçülme imkânı bulunurken, soyut bir kavram olan hizmet için kaliteyi saptamak ve bu kalitenin sürdürülebilirliğini sağlamak zor ve karmaşık bir hal alabilmektedir. Hizmette kalitenin belirleyici gücü insan faktörü ve kalite seviyesinin devamlılığına göre satın alma eğilimi gösterip göstermeyecek unsur yine hizmetin kalitesini deneyimlerini ve beklentilerini karşılaştırarak ölçen müşterilerdir.

Hizmette kalite konusunda en çok üzerinde durulan nokta, firmaların müşterileri gözünde hizmet kalitesinin ne anlama geldiğini ve bu bağlamda müşteri beklentilerini doyuma ulaştırmak için ne gibi stratejilerin belirlenmesi gerektiğinin saptanması olmaktadır. Firmalar, müşterilerin hizmet sonrası geri dönüşleri üzerinden ya da hizmeti yeniden aynı firmadan alma kararlarından, sundukları hizmetin tatmin oranını ve müşterinin kalite algısını kavrayabilmektedir.

Hizmet işletmelerinde hizmet kalitesine ilişkin en önemli değerlendirici müşteri olduğundan ve hizmetlerin soyut boyutuna istinaden kişiden kişiye ve durumdan duruma değişme eğilimi gösterdiğinden, literatür de hizmet kalitesi kavramı yerine çoğunlukla “algılanan hizmet kalitesi” kavramı kullanılmaktadır (Uyguç, 1998, s.2). Müşteriler beklentilerinin karşılanma derecesiyle birlikte algıladıkları “bu hizmet veya firma kalitelidir” düşüncesini, onların hizmetten ya da firmadan bekledikleri ve aslında gerçekleşen performans arasındaki ilişkinin bir ürünü olarak değerlendirmektedir. Bu süreci anlamlandırmada bazı soruların firma tarafından sorgulanması ve bu yönde gelişmeler sağlayarak tercih edilebilirliklerini arttırmak istemeleri doğaldır.

Bu sorulara örnek olarak:

- Müşterilerin hizmetten beklediği karakteristikler nelerdir? Ve bu beklentiler kişiden kişiye ne ölçüde değişmektedir?
- Müşteri beklentilerini standartlaştırmak mümkün müdür? En dengeli biçime nasıl ulaşılabilir?
- Verilen hizmet çeşitlerinin kendine has özellikleri beklentiler arasında fark yaratır mı?
- Müşterilerin beklentilerinin yüksek olduğu hizmetlerde ne gibi iyileştirmeler yapılabilir?
- Firma faaliyet performansının artması paralelinde beklenen kalite ve algılanan kalite seviyesinin uyumu yakalanabilir mi? Performans hangi sınırlamalar arasında en iyi şekilde artırılabilir ve diğer firmalarla rekabete girilebilir?

Hizmet sektöründe kalite açısından müşteri, hizmet sağlayıcı firmadan talep edilen hizmet sunumu sonrasında yaşanan kaliteyi deneyimlenerek, işletmeyle karşı karşıya geldiklerinde gerçekleşen performans ve beklenen kalitedeki unsurların uyumunu aramaktadır. Bu iki kalitenin farkı algılanan hizmet kalitesini temsil eder. Parasuraman ve arkadaşlarına göre algılanan hizmet kalitesi kavramı ise, “Bir davranış biçimi olup, içerik itibarıyla tatminle ilgili olmakla birlikte tatmine eşit değildir ve algılanan performans ile beklentilerin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkmaktadır” olarak tanımlanmıştır (Parasuraman,1998, s.15). Bu bağlamda, müşteriye iyi tanıma ve farklı müşterilerin farklı ihtiyaçlarını anlayarak uygun müşteri değeri oluşturma gibi kavramlar algılanan kalite üzerinde önemli etkiler yaratabilmektedir.

### 3. UYGULAMA

Çalışma nitel yaklaşım kullanılarak araştırılmış ve yöntem olarak literatür incelemesi yapılmıştır. Araştırmanın gerçekleşebilmesine ilişkin özelliklerle; hizmette kalite algısı ve lojistik hizmet sağlayıcıları kavramlarını içeren kaynaklar; temel olarak ulusal ve uluslararası hakemli dergilerdeki makaleler ile yerli ve yabancı yayınevleri tarafından basılan kitaplar ve konu hakkında bilgi içeren internet sitelerindeki bilgiler göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Lojistik sektöründe algılanan kalite anlayışına yönelik konular 3PL servis sağlayıcılarının benimsedikleri değerlerden çıkarımlarla desteklenerek derlenmiştir.

#### 3.1. Tartışma

Küreselleşmeyle birlikte ticaretin uluslararası boyutlara uzanan bir çerçevede yoğunlaşması; malların ve tedarik zincirlerinin yönetiminde uzmanlık gerektiren bir sektör olan lojistik sektörüne verilen önemi de buna paralel olarak arttırmıştır. Buna bağlı olarak lojistik sektöründe hizmet veren firmaların sayıları artmış ve rekabetleri hayatta kalma mücadelesine

dönüşmüştür. Bu bağlamda, hizmet sağlayıcı firmalar rekabet savaşlarında rakiplerinden bir adım daha önde olmak adına birçok uğraşlara girmekte ve müşteri memnuniyetini en yüksek seviyede sağlayarak tercih edilirlüklerini arttırma eğilimine girmektedirler. Tamda bu noktada, lojistik hizmet performansının kalitesi müşteri memnuniyeti yaratmada yardımcı olan anahtar bir pazarlama bileşen olarak ortaya çıkmaktadır (Mentzer vd., 2002,s.83).

Lojistik sektöründe “kalite algısı” ile ilgili İzmir Ekonomi Üniversitesi Lojistik Bölümü Başkanı M. Hakan Demir ile yapılmış olan bir söyleşiye göre alınmış olan cevaplar genel olarak şu şekildedir (URL 4);

- “Her alanda olduğu gibi, lojistik sektöründe de kalite kavramı, tüm süreçlerde müşteri beklentilerinin karşılanması ilkesi temelinde tanımlanabilir. Bu bakışla lojistikte kalite, müşteri hizmet seviyeleri, envanter seviyeleri ve ulaştırma stratejileri gibi temel lojistik gereksinimler doğrultusunda belirlenmektedir. Lojistikte kalite stratejisi; müşteri bağlılığı, pazar payı, katma değerli hizmetlerin geliştirilmesi ve sunulması gibi uzun vadeli hedeflere ek olarak, personel eğitimi, doğru bilgi teknolojilerinin kullanılması, takım yönetimi gibi sunulan hizmetin kalitesine etki eden tüm süreçleri içermelidir”.
- “Sunulan lojistik hizmetlerde kalitenin yakalanmasıyla beraber müşteri memnuniyetinde artış ve bunun paralelinde rekabetçi avantajların korunması ve kalıcılıklarının sağlanması yönünden önemli bir yol kat edilebilmektedir. Aynı zamanda süreç verimliliklerinin artması, etkin yönetim, daha düşük maliyetler, artan pazar payları, daha fazla çalışan motivasyonu gibi faydalar sağlandığı görülmektedir”.

Capital Dergisinin yıllık ciro oranını baz alarak açıkladığı Türkiye’nin en büyük 500 şirket sıralamasını içeren 2015 tarihli raporda (URL 5) lojistik sektörü açısından inceleme yapıldığında bahsi geçen ve hizmette kalite algılarıyla alakalı olarak incelen 5 şirket sırasıyla; Netlog Lojistik Hizmetleri, Borusan Lojistik Dağıtım, Ekol Lojistik, Ceva Lojistik, Omsan Lojistik.

Şirketlerin genel olarak bakıldığında şu ortak noktalarda birleştiği saptanmıştır;

- Geniş hizmet çeşitliliği barındırmak
- Yurtiçi ve yurtdışı temelli geniş dağıtım ağına sahip olmak
- İyi bir imaj ve itibar
- Müşterinin başarısını sağlamak, ticaretini arttıracak çözümler sunmak ve avantajlar yaratmak
- Müşterileri ile birlikte sürekli iyileştirme ve fark yaratan uygulamalarla süreçlerine değer katma isteği
- Hizmet verilen coğrafyada yatırım yapmak ve istihdam yaratmak, sosyal aktivitelere katkıda bulunarak yaşam koşullarını iyileştirmek.

- Etkin operasyon ve müşteri hizmetleri yönetimi ile ürün akışı gerçekleşirken, eş zamanlı olarak bilgi akışını ve raporlamayı etkin olarak sağlayabilmek
- Çevre duyarlılığı ve çevreci çözümler sunmak
- Şeffaf, güvenilir ve stratejik bir çözüm ortağı olmak
- Çalışan ve müşteri memnuniyeti odaklı olmak

Firmanın fiziksel imkânları, güvenilir bir firma olması, çalışanlarının eğitimli olması, müşteri isteklerinin zamanında ve etkili bir şekilde karşılanması gibi birçok özellik hizmet kalitesinin müşteriye memnun edici düzeylerde olmasını sağlayan ve bunun ışığında firmanın rekabetini arttıran özelliklerdir. Yapılan çıkarımlara bakıldığında, başarılı şirketlerin şekillendirdikleri ve yönettikleri faaliyetlerde odak noktasının her daim 'Müşteri' olduğunu ve hizmet sektöründe kalite kapsamında müşteri beklentilerini bu anlamda doyuma ulaştırma çabasında olduğu gözlemlenmektedir. Firma bakış açısıyla yakaladıkları kalite anlayışının sonucu olarak sektörde ilerlemeyi sürdürmekte ve rekabet savaşında ön sıralarda yer almaktadırlar. Müşterilerin artık sadece hizmet satın alımı yerine sürece katma değer katabilen bir şirketle çalışma isteğinin yükseldiği günümüzde, sürdürülebilirlik anlayışının gerektirdiği ekonomik, toplumsal ve çevresel konuları gündemlerinde tutarak ilerlemeleri, sektörde beliren kalite anlayışının genişlediği boyutları da gözler önüne sermektedir.

#### 4. SONUÇ

Gün geçtikçe değişen ve daha fazla talepkar olan müşteri beklentileri, rekabetin yoğun olarak yaşandığı hizmet sektörünün içinde yer alan işletmeleri de bu konu hakkında düşünmeye itmektedir. Hizmette kalite konusunun objektif olarak değerlendirilmesi zor olsa da, bir hizmet işletmesinin kalite konusunda hangi seviyede olduğunu bilmesi ve sunduğu hizmetlerin müşteri bakış açısıyla nasıl bir kalitede algılandığına yönelik farkındalığı, piyasada tutunma ve rekabet savaşında son kalan olma adına hayati bir rol oynamaktadır. Yapılmış olan bu çalışmada kalite kavramı hizmet sektörü kapsamında incelenmiş ve lojistik sektöründe yer alan işletmeler tarafından algılanması irdelenmiştir. Çalışmada işletmelerin verdikleri hizmetlerde kaliteyi ne şekilde gördükleri ve faaliyetlerine nasıl entegre ettikleri konusuna vurgu yapılarak, sektör öncülerinin sahip olduğu ve geliştirmeye çalıştığı özellikleri kalite açısından ortaya konmuştur.

Bundan sonraki çalışmalarda, şirketlerin hizmet sektöründe kalite kapsamında benimstedikleri ve oluşan yeni piyasa düzeniyle geliştirdikleri değerlerin müşteri açısından üzerinde durularak karşılaştırmalı analizinin yapılması önerilmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Aslan, M. H. (1998). Hizmet Ekonomisi. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
2. Erkut, H. (1995). Hizmet Kalitesi. 1. Baskı, İstanbul: İnterbank Yayınları, s.5.
3. Ertuğrul, İ. (2004). Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri. İstanbul: Ekin Kitabevi, s.6.
4. Gilberta, D. and Wong, R. K. C. (2003). Passenger Expectations and Airline Services: a Hong Kong Based Study. *Tourism Management*, vol.24,s.519.
5. Gowan, M., Seymour, J., Ibarreche S. and Lackey C. (2001). Service Quality in a Public Agency: Same Expectations but Different Perceptions by Employees, Managers and Customers. *Journal of Quality Management*, 6 (2), s.277.
6. Grönroos, C. (2000). *Service Management and Marketing*. 2th edition, UK: John Wiley&Sons, s. 46.
7. Johnson, J. C., Wood, D., Wardlow, D. and Murphy, P. (1999). *Contemporary Logistics*. 7th. ed. , USA: Prentice Hall Inc.,p.5–9.
8. Kotler, P. (1984).Pazarlama Yönetimi. (E. Yaman, Çev.) Erdal, Cilt I, Üçüncü Basım, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım, s.596.
9. Mentzer, J., Flint, D. and Hult, T. (2002). Logistics Service Quality As a Segment-Customized Process. *Journal Of Marketing*, 65(4), October, p.83.
10. Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry L.L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, p. 41–50.
11. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. and Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of retailing*, 64(1), p.12–40.
12. Sayım, F., ve Aydın, V. (2011). Hizmet Sektörü Özellikleri ve Sistemik Olmayan Risklerin Sektör Menkul Kıymetleri İle Etkileşimine Dair Teorik Bir Çalışma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Nisan, (29), s.248–249.
13. Solomon M., Surprenant C., Czepiel J.A. and Gutman E. G. (1985). A Role Theory on Dyadic Interactions the Service Encounter, *Journal of Marketing*, (49) , p.99–111.
14. Şeker kaya, A. (1997). Bankacılık Hizmetlerinde Algılanan Toplam Kalite Ölçümü. (87), Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu.
15. URL 1, The World Bank Group (2015).World development indicators: Structure of output, World Bank Publications, 12-Nov-2015, <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
16. URL 2, CSCMP (Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi). <https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>.
17. URL 3, International Organization for Standardization (2017). Kalite Kavramı. <http://www.iso.org>.
18. URL 4, LojistikHattı. (26 Eylül 2012). 10 Soruda Kalite Yönetimi, <http://www.lojistikhatti.com/haber/2012/09/kalite-yonetimi>.

19. URL 5, Capital (2015). Capital 500 : Türkiye'nin en büyük 500 Şirketi <http://www.capital.com.tr/capital-500?sayfa=16&order=sektor>
20. Uyguç, N. (1998). Hizmet Sektöründe Kalite yönetimi: Stratejik Bir Yaklaşım. İzmir: Dokuz Eylül Yayınları.





# 3PL LOJİSTİK FİNANSMAN UYGULAMALARI

Tolga İŞCAN<sup>1</sup>, Demet ÇAPRAZ TEKİN<sup>2</sup>, Nazmi CİVİL<sup>3</sup>

## ÖZET

*Stok maliyetlerinin, nakliye ve depolamadan sonra %20 ile %25 arası bir lojistik maliyet oranı ile gelmekte olması, özellikle lojistik finansmanın önemini arttırmaktadır. Burada kastedilen stok bulundurma maliyetidir ki, içeriğinde sermaye maliyeti, depolama/elleçleme maliyeti, stok riski maliyeti, stok hizmet maliyeti ve vergi yüküdür. Sonuçta "Stok Finansmanı" olarak adlandırılan, lojistik hizmet sağlayıcılar için talebin arzı tetiklediği satılabilir yeni bir ürün doğmuştur. Bu çalışmada, yeni bir ürün olarak 3PL firmaları tarafından verilen Lojistik finansmanı modelleri genel çerçevede değerlendirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik finansmanı, 3PL, Tedarik Zinciri Yönetimi, Stok Finansmanı

## LOGISTICS FINANCING IMPLEMENTATIONS BY 3PL

### ABSTRACT

*Inventory costs constitute up to %20-%25 overall logistics costs which increase the importance of logistics financing. The phrase of logistics financing is meant to be inventory carrying cost which includes capital cost, warehousing/handling costs, inventory risk cost, inventory service cost, tax cost. As a result, there has been a new sellable service feature arising out of these costs by Logistics providers so called "Logistics Financing". In this study, as a new sellable logistics service, Logistics financing term and its market use is discussed.*

**Keywords:** Logistics Financing, 3PL, Supply Chain Management, Inventory Financing

## 1. GİRİŞ

Günümüzde uluslararası ticaretin zorlayıcı etkenlerinden bir tanesi de nakit akışı ve sermaye finansmanıdır. E-ticaretin gelişmesi ile ulusal ve uluslararası düzeyde KOBİ nitelenebilecek firma sayısı artmış ve lojistik maliyetler bu tip firmalar için azımsanmayacak bir masraf kalemi haline gelmiştir. Ayrıca müşteri talep seviyelerinin belirsiz olduğu durumlar

---

<sup>1</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul [tolgaiscann@gmail.com](mailto:tolgaiscann@gmail.com)

<sup>2</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul [d\\_capraz@yahoo.com](mailto:d_capraz@yahoo.com)

<sup>3</sup> Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, İstanbul [nazmi.civil@gmail.com](mailto:nazmi.civil@gmail.com)

(nesnelerin internetindeki gelişmeler ve e-ticaretin yaygınlaşması kaynaklı) artış gösterdiği için, stokların talebe yakınlığı ve miktarının artması sonucu doğurmuştur.

Uluslararası ticareti kolaylaştırıcı ve hızlandırıcı hizmetleri ile 3. Parti Lojistik hizmet sağlayıcılar; ölçekleri ve vizyonları çerçevesinde lojistiğin temel faaliyetleri (nakliye,depolama,sipariş yönetimi, stok yönetimi, sigorta, gümrükleme ve paketleme) dışında da hizmetler sunmaya başlamıştır. Gerek rekabet zorunlulukları gerekse değişen iş modelleri gereği 3.Parti ve hatta 4.parti Lojistik Hizmet sağlayıcılar lojistik finansmanı ile müşterilerine farklı çözümler sunmakta ve bu sayede karlılığı ve kazan-kazana dayalı işbirliğini arttırıcı ürün çeşitlendirmesine gitmektedirler. Lojistiğin esası olan ürün, bilgi ve hizmetin transferinde, gelişen iş modelleri sayesinde lojistik firmalarının ürünü olmaya başlamıştır.

Çalışmada, yeni bir ürün olarak Stok Finansmanı sağlayan ve bu yolla farklı modeller ortaya çıkararak Küresel Lojistik firmaları örnek alınarak, yerel sermayeli Türk Lojistik firmalarına farklı bir bakış açısı ve yeni ürün geliştirilmesinde ilham vermesi arzulanmıştır.

Yine bu çalışmada, stok optimizasyonu yardımcı aracı olarak stok finansmanında küresel ölçekte 3. Parti Lojistik firmalarının örnek hizmetleri ve uygulamaları ele alınmış, Türkiye’de özellikle ihracatçı desteklerinde ve yeni lojistik yardımcı faaliyet olarak, Lojistik firmaları ile finans kuruluşları arasında olası işbirliklerine örnek teşkil etmesi anlamında, sonraki yapılabilecek çalışmalarda esin kaynağı olması amaçlanmıştır.

## 2. LOJİSTİK FİNANSMANI

İşin doğası gereği Lojistik firmalar, öz malla sahip olmayan, organizasyon becerileri ile küresel anlamda acenta ağı ve yetkin personellerin etkin bilgi-işlem altyapısı ile güçlendirilmesi sonucu, daha çok işin olduğu süre boyunca ihtiyacı olan demirbaşlara kiralama yoluyla sahip olan bir yapıdadır. Sermaye ya da stok finansmanını kısa sürelerde dahi olsa, müşterilerine özsermayelerinden kullandırma olanakları, küresel oyuncular dahil sınırlıdır. Dolayısıyla stok finansmanında ön plana çıkan model, aracı ve bağımsız kurum olarak lojistik firmasının satıcıdan alıcıya olan süreçte ürünün sahipliğine ve bilgisine haiz olan taraf olarak, elindeki bilginin şeffaf bir şekilde finans kuruluşları, alıcı ve satıcı arasında aktarılması ve aynı zamanda lojistik firmasının nakitin transferine aracılık etmesidir.

Alıcının, alınacak miktarın belirsiz olduğu durumlarda, ürün değerinin dolayısıyla stok maliyetinin yüksek ya da borsası olan ürünlerde ürünün seyirde veya depoda olduğu süre boyunca fiyatının artış veya azalışına karşı finansman gereksinimi olacağı gibi, nakit akışı, uzun transit sürelere ve yüklü siparişlere imkan vermeyen satıcılar tarafından da fonlama ihtiyacı olarak stok finansmanına ihtiyaç vardır. Banka ve finans kuruluşları genelde küçük ve orta büyüklükteki firmalara güven esaslı finansman kullandırmamakta, aracı ve bağımsız kuruluş olarak Lojistik firması bu durumlarda bankalara aracılığıyla kredi ürününü satar hale getiren bir yapıya kavuşmaktadır. Ayrıca, kendi ana hizmetleri olan nakliye ve depolama ödenmeme riskide bu hizmetlerinde kredilendirmeye dahil edilmesiyle ortadan kalkmaktadır.

Lojistiğin müşteri hizmet seviyesi ile olan ilişkisinde, sipariş karşılama oranı, geç ve eksik gitme oranları, stok finansmanı sayesinde makul maliyetlerde gönderici ve alıcıya olumlu etki olarak artacaktır.

Genellikle Tedarik Zinciri yönetiminde yenilikler ve iyileştirmeler, tedarik sürelerinin azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Burada maliyetlerin azaltılmasındaki esas, stok seviyelerinin optimize edilerek, stok bulundurma maliyetini minimize etmektir. Yine tedarik zinciri yönetiminde işbirliğinin üst seviyelerinde satışlar, üretim planları, lojistik maliyetler, stok seviyeleri, işbirliği fırsatları, bilgi işlem entegrasyonları paydaşlarla paylaşılarak ürün üzerindeki lojistik maliyetler minimize edilmeye çalışılır.

Stok maliyetlerini minimize etmek için kullanılan uygulamalar aşağıda sıralanmıştır;

- Üretici tarafından yönetilen stoklar ( Vendor Managed Inventory)
- Consignment inventory
- Stok finansmanı ( Inventory financing)
- Çapraz yükleme( Cross-docking)

Lojistik yardımcı faaliyet olarak stok finansmanı Lojistik firmalarca 4 ana modelde müşterilere sunulmaktadır.

### **1. Teslimat karşılığı tahsilat modeli**

Bu modelde, sözleşme alıcı ve satıcı arasındadır. Satıcı siparişi 3 PL firma aracılığıyla gönderir. 3PL firma teslimat öncesi sipariş bedelini tahsil ederek, siparişi teslim eder ve sonrasında satıcıya para transferini yapar.

### **2. Ön ödemeli model**

Bu modelde, sözleşme alıcı ve satıcı arasındadır. 3PL firma sipariş bedelinin bir miktarını satıcıya alıcı adına yapar. Alıcı siparişin teslimatı ile bakiyeyi 3PL'e yapar. 3PL kalan bakiyeyi satıcıya gönderir.

### **3. Finansman, Nakliye, Depolama**

Satıcı mamül ya da yarı mamül 3PL deposunda tutar. Depo alındı belgesini 3PL satıcıya sunar. Böylece, satıcı finans kuruluşuna depo alındı belgesi ile kredi talebinde bulunur. Finans kuruluşu, 3PL firmasından ürünlerin değerlemesini talep eder. Değerleme işlemi sonucuna göre finans kuruluşu satıcıya kredi ödemesi gerçekleştirir.

### **4. Kredi finansmanı**

Bu modelde, aracı kuruluş olmaktan çok 3PL firması, finansmanı direk kendisi müşterilerine yapar. Bu durumda ihtiyaç duyulan kredi, banka veya finans kuruluşları tarafından 3PL'in onaylanması durumunda verilir.

Bu modelde verilecek hizmetlerin ucu açıktır. Ancak etkin bir finansal yönetim bilgisi gerektirmektedir. İhracatını veya ithalatını yapmakta olan müşterisine ürün teslim edilmeden ödeme yapmasını gerektirebilir. Bu durumlar bazı riskleri beraberinde getirir. Örnek olarak; hukuki, finansal/kredi, vb.

Lojistik finansman hizmeti, tedarik zinciri yönetim danışmanlığı modeli görüleceği gibi, firmalara 3PL tarafından sağlanan finansal pozisyonlarını güçlendirici finansal araçlar olarak ayrıca tanımlanabilir.

Bunlar arasında; stok optimizasyonu, kredi kullanımlarının azaltılması ve dolayısıyla finansman maliyetlerinin azaltılması görülebilir.

Tedarik zinciri yönetiminde paydaşların işbirliği çerçevesinde, ürünlerin, bilginin ve hizmetin sorunsuz akışı için şirketlerin sermaye yapılarının da bu doğrultuda, olağanüstü durumlarda oluşacak taleplere cevap verebilecek yapıda olması beklenir.

Üretim, tedarik ve müşterilerin birbirinden uzak coğrafyalarda olması, ürünün çıkış noktasından varış noktasına kadar izlenebilirliğini zorlu hale getirmesini beraberinde getiren ayrı bir güvensizlik konusu olarak ortaya çıkmaktadır. Nakliye sürecinde seyir süresi boyunca ilgili stoğun maliyeti olduğu gibi, henüz satılmamış veya alıcı tarafından henüz alınmamış olması da, stoğun ayrı bir maliyetidir. KOBİ'ler, sermaye ve kapasite kısıtları nedeniyle üretici veya müşterilerden gelen olağanüstü taleplere cevap vermekte zorlanırken, finans kuruluşlarından genelde yüksek maliyetle ya da olumsuz sonuçlanan kredi talep süreçleri ile beraber müşteri ve pazar kaybı riskleri ile karşı karşıya kalırlar.

Finans kuruluşları, ilgili stoğun 3PL de olduğu sürece dolaylı kredi kullandırmada bir nevi hakemlik pozisyonunda ve elinde ürün ile ilgili bilgi olan 3PL'e güvenmiş olmaktadır. Büyük işletmeler için ise, yüklü miktarda yurtdışı stoğun optimize edilmesi, fiziksel ve finansal olarak en büyük sorunlardandır. Bu aşamada, 3P firmalar Lojistik ve finansman araçlarını birarada sunarak, gerek depolarında müşterileri adına satınalmasını ve finansmanını yaparak tampon stoklama yapmakta, gerekse satılmamış ya da henüz varmamış ürünün ilgisine finans kuruluşları aracılığıyla fonlama sağlamaktadır. İhracat malı için, ithalatçı adına ödeme yapılacağı gibi, ithalatçı için de teslim alınmamış ya da satılmamış ürünün satıcıya ödemesi gerçekleştirilir. Sorumlulukların devri konularının sözleşmelerde yer alması taraflar için hayati bir rol oynamaktadır. Tüm paydaşlar için hukuki ve finansal risklerin minimize edilmesi için sözleşmelerin dikkatlice oluşturulması önemlidir.

Merkezi satınalma yöneticilerinin talepte oluşan ani değişiklikler karşısında tedarikçilerinden olumlu ve hızlı geri dönüş almaları her zaman mümkün olmamaktadır. Kapasite ve sermaye kısıtları bunu mümkün kılmamaktadır. Merkezi satınalma, bu gibi olumsuzluklara karşı sürekli ikilem içindedir. Stoğun arttırılması veya alternatif tedarikçilerle çalışmak çözüm olarak görülür. İlkinde stok maliyetlerinin artışına yol açılır ki ,ayrıca olası tüketici eğilimlerindeki değişiklikler, petrol fiyatlarındaki azalışlar dolayısıyla nakliyenin ucuz hale

gelmesi gibi olağan dışı tehditler/fırsatlara meydan verilmiş olur. İkincisi ise, kalite veya yüksek ürün fiyatı gibi ölçeksizlik kaynaklı tehdit ortaya çıkarabilir.

3PL lojistik firma bu gibi tedarik zinciri risklerini ortadan kaldırmak adına 3.parti ticari kuruluş olarak hareket ederek stoğun yönetimin ve dolayısıyla satınalma ve finansmanında müşterisi adına yapar. 3PL merkezi ve bölgesel depolarında müşterisi adına kendi sahipliğinde ürünleri depolar. Sipariş bazında ürünlerin teslimatını yaparak hem lojistik hem de ürün bedellerini müşterisinden tahsil eder.

Avantajları arasında,

- Stokların alıcı tarafından izlenebilirliği,
- Satınalma işlemlerinin 3PL tarafından yapılarak maliyetlerin düşürülmesi,
- Alıcı tarafından kullanılan kredilerde düşüş dolayısıyla olumlu nakit akışı etkisi,
- Hedeflenen müşteri hizmet seviyelerine optimum stok seviyeleri ile gelmek,
- Tedarikçi üzerindeki sermaye ve üretim kısıtları baskılarının azalması ve uzun ödeme vadelerinin tedarikçi lehine ortadan kalkmasıyla, alıcın daha ucuza ürün temin etmesi gibi olumlu etkiler olduğu söylenebilir.

### 3. SONUÇ

3PL firmalar; farklı sektörel tecrübeleri, IT altyapıları ve entegrasyon kabiliyetlerinin yanı sıra, üstün lojistik bilgi, tecrübe ve küresel şebeke ağları dolayısıyla tedarik zinciri güvenliğinde esas olan ürün izlenebilirliği ve bilgi transferi doğruluğu ve hızında, üretici, alıcı ve bankalar arasında finans lojistiğinin güvenilebilir bir oyuncusu olmaktadır. Ayrıca, nakliyenin ve/veya diğer lojistik faaliyetlerin yine aynı 3PL tarafından verilecek olması, mevcut işlerde artı katkısı olacaktır.

İhracat getirisine ihtiyaç duyan Türk ekonomisi için, 3PL firmalar ve finans kuruluşları ile ihracatçı ve yurtdışı yatırımcısını destekleyecek yeni iş modellerine örnek olacak bu tür yaklaşımlar hayati önem taşımaktadır.

Rekabetin artış gösterdiği, nakit akışının her sektörde baş gösterdiği yeni dünya ekonomik düzeninde, lojistik araçlarını, finansal araçlar ile birleştirebilip satılabilir ürün haline getiren 3PL firmalar, tedarik zinciri yönetimi felsefesini yakalamış olacaklardır. Pazarın daraldığı lojistikte devrim, tedarik zinciri yönetiminden pay alan 3PL firmaların olacaktır. Finansal araçların 3 PL firmalarca etkin kullanımı sadece müşterilere sunulacak yeni hizmetlerde değil, aynı zamanda faktöring, kredi sigorta kuruluşları vb. araçları kullanarak kendi finansal yapılarını da güçlendirici etki yapacağı düşünülmelidir.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] URL1, <http://www.gtreview.com/news/global/logistical-support-for-supply-chain-finance/>
- [2] URL2 [https://books.google.com.tr/books?id=nQ9AAAAAQBBAJ&pg=PA204&lpg=PA204&dq=logistics+services+as+financing&source=bl&ots=xYV4TGmZGB&sig=vJRqvD5vzZEaXZQgNH7SAmebjB8&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwIU3ravndvSAhUCbBoKHUN\\_Cas4FBD0AQgYMAA#v=onepage&q=logistics%20services%20as%20financing&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=nQ9AAAAAQBBAJ&pg=PA204&lpg=PA204&dq=logistics+services+as+financing&source=bl&ots=xYV4TGmZGB&sig=vJRqvD5vzZEaXZQgNH7SAmebjB8&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwIU3ravndvSAhUCbBoKHUN_Cas4FBD0AQgYMAA#v=onepage&q=logistics%20services%20as%20financing&f=false)
- [3] URL3 [https://books.google.com.tr/books?id=zdzWjU1PzwAC&pg=SA3-PA24&lpg=SA3-PA24&dq=logistics+services+as+financing&source=bl&ots=FaiqekcIsI&sig=ZFC8KVGZXoVo-eNvSoJOiHqv2HM&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwIU3ravndvSAhUCbBoKHUN\\_Cas4FBD0AQgYMAE#v=onepage&q=logistics%20services%20as%20financing&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=zdzWjU1PzwAC&pg=SA3-PA24&lpg=SA3-PA24&dq=logistics+services+as+financing&source=bl&ots=FaiqekcIsI&sig=ZFC8KVGZXoVo-eNvSoJOiHqv2HM&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwIU3ravndvSAhUCbBoKHUN_Cas4FBD0AQgYMAE#v=onepage&q=logistics%20services%20as%20financing&f=false)
- [4] URL4 <https://vijaysangamworld.wordpress.com/tag/inventory-financing/>
- [5] URL5 <https://www.hindawi.com/journals/ddns/2016/6489748/>
- [6] URL6 [https://books.google.com.tr/books?id=x\\_iSDAAAQBBAJ&pg=PA161&lpg=PA161&dq=inventory+financing+by+3pls&source=bl&ots=21NoKGq1CD&sig=uI7Z8duTF8J2TD2Y-JAReqwMg60&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwi0ydWxn9vSAhUGBBoKHdf4AgoQ6AEIODAE#v=onepage&q=inventory%20financing%20by%203pls&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=x_iSDAAAQBBAJ&pg=PA161&lpg=PA161&dq=inventory+financing+by+3pls&source=bl&ots=21NoKGq1CD&sig=uI7Z8duTF8J2TD2Y-JAReqwMg60&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwi0ydWxn9vSAhUGBBoKHdf4AgoQ6AEIODAE#v=onepage&q=inventory%20financing%20by%203pls&f=false)
- [7] URL7 [https://www.fbicgroup.com/sites/default/files/Supply%20Chain%20Finance%20\(IV\)-Supply%20Chain%20Finance%20Innovation%20in%20the%20Logistics%20Industry.pdf](https://www.fbicgroup.com/sites/default/files/Supply%20Chain%20Finance%20(IV)-Supply%20Chain%20Finance%20Innovation%20in%20the%20Logistics%20Industry.pdf)
- [8] URL8 <https://www.post.ch/en/business/optimizing-processes/in-your-company/working-capital-management/this-is-how-we-proceed>
- [9] URL9 [www.upscapital.com](http://www.upscapital.com)
- [10] URL10 <http://www.ezdglobal.com/benefits.html>
- [11] URL11 <http://www.nipponexpress.com/solution/02/>
- [12] URL12 [http://www.ezdglobal.com/EZDPL01\\_08-10-05.pdf](http://www.ezdglobal.com/EZDPL01_08-10-05.pdf)

## Taşımacılık Sistemleri, Tersine Lojistik ve Yeşil Lojistik

# ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE ŞEHİRLERARASI ULAŞIMDA YOLCULARIN MOD SEÇİMİ

Gül SENİR<sup>1</sup>, Arzum BÜYÜKKEKLİK<sup>2</sup>, Ömür DEMİRER<sup>3</sup>

### ÖZET

*Türkiye’de son yıllarda toplum olarak seyahate bakış açısının ve beklentilerin değişmesi, özel araç kullanımındaki artış, yurt içi havayolu ulaştırmasındaki gelişmeler, yüksek petrol fiyatları gibi etkenler bireylerin seyahat davranışlarında değişmelere sebep olmaktadır. Yolcular için şehirlerarası ulaşım seçeneklerinden doğru ve makul ulaşım modunu seçmek oldukça önemlidir. Yolcular en uygun modu seçerken maliyet, konfor, hız, güvenlik, mesafe, prestij, erişilebilirlik, evre dostu ve esneklik gibi pekçok kriter belirlemede ve karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu modlarını bu kriterlere göre kıyaslayarak bir seçim yapmaktadır. Dolayısıyla yolcuların ulaşımda mod seçimi çok kriterli bir karar problemidir. Literatürde Türkiye’de yolcuların mod seçimine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yolcuların seyahat davranışlarında ulaştırma modu seçimini etkileyen kriterlerin ve ağırlıklarının belirlenmesi ve çok kriterleri karar verme teknikleri ile karara destek olunmasıdır.*

**Anahtar Kelimeler:** ok Kriterli Karar Verme, Ulaşım Modu, Yolcular İçin Ulaşım Modu Seçimi.

- 
- <sup>1</sup> Arş.Gör., Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, gul.senir@ohu.edu.tr
  - <sup>2</sup> Yrd. Doç. Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, abuyukkeklık@ohu.edu.tr
  - <sup>3</sup> Yrd. Doç. Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi, omurdemirer@hitit.edu.tr

## MODE SELECTION OF TRANSPORTATION TRANSPORTATION WITH MOST CRITERIA DECISION- MAKING TECHNIQUES

### ABSTRACT

*In Turkey in recent years, changes in the way of looking at society as a community and changes in expectations, increase in the use of private vehicles, developments in domestic air transportation, and high oil prices have caused changes in individual travel behavior. For passengers it is important to choose the correct and reasonable mode of transport from the intercity transportation options. When choosing the most suitable mode, the passengers make a choice by comparing many criteria such as cost, comfort, speed, safety, distance, prestige, accessibility, environment friendliness and flexibility and comparing road, sea, air and rail modes according to these criteria. Therefore, the mode selection of passengers in transportation is a matter of multi-criteria decision. In the literature, there is a limited number of studies on mode selection of passengers in Turkey. The purpose of this study is to determine the criteria and weights that affect the choice of mode of transport in the travel behavior of the passengers and to support the decision criteria very much with the criteria.*

**Key words:** Multi Criteria Decision Making, Transportation Mode, Transportation Mode Selection for Passengers.

### 1. GİRİŞ

Küresel ticaretin artması, bilgi ve iletişim teknolojisindeki gelişmeler ve artan nüfusun etkisiyle ulaştırma alanında ilerlemeler kaydedilmiş, ulaştırma sistemlerinin etkinliği artmış ve ulaştırma olanakları iyileşmiştir (Çatı, 2003). Ulaştırma sektörü gelir, istihdam sağlama, yaşam kalitesi gibi faktörler açısından hizmet sektörleri arasında önemli bir konuma gelmiştir (Ardıç ve Sadaklıoğlu, 2009). 2015 yılı verilerine göre, Türkiye’de ulaştırma sektörü ticari hizmetler ihracı listesinde yüzde 31,1 değer ile turizm sektörünün ardından ikinci sırada bulunmaktadır (<http://www.worldbank.org>, Erişim Tarihi, 10.03.2017). Bu nedenle ulaştırma sektöründeki gelişmeler Türkiye’nin kalkınmasında ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasında ciddi bir değere sahiptir (Ardıç ve Sadaklıoğlu, 2009).

Ulaştırma sektöründeki gelişmelerin tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bireylerin seyahate bakış açısına ve beklentilerine olumlu yansımaları olmuştur. TOBB’un yayınladığı ekonomik rapora göre, 2015 yılında 2014’e göre yurt içi yolcu taşımada % 5,4’lük ve yurt dışı yolcu taşımada % 10,8’lik bir artış olmuş; yurt içi yolcu taşımalarında kara yolu, yurt dışı yolcu taşımalarında ise hava yolu daha fazla tercih edilmiştir. 2015 yılında yurt içi yolcu taşımalarında % 89,8 kara yolu, % 1,2 demir yolu ve % 9,1 hava yolu kullanılırken, yurt dışı yolcu taşımalarının tamamında ise hava yolu kullanılmıştır. Yurt içi yolcu taşımalarında 2014’e göre kara yolu ulaşımının değeri 0,5 azalırken hava yolu ulaşımının değeri 0,5 demir



yolu ulaşımının değeri 0,1 oranında artmıştır. Bu tercihler Türkiye’de 2015 yılında demir yolu ulaşımında yapılan iyileştirmelere altyapının yoğun olarak tek hat olmasına; deniz yolu ulaşımında ise büyük limanların altyapı eksikliklerinin olmasına dayandırılmıştır. Diğer yandan, bireylerin gelir yapısı ve alışkanlıklarından dolayı seyahatlerinde büyük ölçüde kara yolunu tercih ettikleri belirtilmiştir (<https://www.tobb.org.tr>, Erişim Tarihi, 07.03.2017).

Yolcular açısından şehirlerarası ulaşımında doğru ve makul ulaşım modunu seçmek hem bireysel ekonomileri hem de ülke ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Yolcular en uygun modu seçerken güvenlik, hız, konfor, ekonomiklik, hizmetin niteliği, mesafe, prestij, erişilebilirlik, sosyallik, coğrafya-altyapı şartları, çevresel etki ve esneklik gibi pek çok kriter belirlemede ve karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu modlarını bu kriterlere göre kıyaslayarak bir seçim yapmaktadır (Şahbaz ve Yüksel, 2008; Li Dong vd. 2012). Ulaştırma modlarının tercih edilmesinde verimli ve sürdürülebilir kullanım politikası izlenmesiyle, çevre üzerindeki olumsuz etkiler de azaltılabilmektedir. Bu durumda daha az girdi kullanılmasıyla daha fazla değer üretilerek, sektörün rekabet gücünün de artırılması sağlanabilmektedir (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015).

Bu çalışmanın amacı, yolcuların ulaşım modu seçiminde dikkate aldıkları kriterleri ve bu kriterlerin göreceli önemlerini belirlemek ve ulaşım modlarının bu kriterlere göre tercih edilme düzeylerini araştırmaktır. Ulaşım hizmeti ile ilgili Türkçe literatürde çoğunlukla seyahat işletmelerinden hizmet alan yolcuların almış oldukları hizmetlerden memnuniyet düzeyleriyle seyahat işletmelerinin hizmet kalite düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmış çalışmalar bulunmasına rağmen, yolcuların mod seçimi ve dikkate aldıkları kriterlerle ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılacak araştırmanın hem konuyla ilgili Türkçe literatürdeki sınırlı bilginin gelişmesine, hem de farklı taşıma modlarında faaliyet gösteren özel işletmelere yolcuların tercih kriterleri ve kriterlerin önem düzeyleri yönünden katkı sağlanması beklenmektedir.

Beş bölümden oluşan çalışmanın girişten sonraki ilk bölümünde ulaşım hizmeti ve yolcu taşımacılığı ile ilgili literatür sunulmuştur. Sonrasında araştırmanın metodolojisi kapsamında çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşik Prosesi hakkında bilgi verilmiş, veri toplama aracı ve yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde bulgulara yer verilmiş, beşinci ve son bölümde ise sonuçlar ve gelecekte konuyla ilgili yapılacak çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ulaştırma sektöründe şehirlerarası yolcu taşımacılığı bireylerin çeşitli ulaşım modlarıyla bir yerden başka bir yere taşınması olarak ifade edilmektedir (Ay Türkmen ve Bildik, 2015). Yapılan araştırmalara göre yolcuların seyahat davranışları ve mod seçimi yerel unsurlar, sosyo-demografik ve kişilik özellikleri ile kültürel özelliklerden etkilenmektedir (Le Loo vd., 2015). Bu sebeple farklı ülkelerde ve kültürel özelliklerde ulaşım modu tercihleri de değişebildiğinden burada sadece Türkçe literatürdeki çalışmalara yer verilmiştir.

Türkçe literatürdeki yolcu taşımacılığına yönelik çalışmalarda odak genellikle, yolcuların karayolu seyahat işletmesi (özellikle otobüs firmaları) hizmetlerinden memnuniyetleri ve işletmeyi tercih etme nedenleri olarak belirlenmiştir. Bu odağın yanı sıra ulaşım modları tercihlerini etkileyen kriterler de destekleyici konu olarak araştırılmıştır. Örneğin Ardıç ve Sadaklıoğlu (2009) Tokat'ta bulunan seyahat işletmelerinden hizmet alan yolcuların şehirlerarası ulaştırma hizmetlerden memnuniyet düzeylerini, algıladıkları kalite kriterlerini, aldıkları hizmetler hakkındaki düşüncelerini ve kaliteli hizmet beklentilerini incelemiştir. Müşteri memnuniyetine etki eden kriterler personelin davranış ve tutumları, otobüslerin özellikleri, dakiklik, konaklama ve mola, rezervasyon, yazıhanenin fiziksel koşulları, servis ve bagaj işlemleri gibi yedi ayrı kriter olarak belirlenmiştir. Kadın yolcuların erkek yolculara göre sunulan hizmetlerden daha memnun olduğu, eğitim düzeyi yükseldikçe memnuniyet düzeyinin düştüğü ve beklentilerin yükseldiği görülmüştür. Firma seçiminde ise ilk sırada yer alan kriter “güvenlik” olmuş, güvenlik kriterini sırasıyla “konfor” ve “fiyat” kriterleri izlemiştir.

Kalite ve memnuniyet odaklı bir başka çalışmada Yılmaz (2012), üniversite öğrencilerinin şehirlerarası otobüs firmalarının verdikleri hizmetlere ilişkin algılamalarını, seyahatten memnuniyet düzeylerini, tekrar tercih etme ve tavsiye konularındaki düşüncelerini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin hizmet kalitesi algılamalarında altı kriter önemli bulunmuştur. Bu kriterler “yazıhane ve yazıhane görevlileri ile otobüs personeliyle ilgili hususlar”, “otobüsler ve yolculuk esnasında sunulan hizmetlerle ilgili hususlar”, “güvenilirlikle ilgili hususlar”, “şehir içi servis araçları ve görevlileriyle ilgili hususlar”, “mola ile ilgili hususlar” ve “yer ayırma, bilet satın alma ve bagaj işlemleriyle ilgili hususlar” şeklinde sıralanmıştır. Öğrencilerin söz konusu altı kritere ilişkin algılamalarının ve seyahatlerine ilişkin memnuniyetlerinin düşük düzeyde olduğu, öğrencilerin büyük bir kısmının seyahat ettikleri firmayı başkalarına tavsiye etmeyi düşünmedikleri ortaya konmuştur. Seyahatten memnuniyet düzeyini belirleyen en önemli kriterler ise otobüsler ve yolculuk esnasında sunulan hizmetlerle ilgili hususlar ve güvenilirlikle ilgili hususlar olarak belirlenmiştir. Otobüs firmalarına yönelik benzer bir çalışma Ay Türkmen ve Bildik (2015) tarafından yapılmış, ÇKKV tekniklerinden Bulanık VIKOR yöntemiyle Denizli'de üniversite öğrencilerinin şehirlerarası ulaşımında kullandıkları otobüs firmaları tercih sıralamasını araştırılmıştır. Öğrencilerin otobüs firmalarını tercihleri “kalite”, “hizmet”, “fiyat”, “zaman” ve “güvenlik” olmak üzere 5 temel kriter ve bu kriterlere dayalı 22 alt başlıkta ölçümlenmiştir. “Fiyat” kriterinde ilk sırada yer alan otobüs firmasının diğer kriterler göz önüne alındığında tercih sıralamasında son sırada yer aldığı görülmüştür. Bu bağlamda otobüs işletmelerinin müşteri tercihini etkilemede rekabetçi olabilmek için fiyat dışındaki kriterleri de dikkate almaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Özer vd. (2006) ise karayolu ile şehirlerarası yolcu taşımacılığında yolcu tercihlerini analiz etmişlerdir. Erzurum şehirlerarası otobüs terminalinde yaptıkları anket çalışmasıyla demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri (cinsiyet, yaş, medeni durum, meslek, eğitim ve gelir düzeyleri) itibarıyla yolcuların seyahat sıklıklarını, ulaşım modlarını tercih sebeplerini, otobüslerin modeli, koltuk yeri ve koltuk numarası tercihlerini incelenmişlerdir.

Sonuç olarak yolcuların ortalama yılda 1-5 defa seyahat ettiği, ucuz olması nedeniyle seyahatlerinde karayolunu (otobüs seyahatini) havayoluna (uçığa) tercih ettiği, cam kenarında öne yakın koltuklarda yolculuk etmek istediğı ve seyahat ettikleri otobüsün modelinin hiçbir öneminin olmadığı bulgularına ulaşılmıştır.

Yukarıda incelenen çalışmaların yanı sıra Türkçe literatürde doğrudan sadece ulaşım modu tercihinine yönelik sınırlı sayıda çalışmaya rastlanabilmiştir. Bunlardan Şahbaz ve Yüksel (2008) yolcuların seyahatlerinde ulaştırma modu seçiminde kullanılabilcek kriterlerin belirlenmesi amacıyla iki türlü bir Delfi Sorgulama Paneli düzenlemiştir. Demiryolu modunda trenlerin “güvenlik”, “ekonomiklik”, “sosyallik” ve “çevresel etki” kriterlerinde diğer ulaştırma araçlarına göre tercih edildiğini; “dakiklik”, “konfor”, “coğrafya” ve “altyapı hizmetinin niteliğı”, “erişilebilirlik”, “hız”, “mesafe”, “esneklik” ve “prestij” gibi kriterlerde ise tercih edilmediğı vurgulanmıştır.

### 3. METODOLOJİ

Bu başlık altında, çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi ve veri toplama aracı ve yöntemi hakkında bilgi verilmiştir.

#### 3.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Birçok kriteri değerlendirerek alternatifler arasından amaç veya amaçlara en uygun olanı seçme “karar verme” olarak tanımlanmaktadır (Uzun ve Kazan, 2016). Bireyler yaşamlarının neredeyse her döneminde birçok karar verme durumuyla karşılaşmakta, bazı kararları verirken birçok değişkenin göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu tür karar verme durumlarında kararın bilimsel bir temel doğrultusunda, doğru ve güvenilir verilerin değerlendirilmesi sonucunda verilmesi daha güvenli ve isabetli olmasına yardımcı olacaktır (Tekeş, 2002; Soner ve Önüt, 2006).

Karar alternatifleri ve değerlendirme kriterlerinin fazla olduğu durumlarda, karar vermeyi kontrol edebilmek ve kararın kolay ve çabuk bir şekilde elde edilmesi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Teknikleri geliştirilmiştir (Herişçakar, 1999). ÇKKV tekniklerinin avantajı çok sayıda kriter ve alternatifi birlikte değerlendirebilmesinden kaynaklanmaktadır (Chatterjee, 2010). Analitik Hiyerarşik Prosesi (Analytic Hierarchy Process – AHP) de 1970’lerde Saaty tarafından geliştirilen ve sonrasında yoğun kullanım alanı bulan ÇKKV tekniklerinden birisidir. Alternatifler arasında seçim yapabilmeye, karara ilişkin faktörleri değerlendirip ağırlıklarını hesaplayabilmeye imkan veren AHP yatırım kararları, kamu bütçe dağıtımını gibi stratejik kararlardan; üretim planlaması, veri tabanı seçimi, taşımacılık, kaynak atama kararlarına kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Timor, 2011). AHP, ÇKKV problemlerinin yanı sıra birçok farklı teknikte kriter ağırlıklarının belirlenmesinde de tercih edilen destekleyici bir yöntemdir.

AHP, karar amacının belirlenmesi ve buna dayanarak karar hiyerarşisinin oluşturulması ile başlar. Sonraki aşamada kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırılması yoluyla karşılaştırma matrisleri hazırlanır. İkili karşılaştırmalar için Tablo 1’de sunulan Saaty (1980) tarafından geliştirilen 1-9 arası ölçek kullanılır.

**Tablo 1. AHP Önem Ölçeği**

Önem derecesi	Tanım
1	Eşit önemli
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması
5	Kuvvetli derecede önem
7	Çok kuvvetli derecede önem
9	Aşırı derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Kaynak: Saaty (1980).

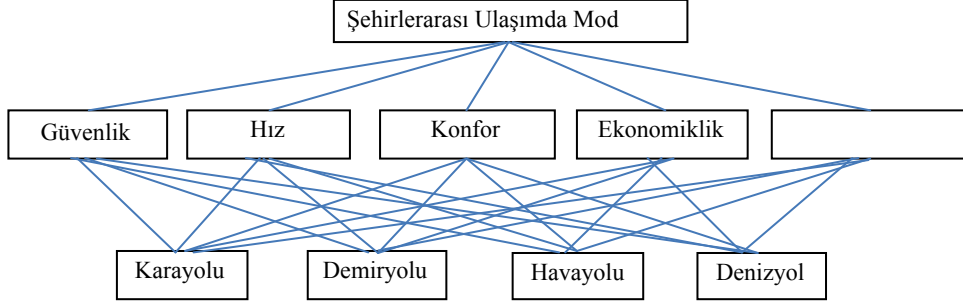
### 3.2. Veri Toplama Aracı ve Yöntemi

Çalışmada veri, yüz yüze anket yöntemi kullanılarak ve iki aşamalı bir süreç ile toplanmıştır. Birinci aşamada yolcuların ulaşım modu seçiminde dikkate aldıkları kriterlerin belirlenmesi amaçlanmış, buna yönelik Niğde’de yaşayan farklı yaş grubu (18-65 yaş arası) ve meslekten bireylere Ocak 2017’de 50 ön anket uygulanmıştır. Ön ankette literatürdeki benzer çalışmalardan (Şahbaz ve Yüksel, 2008; Li Dong vd., 2012; Ay Türkmen ve Bildik, 2015) faydalanılarak belirlenen “hız”, “güvenlik”, “ekonomiklik”, “konfor”, “erişilebilirlik”, “hizmet”, “mesafe”, “esneklik”, “prestij”, “çevresel etki”, “sosyallik”, “coğrafya ve alt-yapı şartları” şeklinde 12 kriter kullanılmıştır. Ön anket sonuçlarına göre bireylerin tercihini etkileyen ilk beş kriter “güvenlik”, “hız”, “konfor”, “ekonomiklik” ve “hizmetin niteliği” olarak belirlenmiş ve bu kriterler ikinci ankette kullanılmıştır.

Veri toplamanın ikinci aşamasında bireylerden kriterleri kendi içinde, ulaştırma modlarını (alternatiflerini) ise belirlenen beş kriter çerçevesinde değerlendirmeleri istenmiştir. Bu aşamada kullanılan ulaşım modları değerlendirmesi anketinde (AHP’nin yapısı gereği) ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturmak gerektiğinden anketler yine yüz yüze uygulanmıştır. Diğer yandan ankette karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu olarak 4 ulaştırma moduna yer verilmiş, cevaplayıcılardan tüm ulaşım modlarının ulaşılabilir olduğunu (altyapı olarak var olduğunu) varsaymaları istenmiştir. Buna yönelik 50 ankette veri temin edilmiş ve veriler Expert Choice 11 programında işlenmiştir.

#### 4. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ İLE ŞEHİRLERARASI ULAŞIMDA YOLCULARIN MOD SEÇİMİ

İlk olarak çalışmanın amacına uygun Şekil 1’de yer alan AHP karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Buna göre 4 ulaşım modu karar alternatifi olarak, 5 kriter de karar kriterleri olarak kullanılmıştır.



Şekil.1: AHP Karar Hiyerarşisi

Çalışmada anketlerden elde edilen veriler sınıflandırılarak karar vericilerin demografik ve sosyo – ekonomik özellikleri incelenmiştir. Tablo 2’de karar vericilerin yaş, cinsiyet, eğitim, meslek, gelir gibi demografik özellikleri istatistiksel olarak gösterilmiştir. Buna göre karar vericilerin cinsiyet dağılımına bakıldığında %24’ünün kadın ve %26’sının erkek olduğu görülmektedir. Medeni durum açısından evli olanlar %22 iken, bekarlar %28’lik değer göstermektedir. Yaş dağılımında ise %22’lik kısım 18-25 aralığında iken, %15’lik kısım 26-35 aralığında, %9’luk kısım 36-45 ve %4’lük kısım ise 46-55 yaş aralığındadır. Eğitim düzeyi açısından ise, karar vericilerin %6’sı lisans üstü eğitim seviyesindeyken, %18’i lisans, %8’i önlisans, %10’u lise, %5’i ortaokul ve %3’ü ilkokul düzeyinde eğitime sahiptir. Gelir açısından karar vericilerin %7’si 1.300 TL’den az, %11’i 1.301-3.000 gelir aralığında, %10’u 3.001-4.500 gelir aralığında, %13’ü 4.501-6.000 gelir aralığında, %2’lik kısımda ise 6.001-7.500 TL gelir aralığında %7’si ise 7.501 TL’den fazla gelir aralığında yer almaktadır.

Karar hiyerarşisine uygun şekilde, anketlerden elde edilen ikili karşılaştırmalar matrisleri Expert Choice programına girilmiş ve AHP uygulaması sonucunda kriterlerin ağırlıkları ve taşıma modlarının aldığı değerler elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 3’de özetlenmiştir.

**Tablo 2.** Karar Vericilerin Demografik ve Sosyo – Ekonomik Özelliklerinin Dağılımı

Cinsiyet		Gelir Düzeyi	
	Yüzde		Yüzde
Kadın	24	1300 TL'den az	7
Erkek	26	1.301-3000	11
Toplam	50	3.001-4.500	10
		4.501-6.000	13
Medeni durum		6.001-7.500	2
Evli	22	7.501'den fazla	7
Bekar	28	Toplam	50
Toplam	50		
Yaş		Eğitim Düzeyi	
18-25	15	İlkokul	3
26-35	15	Ortaokul	5
36-45	9	Lise	10
46-55	4	Önlisans	8
56-65	5	Lisans	18
66 ve üzeri	2	Lisans üstü	6
Toplam	50	Toplam	50

**Tablo 3.** Karar Alternatifleri ve Karar Kriterlerinin Ağırlıkları

Karar Alternatifleri	Güvenlik (0,484)	Hız (0,111)	Konfor (0,159)	Ekonomiklik (0,137)	Hizmetin niteliği (0,109)
Karayolu (0,623)	1	1	1	1	1
Demiryolu (0,246)	0,396	0,396	0,375	0,396	0,410
Havayolu (0,093)	0,149	0,147	0,143	0,146	0,160
Denizyolu (0,039)	0,063	0,058	0,055	0,065	0,067

**Not:** Tutarlılık oranı=0,01 < 0,1 olarak bulunduğu için ikili karşılaştırmalar tutarlıdır.

AHP sonuçları incelendiğinde bütün kriterler dikkate alındığında en çok önemsenen kriter (0,484) değer ile güvenlik kriteri olmuştur. Bunu sırasıyla konfor (0,159), ekonomiklik (0,137), hız (0,111) ve hizmetin niteliği (0,109) kriterleri izlemiştir. Yine bütün modlar dikkate alındığında en çok tercih edilen mod karayolu (0,623) olurken, sırasıyla demiryolu (0,246), havayolu (0,093) ve denizyolu (0,039) tercih edilmiştir.

Demiryolu modu tercih edildiğinde kriter olarak en çok önemsenen (0,410 değeri ile) hizmetin niteliği olurken; (0,396 değeri ile) güvenlik, hız ve ekonomiklik kriterleri eşit önem düzeyinde ve ikinci sırada yer almıştır. Konfor kriteri (0,375 değeri ile) ise demiryolunda en son önemsenen kriter olmuştur.

Havayolu modunda (0,160 değeri ile) hizmetin niteliği ilk sırada önemsenirken, (0,149 değeri ile) güvenlik kriteri ikinci sırada önemsenmiş, hız ve ekonomiklik kriterleri ise (0,147 ve 0,146) değerleri ile çok yakın değerlere sahip çıkmıştır. Konfor kriteri (0,143 değeri ile) havayolu modunda en az önemsenen kriter olarak belirlenmiştir.

Denizyolu modunda ise demiryolu ve havayolu modunda olduğu gibi (0,067 değeri ile) hizmetin niteliği ilk sırada önemli bulunurken, (0,065 ve 0,063 değerleri ile) ekonomiklik ve güvenlik kriterleri önemsenmiş, (0,055 değeri ile) konfor kriteri en son önemsenen kriter olmuştur.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

AHP sonuçlarına göre karayolu en yüksek öncelik değerine sahip olan mod olmuştur. Bu durum aslında Türkiye’de karayolları kullanımının yaygınlığı ile açıklanabilir. Ülkemizde demiryolları ve havayolları altyapısında ancak son yıllarda iyileşme sağlanabilmiş, bu durum da henüz kullanımlara tam olarak yansımamıştır.

Karar kriterleri açısından en yüksek değerde önemsenen kriter güvenlik ve arkasından konfor olmuştur. Yolcuların ekonomiklik kriterine verdikleri değer ise üçüncü sırada yer almıştır. Bu sonuç, şehirlerarası seyahat firmalarının sandığının aksine ekonomik olmanın yolcular açısından en önemli öncelik olmadığı dolayısıyla firmaların öncelikle güvenlik konusunda yolcuları ikna etmesinin ve konfor sağlamanın önemli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Diğer yandan demiryolu, havayolu ve denizyolu alternatifleri açısından tek tek değerlendirildiğinde hizmetin niteliği kriteri göreceli olarak daha yüksek değerler elde etmiştir. Buradan yolcularda hizmet beklentisinin yüksek olduğu ve firmaların buna dikkat etmesinin faydalı olacağı söylenebilir.

Çalışmanın çeşitli kısıtları bulunmaktadır. Yöntem olarak kullanılan AHP’nin yapısı gereği anketlerde ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulmuş, bu da veri toplamanın yüzyüze yapılmasını gerektirmiştir. Anketlerin yüzyüze uygulanması zaman alıcı olmuş bu sebeple sınırlı sayıda anket uygulanabilmiştir. Zaman ve maliyet yönünden geniş katılımlı bir veri toplama sağlanamamış, ancak cevaplayıcıların mümkün olduğunca demografik ve sosyo-ekonomik olarak çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bu durum elde edilen sonuçların genelleştirilmesini engellese de, araştırma şehirlerarası ulaşım modu seçimine yönelik bilgi sağlayıcı niteliktedir. Dolayısıyla gelecekteki çalışmalarda farklı illerden ve/veya bölgelerden ve daha fazla sayıda veri toplanması faydalı olacaktır.



**KAYNAKÇA**

- Ardıç, K. ve Sadaklıoğlu, H. (2009), *Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Hizmet Kalitesinin Ölçümü: Tokat Örneği*, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23 (3), 167-190.
- Ay Türkmen, M. ve Bildik, T. (2015), *Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Bulanık Vikor Uygulaması*, Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4 (2), 1-15.
- Bayraktutan, Y. ve Özbilgin, M. (2015), *Uluslararası ve Yurtiçi Ticarete Taşıma Türlerinin Payı: Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulaması*, Çankırı Karatekin Üniversitesi SBE Dergisi 6 (2): 405-436.
- Chatterjee, P., Athawale, V. and Chakraborty, S., (2011), *Materials Selection Using Complex Proportional Assessment And Evaluation Of Mixed Data Methods*, Materials and Design, 32 (2): 851-860.
- Çatı, K. (2003), *Ulaşım Hizmetlerinde Hizmet Kalitesi ve Bir Uygulama*, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 27 (1): 121-134.
- Dong, L., Li, L., Wang, X. and Li, H. (2012), *Reaserch on Mode Selection of Fast Passenger Transportation Between Cities*, 10.1109/SOLI.2012.6273529, Publisher: IEEE: 192-195.
- Herişçakar, E. (1999), *Gemi Ana Makine Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri AHP ve SMART Uygulaması*, Gemi İnşaatı ve Teknolojisi Teknik Kongresi, İstanbul: 240-256.
- Le Loo, L.Y., Corcoran, J., Mateo-Babiano, D. and Zahnow, R. (2015), *Transport Mode Choice in South East Asia: Investigating the Relationship between Transport Users' Perception and Travel Behaviour in Johor Bahru, Malaysia*, Journal of Transport Geography, (46): 99–111.
- Özer, H., Aktürk, E. ve Ulaş, B. (2006), *Karayolu İle Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Yolcu Tercihlerinin Analizi: Erzurum İçin Bir Uygulama*, Uludağ Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XXV (2): 27-40.
- Saaty, T.L., (1980), *The Analytical Hierarchy Process*, New York: Mc Graw-Hill Company, USA.
- Soner, S. ve Önüt, S. (2006), *Multi-Criteria Supplier Selection: an ELECTRE-AHP Application*, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4: 110-120.
- Şahbaz, R.P. ve Yüksel, S. (2008), *Türkiye'de Ulaştırma Aracı Seçiminde Etkili Olan Etkenler ve Demiryollarının Rekabet Edebilirliği*, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Yaz (7): 197-211.
- Tekeş, M. (2002), *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Timor, M. (2011), *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Uzun, S. ve Kazan, H. (2016), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinde AHP, TOPSIS ve PROMETHEE Karşılaştırılması: Gemi İnşada Ana Makine Seçimi Uygulaması*, Journal of Transportation and Logistics, 1(1): 100-113.
- Yılmaz, İ. (2012), *Turizm Öğrencilerinin Karayolu Yolcu Taşımacılığı Hizmetlerine Yönelik Algılamaları*, Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, 23 (1) :73-85.
- <https://www.worldbank.org>. (Erişim Tarihi, 10.03.2017).
- <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/.../72-GenelKurulEkonomikRapor2015.pdf>. (Erişim Tarihi, 07.03.2017).



# 4925 SAYILI KARAYOLU TAŞIMA KANUNUNUN LOJİSTİK SEKTÖRÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Günay YEŞİLBAŞ<sup>1</sup>, Kemal Yaşar DÖNMEZ<sup>2</sup>

## ÖZET

Lojistik faaliyetleri içerisinde önemli bir yere sahip olan taşımacılık hizmetlerinde en yaygın olarak kullanılan model karayolu taşımacılığıdır. Gerek maliyet açısından, gerekse ürünlerin en son adreslerine ulaştırılması açısından, gerekse operasyonel kabiliyet açısından önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde karayolu yolcu ve yük taşımacılığında, son otuz yılda diğer türler ile yapılan taşımacılıklara kıyasla hızlı bir gelişme olmuş, bu dengesiz gelişmenin sonucu olarak karayolu taşımasının payı her iki taşıma için hızla artarak % 90' ın üzerine çıkmıştır. AB' ye baktığımızda da modlararası dengelye sağlamaya yönelik yürütölen politikalara karşın, karayolu taşımacılığı halen üstünlüğünü koruduğunu görölmektedir. 2003 yılına kadar karayolu taşımacılık sektörü ölkemizde gelişmiş ölkelerin çok üzerinde bir pazar payına (yaklaşık % 90 oranında) sahip olarak ciddi bir yasal düzenleme ve denetime tabi tutulamamış ve bu alana ilişkin herhangi bir politika ve strateji maalesef oluşturulamadan sektör faaliyetini sürdürmüştür. Karayolu eşya taşımacılığının esasları; 19.07.2003 tarihinde yürürlüğe giren 4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu(KTK) ve 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanuna dayanılarak hazırlanan ve 25 Şubat 2004 tarihinde yürürlüğe giren Karayolu Taşıma Yönetmeliği (KTY) ile belirlenmiş ve bir yasal altyapıya kavuşmuştur. Bu kanunla birlikte 2016 yılı başı itibariyle 566,287 yetki belgesi verilmiştir. Karayolu taşımacılığı faaliyetleri ölkemizde AB ve diğer gelişmiş ölkelerin aksine daha büyük araç parkı, istihdam ve ekonomik büyüklük içermektedir. Bu çalışmanın amacı, ilgili kanunun ve yönetmeliğin lojistik sektöründe faaliyette bulunan ve yetki belgesi almış olan işletmeleri ve bunların bağılı bulunduğu Sivil Toplum Kuruluşlarının değerlendirmelerini inceleyerek Lojistik sektörüne olan etkilerinin incelenmesidir. Araştırma ilgili kanunla ilgili, makaleler araştırması, sektörel veriler incelenerek hazırlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** 4925 Sayılı kanun, Karayolu taşıma

<sup>1</sup> Öğrenci, T.C Maltepe Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı gunayyesilbas@gmail.com

<sup>2</sup> Av .Dr. Öğretim Üyesi, T.C Maltepe Üniversitesi İ.İ.B.F. kemyasdon@gmail.com

## THE EVALUATION OF THE EFFECTS OF CODE: 4925 RODE TRANSPORT LAW ON LOGISTICS SECTOR

### ABSTRACT

*Road transportation is the most common model used in transportation services, which play an important role in logistics activities. It is of great importance in terms of cost, product delivery, and operational ability. Road transportation of passengers and goods in Turkey achieved a speedy development in the last 30 years compared to other means of transportation. As a result of this imbalanced development, the share of road transportation quickly increased for both purposes and reached over 90 percent. When we take a look at the EU, we see that road transportation still holds the field despite the policies in effect to achieve a balance in intermodal transport. Up until 2003, the Turkish road transportation sector enjoyed a market share (of about 90 percent) that was well above that of developed countries and was not subject to any significant legal regulation or inspection. Thus, the sector continued its activities with no related policy and strategy in force. Road transportation of goods achieved a legal infrastructure only after its principles were designated by the Road Transport Regulations, which took effect on February 25, 2004 after being prepared based on the Law No. 3348 on the Organization and Duties of the Ministry of Transport and the Road Transport Code No. 4925 that took effect on 07.19.2003. The number of authorization certificates granted after this law reached 566,287 in early 2016. In contrast to the EU countries and other developed countries, road transportation services in our country boast bigger vehicle parks and economic magnitude, as well as more employment opportunities. The purpose of this research is to examine the effects of the relevant laws and regulations on the logistics sector, as well as the certified logistics companies and their affiliated non-governmental organizations. The research has been prepared by studying articles related to the relevant law and reviewing the sector data.*

**Key Words:** Road Transport Code No. 4925 ,Road transportation,

### GİRİŞ

Ülkelerin sürdürülebilir ekonomi kalkınmayı hedefledikleri günümüzde ekonomik gelişmede en fazla katkıyı sağlayacak sektörlerin belirlenmesi ve bu sektörlerin gelişimine yönelik tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Toplumların ekonomik kalkınma sürecinde hizmetler sektörü iktisadi gelişmeye katkısı bakımından en önemli sektörler içerisinde yarattığı katma değer, istihdam ve diğer ekonomik göstergeler açısından önemli bir konuma sahiptir. Taşımacılık hizmetleri ise, hizmetler sektörü içerisinde yarattığı katma değer, istihdam ve diğer ekonomik göstergeler açısından önemli bir konuma sahiptir. Özellikle günümüzde ekonomik globalizasyonun tüm sektörlerde etkisini hissettirmesiyle birlikte hizmetler sektörü içerisinde taşımacılığın önemi daha fazla artmıştır. (Yapraklı, 2007)

Ulaştırma günlük hayatın ve ekonomik sistemlerin devamlılığında gerekli bir hizmet türüdür. Zaman içinde taşıma sistemlerinin gelişmesi hayat standardı ile paralellik göstermiştir. Bu açıdan taşıma, ekonomik gelişmeyi harekete geçiren itici bir güç olarak kabul edilmektedir (Artar,1991).

Ulaştırma sistemini, “insan ve yüklerin bir yerden başka bir yere iletimlerinin, istenilen

koşullara uygun, belirli ve iyi tanımlanmış bir şekilde sağlanması amacıyla bir araya getirilerek, işlevleri ve karşılıklı etkileşimleri organize edilen ilgili tüm fiziksel, sosyal, ekonomik ve kurumsal bileşenlerin kümesi” şeklinde tanımlayabiliriz (Kaya, 2008).

Ulaştırma sektörü; üretim sürecinin önemli bir parçasını oluşturması ve gerektirdiği önemli yatırımların ekonomide yarattığı etkiler açısından toplumların ekonomik yapıları içinde ağırlıklı bir yere sahiptir. Toplumsal yaşamda modernleşmeye paralel olarak ulaşım hareketliliği artarken, yük ve yolcu taşımacılığında toplumun ekonomik sosyal yapısı, üretim biçimi ve ekonomik çıkarlar kendine özgü bir ulaştırma türünü de ortaya çıkarmaktadır (Cengiz, 2009: 225-247).

Ulaştırma sektörü ulusal ekonomiye doğrudan ve dolaylı katkıları ile sadece yatırımcısı için değil aynı zamana bölge ve ülke ekonomisi içinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde de bölgelerin gelişmişlik ve kalkınmışlık seviyelerine baktığımız zamanda ulaştırmanın önem derecesini görüyoruz, işletmelerin kuruluş yerlerini belirlemelerinde en önemli faktörlerden biri ulaştırma ve ulaştırma altyapısının yeterince kuvvetli olduğu bölgelere işletmeler, özellikle endüstriyel işletmeler yoğunlaşmıştır, bu da o bölgelerin ekonomik açıdan kalkınmasını sağlamaktadır. İşletmeler kuruldukları ya da kurulacakları bölgede dağıtım kanalları olanaklarına, hammaddeleri tedarik edebilme olanaklarına önem vermektedir bu da ülkelerin ulaştırma altyapısıyla ilgilidir (Batur, 2008).

Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler uluslararası ticarete yeni boyutlar katmaktadır. Bu gelişmeler dış ticaretin zaman ve müşteri memnuniyeti odaklı evrimini desteklemekle birlikte her iki faktörü de olası kılan kapıdan kapıya taşımacılığın önemini artırmaktadır. Kapıdan kapıya taşıma günümüz koşullarında karayolu taşımacılığı olmadan yapılamamaktadır. Bu yönü itibari ile karayolu taşımacılığının lojistik değer zinciri içindeki payı oldukça büyüktür.

### ***1. AB ORTAK ULAŞTIRMA POLİTİKASI VE KARAYOLU TAŞIMACILIĞI***

Karayolu taşımacılığı, günümüzde, yolcu ve yük taşımacılığında kendine has özelliklerinden dolayı en çok tercih edilen taşımacılık türüdür. Karayolunu diğer ulaştırma modlarına göre avantajlı kılan en genel özellikler, her türlü coğrafi koşula uyduurulabilmesi nedeniyle karayolu ulaşım ağının yaygınlaştırılma imkanının yüksek olması ve altyapısının diğer modlara kıyasla daha düşük maliyetlerle inşa edilebilmesidir. Taşımacılık özelinde ise, yolcu taşımacılığında başlangıç ve varış noktaları, yük taşımacılığında ise üretim ve tüketim noktaları arasında aktarmasız ulaşım olanağı vermesi, taşıma kapasitesi ve güzergâh seçiminde esneklik sağlaması, yüklerin diğer taşımacılık modlarına göre daha kolay ve hızlı taşınabilmesi gibi özellikleri karayolu taşımacılığını diğer taşımacılık türlerine göre daha avantajlı kılmaktadır. Bu özellikleri yanında, karayolu taşımacılığı, genelde aktarmalı taşımanın söz konusu olduğu demiryolu, denizyolu ve hava taşımalarında tamamlayıcı bir tür olması sebebi ile de öne çıkmaktadır.

**Tablo 1 Taşıma türlerinin özelliklerine göre karşılaştırılması**

(Kaynak: Çancı ve Erdal 2003: 50)

Taşıma Türü	Maliyet	Ulaştırma Hızı	Hizmet Verilen Yerlerin Sayısı	Çeşitli malları Kullanma Becerisi	Tarifeli Yükleme Sıklığı	Tarifelerin Uygulanmasının Güvenilirliği
Kara yolu	Yüksek	Hızlı	Çok Geniş	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Hava yolu	Çok Yüksek	Çok Hızlı	Geniş	Sınırlı	Yüksek	Yüksek
Demir yolu	Düşük	Yavaş	Sınırlı	Yüksek	Düşük	Yüksek
Deniz yolu	Çok Düşük	Yavaş	Sınırlı	Çok Yüksek	Çok Düşük	Orta
Boru Hattı	Düşük	Yavaş	Çok Sınırlı	Çok Sınırlı	Orta	Yüksek

Tüm dünyada olduğu gibi AB’ de karayolu taşımacılığı diğer taşımacılık türlerine göre daha hızlı bir gelişme göstermiştir. AB açısından karayolu ulaştırmasının önemi, Avrupa bütünleşmesinin temelini oluşturan kişilerin, malların ve hizmetlerin serbest dolaşımına sağladığı katkı nedeniyle daha da artmaktadır. Karayolu taşımacılığının önemi ve yolcu ve yük taşımacılığındaki lider konumu, AB’yi, bu pazarın işleyişini teknik, sosyal ve kurumsal bazda bir takım kurallara bağlamaya sevk etmiştir. AB karayolu taşımacılığında liberal ve rekabetçi bir pazar ortamının yaratılması ise, AB’nin 1960’lı yıllardan itibaren, karayolu taşımacılık sektöründe pazara ve mesleğe giriş konusunda yaptığı düzenlemeler sayesinde gerçekleşmiştir.

1957 yılında Roma Antlaşması ile temelleri atılan AB, bu Antlaşma ile ‘dış ticaret’, ‘tarım’ ve ‘ulaştırma’ olmak üzere üç alanda ortak politika oluşturma kararı almıştır. Ortak Ulaştırma Politikası (OUP)’nin AB’nin ilk ortak politikalarından biri olarak ortaya çıkması, AB sınırları içinde bütünleşme sağlanmasına ve ekonomik büyümeye hizmet etmesinden kaynaklanmaktadır. (Ulaştırma bakanlığı, 2005) OUP’nin genel esasları, Roma Antlaşması’nın dördüncü bölümünü oluşturan 74-84. maddelerinde tanımlanmaktadır (Url 1). Bu maddeler, Üye Ülkeler için geçerli olacak bir ortak ulaştırma politikasının amaçlarını, kapsamını ve uygulama prosedürlerini içermektedir. Bahse konu maddeler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, ulaştırma alanında ‘bütünleşme’ (entegrasyon) ilkesinin geçerli olduğu görülmekte, ve ortak pazarın sağlıklı bir şekilde işleyişi için etkin bir ulaştırma politikasının oluşturulmasına önem verildiği anlaşılmaktadır.

Avrupa Topluluğu Komisyonu tarafından, 1961 yılında hazırlanan memorandumdaki, ulaştırmayla ilgili amaçlar ve ilkeler aşağıda sıralanmıştır:

- Serbest rekabet ortamı yaratılması,
- Kullanıcılara tür seçimi konusunda serbestlik sağlanması,

- İlgili kuruluşların mali/ticari açıdan bağımsız/özerk hale getirilmesi,
- Altyapı organizasyonunun sağlanması,
- Fiyat sisteminin geliştirilmesi,
- Karayolu taşımacılığı önündeki engellerin kaldırılması,
- Vergilendirme, paralı geçiş, devlet müdahalesi konularında farklı muamelelerin ortadan kaldırılması.

1972 yılında Paris Zirvesi'nde, topluluğa İngiltere, Danimarka ve İrlanda'nın katılımları nedeniyle ulaştırma politikası yeniden tanımlanmıştır. 1973 yılında, komisyon tarafından karayolu ve su yolu taşımacılığında serbestlik vurgulanmıştır. 1977 yılında hazırlanan raporda, ulaştırma pazarı ve altyapı faaliyetlerinin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. 1980 sonrasında ise ağırlık kazanan konu, "uyumlaştırma" konusu olmuştur.

Roma Antlaşması ile temelleri atılan OUP, 1992 tarihli Maastricht Antlaşması ile geliştirilmiş ve ayrıca AB Komisyonu tarafından 1985, 1992, 1995, 2001 yıllarında hazırlanan 'Beyaz kitaplar'da detaylı olarak ele alınmıştır.(Url 2) Bu belgeler ışığında, AB'nin ulaştırma politikası ile genel olarak; ortak bir ulaştırma mevzuatının oluşturulması, kurallarda şeffaflığın ve açıklığın getirilmesi, yasal, teknik ve sosyal uyumlaştırma ile maliyetlerin aşamalı olarak azaltılması ve böylece değişik taşımacılık türleri arasında hakkaniyete uygun bir rekabetin oluşturulması amaçlanmaktadır.(Url 3)

AB Komisyonu'nun 2001 yılında yayımladığı "2010 için Ortak Ulaştırma Politikası: Karar Verme Zamanı" başlıklı son Beyaz Kitabı ise, 2010 yılına kadar modern ve sürdürülebilir bir kalkınma sisteminin oluşturulmasını ve AB vatandaşlarının kalite ve güvenlik talepleri arasında bir denge kurulmasını amaçlamaktadır.(Url 4)

Beyaz Kitap'ta ücretlendirme, karayollarına alternatif ulaşım türlerinin canlandırılması ve Trans-Avrupa Ağları'na yatırımı kapsayan 60 tedbir belirlenmiştir. Bunlar, karayollarındaki yeniden yapılanma ihtiyacı, demiryollarının ulaşım sektöründeki yerinin güçlendirilmesi, hava ulaşımındaki sıkışıklığın, gecikmelerin ve kirliliğin önlenmesi, deniz ulaşımının geliştirilmesi, iç su yollarının daha etkili kullanılması, deniz, iç su yolları ve demiryolları bağlantısının sağlanması, çoklu ulaşımın özendirilmesi, yasal tıkanıklıkların ortadan kaldırılması, Trans-Avrupa Ağlarının gelişimine hız kazandırılması, yol güvenliğinin sağlanması, altyapı kullanımlarında ücretlendirmeye geçilmesi, şehir içi ulaşımın rasyonelleştirilmesi ve ulaştırma politikasının genişlemenin dinamiklerine ayak uydurmasının sağlanması olarak sıralanabilir.

Özetle, OUP, AB sınırları içinde yasayan bireylerin ihtiyaç ve beklentilerine cevap vermeyi, güvenli bir ulaştırma sistemi oluşturmayı, çevreye verilen zararları azaltmayı (mümkünse önlemeyi), trafik yoğunluğuyla mücadele etmeyi, çok modlu taşımacılığı geliştirerek ulaşımda esnekliği artırmayı, sürdürülebilir hareketliliği sağlamayı, taşımacılık türleri ara-

sındaki dengesizliği ortadan kaldırarak ulaştırmanın kara taşımacılığında deniz ve demir-yollarına kaydırılması ile değişik taşımacılık türleri arasında entegrasyon sağlamayı amaçlamaktadır.(Url 5)

AB karayolu taşımacılık sektöründe pazara ve mesleğe giriş koşullarını belirleyen Tüzük ve Direktifler, “eşya taşımacılığı”, “yolcu taşımacılığı” ve “mesleğe giriş” olmak üzere üç temel alanda düzenlemeler yapmaktadır.(Url 6)

### **Eşya Taşımacılığına İlişkin AB Mevzuatı**

Bu Direktif, karayolu ile eşya taşımacılığının belirli türleri hakkında ortak kurallar oluşturulmasına ilişkin konuları içermekte ve, kira veya ücret karşılığı bir Üye Ülkenin topraklarından transit olarak veya bir Üye Ülkeye yada Ülkeden yapılan karayolu ile uluslararası eşya taşımacılığı tiplerinin serbestleştirilmesini ve bu tip taşımaların kota veya izin belgesi sistemine tabi tutulmasını öngörmektedir.

### **Yolcu Taşımacılığına İlişkin AB Mevzuatı**

Bu Tüzük ile otobüs ve otokarlarla yapılan uluslararası yolcu taşımacılığına ortak kurallar getirilmektedir. Tüzüğün temel amaçları, karayoluyla uluslararası yolcu taşımacılığı (düzenli hizmetler, özel düzenli hizmetler ve arazi hizmetler) için ortak kurallar oluşturmak, arazi hizmetler için serbestleşmeyi (liberalizasyon) tamamlamak, hizmet tanımlarını sadeleştirmek, düzenli hizmetler için izin sisteminde değişiklik yapmak ve hizmetlerin serbest dolaşımı, ayrımcılık gözetmeme ve rekabet kuralları prensiplerinin uygulanmasını sağlamaktır. Uluslararası yolcu taşımacılığı faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için Topluluk lisansı almak gerekmektedir.

### **Mesleğe Girişe İlişkin AB Mevzuatı**

Bu Direktif, karayolu taşımacılığında pazara giriş için gerekli olan mesleki yeterlilik kriterleri ve bu konuda yapılacak olan sınavlar için gereken şartları içermektedir. Direktifin amacı, karayolu güvenliğinin artırılması, pazarın rasyonelleştirilmesi ve hizmet kalitesinin artırılmasıdır. Direktif, özel olarak meslek çalışanlarının eğitimini düzenlemektedir. Karayolu yolcu ve eşya taşımacılığı mesleğine giriş ve diplomaların, sertifikaların ve diğer resmi belgelerin karşılıklı olarak tanınmasına ilişkin düzenlemeleri içeren Direktif, mesleğe giriş şartlarını daha çok uyumlaştırarak, farklı uygulamalardan doğan aksaklıkları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır.

Direktifte, mesleğe giriş için yerine getirilmesi gereken temel şartlar ‘mesleki saygınlık’, ‘mali yeterlilik’ ve ‘mesleki yeterlilik’ olmak üzere üç başlık altında belirtilmektedir.

## 2. TÜRK KARAYOLU TAŞIMACILIK MEVZUATI

1950 yılına kadar, Türkiye ulaştırma politikalarında demiryolu ve denizyoluna ağırlık verilmiştir. Bu politikalar çerçevesinde yapılan yeni bir atılımla, ülkenin önemli yerleşim ve üretim merkezleri demiryolu ağıyla birbirine bağlanmıştır. ABD'nin Marshall yardımıyla sağlanan destek ve 1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü'nün kurulması ile karayolu sektöründe başlayan gelişmeye ek olarak, 1950'li yıllardan sonra uygulanan politikalar kapsamında karayolu altyapı yatırımlarına daha fazla ödenek ayrılması, Türk ulaştırma isteminde karayollarının ağırlığının giderek artmasına neden olmuştur.(Url 7) İzlenen bu politikalar sonucunda demiryolu ve denizyolu ulaştırmasının altyapı ve işletmecilik açısından karayolundaki gelişmeye göre çok geride kalması, Türk karayolu taşımacılık sektörünün öngörülenden daha hızlı ve AB'deki duruma benzer olarak diğer taşımacılık türleri aleyhine dengesiz bir şekilde büyümesiyle sonuçlanmış ve karayolu ulaştırması Türkiye'nin geleneksel ulaştırma türü olarak ortaya çıkmıştır. Bu yapı zamanla önce karayolu taşımacılık sektöründe birtakım olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olmuş, daha sonra bu olumsuzluklar ulaştırma sektörünün geneline yansımıştır.

2003 yılına kadar karayolu taşımacılık sektörü ülkemizde gelişmiş ülkelerin çok üzerinde bir pazar payına (yaklaşık % 90 oranında) sahip olarak ciddi bir yasal düzenleme ve denetime tabi tutulamamış ve bu alana ilişkin herhangi bir politika ve strateji maalesef oluşturulamadan sektör faaliyetini sürdürmüştür. Yasal/hukuki düzenlemenin bulunmaması sonucunda; karayolu taşımacılık faaliyetlerine kolay ve bilinçsiz, (hiçbir şart ve koşula veya yeterliliğe bağlı olmaksızın) girişlere imkan sağlanmış ve bunun sonucunda atıl kapasite oranı çok yüksek olan, hizmet kalite ve standardı ile verimi çok düşük, bireysel ve küçük işletmelerin hakim olduğu, risk alıp araç yatırımı yapmak suretiyle taşımayı bizzat gerçekleştiren araç sahibi ferdi taşımacıların işlerini uzun süre devam ettirilebilecek kadar gelir elde edemediği, kurumsallaşamamış, hiçbir sermaye birikimine gerek duyulmaksızın öyle veya böyle herhangi bir taşıma aracı ile taşımacılık sektöründe işletmecilik yapmanın çok kolay olduğu bir taşımacılık sektörü oluşmuştur. (Akbulut. D, 2016)

Karayolu taşımacılığında yaşanan tüm bu olumsuzluklar, sektörün yeniden yapılandırılması için yeni bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunun göstergesi olmuştur. Bu bağlamda, 2003 yılında Ulaştırma Bakanlığı tarafından 'yeni dönem' karayolu taşımacılık politikası kapsamında çıkarılan kanun ve yönetmeliklerle hukuki bir altyapıya kavuşturulmuştur.

Bu politikanın temel hedefleri:

- Mevcut atıl kapasiteyi azaltmak ve makul bir süre sonunda yok etmek,
- Mali ve mesleki yeterlilik ile mesleki saygınlığa sahip, donanımlı ve verimli işletmelerin oluşumuna ve gelişimine imkan / fırsat / katkı sağlamak,
- Kurumsallaşmış taşımacılık işletmeciliğini teşvik etmek,
- AB müktesebatı ile uyumlu, hizmet kalite ve standardı ile toplam verimi daha yüksek,



düzenli, güvenli, seri, ekonomik ve diğer taşıma modları ile entegre olmuş bir karayolu taşımacılık sektörü oluşturmak,

- Araçların teknik muayenelerinin, ağırlık ve boyut kontrollerinin daha etkin ve sağlıklı bir şekilde yapılması suretiyle karayolu trafik güvenliğini arttırmak, yakıt ve işletme giderlerinde tasarruf sağlamak,
- Taşımacılık pazarını ölçen, imkan ve kabiliyetlerini, risklerini, fırsatlarını ve gelişmesini dikkate alan dinamik / sürdürülebilir karayolu taşımacılık politikalarını oluşturabilecek, ve, teknik ve idari kapasite bakımından yeterli ve güçlü, pazarı yöneten, yönlendiren, denetleyen, vizyon sahibi, güvenilir ve etkin bir kamu otoritesini kurmak.

Bu hedefleri gerçekleştirebilme yönünde atılan ilk adım karayolu taşımacılık sektöründe pazara ve mesleğe giriş koşullarını AB müktesebatı ile uyumlu olarak düzenlemek olmuştur. (Mazlum B. 2007)

### **2.1. 4925 Sayılı Karayolu Taşıma Kanunu**

Karayolu eşya taşımacılığının esasları; 19.07.2003 tarihinde yürürlüğe giren 4925 sayılı KTK ve 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanuna dayanılarak hazırlanan ve 25 Şubat 2004 tarihinde yürürlüğe giren Karayolu Taşıma Yönetmeliği (KTY) ile belirlenmiş ve bir yasal altyapıya kavuşmuştur. Daha sonra uygulamada yaşanan sıkıntıların giderilmesi ve yönetmelikte yer alan hükümlerin zamanın gerekliliklerine göre yeniden düzenlenmesi adına, 25.02.2004 tarihli amacına, özüne ve temel esaslarına bağlı kalınarak yeniden hazırlanan KTY, 11.06.2009 tarihli ve 27255 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve aynı tarihte 25.02.2004 tarihli Yönetmelik yürürlükten kaldırılmış bulunmaktadır. Takip eden yıllarda da yönetmelik değişikliği hasıl olan durumlarda gereken düzenlemeler yapılmıştır. Mesleğe giriş koşulları, 03.09.2004 tarih ve 255572 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Karayolu Taşımacılık Faaliyetlerinde Mesleki Yeterlilik Eğitimi Yönetmeliği (KTFMYEY) ile belirlenmiştir.

4925 Sayılı Karayolu Taşıma Kanunu(KTK) “Karayolu taşımalarını ülke ekonomisinin gerektirdiği şekilde düzenlemek, taşımada düzeni, kaliteyi, verimliliği ve güvenliğini sağlamak, taşımacı, acente ve taşıma işleri komisyoncuları ile nakliyat ambarı ve kargo işletmeciliği ve benzeri karayolu taşımacılık faaliyetlerinin şartlarını belirlemek” amacını gütmektedir. Ayrıca KTK; taşıma işlerinde istihdam edilenlerin niteliklerini, haklarını ve sorumluluklarını saptamak, karayolu taşımalarının, diğer taşıma sistemleri ile birlikte ve birbirlerini tamamlayıcı olarak hizmet vermesini, denetimini ve mevcut imkânların daha yararlı bir şekilde kullanılmasını sağlamayı da hedeflemektedir. KTK ile taşıma piyasasına giriş disiplini getirilmesi, daha güvenli ve verimli bir taşıma işletmeciliğinin sağlanması beklenmiştir.

KTK, kamuya açık karayolunda motorlu taşıtlarla yapılan yolcu ve eşya taşımalarını,



taşımacıları, taşıma acentelerini, taşıma işleri komisyoncularını, nakliyat ambarı ve kargo işletmecilerini, lojistik işletmeciliği, taşıma işleri organizatörlüğü, terminal işletmeciliği, oto kiralama işletmeciliği, dağıtıcılık ve benzeri faaliyetleri yapan taşıma işleri işletmecileri ile taşıma işlerinde çalışanları, taşımalarda yararlanılan her türlü taşıt, araç, gereç, yapıları ve benzerlerini kapsamaktadır.

AB'ye uyum çerçevesinde, taşımacılık konusunda yapılan düzenlemeler ile daha önce kayıt altına alınamayan terminal işletmeciliği, taşıma işleri organizatörlüğü, kargo işletmeciliği, nakliyat ambarı işletmeciliği, lojistik işletmeciliği ve dağıtım hizmetleri işletmecilikleri dahil tüm sektör kayıt altına alınmış, 4925 sayılı KTK ve bu kanun çerçevesinde yürürlüğe giren yönetmeliklerin yürürlüğe girdiği tarihten önce yetki belgesi almış olanlar hariç, şehirlerarası eşya taşımacılığı konusunda taşımacılık, acentelik, taşıma işleri komisyonculuğu ile nakliyat ambarı ve kargo işletmeciliği yapan gerçek ve tüzel kişiler, başvurudaki şartlar aranmaksızın 25 Şubat 2006 tarihine kadar yetki belgesi alma zorunluluğu altına girmişlerdir.

Bu kapsamda Bakanlık kararıyla ulaştırmasında uluslararası düzeyde mevzuatı, teknolojik ve ekonomik gelişmeleri takip ederek ve kurallara uygun yeni çözümler geliştirerek;

- Karayolu taşıma faaliyetlerinde bulunacak taşımacı, acente ve komisyoncuların yeterlik şartlarını düzenleyip, gereken durumlarda yetki belgesi vermekte ve denetlemekte,
- Karayolu taşımacılığında kamu ve özel sektör tarafından yürütülen faaliyetlerin kamu yararı ve piyasa ihtiyaçlarına göre gelişmesini sağlayıcı tedbirleri almakta,
- Karayolu ulaştırmasında güvenli, kaliteli ve ekonomik hizmet sunmak için tedbirler almakta veya aldırılmakta, ve bu suretle daha iyi bir karayolu ulaşım hizmetinin sunulması adına karayolu sektörünün geliştirilmesi yönünde önemli çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi 2003 yılına kadar yürütülen hizmetlerin temel yasal dayanağı 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun iken, 2003 yılından başlamak üzere yürürlüğe konulan söz konusu yasal düzenlemelerle, karayolu taşımacılığına ilişkin tüm hizmetler ve bu hizmetleri yürütmekle görevli birimler Ulaştırma Bakanlığı çatısı altında toplanmıştır.

Karayolu eşya taşımacılığı sektöründe faaliyet yapabilmek için firmalara getirilen yetki belgesi alma zorunluluğu sektörde faaliyet gösteren firmaların sayısının kontrol altına alınması, sektör faaliyetlerinin denetlenmesi, düzenlenmesi ve haksız rekabetin önüne geçilmesini sağlamayı, kontrol edilemeyen araç sayısı, kayıt dışı ekonomiye sebebiyet veren durumları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Bu nedenle düzenlenen yetki belgesi sayısı ve dağılımı, sektörün büyüklüğünün, GSMH'ye katkısının ve sektörde faaliyet gösteren firmaların yapısının (çalışan sayısı, araç sayısı, şube sayısı) anlaşılabilmesinde büyük önem arz etmektedir.

**Tablo 2 .** Belge Türleri [www.udhb.gov.tr](http://www.udhb.gov.tr)

BELGE TANIMI / AÇIKLAMASI	SİMGESİ
Otomobille Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığı	A1
Otomobille Uluslararası Yolcu Taşımacılığı	A2
Otobüsle Uluslararası ve Şehirlerarası Tarifeli Yolcu Taşımacılığı	B1
Otobüsle Uluslararası ve Yurtiçi Tarifesiz Yolcu Taşımacılığı	B2
Otobüsle Uluslararası ve Yurtiçi Kendi Personelinin Taşınması	B3
Kendi iştigali ile ilgili Uluslararası ve Yurtiçi Eşya Taşımacılığı	C1
Uluslararası ve Yurtiçi Ticari Eşya Taşımacılığı	C2
Uluslararası ve Yurtiçi Ev/Büro Eşyası Taşımacılığı	C3
Otobüsle Şehirlerarası Tarifeli Yolcu Taşımacılığı	D1
Otobüsle Yurtiçi Tarifesiz Yolcu Taşımacılığı	D2
Otobüsle Yurtiçi Kendi Personelinin Taşınması	D3
Otobüsle 100 km.'ye Kadar Şehirlerarası ve İliçi Yolcu Taşımacılığı	D4
Yurtiçi Yolcu Taşıma Acenteliği	F1
Uluslararası ve Yurtiçi Yolcu Taşıma Acenteliği	F2
Yurtiçi Eşya Taşıma Acenteliği	G1
Uluslararası ve Yurtiçi Eşya Taşıma Acenteliği	G2
Yurtiçi Kargo Acenteliği	G3
Uluslararası ve Yurtiçi Kargo Acenteliği	G4
Yurtiçi Eşya Komisyonculuğu	H1
Uluslararası ve Yurtiçi Eşya Komisyonculuğu	H2
Yurtiçi Ticari Eşya Taşımacılığı	K1
Kendi İştigali ile ilgili Yurtiçi Eşya Taşımacılığı	K2
Yurtiçi Ticari Ev/Büro Eşyası Taşımacılığı	K3
Yurtiçi Lojistik İşletmeciliği	L1
Uluslararası ve Yurtiçi Lojistik İşletmeciliği	L2
İliçi Kargo İşletmeciliği	M1
Yurtiçi Kargo İşletmeciliği	M2
Uluslararası ve Yurtiçi Kargo İşletmeciliği	M3
İliçi Nakliyat Ambarı İşletmeciliği	N1
Yurtiçi Nakliyat Ambarı İşletmeciliği	N2
İliçi Dağıtım İşletmeciliği	P1
Yurtiçi Dağıtım İşletmeciliği	P2
Yurtiçi Taşıma İşleri Organizatörlüğü	R1
Uluslararası ve Yurtiçi Taşıma İşleri Organizatörlüğü	R2
Büyükşehir Belediye Sınırları İçinde Yolcu Terminali İşletmeciliği	T1
Büyükşehir Belediye Sınırları Dışında Yolcu Terminali İşletmeciliği	T2
Eşya Terminali İşletmeciliği	T3

2003 yılı başı itibariyle sektörün belirli bir alanına mahsus 4.176 adet yetki belgesi düzenlenmişken, KTY kapsamında taşımacılık faaliyetinde bulunanlara, 11.12.2015 itibariyle 566.287 adet yetki belgesi düzenlenmiştir.

**Tablo 3.** Düzenlenen Yetki Belgesi Sayıları (11.12.2015) www.udhb.gov.tr

BELGE TÜRÜ	VERİLEN BELGE SAYISI
A TÜRÜ TOPLAM	262
B TÜRÜ TOPLAM	363
C TÜRÜ TOPLAM	2868
D TÜRÜ TOPLAM	43.713
F TÜRÜ TOPLAM	2532
G TÜRÜ TOPLAM	2684
H TÜRÜ TOPLAM	1330
K TÜRÜ TOPLAM	510.425
L TÜRÜ TOPLAM	208
M TÜRÜ TOPLAM	41
N TÜRÜ TOPLAM	238
P TÜRÜ TOPLAM	62
R TÜRÜ TOPLAM	1257
T TÜRÜ TOPLAM	304
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>566.287</b>

Karayoluyla yapılan eşya taşımacılığı alanında yapılan düzenlemeler sonucunda;

- Sektör, mali ve mesleki yeterlilik ile mesleki itibar çerçevesinde kayıt altına alındı.
- Hizmet sunanlar ile hizmetten yararlananların hak ve yükümlülükleri belirlenerek, yasal boşluğa son verildi.
- Sektöre girişler kontrol altına alınarak atıl kapasite azaltıldı.
- Sektörde çalışanların uzmanlaşması ve bu sayede kurumsallaşmanın teşviki ile sektörde gelişme sağlandı.
- Vatandaşa sunulan hizmetin kalitesi artırıldı
- Karayolu taşıma piyasası ve mesleğe giriş koşullarını belirleyen mevcut AB mevzuatına içerik olarak % 90 oranında uyum sağlanmıştır. Böylece, karayolu taşımacılığı, AB'ye adaylık sürecinde en hazır sektörlerden biri haline getirilmiştir.

Ayrıca, 2004 yılında bu mevzuattan yola çıkılarak yayınlanan “Karayolu Taşımacılık Faaliyetleri Mesleki Eğitim Yönetmeliği” kapsamında (yine, sektöre giriş şartlarından biri olan) “mesleki yeterlilik” eğitimleri ile ilgili usul ve esaslar, eğitim müfredatı, eğitimin süresi, sınav, mesleki yeterlilik belgesinin şekli ve diğer hususlar da düzenlenmiştir. Avrupa Birliği'nin “Ortak Ulaşım Politikası” kapsamındaki kuralları içeren mevzuat; özellikle de “Karayolu ile Yapılan Eşya ve Yolcu Taşımacıları Mesleğine Giriş ile Bu Taşımacıların Ulusal ve Uluslararası Taşımacılık Alanında Serbest Yerleşim Özgürlüklerinin Etkin Kullanımını Teşvik Etmek Üzere Diploma, Sertifika ve Diğer unvanların Karşılıklı olarak tanınmasını içeren 29 Nisan 1996 tarihli ve 96/26/AT sayılı Konsey Direktif dikkate alınarak hazırlanan

Kanun ve Yönetmelik ile sektörde “mesleğe girişte geçerli 3 AB kuralı (mesleki yeterlilik, mesleki saygınlık ve mali yeterlilik) ilk kez Türk mevzuatına girmiştir(Resmi Gazete, 2003).

### **Mali yeterlilik**

Taşımacılık faaliyetleriyle ilgili bir işletmenin kurulmasını, sağlıklı yönetilmesini ve işletilmesini sağlamaya yönelik gerekli mali kaynaklara sahip olmayı ifade eder. KTK ve KTY’de sektöre giriş için yetki belgesi türlerine göre belirli mali yeterlilik kriterleri uygulamaya konulmuştur.

### **Mesleki saygınlık**

Ticari alanda ve kara yolu taşımacılık faaliyetlerinin icrası ile ilgili kurallara uygun davranmak ve faaliyet göstermek ve kötü şöhret sahibi olmamayı ifade eder. Mesleki saygınlığın kaybedilmesi, mesleğin yapılamayacağı sonucunu doğurur. Bakanlıktan taşımacılık faaliyetinde bulunmak için yetki belgesini almak isteyen işletmeler yetki belgelerinin geçerlilik süresince kara yolu taşımacılık faaliyetlerinin icrası ile ilgili olarak;

- a) Çalışanların ücret ve çalışma şartlarına,
- b) Şoförlerin çalışma ve dinlenme sürelerine,
- c) Araçların ağırlık ve boyutlarına,
- d) Yol ve araç güvenliğine,
- e) Çevrenin korunmasına,
- f) Mesleki yeterlilik şartlarına, dikkat etmek zorundadırlar.

### **Mesleki yeterlilik**

Mesleki yeterlilik zorunluluğu kapsamında sektör genelindeki (hem sürücüler, hem de firma sahipleri ve çalışanları açısından) mesleklerin icrası ile ilgili eğitim, bilgi, beceri ve donanıma sahip olunması ve eğitilmiş iş gücünün geliştirilmesi için önemli adımlar atılmıştır. Mesleki yeterlilik belgeleri yönetici ve şoför olarak iki türe ayrılmıştır.

### **Yönetici belgeleri:**

**Orta düzey yönetici (ODY):** KTY kapsamında faaliyet gösteren bir gerçek veya tüzel kişiliğin veya buna ait bağımsız bir birimin taşımacılık faaliyetlerini sürekli ve etkin bir şekilde sevk ve idare eden müdür, şef, uzman, operasyon yöneticisi ve benzeri unvanlarla görev yapan kişilerdir.

**Üst düzey yönetici (ÜDY):** KTY kapsamında faaliyet gösteren bir gerçek veya tüzel kişiliği temsil ve ilzam ederek ve/veya bunların tamamını fiilen sevk ve idare ederek sürekli ve etkin bir şekilde yöneten yönetim kurulu başkanı, yönetim kurulu üyesi, genel müdür, ge-

nel koordinatör, genel sekreter ve benzeri konumundaki veya bu unvanlarla istihdam edilen kişilerdir.

**Sürücü yetki belgesi (SRC):** Şoförlük yapılabilmesi için zorunlu olan mesleki yeterlilik belgesidir. Karayolu Taşımacılık Faaliyetleri Mesleki Yeterlilik Eğitimi Yönetmeliğinde sürücü “Karayolunda motorlu bir aracı veya taşıtı sevk ve idare eden kişi” olarak tanımlanmıştır. KTK ve KTY hükümleri gereğince mesleki yeterlilik belgesi olmaksızın ticari tescil edilmiş motorlu bir taşıtı kullanmak mümkün değildir.

KTY kapsamında mesleki yeterlilik eğitimi vermek üzere 30.09.2014 tarihine kadar 282 adet eğitim merkezi Bakanlıkça yetkilendirilmiştir. Bu merkezlerde eğitim alan kişiler için 30.09.2014 tarihine kadar 33 adet merkezi sınav yapılmış olup, bu sınavlara 591.979 kişi katılmıştır. Sınav sonucunda başarılı olan 216.544 kişiye mesleki yeterlilik belgesi verilmiştir. Ayrıca yapılan düzenlemeler neticesinde eğitim ve sınavdan muaf tutulanlar için 30.09.2014 27 tarihi itibarıyla hak sahipleri adına düzenlenen mesleki yeterlilik belge sayısı 3.652.250 adet olmuştur.(Url 8)

Bu alanda yapılan düzenlemeler sonucunda:

- Sektör çalışanlarına mesleki eğitim vermeye başlanmış,
- Ülke genelinde bu alanda uzmanlaşmış eğitim kurumları oluşturulmuş,
- Sektörün konusunda uzman kişiler tarafından yönetilmesi ön plana çıkartılmış,
- Şoförlük mesleğine araç sürme becerisine ilave olarak taşımacılık mesleğine yönelik bilgi ve nitelik kazandırılmıştır. (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2015)

Karayolu Taşıma kanunu kapsamında yapılan düzenlemelerin olumsuz yönleri de sektörde faaliyet gösteren dernek ve organizasyonlar tarafından yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur.

Karayolu taşıma sektörünün mevzuatla ilgili genel sorunları aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

- Sektöre giriş şartları ile ilgili sorunlar. Bu sorunların şirketlerin rekabet güçlerine olumsuz yansımaktadır. Giriş şartlarının çok kolay olması rekabet açısından olumsuzluk yaratmaktadır.
- Yetki belgesi sınıflarında içerisinde çakışma olması. Örneğin, Kargo ve Ambar hizmetleri ayrımı tam yapılamamaktadır. Kargo şirketleri gibi ambar işletmeleri de koli ve paket taşımacılığı yapabilmektedir.
- Belirlenen Ceza şartlarının sektörel faaliyetlerin işletmelerin maliyet yapısına göre çok ağır olması.
- Mesleki eğitim ve yeterlilik açısından insan kaynağı sorunu yaşanmaktadır. Özellikle kargo sektöründe personel devir oranı %70 lere ulaşmıştır.

- Kargo taşımacılık hizmetlerinde serbestleştirmeye ilgili sorunlar henüz aşılamamıştır
- Kargo hizmetleri 6475 Sayılı Yeni Posta Kanunu ile 4925 sayılı kanunun kapsamında faaliyetlerini sürdürmektedir. KTY kanun kapsamında Kara ulaştırması müdürlüğüne, Posta Kanunu kapsamında BTK bağlı faaliyetlerini gerçekleştirmektedirler. 2 kanun da özellikle kargo tanımı farklı olarak yapılmıştır.
- Denetim ve kontrol eksikliği. 13 yıldır yürürlükte olan 4925 sayılı kanun da lisans almadan ticari faaliyette bulunan işletmelere karşı bir denetim ve kontrol yapılmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum rekabet açısından lisanslı işletmeleri çok kötü etkilemektedir.

### 3. SONUÇ

Karayolu taşımacılık sektöründe pazara ve mesleğe girişe ilişkin AB mevzuatına uyum, Türk karayolu taşımacılık sektörünü düzenlemeye yönelik olarak çıkarılan Karayolu Taşıma Kanunu, Karayolu Taşıma Yönetmeliği ve Karayolu Taşımacılık Faaliyetlerinde Mesleki Yeterlilik Eğitimi Yönetmeliği ile büyük oranda sağlanmıştır. 13 yıldır ülkemizde karayolu taşımacılık faaliyetlerini kapsayan yasa ve yönetmelikler dahilinde genel olarak, mesleğe ve pazara giriş şartları; taşımacılık için lisans sistemi / mekanizması; taşımacılar - taşımacılık şirketleri ve tüketiciler için haklar, sorumluluklar ve görevler; kullanılacak araçlarla ilgili şartlar; sektörde rekabetle ilgili kurallar; eğitim ve Mesleki Yeterlilik Belgesi'nin alınabilmesi için kurallar ve prosedürler; kontrol ve denetim için kurallar detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Bu haliyle AB Mevzuatının içerik olarak Türk mevzuatına aktarıldığı görülmektedir. Bu ülkemizin mevzuat olarak güçlü olduğunu göstermektedir.

AB Mevzuatı, serbestleştirme (liberalization), uyumlaştırma (harmonization), yasal-kurumsal serbestleştirme (deregulation) ve özelleştirme kavramlarıyla özetlenebilecek ve birbiriyle ilişkili uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Ulaştırma sistemi içindeki farklı konumu yüzünden özellikle demiryoluna yönelik olmak üzere, altyapı ile işletmenin ayrılması amacıyla yeniden yapılanma ile ülkeler arası kesintisiz taşıma için işletmede uyum (interoperability) gibi konular gündemdedir.

Ülkemizde karayolu taşımacılığı diğer taşıma modlarına göre üstünlüğünü korumaktadır. Karayollarına yapılan yatırımların son 15 yılda genel ulaştırma yatırımları içerisinde aldığı %63,7 olup, diğer ulaştırma yatırımlarının çok önünde yer almıştır. Diğer bir alternatif olan demiryolu taşımacılığı sektörü ise %18,4 de kalmıştır. Ulaştırma stratejileri gereği düzenlenen mevzuat hedeflerinde karayolu taşımacılığının diğer taşıma modlarına kaydırılmasına yönelik çalışmaların oldukça düşük kaldığı Ulaştırma Bakanlığımızın raporlarında da görülmektedir. 2017 yılı itibariyle demiryollarının bütçesinin artırıldığı resmi kurumun sitesinde gözlemlenmiştir.

Ülkemizde lojistik faaliyetlerde oldukça yoğun kullanılan karayolu taşımacılığı faali-

yetlerini kapsayan kanun ve yönetmeliklerin genel olarak beklentileri karşıladığı, özellikle denetim, serbestleştirme çalışmalarının hızlandırılması, alternatif taşıma modları için gerekli alt yapı çalışmalarının sağlanması, mevzuat kapsamında tanımlanan bazı standartların STK ların görüşleri dikkate alınarak düzeltilmesinde yarar olduğu görülmektedir. Çevrenin korunması ve karbon salınımının düşürülmesi içinde düzenlemelerin oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir.

### **KAYNAKÇA:**

- Akbulut, D.(2016), “Türkiye’de Karayoluyla Yapılan Kargo Taşımacılığının Yapısı ve Sektörel Değerlendirmeler”, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Uzmanlık Tezi.
- Artar. A.(1991),”Karayolu Yolcu Taşımacılığında Verimlilik ve Performans Ölçümü”, MPM Yayın No: 449.
- BATUR, B., S (2008); “Hava Yolcu Ve Kargo Taşımacılığı; Dünyada Ve Türkiye’de Uygulamalar”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- CENGİZ, Vedat (2009), “Parasal Aktarım Mekanizması İşleyişi ve Ampirik Bulgular”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 33, 225-247.
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2009): Lojistik Yönetimi, İstanbul: UTİKAD yayımları.
- Kaya.S. (2008),”Türkiye’de Ulaştırma Sektörünün Genel Görünümü ve Sorunları”, İzmir Ticaret Odası AR&GE Bülteni
- Mazlum B. (2007), Avrupa Birliği Karayolu Taşımacılık Sektöründe Pazara ve Mesleğe Giriş Koşullarının Türk Karayolu Taşımacılık Sektörüne Etkileri Üzerine Bir İnceleme, Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi.
- Yapraklı, Ş.(2007). “Kargo Taşımacılık Hizmetleri”, Beta Yayınları.
- Ulaştırma Bakanlığı- TÜ, *Ulaştırma Ana Plan Stratejisi Sonuç Raporu*, Şubat 2005, s.2-1.
- Url 1- <http://www.hri.org/docs/Rome57/Part3Title04.html>. Roma Antlaşması.
- Url 2, [www.europa.eu/pol/trans/index\\_en.htm](http://www.europa.eu/pol/trans/index_en.htm)
- Url 3, [www.lojistikkulubu.org/modules.php?name=News&file=article&sid=49](http://www.lojistikkulubu.org/modules.php?name=News&file=article&sid=49)>
- Url 4, Avrupa Komisyonu, “2010 için Ortak Ulaştırma Politikası: Karar Verme Zamanı” (White Paper,“European Transport Policy for 2010: Time to Decide), 2001.
- Url 5 TÜSiAD, [www.tusiad.org.tr](http://www.tusiad.org.tr) *Kurumsal Yapısı, Yasal Çerçevesi ve Göstergeleriyle Ulaştırma Sektörü*, TÜSiAD-T/2007-02/431, İstanbul, Şubat 2007,
- Url 6, [http://eur-lex.europa.eu/en/repert/index\\_07.htm](http://eur-lex.europa.eu/en/repert/index_07.htm)
- Url 7, [www.kgm.gov.tr](http://www.kgm.gov.tr)
- Url 8, [www.udhb.gov.tr](http://www.udhb.gov.tr)





# ULUSLARARASI PROJE VE AĞIR TAŞIMACILIK SÜRECİNDE BİR UYGULAMA: ALSTOM – AL MANSURİYAH PROJESİ

Özhan GÖRÇÜN<sup>1</sup>, Gökhan ÖZTAŞ<sup>2</sup> M.Serhat ÖZTÜRK<sup>3</sup>

## ÖZET

*Türk Lojistik sektörü Gümrük Birliği süreci ile birlikte artan yük talebine bağlı olarak farklı hizmet süreçleri göstermiştir. Son yirimi yıl boyunca büyük İnşaat ve yol projelerinin yürütülmesi için gereken lojistik taşıma araç altyapısına yatırım yapan firmalarımız araç altyapısı ile beraber gereken Teknik bilgi ve operasyonel beceri gelişmiş ülkeler ile rekabet edebilecek seviyeye ulaşmıştır. Bu Çalışmamız Ülkemizin Ağır Taşıma alanında önemli firmalarından olan Çaba Lojistiğin bir uygulamasının incelenmesi amacıyla hazırlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Proje Taşımacılığı, Ağır Taşıma, Altyapı

## ABSTRACT:

*Turkish Logistics Sectors operate multiple effective process to meet customs union process standard. Our companies invest in Logistics transportation infrastructure vital for the execution of significant construction and road projects through at the last year.*

*All of which are required for the vehicle infrastructure and technical/operational skills which are the norm in advanced countries. To reach these standards and level of competition for the industry. We compete with a study has been commissioned for the examination of our application to the ÇABA Logistics Company one of the leading companies heavy made of transport field of our country.*

**Keywords:** Project Transportation, Heavy Transport, Infrastructure

## GİRİŞ

Uluslararası Taşımacılık sürecinde geleneksel Paketlenmiş ürünlerin parsiyel taşıma süreçleri ile Gabari ve İstihap haddi sınırları içinde ve Ulusal / Uluslararası Mevzuatları ışığında taşınması süreçleri Klasik Taşıma sınırlarını oluşturmaktadır.

Dünya ölçeğinde ticaretin gelişmesi İnşaat ve Ağır altyapı projelerinin yürütülmesi için

---

<sup>1</sup> Özhan GÖRÇÜN; Ataçehir Adıgüzel Meslek Yüksek Okulu, Lojistik Program Başkanı; **Mail:**ozhangorcun@adiguzel.edu.tr

<sup>2</sup> Gökhan ÖZTAŞ; Çaba Lojistik Satış Ve Pazarlama Müdürü gokhan.oztas@cabamismnak.com

<sup>3</sup> M.Serhat ÖZTÜRK; Mado Gıda San; Dış Operasyon Müdürü; **Mail:** <mserhat2003@yahoo.com

gerekli olan Taşıma araçları, Taşıma elleçleme cihazları ve bu cihazları kullanabilecek yetenek ve yeterlilikte personelin geliştirilmesi ve Kamu ile olan münasebetlerinde yasal sınırların belirlenmesi Lojistiğin alt dalları içinde yükseliş gösteren Proje ve Ağır Taşımacılık önemini artırmaktadır.

Uluslararası Projelerde pay alan ana yüklenici veya taşıeron olarak iş alan Türk firmalarının sayısında artış gözlemlenmektedir. Körfez savaşı sonrasında yeniden yapılanan Irak çeşitli enerji projeleri ile yeniden yapılanmaya çalışmaktadır. Bu çalışmamızdaki amacımız Proje Taşımacılığı sürecinden farkındalığı artırmayı amaçlamaktadır.

Makalemiz iki bölümden oluşmaktadır. İrici bölüm Proje ve Ağır Taşımacılığın Teorik çerçevesini belirlemek ve ikici bölümde ise Uluslararası alanda yapılan bir uygulama üzerinden Proje ve Ağır Taşımacılığın ülke ekonomisi ve Lojistik operasyon süreçlerine katkısı üzerinde durulacaktır.

## 1.PROJE VE AĞIR TAŞIMACILIĞIN TEMEL YAPISI VE HUKUKİ YAPISI

Küreselleşmenin doğrudan etkileri Lojistik süreçlerinde önemli değişimlere neden olmuştur. Global yük transferinin nitelik ve nicelik yönünden büyümesi beraberinde son teknolojik araçların standart dışı hacimlere sahip ürünleri taşınması için ihtiyaç duyduğu araçların ekipmanların üretilmesiyle neden olmuştur. Operasyonel süreçler ve yeni gelişmelere göre meslek içi ve saha eğitimlerini tamamlamış personele duyulan ihtiyaç Proje ve Ağır Nakliyat Lojistiğinin önemini artırmıştır.<sup>4</sup>

Lojistik hizmet sağlayıcılarının, üstlendikleri lojistik operasyonları itibariyle benzeri faaliyetleri yönetmeleri açısından süreç içi proje operasyonu olarak değerlendirilmektedir. Proje Lojistiği genel itibariyle özellikli ürün grubu içinde yer almaktadır. İşin yapısı itibariyle farklılaşmış araç, yük, operasyon ve mevzuat aşamaları incelendiğinde “Her Proje Lojistiği farklı süreçleri gerektirmektedir.” Bu nedenle Proje ve Ağır Nakliyat Lojistiğinde her operasyonun planlaması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması ayrı ayrı düzenlenmektedir.

Proje ve ağır nakliyat lojistiğinde Türk firmaları Ortadoğu, Rusya, Uzak Doğu ve Avrupa yük pazarında rekabet edebilecek güce ulaşma yolunda her gün daha ileriye gitmektedir. Bu Bölümde sırasıyla Temel kavramlar, Operasyon süreci, Mevzuatlar ve örnek olaylar ile tamamlanmaktadır.

*Dar anlamda;* Proje lojistiği genel olarak gabari<sup>5</sup> ve istihap haddi<sup>6</sup> aşımalarının söz konusu olduğu yükleme operasyonlarını ifade etmektedir.

<sup>4</sup> Editör: Yrd.Doç.Dr Mehmet Duruel-Özhan Görçün, “Lojistik” Bölüm:7 Proje ve Ağır Taşımacılık, s.200

<sup>5</sup> **Gabari:** Motorlu veya motorsuz taşıtların köprü vb. altından rahatça geçebilmeleri için en yüksek boyutları belirten ölçüler; <http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com> ve/veya “Taşıtların yüklü veya yüksüz olarak karayolunda güvenli seyirlerini temin amacı ile uzunluk, genişlik ve yüksekliklerini belirleyen ölçüleri”; Karayolu Taşıma Yönetmeliği md:4 [www.kugm.gov.tr/BLSM...](http://www.kugm.gov.tr/BLSM...)

<sup>6</sup> **İstihap Haddi:** Bir taşıtın veya aracın güvenle taşıyabileceği ve imalat standardında belirtilen en çok yük ağırlığı veya yolcu ve hizmetli sayısını ifade eder. Karayolu Taşıma Yönetmeliği md:4 [www.kugm.gov.tr/BLSM...](http://www.kugm.gov.tr/BLSM...)

Uluslararası taşımacılık kapsamında gabari dışı kabul edilen ağır ve hacimli yükler ve tesislerin taşınması özel proje taşımacılığı olarak değerlendirilmektedir. Ağır yüklerin lojistiği genel bir kabulde 150 tonun üzerindeki taşımalar için kullanılan lojistiğin özel bir alanıdır.<sup>7</sup>

*Bölünebilir ve bölünemez yük:* Almanya’da teknik olarak bölünmesi mümkün olmayan olan yüklerin bölünemez yük olarak kabul edildiğini, bunun yanında ağır yük taşıma araçları ve hareketli (mobil) ile paletli vinçlerin aksesuarları ve dengeleme ağırlıklarının da aracın bir parçası olarak kabul edilip bölünemez yük olarak tanımlandığını belirtmişlerdir. Ayrıca kepçe, ekskavatör gibi araçlara yükün %10’u kadar o yükün aksamı olan bölünebilir yüklerin de yüklenebileceği belirtilmiştir.

Hollanda’da bölünebilir ve standart ölçüleri aşmayan yüklerin 50t’a kadar yüklenebileceği ve yine boyutlardan birinin aşılması durumunda izin alınarak yine maksimum 50’t a kadar bölünebilir yüklerin taşınabildiği belirtilmiştir. Vinç aksesuarları ve dengeleme ağırlıklarının da bölünemez yük olarak kabul edildiği ve 100 ton ve dingil başına 12 tona kadar bölünebilir yüklerin taşınabildiği belirtilmiştir.

Kamuya ait karayollarında motorlu taşıtlar ile yapılacak olan proje lojistiğine ilişkin operasyonlar, ağır yük taşımacılığı ve hareketli (mobil) vinç operasyonlarını, bu operasyonlarda kullanılacak araç, donanım ve donanımları, yükler ile faaliyetlerde kullanılacak olan operasyonel düzeyde tesis, yapı ve benzerleri ile taşımada görev alacak personeller, sorumlulukları ve yükümlülükleri, taşıma operasyonlarında taşımacı, gönderen, alıcı ve diğer taraflar ile bunların hak, sorumluluk ve yükümlülüklerini kapsamaktadır.<sup>8</sup>

Türkiye sınırları içerisindeki karayolları üzerinde yabancı plakalı taşıtlarla yapılan uluslararası taşımaları, özel izin belgeleri, araçların ölçü boyut ve ağırlıklarına ilişkin sınır değerleri, eskort araçları, bunların türleri ve özelliklerini;

11/6/2009 tarihli ve 27255 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Karayolu Taşıma Yönetmeliği kapsamında yetki belgesi alma zorunluluğundan muaf olan ve kendi iştiğal konusu ile ilgili öz mal taşıtlarıyla ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç operasyonları yapan veya yapacak kamu kurum ve kuruluşlarını,

Türk Silahlı Kuvvetler (Jandarma Genel Komutanlığı dahil) adına yapılan, ancak silahlı kuvvetlerin doğrudan sorumluluğu veya danışmanlığı altında olmayan, ticari yükleniciler tarafından yapılan ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç operasyonlarını kapsamaktadır.

Proje lojistiği, ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç işletmeciliği kamuya açık karayolunda, ekonomik, kontrollü, seri, güvenli, insan sağlığına zarar vermeden ve çevreye olumsuz etkisi en az olacak şekilde gerçekleştirilir.

<sup>7</sup> Gillespie TD.(1992) “Fundamentals of Vehicle Dynamics Warrendale”, PA; Society of Automotive Engineers;1992,s:24)

<sup>8</sup> ( Proje ve Ağır Nakliye Taşımacılığı Yönetmelik Taslağı; md:2 2015, s.2)

Proje lojistiği, ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç işletmeciliği faaliyetlerinde yer alan taraflar, hasar ve yaralanmaları önleyebilmek ve gerekirse bunların etkisini en aza indirebilmek için ön görülebilen risklerin yapısını ve boyutunu göz önünde bulundurarak bu Yönetmeliğin hükümlerine uygun tedbirleri almak zorundadırlar.

Proje lojistiği, ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç işletmeciliği faaliyetlerinde; Bu yönetmelikte tanımlanan ve araç, ekipman ve donanımlara ilişkin kurallara uyulması zorunludur. Proje lojistiği, ağır ve havaleli yük taşımacılığı ile hareketli (mobil) vinç işletmeciliği faaliyetlerinde yönetmelikte tanımlanan işaret ve yönlendirici sembollerin kullanılması zorunludur.

## 2. PROJE VE AĞIR TAŞIMACILIĞIN FAALİYETLERİNDE OPERASYONEL SÜREÇLERE HAZIRLIK AŞMASI

### 2.1. Hazırlık ve Analiz Aşaması

Proje taşımacılığında operasyondan önce tüm süreçleri ayrıntılı şekilde, detaylandırılmış bir ön hazırlık süreci tamamlanmalıdır. Teknik sınırlamaların beraberinde Ulusal ve Uluslararası Mevzuatların getirdiği yasal sınırlamalar dikkate alınmalıdır.

Hazırlık aşaması her yük tipi için ayrı ayrı belirlenmelidir. Parçalara ayırma(Demontaj, ara nakliye, özel donanım ve taşıma tedariki, güvenlik, sigorta, taşıma türleri (karayolu, demiryolu, demiryolu, havayolu) proje içinde detaylı olarak ele alınmalıdır <sup>9</sup>

***Kamu İdaresi tarafından özel izin verilmesi:*** Özel Yük Taşıma İzin Belgesi ve Özel İzin Belgesi, 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'nun 33. Maddesi ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan Karayolları Trafik Yönetmeliğinin 66. ve 128. Maddelerine dayanarak Ulaştırma Bakanlığının Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından verilmektedir.

Özel yük taşıma izin belgesi; bölünemez nitelikteki ağır ve/veya büyük yüklerin karayolu ile taşınması için verilmektedir. Bunun için; yük, ağırlık ve boyutları yasal sınırların üzerinde olmayan bir araca yüklendiğinde meydana gelen toplam ağırlık ve/veya boyutların yasal sınırların üzerinde olmasının söz konusu olması ve karayolundan başka bir ulaşım imkânının bulunmaması gerekmektedir.

Araç seçiminde belirleyici unsur, boyutları yasal sınırların üzerinde olsun veya olmasın, ağırlığı yasal sınırların üzerinde olan yüklerin taşınması için; taşıma aracın toplam uzunluğunun ve yüklü iken dingil ağırlıklarının yasal sınırların üzerinde olmaması hususu dikkate alınarak, yeterli dingil sayısına sahip aracın seçilmesi gerekmektedir.

Araçların taşıma kapasiteleri yük ve uzunluk olarak Karayolu Trafik Yönetmeliğinin 128 md belirlenmiştir. Araçların azami genişliği için 2,55 mt, Araçların azami yüksekliği için

<sup>9</sup> Görçün, F.Ö., Erdal, M.(2010). Entegre Lojistik Yönetimi, 2.Baskı, İstanbul: Beta Yay, İstanbul.2010

4,00 mt, römork ve dingilli araçlarda ise 12-22 mt arasında değişmektedir. Ağırlık için en az 10 ton en çok 44 ton arasında belirlenmiştir (Karayolu Trafik Yön: md:128)..

• **Başvuru süreci:** Taşımayı yapacak firmanın hazırlaması gereken belgeler bulunmaktadır. Özel İzin/ Özel Yük Taşıma İzin belgesi almak için; taşımayı yapanın bizzat kendisi, taşımayı yapan firmanın çalışanı veya firma tarafından yetkilendirilen kişiler başvuruda bulunabilir. İşlemlerin başlatılabilmesi için başvuruda bulunacak kişinin şifre alması zorunludur. Aynı kişi tarafından daha sonra yapılacak başvurularda alınan şifrenin kullanılması mümkün olduğundan, bu şifrenin muhafaza edilmesi gerekmektedir (Her bir T.C. kimlik numarası için bir adet şifre alınabilir).

Yeni kullanıcı kayıt sayfasında; T.C. kimlik no, adı, soyadı, doğum yılı, cinsiyet, e – mail adresini, telefon numarasını ve adresini belirtmesi, kendisi tarafından bir şifre oluşturulması zorunludur. Özel izin / Özel yük taşıma belgesi almak için ana sayfadan TC kimlik numarası ve parola ile giriş sağlanır. Hangi işlem için başvuru yapacaksa (Özel izin / Özel yük taşıma izin belgesi) seçimi yapılır.

Sistemde özel yük taşıma izin belgesi seçili olup, özel izin almak isteyenler Özel izin belgesi butonunu seçmek zorundadırlar. Taşımayı yapan bölümden; vergi no/ TC kimlik numarası girilir. Yabancı Uyruklu kişi ve firmalar yabancı firma butonunu seçerek sisteme girebilir.<sup>10</sup>

Araçlar bölümüne; plakası emniyet genel müdürlüğü tarafından verilmiş/tescil edilmiş araçlara ait tescil plakaları ve araç tescil belge seri numarası harf grubu ile birlikte ayrı ayrı girilir. Taşımaya ait bilgiler bölümüne; taşımanın şekli bir taşıma için 15 gün olarak otomatik seçilidir. Bu taşıma süresi İdarenin uygun bulduğu süre olarak belirlenir.

Aracın durum bilgileri araç yüklendiğinde yük ile birlikte olan ölçü ve boyutlar olup, genişlik(m), yükseklik(m), uzunluk(m), ağırlığı(kg) girilmesi zorunludur.

İnternet sayfasında onaylanmış olan Özel Yük Taşıma İzin Belgesinin veya Özel İzin Belgesinin kullanılabilmesi (geçerli olabilmesi) için, belgenin çıktısının İdare yetkilisince onaylanması ve mühürlenmesi gerekmektedir. Bunun için; Kuruluşumuzun kendisine en yakın birimine (Genel Müdürlük veya Bölge Müdürlüğü) mesai saatleri içinde şahsen müracaat ederek; Karayolları Genel Müdürlüğünde Trafik Şubesi Müdürlüğünden, ilgili Karayolları Bölge Müdürlüklerinde Trafik Güvenliği Başmühendisliklerinden belgenin imzalı ve mühürlü bir örneğini talep etmesi gerekmektedir.

## 2.2 Tasarım ve Planlama Süreçleri:

Proje lojistiğine ilişkin operasyonun ana hatlarının belirlenmesi ve tasarlanması bu aşamada yapılmaktadır. Bununla beraber planlama aşamasında güzergah belirlenir, araç tipleri, ekipmanları ve eskort araçlarının hazırlaması gerekmektedir.



<sup>10</sup> <http://uygulama2.kgm.gov.tr/OzelYukWEB/Sayfalar/Genel/Giris.aspx> Erişim Tarihi:08.01.2017

### 2.3 Güzergâh Belirleme Süreci

Taşıma sürecine konu olan eşyanın başlangıç noktasından son nihai noktaya kadar ulaştırılmasında güzergâhın belirlenmesi zorunludur.

Başvurunun ilk yapıldığı yetkili otorite diğer yol otoritelerine yol, köprü ve diğer üst yapı unsurlarına ilişkin olarak taşımanın yapılıp yapılamayacağını sormaktadır. Gelen cevaplar çerçevesinde başvuru otorite taşıma şirketine bir izin belgesi gönderir. Tüm şartlar ve gereklilikler bu izin belgesi üzerinde yazılmaktadır.

Karayollarında trafiğe çıkışın münferit olarak yapılması halinde, bu işe ayrılacak araç, yarı römorklu araç veya katar için güzergâh ve taşıma şartları ile taşıma zamanı belirtilerek, her çıkış için ayrı ayrı, Özel Yük Taşıma İzin Belgesi veya Özel İzin Belgesi alınması gerektiği hükme bağlanmıştır. (Karayolu Trafik Yön: md:128)

Listeden il-ilçe seçerek güzergâhınızı belirlemeniz mümkündür. İlk belirlenen il ve ilçe güzergâhınızın başlangıç noktasıdır. Başlangıç noktası Harita üzerinden  sembolü ile ifade edilmektedir. İstenilen miktarda özel ara noktası seçilebilir. Ara noktalar ile bitiş noktası harita üzerinden  sembolü ile ifade edilmektedir.

### 2.4 Taşımacılık Sürecinde Eşyanın ve Araç Tiplerinin Özellikleri

Proje Lojistiğine ait operasyonun ana hatlarının belirlenmesi ve tasarlanması bu süreçte söz konusu olmaktadır.

Proje lojistiğine konu olan eşyaların genel özelliklerine bakıldığında; ürünler genelde ambalajsız olarak taşınmakta, tüm ekipmanın taşıma esnasında mutlaka taşıma kabı/araçına sabitlenmesi gerekmektedir. Ek olarak eşyaya ait bazı özel ve küçük çaptaki alt parçalar (Örn: bağlantı elemanları, kontrol panoları vb) ambalajlanmakta, bunun için genelde sandık ve palet kullanılmaktadır <sup>11</sup>

Taşımada kullanılan araç ve yükün kombinasyonunda genişlik en fazla 2.55 metre olup, en yüksek değer olarak 4 metreyi aşmaması gerekmektedir. Tarım ve orman işleri ile ilgili araçların genişlikleri en fazla 3 metre olabilmekte, bu tür araçlarda tarım ve ormancılıkla ilgili yükler taşınabilmektedir. Bu tür yüklerin taşınması halinde yük ile birlikte araçların yüksekliği en fazla 4 metre olabilmektedir. Taşımada kullanılan aracın frigorifik (soğutmalı araç) olması durumunda genişlik en fazla 2.60 metre olarak kabul edilmektedir. <sup>12</sup>

Yük aracın ön kısmını 2,5 metreden fazla aşamaz. Bu kapsamda aracın en üst kısmından 50 cm kadar yüksekliği aşılmasına müsaade edilebilmektedir.

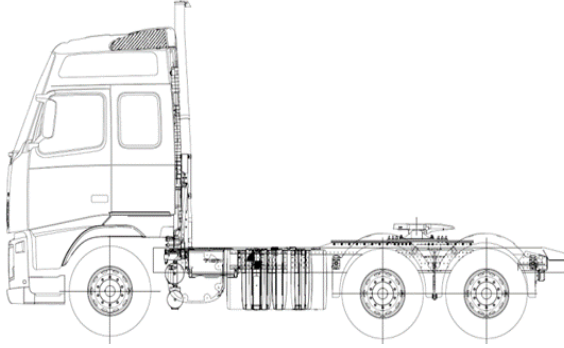
<sup>11</sup> Görçün F.Ö. (2016) Proje Lojistiği Yayınlanmamış Ders Notları;s.48

<sup>12</sup> (STVO md:22 Ladung)BVMI (Alman Federal Ulaştırma Bakanlığı; 1998 s.17

## 2.5 Proje Lojistiğinde Kullanılan Araç Tipleri

Karayolu ile gerçekleştirilen taşımalarda “Kırkayak” isimli dört dingilli araçlar kullanılmaktadır. Araç özelliğini ifade eden ve aks sayısını belirten, 6\*4, 6\*6, 8\*4, 8\*8, 10\*4, 10\*6, 10\*10 gibi seçenek bulunmaktadır. Eşyanın ağırlık ve hacmi bu tercihte çok önemlidir. Ülkemizde en çok 6\*4 kullanılmaktadır.<sup>13</sup>

### N3 kategorisi araçlar:



Uzunluk	: 12,00 metre
Genişlik	: 2,55 metre
Yükseklik	: 4,00 metre
Azami Genişlik	: 2,55 metre
Frigorifik araçlar için	: 2,60 metre
Azami Yüklü Ağırlık (Max)	: 32 ton

Azami kütlesi 12 tonu aşan, motorlu yük taşıma araçlarıdır. Bir yarı römorku veya merkezi dingilli römorku çekmek için tasarlanmış bir çekici araçta, aracın sınıflandırılmasında kullanılacak kütle; işler durumda çekicinin kütlesine, yarı römork veya merkezi dingilli römork tarafından çekici araca uygulanan azami statik düşey yüke tekabül eden kütle ve (uygulanabilirliği varsa) çekici araca yüklenebilecek azami kütleyle eklenmesiyle hesaplanır<sup>14</sup>

Kırkayak sınıfı yüksek kapasiteli araçlar proje taşımacılığında olumlu katkılar sağlamaktadır. Bu tip araçların aksları, Motorları, şanzımanı ve fren sistemleri gibi birçok özelliği araca uygun tasarlanmıştır.

Yolcu taşımak için belirlenmemiş özel araçların donatımları N Sınıfı araçlardaki gibi yük olarak kabul edilir.

<sup>13</sup> A.g.e Görçün,Ö,F s. 297

<sup>14</sup> ([www.resmigazete.gov.tr/eskiler/.../EKLER%20İÇİN%20BAKINIZdoc](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/.../EKLER%20İÇİN%20BAKINIZdoc)). Erişim Tarihi:02.12.2016



**Ağır yük taşımacılığında kullanılan Low-Bed araçlar:** Taşınan yükün boyutlarına göre “Havuzlu Low-Bed” denilen yükseklikleri ayarlanabilen ağır taşıma araçları kullanılmaktadır. Tünel ve köprü geçişlerinde yaşanabilecek teknik sorunlara karşı Low-Bed’ler kullanılmaktadır.<sup>15</sup>



**Şekil 1** Low Bed Araçlar

Projenin tamamlanması ile birlikte sonuçlarının kontrol edilmesi ve müşteri ile birlikte operasyonun değerlendirilmesi bu aşamada yapılmaktadır.

### **3.Alstom-AL-Mansuriyah Doğal Gaz Çevirim Santrali Projesi:**

Türkiye lojistik sektörünün, proje taşımacılığı alanında hizmet kalitesi, fiyat politikası ve tecrübesiyle özellikle Türki Cumhuriyetler, Ortadoğu ve Arap Yarımadası’nda lider oyuncu haline gelmesi hizmet süreçlerini sunma gücümüzden kaynaklanmaktadır. Hizmet sunum süreçleri yükün niteliğine göre değişmektedir. Yükün tipi, taşıma mesafesi, elleçleme sürecinde kullanılan ara ekipmanlar, teslimat yapacağımız ülkenin yasal mevzuatları ve uygulama pratiği taşımacılık örneklerini çeşitlendirmektedir.

Proje taşımacılığı gerek yurtiçinde gerekse uluslararası lojistik faaliyetlerde yürütülen bir projenin, A’dan Z’ye tüm ihtiyaçlarının bir plan, program dahilinde, taşıma, depolama ve dağıtım süreçleri ile operatör tarafından gerçekleştirilebilmesi organizasyonuna denir. Bu anlamda, komple tesis taşınmaları, tesis kurulumları, inşaat projelerinin ihtiyaçlarının lojisti-

<sup>15</sup> Harris N,Nawrocki PE “Design Analysis For Heavy Duty Vehicles-Today and Tomorrow”, International journal of Vehicle Design, 1984;5 (1/2), s:104-114.



ği buna örnekler olarak verilebilir. Doğal olarak proje lojistiği alanında faaliyet gösterebilmeye donanımına sahip bir şirket, aynı zamanda gabari dışı hacimli taşımacılık faaliyetlerini de yönetebilecek güçtedir <sup>16</sup>

### 3.1

Aralık 2011 tarihinde Irak Enerji Bakanlığı ile yapılan anlaşma ile 728 MW kapasiteye sahip bir Doğal gaz ile çalışan santral projesi Davala'da kurulması planlanmıştır. Santralin kurulması için gereken malzemenin ve ekipmanın taşınması, montajı ve mühendislik süreçleri için Çaba-Misnak Proje Taşımacılığı çözüm ortağı olarak belirlenmiştir.

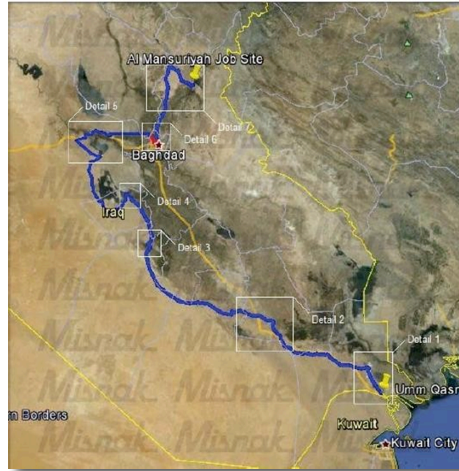
Mühendislik sürecinde Uruk Mühendislik 4 adet Gaz tribünü jeneratörlerinin tasarım, mühendislik ve tedarik bölümleri ile ilgili destek vermektedir.

Ana ünitelerin altına taşınması ve montajı projelendirilmiş ve yürütülmüştür.

- 4 adet her biri 343 ton olan gaz türbinleri
- 4 adet her biri 234 ton olan gaz türbini jeneratörü

Misnak, ulaşım için proje başlangıcı öncesinde 2 farklı ayrıntılı Güzergâh Anketi (UMM-Qasr'dan Mansuriyah'ya) ve Köprü Güçlendirme Araştırmaları gerçekleştirdi.

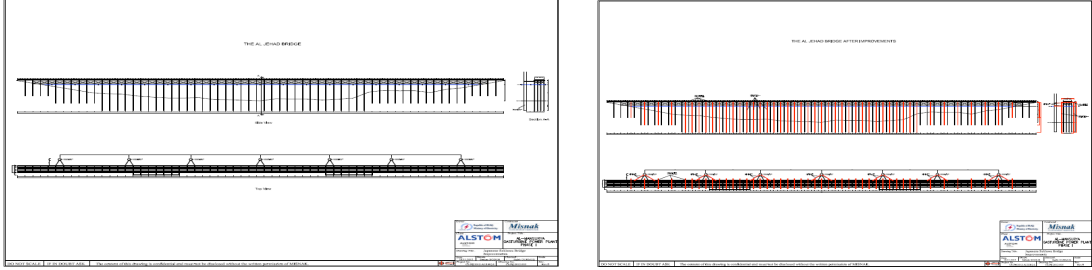
Proje Başlangıcından Önce Hazırlık Çalışması Köprü Güçlendirme Mühendisliği İşinin yapılması sürecinde taşıma araçlarının köprü üstü yük dengesi ve araç ağırlık dengesinin geçiş merkezlerine dağıtılması için Köprü güçlendirme işlemlerinin tamamlanması gerekmektedir.



**Resim: 1** Alstom-AL-Mansuriyah Doğal Gaz Çevirim Santrali Projesi

<sup>16</sup> (<http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=10637>). Erişim Tarihi:14.02.2016

Güzergâh anketleri köprülerin taşıma kapasitesini incelemek ağır ve aşırı boyutlu yükleri naklederken riskleri azaltması ve dağıtılması için gerçekleştirilir. Proje Bağdat Üniversitesi tarafından teyit edilmiş ve Irak Elektrik Bakanlığı tarafından onaylanmıştır.



**Şekil 2-3** Köprü Güçlendirme Mühendisliği Al Jihad Köprüsü - Simülasyon Çalışması

Köprü güçlendirme çalışması Irak Elektrik Bakanlığının mühendisliği tarafından uygulanan güçlendirmeden önce ve sonra Lojistik firmasının mühendisleri tarafından araştırılmıştır.

Uygulanacak maksimum gerilmeleri görmek için köprü modeline 343 ton yük taşıma yükü uygulanmıştır. Köprü bileşenlerinin parçalarından olan çelik kirişlerin taşıma kapasiteleri kontrol edildi ve gelecekte oluşacak streslerle karşılaştırıldı.

Köprü 5(Beş) çelik konstrüksiyonlu yapı ile yataya karşı desteklenmiştir. Yeni inşaa edilen yapı yatay kuvvetler uygulamaktadır.



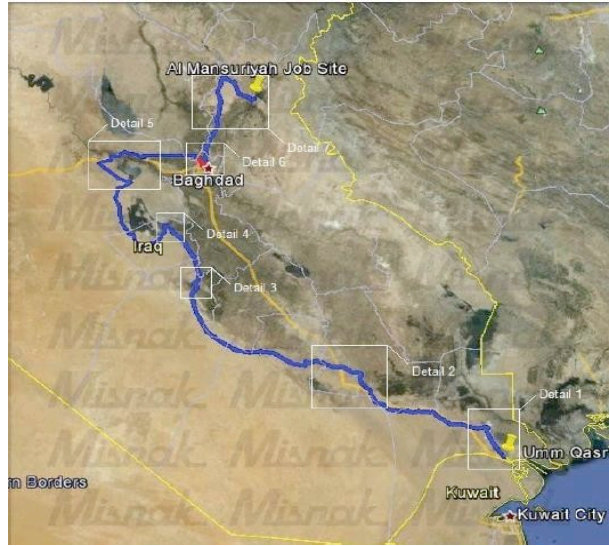
**Resim 2:** Taşımanın Köprü üstü operasyon süreci



**Resim 3-4 :** Taşımanın sürecinde Al-Jeyad Köprüsünden Yükün Nakli

Operasyon sürecinin öncesinde Köprü'nün güçlendirilmesi için Çelik destek barları asfaltı güçlendirme amaçlı desteklemektedir.

**3.1 Güzergâh belirleme Rota Planlama:** Bu aşamadan sonra Rota Planlama yapılmaktadır. Birinci Rota Umm Kasır'dan Mansuriye Limanına kadar olan hattın güzergâh modellemesinin yapılmasıdır.



**Resim: 5** Alstom-AL-Mansuriyah Doğal Gaz Çevirim Santrali Projesi Güzergâh Rotası:1 (Umm Kasır-Mansuriye)

· Güzergâh Anketleri - Güzergah II

UMM-QASR Limanından Mansuriyah'ya (Güzergah II; otoyol üzerinden)

II. Güzergah (741km) Umm-Qasr Limanı'ndan başlayıp Bağdat Şehrinden geçerek ilerlemektedir. İkinci güzergah jeneratörlerin taşınmasında kullanılmaktadır.

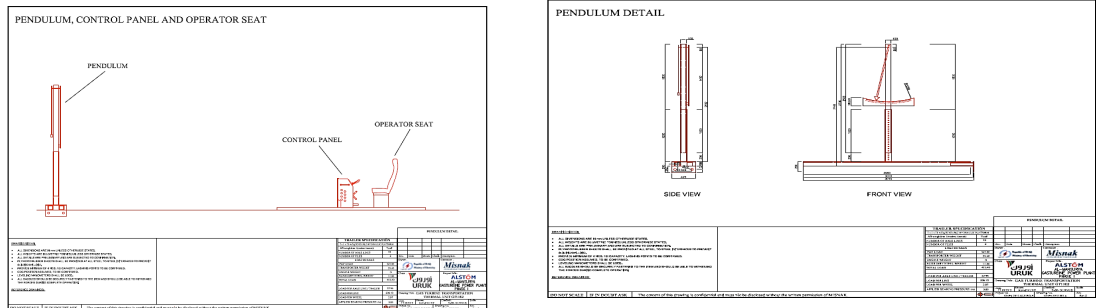
Anket raporları, Tonajı aşan kargo taşımacılığı için statik analizler ve her iki köprü için de gerekli iyileştirmelerin yanısıra gaz türbinleri ve jeneratörlerin ağır yükünü Umm-Qasr'dan Al Mansuriyah'a taşımak için ulaştırma planına ilişkin ayrıntılı bir raporu içermektedir.

### 3.2 Proje Başlangıcından Özel Taşıma Aracının hazırlanması:

Ağır Taşıma operasyonlarının türü ve niteliği gereği birbirine benzemekle beraber farklılaşmış operasyon aşamaları ile tamamlanmaktadır. Taşınan yükün özelliğine göre imal edilmiş Özel araçlar yükün ağırlık ve boyutuna göre güvenlik ve mühendislik kuralları ile araca yerleştirilir.<sup>17</sup>

Gaz türbini taşımacılığı için Scheuer tipi 18 akslı hidrolik platform kullanılmıştır. Platform tablolarının dikey olarak desteklenmesi için platform römorkunun yanlarına sekiz adet özel olarak tasarlanmış uzatma birimi kullanılmıştır.

Arkasına bir sarkaç kurulur ve gaz türbinini kullanarak, sarkacı gören halde römorkun üstünde oturan bir operatör ile yolun derecesini takip edebilmek için yerleştirilir. Yolun eğimi kritik seviyeye ulaşırsa, operatör önüne takılan hidrolik platform kontrol panelini kullanarak römorka müdahale edecektir.



Şekil:4-5 Misnak tarafından özel olarak tasarlanmış ve üretilmiş Sarkaç



Resim: 6-7 Proje ve Ağır Taşıma için Özel olarak Tasarlanmış Araç

### 3.3 Gaz Tribünü ve Jeneratör için geçici depolama alanları hazırlama süreci:

Misnak, Jeneratörü ve türbini tutmak için geçici bir depolama düzenlemesi beyanı içeren bir yönetmelik hazırlayarak depolama sürecine başlamıştır. Bu Açıklama Metodu, yük boşaltma veya türbinlerin görüntülenmesi için ayrıntılı bir mühendislik çalışmasından oluşur.

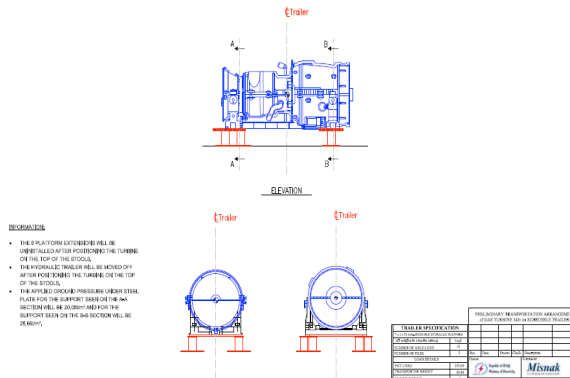
#### *Proje Akışının Kilometre Taşlarının Çözümleri:*

Türbini aletlerin üzerine yerleştirdikten sonra sekiz adet Platform uzantısı yükü kaldırmaktadır. Hidrolik römork, türbinin aletlerin üzerine yerleştirilmesinden sonra hareket ettirilmektedir.

#### Yararlanılan Kaynaklar

#### KİTAPLAR: moved

#### GAS TURBINE 343,00t TEMPORARY STORAGE ARRANGEMENT



Şekil 6: Gaz türbini 343 ton Geçici Depolama düzeniği





**Resim 8-9 :** Geçici Depolama Düzeninde Platform Uzantıları

### 3.4 İlk Konvoy ile Yükün Taşıma Sürecinin Tamamlanması:

Proje lojistiğinden taşıma hazırlık işlemlerini tamamlayan eşyanın çekiciler ile çıkış noktasından varış noktasına taşınması sürecinde mutlaka eskort araçlarda destek alınmalıdır. Yol levha ve işaretler taşımaya geçici olarak engel oluyorsa bunların kaldırılarak daha sonra tekrar takılma işlemleri yapılacak ve ücret nakliye firması tarafından karşılanacaktır.

Taşıma süreci boyunca güzergah hattı üzerindeki bazı yollar trafiğe kapatılır. Karayolu'na vereceği zararın en aza indirilmesine rağmen yolda oluşacak zarar için Kamu idaresinin onayı ile verilen İzin belgesi üzerinden bir tazminata gidilir. Varış merkezinde Vinçlerden faydalanarak taşıma aracındaki yükün tahliyesi tamamlanır.

### SONUÇ:

Makalemizin amacı Türk Lojistik sektöründe yeni parlayan bir alt dal olan Proje ve Ağır Taşıma lojistiği hakkında bir farkındalık oluşturmaktır. 2013 yılından beri içinde yer alırken gurur duyduğum Ulaştırma Bakanlığı himayesinde oluşturulan "Ağır Taşımacılık ve Proje Lojistiği Yönetmeliği" çalışma grubunda bu alanda uzman yönetici ve akademisyenlerden sektörün boyutları ve genişleme perspektifi ile ilgili çok önemli paylaşımlarda bulunduk bu paylaşımları Lojistik sektörüne aktarmak bu makalemizin bir diğer amacını oluşturmuştur. Son olarak bu makalenin yazılmasında Çaba-Misnak Lojistik Jeneratör taşıma operasyonun hazırlayıp makalemize aktarımı sağlayan değerli meslektaşım Gökhan Öztaş ile Türk Lojistik sektörünün uluslararası Piyasalarda iş alıp tamamlayabilecek altyapıya sahip olduğunu ve ilerleyen dönemlerde Türk firmalarının Proje Lojistiğinden küresel pazarda büyük oyuncu olabileceğini göstermesi makalemizin bir diğer önemli hedefidir.

**KAYNAKÇA****KİTAPLAR**

- Görçün, F.Ö., Erdal, M.(2010). **Entegre Lojistik Yönetimi**, 2.Baskı, İstanbul: Beta Yay,
- Editör: Yrd.Doç.Dr Mehmet Duruel-Özhan Görçün, “Lojistik” Bölüm:7 Proje ve Ağır Taşımacılık,Lisans Yayıncılık.

**SÜREKLİ YAYINLAR:**

- Fred Borges Da Silva, Francisco Ferreira Cardoso,(1999)”Applicability of Logistics Management in Lean Construction: A Case study Approach in Brazilian Building Companies”,Proceedings IGLC-7, University of Colifornia ,Berkeley, 26-28 July 1999
- Merkblatt für die Ausrüstung von privaten Begliefharzzeugen zür Absicherung Von Grossraum und SchwerTransporten; (VkBI 1992, Seite 218,erganz durch VkBI 1993
- Görçün F.Ö. (2014) Proje Lojistiği Yayınlanmamış Ders Notları;
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) Vom 22. Oktober 1998 In der Fassung vom 11. November 2014 Verwaltungsvorschrift zu § 29 Absatz 3 StVO
- Harris N,Nawrocki PE “Design Analysis For Heavy Duty Vehicles-Today and Tomorrow”,**International journal of Vehicle Design**, 1984;5 (1/2), s:104-114.
- Gillespie TD.,(1992) “**Fundamentals of Vehicle Dynamics Warrendale**”, PA; Society of Automotive Engineers;1992,s:24)

**İNTERNET KAYNAKLARI:**

- <http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=10637> Erişim Tarihi:14.06.2015
- <http://www.hareket.com.tr/aboutus/hakkimizda.html> Erişim Tarihi:15. 06. 2015
- [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/.../EKLER%20İÇİN%20BAKINIZ.doc](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/.../EKLER%20İÇİN%20BAKINIZ.doc) Erişim Tarihi: 02.06.2015
- <http://uygulama2.kgm.gov.tr/OzelYukWEB/Sayfalar/Genel/Giris.aspx> Erişim Tarihi: 02.07.2015
- <http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com> Erişim Tarihi:05.07.2015
- [www.kugm.gov.tr/BLSM](http://www.kugm.gov.tr/BLSM).Erişim Tarihi :05.07.2015
- <http://uygulama2.kgm.gov.tr/OzelYukWEB/Sayfalar/Genel/Giris.aspx>Erişim Tarihi: 02.07.2015





# TERSİNE LOJİSTİK VE ARAS YÖNTEMİ UYGULAMASI

*Nesrin KOÇ<sup>1</sup>, Fahriye UYSAL<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Son yıllarda ürün geri kazanımı, çevresel duyarlılık, kaynakların etkin kullanımı ve sürdürülebilirlik konuları önem kazanmıştır. Bu nedenle, bilgi ve ürünlerin nihai kullanıcıdan başlangıç noktasına doğru akışı olan tersine lojistik faaliyetlerine verilen önem de artmaktadır. Tersine lojistik, firmalara hem rekabet avantajı sağlar hem de çevreci firma imajını yaratmalarına olanak verir. Bu bağlamda tersine lojistik faaliyetlerine etki eden kritik başarı faktörleri ve bu sürecin performansının değerlendirilmesi işletmeler açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, tekstil, perakende ve otomotiv sektörleri, literatürden seçilen tersine lojistik kritik başarı faktörlerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden ARAS (Additive Ratio Assesment) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda farklı sektörlerin tersine lojistik uygulamalarına verdikleri önem değerlendirilmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** ARAS Yöntemi, Kritik Başarı Faktörleri, Tersine Lojistik

## REVERSE LOGISTICS AND ARAS METHOD APPLICATION

### ABSTRACT

*In recent years, product recovery, environmental awareness, efficient use of resources and sustainability have gained importance. For this reason, the importance attached to reverse logistics activities of information and products towards the starting point of the final user is also increasing. Reverse logistics gives firms a competitive advantage and allows them to create an image of an environmentalist firm. In this context, the critical success factors that influence reverse logistics activities and the evaluation of the performance of this process are extremely important in terms of businesses. In this study, textile, retail and automotive sectors were evaluated according to selected logistic critical success factors selected from the literature. In the evaluation process, ARAS (Additive Ratio Assesment) was used as a multi-criteria decision making method. As a result of the study, the importance given to reverse logistics applications is evaluated different sectors.*

**Keywords:** ARAS Method, Critical Success Factors, Reverse Logistics

---

<sup>1</sup> Araştırma Görevlisi, Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, nesrinkoc@akdeniz.edu.tr

<sup>2</sup> Yardımcı Doçent Doktor, Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, fahriyeuysal@akdeniz.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ve kaynakların giderek azalması beraberinde kaynakların etkin kullanımı, çevresel duyarlılık, ürün geri kazanımı ve sürdürülebilirlik gibi konuları gündeme getirmiştir. Bu konular, toplum ve toplumu ilgilendiren tüm kesimler tarafından en çok önem verilen konular arasında olmuştur. Müşteriler satın aldıkları ürün ve hizmetlerin çevreye olan etkilerini daha çok sorgular hâle gelmiştir. Bu durum direkt olarak üreticilerin dikkatini çekmiş ve gerek üretim gerekse üretim sonrası süreçlerde sadece müşteriye değil aynı zamanda çevreye de odaklanma gerçeğini ortaya çıkarmıştır (Alfonso-Lizarazo vd., 2013: 9652-9664).

Tüm bu gelişmeler, üreticilerin rekabet avantajı elde ettikleri lojistik alanında yansımalarını göstermiş ve temel olarak “tek yönlü yolda yanlış yönde gitmek” olarak tanımlanan “Tersine Lojistik” kavramı ortaya çıkmıştır (URL 1). Tersine lojistik, Cullen vd. (2013: 212-227) tarafından “materyalin süreç envanterinde, paketlemede ve nihai ürünlerde bir üreticiden, dağıtıcıdan veya kullanım noktasından, geri kazanma veya uygun bir şekilde imha etme noktasına kadar olan geriye doğru planlama, uygulama ve kontrol süreçlerinin akışı” olarak tanımlanmıştır.

Tersine lojistik konusunda ilk çalışmalar 1960-1970’lerde başlamıştır (Rahman ve Subramanian, 2012: 239-248). Fleischmann vd. (1997: 1-17) çalışmasında tersine lojistik bağlamında ortaya çıkan sorunları sistematik bir şekilde gözden geçirmiş ve tersine lojistik alanını; dağıtım planlaması, envanter kontrolü ve üretim planlaması olarak üç ana bölüme ayırmıştır. Bu bölümlerin her biri için ortaya çıkan yeniden kullanım çabalarının etkilerini tartışmış ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulan alanları belirlemiştir. Cartel ve Ellram (1998: 85-102) literatürü gözden geçirerek lojistik personelinin tersine lojistikteki rolü hakkında geniş bir bakış açısı geliştirmiştir. Tibben-Lembke (2002: 223-244) çalışmasında ürün yaşam döngüsünün tersine lojistik üzerine etkisini incelemiştir. Srivastava (2008: 535-548) ve Pokharel ve Mutha (2009: 334-346) tersine lojistik için ağ tasarımı yapmıştır. Barker ve Zabinsky (2011: 558-573) çalışmasında tersine lojistik için Analytical Hierarch Process (AHP) kullanarak çok kriterli bir karar verme modeli sunmuş ve sunulan modeli gerçek hayattan üç vaka çalışması ile uygulamalı olarak göstermiştir. Bahiraei vd. (2015: 1-5) tedarik zinciri yönetimi kritik başarı faktörlerine dayanarak, tersine lojistik kritik başarı faktörlerini belirlemiştir. Daha sonra bu faktörleri, (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) TOPSIS yöntemini kullanarak en çok önemli olandan en az önemli olana doğru sıralamıştır.

Tersine lojistik süreçlerine bakıldığında, tersine lojistiğin birkaç farklı lojistik aktivitesini kapsadığı görülmektedir. Temel tersine lojistik süreci; toplama, inceleme, seçme ve sıralama, yeniden işleme veya yeniden kazanma ve son adım yeniden dağıtım aşamalarını içerir. Yeniden işleme aşaması; tamir etme, yenileştirme, yeniden üretme, yeniden kazanma, geri dönüşüm ve atıkların imha edilmesi faaliyetlerinden oluşmaktadır (Bahiraei vd., 2015: 1-5).

Sistem olarak ele alındığı zaman tersine lojistik, kapalı çevrim ve açık çevrim sistemi olmak üzere iki şekilde oluşabilmektedir. Kapalı çevrim sisteminde, sistemdeki döngüyü sağlayabilmek için başlangıç noktası ve nihai nokta çakışmıştır. Açık çevrim sisteminde ise, bu noktalar farklı yerlerde olabilmektedir. Genelde, geri dönüşüm işlemleri açık çevrim tersine lojistik sistemi olmasına rağmen yeniden üretim ve yeniden kullanım işlemleri kapalı çevrim tersine lojistik sistemi olmaktadır (Rahman ve Subramanian, 2012: 239-248). Ancak tersine

lojistik süreç ve sistemleri bilgi, tedarikçi ilişkileri gibi pek çok faktörle ilişkili olabilmektedir. . Bu faktörlerin tanımlanması ve araştırılması, şirketlerin hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmaktadır. (Bahiraei vd., 2015: 1-5).

## 2. YÖNTEM

### 2.1.ARAS Yöntemi

ARAS (Additive Ratio Assesment) yöntemi Zavadskas ve Turskis (2010: 159-172) tarafından geliştirilmiş Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemidir. Tipik bir ÇKKV problemi, her biri aynı anda göz önüne alınması gereken farklı karar kriterleri açısından açıkça tanımlanan belirli sayıda karar alternatifini sıralamakla ilgilidir (Zavadskas ve Turskis, 2010: 159-172 ; Zavadskas vd., 2010: 123-141). Literatürde yer alan birçok ÇKKV yönteminin önem verdiği nokta, ideal pozitif ve ideal negatif çözüme olan göreceli uzaklıklardır veya mevcut çözümlerin fayda fonksiyonu değerlerini, ideal pozitif alternatif çözüm değeri ile karşılaştırmaktadır. ARAS yönteminde ise araştırmaya konu olan alternatiflerin fayda fonksiyonu değerleri, karar problemine araştırmacı tarafından eklenen optimal alternatife ait fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılmaktadır (Yıldırım, 2015: 285-296).

ARAS yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır (Zavadskas ve Turskis, 2010: 159-172; Zavadskas vd., 2010: 123-141).

#### 1.Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Diğer tüm ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi ARAS yönteminde de ilk olarak alternatiflerin, kriterlerin ve bunlara ait skorların yer aldığı karar matrisi oluşturulur. Ancak klasik ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak ARAS yönteminde, karar matrisinde kriterlere ait optimal değerlerin gösterildiği bir satır vardır.

X karar matrisi, m alternatif sayısını, n ise kriter sayısını göstermek üzere,

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (1)$$

şeklinde oluşturulur. X karar matrisi üzerinde,  $x_{ij}$ ; i alternatifinin j kriterinde gösterdiği performans değerini,  $x_{0j}$ ; j kriterinin optimum değerini ifade etmektedir. Eğer j kriterinin optimum değeri bilinmiyorsa, kriterin fayda veya maliyet özelliği göstermesine göre optimal değer;

$$\begin{aligned} x_{ij} &= \max x_{ij} \\ x_{0j} &= \min x_{0j} \end{aligned} \quad (2)$$

formülleri kullanılarak bulunur.

### 2.Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

ARAS yönteminde ikinci aşama, bütün kriterlerin başlangıç karar matrisinde yer alan performans değerlerinin normalizasyon işlemidir. Bu işlem, hem karar probleminde kullanılan kriter performans değerlerinin ortak bir birime hem de kriter performans skorunun çok geniş aralıklarda değer alması durumunda değerlerin daha küçük aralıklara dönüştürülmesine olanak sağlar (Yıldırım, 2015: 285-296 ).

Normalize karar matrisi için, X matrisi,  $\bar{X}$  matrisine dönüştürülür ve aşağıdaki şekilde oluşturulur.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0j} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0,1,\dots,m \quad j = 0,1,\dots,n \quad (3)$$

$\bar{X}$  matrisinde yer alan  $x_{0j}$  değeri, eğer kriterin performans değerinin yüksek olması tercih ediliyorsa;

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (4)$$

fonksiyonu, eğer kriterin performans değerinin düşük olması tercih ediliyorsa;

$$\begin{aligned} x_{ij}^* &= \frac{1}{x_{ij}} \\ \bar{x}_{ij} &= \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=0}^m x_{ij}^*} \end{aligned} \quad (5)$$

fonksiyonları ile hesaplanır.

### 3.Adım: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Ağırlıklı normalize karar matrisi  $\hat{A}$ , genelde uzman değerlendirmeleri sonucunda belirlenen  $w_j$  kriter ağırlıkları kullanılarak oluşturulur. Kriter ağırlıkları,  $0 < w_j < 1$  koşulunu sağlamak zorundadır. Kriter ağırlıkları  $w_j$ ,

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (6)$$

koşulunu sağlamak üzere sınırlandırılmıştır.

Ağırlıklı normalize karar matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur:

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \dots & \hat{x}_{0j} & \dots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \dots & \hat{x}_{ij} & \dots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \hat{x}_{mj} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (7)$$

$\hat{A}$  matrisine göre bütün kriterlerin ağırlıklandırılmış şekli,

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_j \quad (8)$$

formülü ile hesaplanır. Formüle göre j kriterinin, ağırlığını (önemini)  $w_j$ ; ağırlıklı normalize değerini  $\hat{x}_{ij}$  ifade eder.

#### 4. Adım: Optimallik Fonksiyon Değerinin Hesaplanması

Son adım olan optimallik fonksiyon değeri,

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad i = \overline{0, m}, \quad (9)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde yer alan  $S_i$  değeri, i alternatifinin optimallik fonksiyon değeridir.  $S_i$  değerinde en büyük değer en iyiyi, en küçük değer en kötüyü ifade eder. Alternatiflere ait  $S_i$  değerlerinin  $S_0$  optimal fonksiyon değerine oranı  $K_i$  fayda derecesini verir ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}, \quad i = \overline{0, m}, \quad (10)$$

$K_i$  değeri [0, 1] aralığında değer alır. Hesaplanan  $K_i$  değerleri ile alternatiflerin görelî fayda etkinliği hesaplanır ve sonunda bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak karar alternatifleri ile ilgili değerlendirme yapılır.

### 3. UYGULAMA

#### 3.1. Problemin Belirlenmesi

Bu çalışmada, tersine lojistik uygulamaları tekstil, perakende ve otomotiv sektörlerinde tersine lojistik kritik başarı faktörleri açısından değerlendirilmiştir.

#### 3.2. Tersine Lojistik Kritik Başarı Faktörlerinin Belirlenmesi

Kritik Başarı Faktörleri (KBF) teorisi, Daniel (1961) ve Rockart (1979) tarafından yapı-

lan strateji araştırmaları içerisinde bulunmuştur (Dinter, 2013: 1207-1218). Zou vd. (2014: 265-274) alışmasında KBF’ni ‘‘belli bir şirketin hedeflerine ulaşması için olumlu sonuçların mutlaka gerekli olduğu birkaç önemli faaliyet alanı’’ olarak tanımlamıştır. KBF, ilk zamanlarda yönetim çalışmaları projelerinde uygulanmaktaydı ancak daha sonra organizasyonel yönetim, operasyonel yönetim, tedarik zinciri yönetimi ve tersine lojistik gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Zhou vd., 2011: 243-252). Kullanım alanının yaygınlaşması bu faktörlerden sağlanan faydanın da farklı alanlara yayılmasına olanak vermiştir. Örneğin; KBF, organizasyonel uygulamaları ve performansı geliştirebilmektedir ve aynı zamanda akademik bakış açısından daha büyük ölçekli bir araştırma ve geliştirme alanı sağlayabilmektedir (Bahiraei vd., 2015: 1-5).

Bahiraei vd. (2015: 1-5) literatürden yararlanarak tersine lojistik kritik başarı faktörlerini oluşturmuş ve (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) TOPSIS yöntemi ile bu faktörleri en çok önemli olandan en az önemli olana doğru sıralamıştır.

**Tablo 1:** Tersine Lojistik Kritik Başarı Faktörleri

No	Kritik Başarı Faktörü	Kaynak
1	Ulaşım (K1)	Zhou vd. 2011: 243-252; Pettit and Beresford 2009: 450-468
2	Süreç Planlama (K2)	Koh vd. 2011: 385-402; Kim and Rhee 2012: 2465-2483; Pettit and Beresford 2009: 450-468
3	Kaynak Ynetimim (K3)	Zou vd. 2014: 265-274; Pal and Torstensson 2011: 403-436; Salaheddin 2009: 215-237
4	Bilgi Teknolojisi ve Paylaşımı (K4)	Zou vd. 2014: 265-274; Pal and Torstensson 2011: 403-436; Trkman 2010: 125-134; Pettit and Beresford 2009: 450-468; Salaheddin 2009: 215-237
5	st Yönetim Uyumu (K5)	Bai and Sarkis 2013: 281-292; Salaheddin 2009: 215-237
6	Lojistik Ağ Tasarımı (K6)	Zou vd. 2014: 265-274; Zhou vd. 2011: 243-252
7	Standardizasyon (K7)	Kim and Rhee 2012: 2465-2483; Trkman 2010: 125-134; Salaheddin 2009: 215-237
8	Kontrol (K8)	Pal and Torstensson 2011: 403-436; Salaheddin 2009: 215-237; Bradley 2008: 175-200; Cheng and Shiu 2008: 174-189
9	Organizasyonel Strateji (K9)	Trkman 2010: 125-134; Salaheddin 2009: 215-237; Bradley 2008: 175-200
10	Yönetim Kalitesi (K10)	Zou vd. 2014: 265-274; Pal and Torstensson 2011: 403-436; Salaheddin 2009: 215-237
11	İnsan Kaynakları Yönetimi (K11)	Trkman 2010: 125-134; Pettit and Beresford 2009; Bradley 2008: 175-200
12	Kapasite (K12)	Pal and Torstensson 2011: 403-436; Pettit and Beresford 2009: 450-468
13	İş Birliği ve İletifim (K13)	Pettit and Beresford 2009: 450-468; Salaheddin 2009: 215-237; Lam and Chin 2005: 761-772
14	Kültür (K14)	Bai and Sarkis 2013: 281-292; Koh vd. 2011: 385-402; Lam and Chin 2005: 761-772
15	Otomasyon (K15)	Trkman 2010: 125-134; Salaheddin 2009: 215-237
16	Yenilik (K16)	Zou vd. 2014: 265-274; Koh vd. 2011: 385-402; Pal and Torstensson 2011: 403-436; Trkman 2010: 125-134

### 3.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Tersine lojistik kapsamında sektör değerlendirmesi için 3 adet sektör/ alternatif (A1, A2, A3) uzman görüşü alınarak belirlenmiştir.

### 3.4. Verilerin Elde Edilmesi

Belirlenen alternatiflerin, literatür taraması sonucu elde edilen 16 adet kriteri için puanlama, sektör uzmanları tarafından yapılmıştır. Uygulamada kullanılan veri setine ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

**Tablo 2:** Uygulamada Kullanılan Veriler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16
A1	8	6	6	7	7	6	4	9	6	5	6	7	7	5	5	4
A2	8	6	7	7	7	7	4	8	6	6	6	5	7	5	6	4
A3	9	9	9	9	9	9	9	10	9	8	8	7	7	6	7	8

### 3.5. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriter ağırlıkları, her bir kritere eşit oranda verilmiş olup değerlendirme kriterinin ağırlıklarını içeren tablo aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 3:** Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

KRİTER	AĞIRLIK
<b>K1</b>	0,0625
<b>K2</b>	0,0625
<b>K3</b>	0,0625
<b>K4</b>	0,0625
<b>K5</b>	0,0625
<b>K6</b>	0,0625
<b>K7</b>	0,0625
<b>K8</b>	0,0625
<b>K9</b>	0,0625
<b>K10</b>	0,0625
<b>K11</b>	0,0625
<b>K12</b>	0,0625
<b>K13</b>	0,0625
<b>K14</b>	0,0625
<b>K15</b>	0,0625
<b>K16</b>	0,0625

### 3.6. Uygulama Sonuçları

Alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan ARAS sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4’e göre, A3 alternatifi en yüksek fayda derecesini alarak birinci sırada, A2 alternatifi ikinci sırada ve son sırada ise A1 alternatifi yer almıştır.

**Tablo 5:** Optimallik Fonksiyon Değerleri ve Alternatiflerin Sıralamaları

	Si	Ki	%Ki	Sıra
OPTİMAL	0,288			
A1	0,211	0,7307	73,07%	3
A2	0,213	0,7388	73,88%	2
A3	0,288	1,0000	100,00%	1

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tersine lojistik kapsamında sektör değerlendirmesi yapılan bu çalışmada, öncelikli olarak literatürden tersine lojistik KBF araştırılmıştır. Daha sonra her bir sektör için bulunan kriterler, sektör uzmanları tarafından puanlanmıştır. Ardından kriterler için ağırlık değerleri her bir kriter için eşit olarak verilmiş ve ARAS yöntemi kullanılarak alternatifler sıralanmıştır.

ARAS yöntemi sonuçlarına göre, otomotiv sektörü tersine lojistik uygulamaları açısından ilk sırada yer almıştır. Otomotiv sektöründe ürün geri dönüşümlerinin ve bu ürünlerin yeniden kullanım için geri kazanım oranının yüksek olduğu bilinmektedir (URL 1). Ham çeliğin yaklaşık olarak %40’ı otomotiv sektöründe tüketilmektedir. Bu nedenle hurda geri kazanımı otomobiller için en önemli kaynaktır. Türkiye’de 2020 yılından itibaren ömrünü tamamlamış araçlarda yeniden kullanım ve geri kazanım oranları ortalama araç ağırlığının %95’ine, yeniden kullanım ve geri dönüşüm oranları ise ortalama araç ağırlığının en az %85’ine çıkılması hedeflenmektedir (URL 2). Bu nedenle otomotiv sektörünün tersine lojistik uygulamaları değerlendirmesinde diğer iki sektöre göre daha üst sırada yer aldığı görülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre ikinci sırada perakende sektörü yer almıştır. Ülkemizde mevcut yasal düzenlemeler çevreyi korumak amacıyla perakendecilere görevler vermektedir. Örneğin Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği çevresel açıdan uygun ambalajların üretimini, ambalaj atıklarının yarattığı kirliliğin önlenmesini, kullanılan ambalaj miktarını azaltılmasını, ambalaj atıklarının yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım yoluyla değerlendirilmesini ile ilgili düzenlemeleri içermektedir (URL 3). Bu nedenle analiz sonuçlarına göre perakende sektörünün ikinci sırada çıktığı görülmektedir.

Değerlendirme sonuçlarına göre son sırada tekstil sektörü yer almıştır. Türk tekstil sektörü tersine lojistik uygulamalarından yeterince yararlanamamaktadır. Tekstil teleflerinin (el-yaf, iplik ve kumaş telefleri) büyük kısmı dönüşüme girmekte ve ekonomiye yeniden kazan-



dırılmaktadır. Ancak kullanılmış giysilerin büyük kısmı geri dönüştürülmemekte ve yeniden işlenerek yeni ürünler haline getirilememektedir (URL 4). Be sebeple tekstil sektörü tersine lojistik uygulamaları değerlendirmesinde diğer iki sektöre göre daha alt sırada yer aldığı görülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, farklı sektörler eklenerek değerlendirme yapılabilir ve farklı ülkelerde yapılacak çalışmalar ile tersine lojistik konusunda hangi sektörlerin öne çıktığı ortaya konulabilir.

## KAYNAKLAR

1. Alfonso-Lizarazo, E H., Montoya-Torres, J R. ve Gutierrez-Franco, E. (2013), "Modelling Reverse Logistics Proses in the argo-industrial Sector: The Case of the Palm Oil Supply Chain", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 37, pp.9652-9664.
2. Bahiraei, N., Panjehfouladgaran, H. ve Yusuff R M. (2015), "Ranking of Critical Success Factors in Reverse Logistics by TOPSIS", 2.Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, United Arab Emirates (UAE), pp.1-5.
3. Bai, C. ve Sarkis, J. (2013), "A Grey-Based DEMATEL Model for Evaluating Business Process Management Critical Success Factors," *Int. J. Production Economics*, Vol. 146, pp. 281-292.
4. Barker, T J ve Zabinsky, Z B. (2011), "A Multicriteria Decisio Making Model for Reverse Logistics Using Anaytical Hiererhy Process", Vol. 39, pp. 558-573.
5. Bradley, J. (2008), "Management Based Critical Success Factors in the Implementation of Enterprise Resource Planning Systems," *Int. J. Accounting Information Systems*, Vol. 9, pp. 175-200.
6. Carter, C R. ve Ellram, L M. (1998), "Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation", *Journal of Business Logistics*, Vol. 19 (1), pp. 85-102.
7. Cheng, C. C. J. and Shiu, E. C. (2008), "Critical Success Factors of New Product Development in Taiwan's Electronics Industry," *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 20, pp.174-189.
8. Cullen, J., Tsamenyi, M., Bernon, M. ve Gorst, J. (2013), "Reverse Logistics in the UK Retail Sector: A CAsE Study of the Role of Management Accounting in driving Organisation Change", *Management Accounting Research*, Vol. 24, pp. 212-227.
9. Dinter, B. (2013), "Success Factors for Information Logistics Strategy- An Emprical Investigation", *Decision support systems*, Vol. 54, pp. 1207-1218.
10. Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J M., Dekker R, Laan, E., Nunen, J A E E. ve Wasenhove, L N V. (1997), "Quantitative models for reverse logistics: A review", *European Journal of Operational Rcsearch*, Vol. 103, pp. 1-17.
11. Kim, J. ve Rhee, J. (2012), "An Empirical Study on the Impact of Critical Success Factors on the Balanced Scorecard Performance in Korean Green Supply Chain Management Enterprises" *Int. J. Production Research*, Vol. 50, pp. 2465-2483.
12. Koh, S C L., Gunasekaran, A. ve Goodman, T. (2011), "Drivers, Barriers and Critical Success Factors for ERP II Implementation in Supply Chains: A Critical Analysis," *J. Strategic Information Systems*, Vol. 20, pp. 385-402.

13. Lam, K L. ve Chin, K S. (2005). "Identifying and Prioritizing Critical Success Factors for Conflict Management in Collaborative New Product Development," *Industrial Marketing Management*, Vol. 34, pp. 761-772.
14. Mutha, A. ve Pokharel, S. (2009). "Strategic Network Desing for Reverse Logistics and Remanufacturing Using New and Old Product Modules", *Computers and Engineering*, vol. 56, pp. 334-346.
15. Pal, R., ve Torstensson, H. (2011), "Aligning Critical Success Factors to Organizational Design: A Study of Swedish Textile and Clothing Firms" *Business Process Management Journal*, Vol. 17, pp. 403-436.
16. Pettit, S. ve Beresford, A. (2009), "Critical Success Factors in the Context of Humanitarian Aid Supply Chains," *Int. J. of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 39 (6), pp. 450-468.
17. Rahman, S. ve Subramanian, N. (2012), "Factors for Implementing end-of-life Computer recycling Operations in Reverse Supply Chains", *Int. J. Production Economics*, Vol. 140, pp. 239-248.
18. Salaheddin, S I. (2009), "Critical Success Factors for TQM Implementation and Their Impact on Performance of SMEs," *Int. J. Productivity and Performance Management*, Vol. 58, pp. 215-237.
19. Srivastava, S K. (2007), "Network Desing for Reverse Logistics", *The International Journal of Management Science*, Vol. 36, pp. 535-548.
20. Tibben-Lembke, R S. (2002), "Life After Death: reverse Logistics and the Product Life Cycle", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 32 (3), pp. 223-244).
21. Trkman, P. (2010), "The Critical Success Factors of Business Process Management," *Int. J. of Information Management*, Vol. 30, pp. 125-134.
22. URL 1, <http://www.lojistikhatti.com/haber/2012/09/tersine-lojistik>, 09.03.2017.
23. URL 2, <http://mmfdergi.uludag.edu.tr/article/viewFile/5000083252/5000077378>, 09.03.2017.
24. URL 3, <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=266>, 09.03.2017.
25. URL4,<http://docplayer.biz.tr/3879864-Turk-tekstil-ve-hazır-giyim-sektorunde-tersine-lojistik-in-uygulama-olanakları.html>, 09.03.2017.
26. Yıldırım, B F (2015), "Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi", *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol. 6 (9), pp. 285-296.
27. Zavadskas, E K., Turskis, Z. ve Vilutiene, T. (2010), "Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method", *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, Vol. 10 (3), pp. 123-141.
28. Zavadskas, E K. ve Turskis, Z. (2010), "A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria decision-making", *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 16 (2), pp. 159-172.
29. Zhou, Q., Huang, W. ve Zhang Y. (2011), "Identifying Critical Success Factors in Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Method", *Safety Science*, Vol. 49, pp. 243-252.
30. Zou, W., Kumaraswamy, M., Chung, J. ve Wong, J. (2014), "Identification the Critical Success Factors for Relationship Management in PPP Projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 32, pp. 265-274.

# ELEKTRİKLİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ: FARKLI MODELLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

*Bülent ÇATAY<sup>1</sup>, Merve KESKİN<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Çevresel sürdürülebilirliğin ön plana çıkmasıyla beraber fosil yakıt tüketmeyen araçların kullanımında artış meydana gelmiş, yeşil araç rotalama problemleri önem kazanmıştır. Zaman Pencereleli Elektrikli Araç Rotalama Problemi (ZP-EARP) de bunlardan biridir. Bu problem, herbiri talep, hizmet süresi ve zaman penceresi özelliklerine sahip müşteriler ile şarj istasyonları ve elektrikli araçlardan oluşan bir filoyu içerir. Araç ilerledikçe bataryadaki enerji alınan yol ile orantılı olarak azalmaktadır. Bu nedenle, aracın rotasına devam edebilmesi için şarj istasyonlarına uğrayıp bataryasını şarj etmesi gerekebilir. Bu çalışmada tek tip ve çok tipli kısmi şarjlı ZP-EARP ele alınmaktadır. Çoklu şarjın söz konusu olduğu durumda istasyonlarda normal, hızlı, çok hızlı olmak üzere üç farklı tip şarj ekipmanı mevcuttur. Hızlı şarj ekipmanları daha kısa sürede aynı enerji miktarını şarj ederken birim şarj maliyeti daha fazladır. Amaç en az sayıda araç kullanarak toplam şarj maliyetinin enküçüklenmesidir. Çalışmada, farklı matematiksel programlama modelleri sunulmuş ve çözülerek problemlerin karmaşıklıklarının ve optimal çözümlerin nasıl farklılık gösterdikleri incelenmektedir.*

**Anahtar Sözcükler:** Elektrikli araç, araç rotalama problemi, hızlı şarj, yeşil lojistik.

## THE ELECTRIC VEHICLE ROUTING PROBLEM: ANALYSIS OF DIFFERENT MODELS

### ABSTRACT

*The use of alternative fuel vehicles has gained momentum due to increasing environmental concerns in modern societies. Consequently, green vehicle routing problems have attracted more attention in the literature. The Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows (EVRPTW) is one such problem which involves customers with known demands, service times, and time windows, an electric vehicle (EV) fleet, and recharging stations. Energy is consumed proportional to distance traveled and EV may need recharging along the route. In this study, we consider EVRPTW with single and multiple charges. In the latter, the stations are equipped with normal, fast, and super-fast chargers. In fast recharges, the battery is charged with the same energy in shorter time but at higher cost. Our objective is to minimize recharging costs while*

---

<sup>1</sup> Profesör, Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, catay@sabanciuniv.edu

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, mervekeskin@sabanciuniv.edu

*operating minimum number of vehicles. We formulate this problem using different models and solve them to optimality to investigate their complexity and examine the solution quality.*

**Keywords:** Electric vehicle, vehicle routing problem, fast charge, green logistics.

## 1. GİRİŞ

Dünyadaki enerji tüketiminin ve CO2 salımının yaklaşık %20–25'i taşımacılık sistemlerinden kaynaklanmaktadır ve kara taşımacılığı bunun içinde önemli bir paya sahiptir. Bununla beraber, taşımacılık sistemlerinin kullandığı enerjinin %95'i fosil yakıtlardan, özellikle benzin ve motorinden elde edilmektedir. 2013 yılı itibarıyla Amerika Birleşik Devletleri'ndeki sera gazı salımının (SGS) %27'si ulaştırma/taşımacılık kaynaklıdır (US Environmental Protection Agency, 2016). ABD içindeki yük taşımacılığının %74'ü kamyonlarla gerçekleşmekte; bunun yanında taşıma hacminin de 2040 yılına kadar %39 artacağı tahmin edilmektedir (US Department of State, 2014). Avrupa Birliği'nde ise toplam fosil yakıt tüketiminin %63'ü ve CO2 salımının %29'u taşıma faaliyetlerinde gerçekleşmektedir. Yük taşımacılığının, 2050 yılında 2005'e kıyasla %80 büyümesinin öngörüldüğü dikkate alındığında önlem alınmadığı takdirde SGS'nin tehdit edici boyutlara gelmesi kaçınılmazdır (European Commission Mobility & Transport, 2014). Bu nedenlerle devletler, fosil yakıt tüketimini ve SGS'yi azaltmak amacıyla bazı önlemler almaya yönelmişlerdir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri yönetimi, SGS'yi 2020'de, 2005 yılındaki seviyenin %17 altına düşürmeyi hedeflemektedir (US Department of State, 2014). Avrupa Birliği ise 2050 yılında 1990 seviyesinin %80-95 altında bir SGS hedeflemektedir. Bu çerçevede taşıma sektöründen en az %60 bir azaltma beklenmektedir. Avrupa'daki büyük şehirlerdeki kentsel lojistiğin 2030 yılında CO2'den arındırılmış olması, geleneksel içten yanmalı motorlu araçların 2050 yılı itibarıyla de aşamalı olarak piyasadan kaldırılması planlanmaktadır (European Commission Mobility & Transport, 2014). Bu amaçlara ulaşmak için ise, fosil yakıt tüketen araçların, güneş enerjisi, biyodizel yakıt, elektrik, LNG ve CNG gibi alternatif yakıtlar kullanan araçlar ile yer değiştirmesi devletler tarafından desteklenmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak yıllarda elektrikli araçların lojistikteki kullanımını teşvik eden ve yeni yaklaşımlar geliştiren çalışmalar da önem kazanmaya başlamıştır.

Taşıma lojistiği operasyonlarında, öncelikle de kentsel lojistikte elektrikli araçların kullanımı özellikle ABD ve AB ülkelerinde son yıllarda önemli artış göstermiştir. Türkiye'de de özellikle kargo/kurye taşıma operasyonlarında elektrikli araçlar 2010'lı yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu alanda öncülüğü 39 adetlik bir araç filosuna sahip Aras Kargo yapmaktadır. Elektrikli araç kullanan diğer firmalar arasında 11 araçla Sürat Kargo, 10 araçla TNT Ekspres, 7 araçla Migros, 5 araçla g2m Dağıtım ve Pazarlama, 2 araçla Fedex, PTT ve Ülker, birer araçla da Borusan Lojistik, Kühne Nagel ve DHL yer almaktadır (Bostan vd., 2016).

Elektrikli araçlar, sıfır SGS ve düşük enerji maliyetleri nedeniyle yük ve yolcu taşımacılığında önemli bir avantaja sahiptirler. Buna karşın, yüksek maliyetleri, sınırlı menzilleri ve

uzun şarj süreleri ise önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Lojistik faaliyetlerinde bu dezavantajların giderilmesi elektrikli araçların operasyonlarının etkin planlanması ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle, bu araçların rota planlaması da önem kazanmış ve bu problem Araç Rotalama Problemi (ARP) literatürüne Elektrikli ARP (EARP) olarak girmiştir. Müşterilerin belirli zaman dilimleri içinde ziyaret edildiği Zaman Pencere EARP (ZP-EARP) bu problemlerden biridir. Bu problem, her biri talep, hizmet süresi ve zaman penceresi özelliklerine sahip müşteriler ile şarj istasyonları ve elektrikli araçlardan oluşan bir filoyu içerir. Araç hareket ettikçe bataryadaki enerji miktarı kat edilen yol ile orantılı olarak azalmaktadır. Bu nedenle, aracın rotasına devam edebilmesi için belli noktalarda şarj istasyonlarına uğrayıp bataryasını şarj etmesi gerekebilir.

Bu konudaki ilk çalışmalarda şarj işleminin bataryayı tam kapasitesine kadar şarj ettiği kabul edilmiştir. Sonraki çalışmalarda bu kısıt gevşetilerek şarj miktarı karar değişkeni olarak modellenmiştir. Önceleri şarj istasyonlarında tek şarj seçeneği olduğu varsayılırken izleyen çalışmalarda farklı voltaj ve amper değerleri sağlayan ekipmanlarla farklı enerji miktarlarının farklı sürelerde şarjına izin verilmiştir. Tekli ve çoklu şarjlı ZP-EARP'yi ele alan bu çalışmada da benzer bir yaklaşımla kısmi şarja izin verilmektedir. Çoklu şarjın söz konusu olduğu durumda istasyonlarda üç farklı tip şarj ekipmanı mevcuttur. Standartlarda bunlar seviye 1, seviye 2 ve seviye 3 olarak sınıflandırılmaktadır. Tek fazlı ve AC olan seviye 1 ve seviye 2 yavaş ve normal hızlı şarjları ifade etmektedir. Seviye 3 ise 3 fazlı veya DC olarak hızlı şarjı belirtmektedir. Tekli şarj durumunda ise istasyonlar sadece seviye 1 şarj ekipmanlarına sahiptir. Hızlı şarj ekipmanları daha kısa sürede aynı enerji miktarını şarj ederken birim şarj maliyeti daha fazladır. Amaç en az sayıda araç kullanarak toplam şarj maliyetinin ençüküklenmesidir.

Bu çalışmada, çeşitli ZP-EARP'ler için farklı karışık tamsayı matematiksel programlama modelleri geliştirilmiş ve küçük boyutlu problemler IBM CPLEX kullanılarak çözülmüştür. Çalışmanın temel amacı değişik özelliklerine göre problemlerin karmaşıklıkların nasıl farklılık gösterdiklerini incelemek ve çözüm performanslarını görmektir. Bildirinin devamı şu şekilde yapılandırılmıştır: Bunu izleyen bölümde elektrikli araçlarla ilgili genel bilgiler sunulmuştur. Sonraki bölüm EARP literatürünü özetlemektedir. Bundan sonra, ele alınan EARP modellerini formüle edilip farklı yönleri tartışılmıştır. İlerleyen bölümde bir deneysel çalışma gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Son olarak da sonuçlar irdelenmiş ve gelecekte bu konuda yapılması planlanan çalışmalara değinilmiştir.

## 2. ELEKTRİKLİ ARAÇ VE BATARYA TEKNOLOJİSİ

Elektrikli araçlar elektrik enerjisiyle çalışıp emisyonu sebep olmaz ve bataryalı, hibrit ve yakıt hücreli olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Bataryalı elektrikli araç, bir veya birden fazla elektrik motoruna sahiptir ve hareket için gerekli olan enerjiyi bataryadan alır. Bu araçların avantajları, emisyonu sebep olmaması, yüksek verimlilik ve gürültüsüz çalışması olarak sı-

ralanabilir. Bunların yanısıra, düşük sürüş menzili ve pilinin uzun şarj sürelerine sebep olan düşük enerji yoğunluğu dezavantajlar arasında gösterilebilir. Bataryalı elektrikli araçlardaki hareketli parça sayısı içten yanmalı motorlu araçlardaki parça sayısından çok daha az olduğundan, düzenli yağ değişimi ihtiyacı yoktur. Ayrıca, fren yapıldığında bu enerjiyi bataryayı şarj etmek için kullanan yenilemeli frenleme özelliği sayesinde verimliliğe katkı sağlar (Pelletier vd. 2016).

Hibrit elektrikli araçlar ise, hem içten yanmalı motora hem de elektrik motoruna sahiptir. Bu motorların aktarma organlarındaki kullanımına göre, seri, paralel, seri-paralel ve kompleks olarak sınıflandırılmaktadırlar. Seri düzeninde, içten yanmalı motor enerji üretici olarak kullanılırken, elektrik motoru ön aks ile bağlantılıdır ve hareketi sağlar. Paralel düzende ise her iki motor da ön şafta bağlantılıdır ve harekette beraber veya ayrı ayrı rol alabilirler. Seri-paralel düzen her iki düzenin karması olup, kompleks düzende bir üretcin yedek elektrik motoru olarak kullanılabilmesi gibi daha karmaşık özellikler bulunur. Hibrit aracın en önemli avantajı, bataryaki enerji tükendiğinde benzin kullanımına geçiş yapılabilmesi (Pelletier vd., 2016) ve böylece menzil problemi yaşamamasıdır.

Yakıt hücreli elektrikli araçlarda elektrik üretimi ise, girdisi hidrojen, çıktısı su olan kimyasal tepkimeler aracılığıyla gerçekleşir. Elektrik, bataryayı şarj etmek veya elektrikli motoru harekete geçirmek için kullanılır (Pelletier vd., 2014). Fakat, yakıt hücreleri, kullanılan hidrojenin yaklaşık %50'sini elektriğe çevirebilmektedir ve yaklaşık 10,000 saatlik ömürleri vardır (den Boer, 2013). Bu özellikler bu tip elektrikli araçların başlıca eksiklikleridir.

Şarj edilebilir batarya elektrikli aracın en önemli parçasıdır. Başlıca batarya tipleri kurşun asit, nikel metal hibrit ve lityum iyon bataryalardır. Lityum iyon batarya, yüksek enerji ve güç yoğunluğu, uzun batarya ömrü ve düşük hafıza etkisi özelliklerinden dolayı en çok kullanılan çeşittir. Şarj etmek için de iletimli (conductive) şarj, irkilimli (inductive) şarj ve batarya değişimi olmak üzere başlıca üç yöntem mevcuttur. En çok kullanılan yöntem, bir kablo ve aracın bağlantısını sağlayan bağlayıcı aracılığıyla yapılan iletimli şarjdır. İrkilimli şarjda ise güç bataryaya, araç üstü bir şarj yükleyicisi ile herhangi bir kabloya gerek olmaksızın aktarılır. Durağan irkilimli şarj, sadece araç park halinde iken yapılabilirken yolda irkilimli şarj araç hareket halinde iken yapılabilir. Batarya değişimi ise boş bataryanın değişim istasyonlarında dolusu ile değiştirilmesi ile gerçekleşmektedir. İçinden akım geçen ve yollarda üst kısımlara döşenmiş teller ve bu akımı araçlara iletecek kablolar aracılığıyla şarj etmek bir başka seçenek olup, toplu taşıma yapan elektrikli otobüslerde kullanımı daha uygundur (Pelletier vd. 2014).

Bataryayı şarj etmek için gereken süre, batarya tipine, şarj ekipmanına ve şarj seviyesine göre değişkenlik göstermektedir. Şarj seviyesi temel olarak aşağıdaki şekilde üç kategoriye ayrılabilir (Wikipedia.org):

- Seviye 1 (normal şarj): 3,3–7,4 kW, tek fazlı, 230V AC



- Seviye 2 (hızlı şarj): 10–43 kW, üç fazlı, 400V AC
- Seviye 3 (süper hızlı şarj): 50–120 kW, doğru akım, 300–500V DC

Farklı şarj seviyeleri, batarya ömrünü farklı etkilediği gibi, verdikleri birim enerji başına fiyatları da farklıdır. Şarj işlemi doğrusal ve doğrusal olmayan faz olarak iki aşamada gerçekleşir. Bataryanın yaklaşık %80'inin şarj edildiği ilk fazda şarj süresi verilen enerji ile doğru orantılı iken geri kalan kısmın şarj edildiği ikinci fazda süre daha uzundur ve bu süre verilen enerjinin içbükey bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir (Zundorf, T., 2014).

### 3. ELEKTRİKLİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ LİTERATÜRÜ

Çevresel faktörlerin son yıllarda daha önemli hale gelmesiyle beraber, yeşil araç rotalama problemleri daha fazla incelenmeye başlamıştır. Conrad ve Figliozzi (2011), elektrikli araçların şarj istasyonları yerine belirli müşterilerde şarj olabilmesine izin veren bir model geliştirmiştir. Araç, müşteriye yükleme-boşaltma gerçekleştirilirken şarj olmakta ve her şarj işlemi için bir ceza maliyeti uygulanmaktadır. Şarj süresi sabit varsayılmıştır. Şarj işlemi batarya tam dolana kadar veya modelde önceden belirlenmiş bir seviyeye gelene kadar yapılabilmektedir. Kullanılan hiyerarşik amaç fonksiyonunda birincil amaç araç sayısını enküçükleme iken ikincil amaç ise katedilen uzaklık, hizmet süresi ve şarj ile ilgili toplam maliyetleri enküçükleme. Worley ve Klabjan (2012) ise yolculuk, şarj ve istasyon yerleşiminden gelen maliyetleri enküçükleyen bir eşzamanlı şarj istasyonu yerleştirme ve rota oluşturma modeli sunmuşlardır.

Erdoğan ve Miller-Hooks (2012) alternatif yakıtlı araç rotalama problemini ele almış ve toplam yolculuk uzunluğunu enküçükleyen bir matematik model önermiştir. Yakıt ikmal süresi sabit kabul edilmiş, ikmalden sonra yakıt tankının tam dolduğu varsayılmıştır. Problemi çözmek için iki farklı sezgisel önerilmiştir. İlki, çözüm olurluluğunu alternatif yakıt istasyonlarının çözüme eklenmesi ile sağlayan, olurlu çözümleri tasarruf değerlerine göre birleştiren ve gerekli olmayan yakıt istasyonlarını çözümden çıkaran Değiştirilmiş Clarke ve Wright Tasarruf Algoritması (DCWT)'dir. İkincisi ise, önce kümele, sonra rotala yaklaşımı ile çalışan Yoğunluk Bazlı Kümeleme Algoritması'dır ve bu algoritmanın belirlediği kümelere DCWT uygulanmaktadır. Bu yaklaşımların başarımı, yazarların kendi yarattıkları örnekler üzerinde test edilmiştir.

Omidvar ve Tavakkoli-Moghaddam (2012), Erdoğan ve Miller-Hooks (2012)'de incelenen problemi zaman pencereli olarak ele almış ve toplam katedilen uzaklık, yolculuk zamanı ve emisyon ile ilgili maliyetleri enküçükleyen bir model geliştirmiştir. Bu problemi çözmek için Benzetilmiş Tavlama (BT) ve Genetik Algoritma (GA) yöntemleri önerilmiştir. Wang ve Cheu (2013) ise elektrikli araçlardan oluşan bir taksi filosunun operasyonlarını incelemiş, toplam uzaklığı enküçükleyen bir model geliştirmişlerdir. Şehir içinde farklı noktalarda yer alan istasyonlarda gerçekleştirilebilen şarj işleminin batarya tam dolana kadar yapıldığı ve sürenin sabit olduğu kabul edilmiştir. En yakın komşu, süpürme ve en erken zaman penceresi

yöntemleri kullanılarak elde edilen başlangıç çözümleri, tabu arama algoritması ile iyileştirilmiştir. Makalede ayrıca, farklı menzil getiren üç şarj planı önerilmiş ve bu planlar bataryayı tam şarj eden plan ile karşılaştırılmıştır.

Felipe vd. (2014) elektrikli araçların birden fazla teknoloji ile tam kapasite yerine kısmi olarak şarj edilebildiği teknolojileri içeren bir model geliştirmişlerdir. Bu problemde müşterilerin zaman penceresinin olmadığı fakat araçların depoya dönmeleri gereken bir zaman limiti olduğu varsayılmıştır. Yazarlar problemin matematiksel modelini sunup deterministik yerel arama algoritmaları ve temelde BT ile çalışan bir meta-sezgisel çözüm yöntemi geliştirmişlerdir. Kendi ürettikleri ve denektaşı örneklerde yapılan testler, kısmi şarja izin vermenin ve birden fazla şarj teknolojisi kullanmanın maliyet ve enerji tasarrufu sağladığını göstermiştir.

Schneider vd. (2014) ise, Erdoğan ve Miller-Hooks (2012)'nin alternatif yakıtlı araç problemine zaman penceresi ekleyip elektrikli araçlara uyarlamış ve zaman pencereli elektrikli araç rotalama problemini (ZP-EARP) yaratmıştır. Bataryaların tam kapasite şarj edildiğinin varsayıldığı bu probleme çözüm yöntemi olarak Değişken Komşuluk Yöntemi ile Tabu Arama Yöntemi'ni kullanan karma bir meta-sezgisel önerilmiştir. Yöntemin başarımının denektaşı örnekler ile test edilmesinin yanısıra, Solomon (1987) örneklerini değiştirmek suretiyle elde edilen örnekler ile de sonuçlar alınmıştır.

Desaulniers vd. (2016), aynı problemde, dört farklı şarj stratejisi kullanmışlar ve dalfiyat-kesme algoritması ile Schneider vd. (2014) tarafından yaratılan 25, 50 ve 100 müşterili örneklerin yaklaşık olarak, sırasıyla %98, %90 ve %27'sinde eniyi çözümlere ulaşmışlardır. Goeke ve Schneider (2015) ZP-EARP'ı, elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçlardan oluşan karma filo içerecek şekilde genişleterek, hız, eğim ve yükün bir fonksiyonu olan enerji tüketimini enküçükleyecek bir model kurmuşlardır. Çözüm yöntemi olarak Uyarlanabilir Geniş Komşuluk Arama Yöntemini (UGKA) önermişlerdir. Hiermann vd. (2015) ise, filonun elektrikli araçlardan oluştuğu Zaman Pencereli Filo Büyüklüğü ve Karma Araç Rotalama Problemi'ni ele alarak UGKA yöntemini uygulamışlardır.

Bruglieri vd. (2015), ZP-EARP'ı kısmi şarj seçeneği ile ele almış; araç sayısı, yolculuk, bekleme ve şarj sürelerinin ağırlıklı ortalamasını enküçükleyen bir model kurmuşlardır. Schneider vd. (2014) tarafından oluşturulan örnekleri Uyarlanabilir Komşuluk Arama Daldandırma yöntemi ile çözmüşlerdir.

Montoya vd. (2016), şarj süresinin enerji miktarı ile doğrusal değiştiği varsayımını gevşetmiş, şarj fonksiyonunu parçalı doğrusal fonksiyon şeklinde yaklaşıklemiştir. Bunun yanısıra kısmi şarja da izin vererek toplam yolculuk ve şarj süresini en küçükleyecek bir model kurmuşlardır. Kendi yarattıkları ve literatürde verilmiş örnekleri çözerek bu yaklaşımın daha iyi çözümler verdiğini göstermişlerdir.

Sassi vd. (2014) farklı operasyonel maliyetlere ve batarya kapasitesine sahip elektrikli araçlar ve benzinli araçlardan oluşan heterojen bir filoyu içeren gerçek bir dağıtım proble-



mini ele almışlardır. Farklı olarak, şarj istasyonlarının da zaman pencereleri bulunmakta ve farklı şarj teknolojilerinden dolayı her istasyon her elektrikli araca uygun olmamaktadır. Modelde kısmi şarja izin verilmiş ve amaç toplam araç sayısı ile toplam şarj ve yolculuk maliyetlerini enküçüklemek olarak belirlenmiştir. Çözüm yöntemi olarak birçok sezgisel yöntem önerilmiş ve gerçek hayattan örnek bir problem çözülmüştür.

Keskin ve Çatay (2016) ZP-EARP şarj işleminin tam kapasiteye kadar yapıldığı varsayımını gevşeterek kısmi şarjlı ZP-EARP'ı (KŞ-ZP-EARP) ele almış ve UGKA yöntemini kullanarak literatürde var olan sonuçları iyileştirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan model bir sonraki bölümde sunulmuştur.

#### 4.PROBLEMİN TANIMI VE MODELLENMESİ

ZP-EARP, her biri talep, hizmet süresi ve zaman penceresi özelliklerine sahip müşteriler ile şarj istasyonları ve elektrikli araçlardan oluşan bir filoyu içerir. Araç hareket ettikçe bataryadaki şarj miktarı alınan yol ile orantılı olarak azalmaktadır. Bu nedenle, aracın yoluna devam edebilmesi için belli noktalarda şarj istasyonlarına uğrayıp bataryasını şarj etmesi gerekebilmektedir. Bu şarj işlemi, batarya herhangi bir şarj seviyesindeyken yapılabilmektedir ve bataryayı tam dolana kadar şarj edilmektedir. Buna göre,  $V = \{1, \dots, N\}$  ve  $F$  müşterilerin ve şarj istasyonlarının kümesini göstermektedir. Şarj istasyonları birden fazla kez ziyaret edilebildiği için, her istasyonun kopyası yaratılmıştır ve kopyalarıyla beraber istasyonlar kümesinde gösterilmiştir. 0 ve düğümleri çıkış ve dönüş depolarını göstermekte, her rota 0 ile başlayıp ile bitmektedir. Bu bilgiler ışığında,  $V' = V \cup F'$ ,  $V'_0 = V' \cup \{0\}$ ,  $V'_{N+1} = V' \cup \{N + 1\}$  ve  $V'_{0,N+1} = \{0\} \cup V'_{N+1}$  kümelerini tanımlayabiliriz. Böylece problem, düğüm kümesi  $V'_{0,N+1}$  ve ayrıt kümesi  $A = \{(i, j) \mid i, j \in V'_{0,N+1}, i \neq j\}$  kullanılarak  $G = (V'_{0,N+1}, A)$  tam çizgede tanımlanabilir. Her ayrıt, uzaklık  $d_{ij}$  ve seyahat süresi  $t_{ij}$  özelliklerine sahiptir. Şarj, alınan yol ile doğru orantılı azalmaktadır ve bu oran  $h$  ile ifade edilir. Her talep düğümü,  $q_i$  birim talebe,  $s_i$  hizmet süresine ve zaman penceresine sahiptir. Tüm araçların şarj kapasitesi ve yük kapasitesi sırasıyla ve  $[e_i, l_i]$  ile gösterilmektedir. Batarya şarj işleminin süresi  $g$  oranı ile belirlenmekte, bir başka deyişle, bataryanın şarj miktarı %1 arttığında geçen süre birim olmaktadır.

Modelde kullanılan karar değişkenleri şöyledir:

$\tau_i$   $i$  düğümüne varış zamanı,

$u_i$   $i$  düğümünde araçtaki yük miktarı,

$y_i$   $i$  düğümüne varan aracın bataryasında kalan enerji miktarı,  $i \in V'_{0,N+1}$

$x_{ij}$  araç  $i$  düğümünden hemen sonra  $j$  düğümüne gidiyorsa 1, aksi halde 0

ZP-EARP (Schneider vd., 2014):

$$\text{En küçükle } \sum_{j \in V_0, j \in V_{N+1}} d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in V_{N+1}} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V_{N+1}} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in F' \quad (3)$$

$$\sum_{i \in V_0} x_{ij} - \sum_{i \in V_{N+1}} x_{ij} = 0 \quad \forall j \in V' \quad (4)$$

$$\tau_i + (t_{ij} + s_i)x_{ij} - l_0(1 - x_{ij}) \leq \tau_j \quad \forall i \in V_0, \forall j \in V'_{N+1} \quad (5)$$

$$\tau_i + t_{ij}x_{ij} + g(Q - y_i) - (l_0 + gQ)(1 - x_{ij}) \leq \tau_j \quad \forall i \in F', \forall j \in V'_{N+1} \quad (6)$$

$$e_j \leq \tau_j \leq i_j \quad \forall j \in V'_{0,N+1} \quad (7)$$

$$0 \leq u_j \leq u_i - q_i x_{ij} + C(1 - x_{ij}) \quad \forall i \in V'_0, \forall j \in V'_{N+1} \quad (8)$$

$$0 \leq u_0 \leq C \quad (9)$$

$$0 \leq y_j \leq y_i - (h \cdot d_{ij})x_{ij} + Q(1 - x_{ij}) \quad \forall i \in V, \forall j \in V'_{N+1} \quad (10)$$

$$0 \leq y_j \leq Q - (h \cdot d_{ij})x_{ij} \quad \forall i \in F', \forall j \in V'_{N+1} \quad (11)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in V'_0, \forall j \in V'_{N+1} \quad (12)$$

Amaç fonksiyonu (1) toplam katedilen mesafeyi enküçüklemektedir. (2) numaralı kısıtlar müşteriler arasındaki bağlantıyı sağlamakta; (3) numaralı kısıtlar ise şarj istasyonlarından çıkışları kontrol etmektedir. (4) numaralı kısıtlar akışı koruma kısıtları olup her düğüme giren ve çıkan ayrıt sayısını birbirine eşitlemektedir. (5) numaralı kısıtlar müşterilerden ve depodan çıkan; (6) numaralı kısıtlar ise şarj istasyonlarından çıkan ayrıtlardaki zaman uygunluğunu belirtmektedir. (7) numaralı kısıtlar müşterilerin ve deponun zaman pencereleri dahilinde ziyaret edilmesini kontrol etmektedir. Bunlara ek olarak (5)–(7) kısıtları zaman penceresi olurluluğunu sağladığından aynı zamanda alt turların oluşmasını engellemektedir. (8) ve (9) numaralı kısıtlar her müşterinin talebinin karşılanmasını ve araç yük kapasitesinin aşılmamasını garanti eder. (10) ile (11) numaralı kısıtlar sırasıyla müşteri ve istasyon düğümlerine varmak için araç bataryasında yeterli miktarda enerji olmasını ifade eder. Son olarak (12) numaralı kısıtlar ikili karar değişkenlerini tanımlamaktadır.

KŞ-ZP-EARP probleminde araçların istasyonlarda tam şarj yapılması kısıtını gevşetilmiş ve kısmi şarja izin vermiştir. Bu durumda  $Y_i$  karar değişkeni  $i \in F'$  istasyonundan hareket eden aracın bataryasında yer alan enerji miktarını ifade etmektedir. Buna göre, problem aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

*KŞ-ZP-EARP* (Keskin ve Çatay, 2016):

$$\text{En küçük} \sum_{j \in V_0, j \in V_{N+1}} d_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

$$\tau_i + t_{ij}x_{ij} + g(Y_i + y_i) - (l_0 + gQ)(1 - x_{ij}) \leq \tau_j \quad \forall i \in F', \forall j \in V'_{N+1} \quad (13)$$

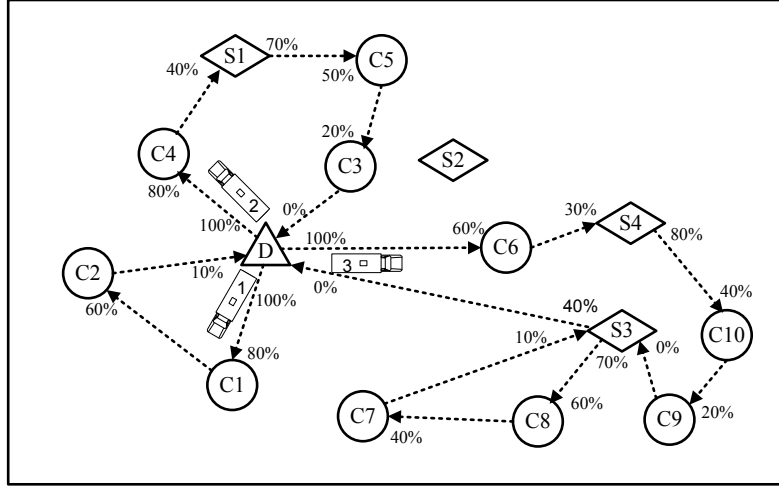
$$0 \leq y_i \leq Y_i - (h \cdot d_{ij})x_{ij} + Q(1 - x_{ij}) \quad \forall i \in F', \forall j \in V'_{N+1} \quad (14)$$

$$y_i \leq Y_i \leq Q \quad \forall i \in F' \quad (15)$$

ve (2)-(5), (7)-(10), (12)

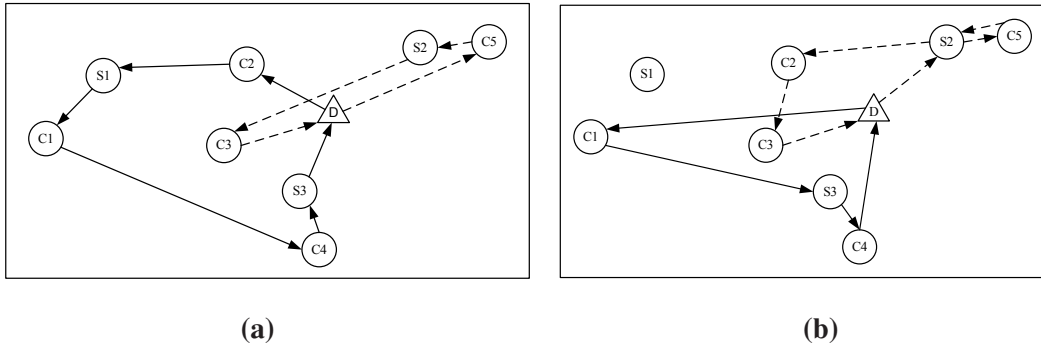
Burada, (13) numaralı kısıtlar şarj istasyonlarından çıkan ayrıtlardaki zaman uygunluğu-

nu belirtmektedir. (14) numaralı kısıtlar şarj istasyonunda araca yapılan şarj miktarının istasyona varıştaki şarj seviyesi ile batarya enerji kapasitesi arasında bir değerde olmasını sağlar. (15) numaralı kısıtlar ise şarj istasyonunda araca yapılan şarj miktarının istasyona varıştaki şarj seviyesi ile batarya enerji kapasitesi arasında bir değerde olmasını sağlar.



Şekil 2: Kısmi Şarjlı ZP-EARP için Bir Örnek

Şekil 1, 10 müşteri (C1–C10), 4 şarj istasyonu (S1–S4) ve depodan (D) oluşan örnek bir probleme ait rotaları betimlemektedir. Rota üzerinde verilen yüzdeler, elektrikli aracın bir müşteriye veya istasyona varış anında ve istasyondan şarj olup çıktığı anda bataryasındaki enerji miktarını oransal olarak ifade etmektedir. Bütün araçların depodan tam (%100) şarjlı olarak hareket ettikleri varsayılmıştır. Buna göre, 1 numaralı araç C1 and C2 müşterilerine hizmet edip menzili yeterli olduğu için yolda şarj edilmeden depoya dönmektedir. 2 numaralı araç ise C4 müşterisinden sonra bataryasını şarj etmek üzere S1 istasyonuna uğramakta ve devamında C5 and C3 müşterilerine hizmet ederek rotasını tamamlamaktadır. Öte yandan, 3 numaralı araç rotası boyunca S4 istasyonunda bir kez, S3 istasyonunda ise iki kez şarj olmaktadır. Şekilde de görüldüğü gibi, bu problemde diğer pek çok ARP'den farklı olarak rota üzerinde bir düğümün (burada şarj istasyonu) birden fazla kez aynı veya farklı araçlar tarafından ziyaret edilmesinin mümkün olduğu gibi bazı düğümlerin hiçbir araç tarafından ziyaret edilmeyebildiklerini vurgulamakta fayda vardır.



**Şekil 2:** Tam ve Kısmi Şarj Modellerinin Farkı: (a) Tam Şarj ile Rota Planı, (b) Kısmi Şarj ile Rota Planı

ZP-EARP ile KŞ-ZP-EARP arasındaki fark Şekil 2’de betimlenen örnekte görülebilir. Şekil 2.a’da bataryaların sadece tam şarj edilmesine izin verilirken optimal toplam uzaklık 241,3 olmaktadır. Kısmi şarja izin verilen Şekil 2.b’deki durumda ise rotalar farklılık göstermekte ve optimal toplam uzaklık 233,8 olmaktadır. Buna göre, kısmi şarj katedilen toplam uzaklıkta yaklaşık %3,12 iyileşme sağlamaktadır. Bunun yanında kısmi şarj ile tam şarj durumuna göre daha az araç kullanan çözümler elde etmek de mümkündür.

Yukarıda açıklanan modellerde, istasyonlarda tek bir şarj teknolojisi olduğu varsayılmıştır. Oysa şarj istasyonlarında birim zamanda farklı miktarlarda enerji verebilen birden fazla şarj aleti mevcut olabilir. Diğer bir ifadeyle, daha yüksek güce sahip hızlı şarj aletleri var olabilir. Daha fazla enerji veren teknoloji, aynı şarj miktarına daha kısa zamanda ulaşmayı sağlarken daha fazla kurulum maliyeti getirmekte; buna bağlı olarak birim şarj ücreti yüksek olabilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, toplam uzaklık yerine toplam şarj maliyetini enküçükleyen bir model geliştirilebilir. Bu modelde aracın bataryasının, gece boyunca depoda normal (en ucuz) şarj aleti ile şarj edildiği ve depodan tam şarjlı olarak hareket ettiği varsayılabilir.

Yukarıda verilen modelde depo tek bir düğüm tarafından temsil edilirken farklı şarj tiplerinin olduğu modelde her aracı takip edebilmek için yapay depo düğümlerinin yaratılması gerekmektedir. Bunun yanısıra, her yapay depodan çıkış ve o depoya varışta aracın bataryasındaki şarj miktarı farklı olacağından araçların çıkış ve varış yapacağı depolar da ayrı kümeler halinde tanımlanmalıdır.  $m$  tane hayali çıkış ve varış deposu düğümünü içeren kümeler sırasıyla  $D_0$  ve  $A_0$  ile gösterilmiştir. Her istasyonda tüm şarj teknolojilerinin bulunduğu fakat bir ziyarette sadece bir tip teknolojinin kullanılabileceğini varsayılmaktadır (bu varsayım kolaylıkla gevşetilebilir). Bu nedenle, her şarj istasyonunun şarj tipi sayısı kadar kopyası yaratılıp bu kopyalardan her birinde de tek bir tip şarj cihazının var olduğu kabul edilmiştir. Dolayısıyla, yeni modelde  $F'$  kümesi tüm bu istasyonları içermektedir.  $c^i$ ,  $i$  istasyonunda yer

alan şarj aletinin yüklediği birim enerji başına maliyeti göstermektedir.  $c^0$  birim maliyeti en düşük ve birim enerjiyi şarj etme süresi en yüksek olan şarj tipidir. Depolarda yer alan şarj aletlerinin bu teknolojiyi kullandığı kabul edilmiştir. Buna göre, Hızlı Şarjlı ZP-EARP (HŞ-ZP-EARP) olarak adlandırdığımız bu problem aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

*HŞ-ZP-EARP:*

$$\text{En küçük} \sum_{j \in F'} c^i (Y_i - y_i) + c^0 (Q \sum_{j \in D_0} \sum_{j \in V'} x_{ij} - \sum_{j \in A_0} y_j) \quad (16)$$

$$\sum_{j \in V'} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in D_0 \quad (13)$$

$$\sum_{i \in V'} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in A_0 \quad (14)$$

$$\sum_{i \in D_0} \sum_{j \in V'} x_{ij} = \sum_{i \in A_0} \sum_{j \in V'} x_{ji} \quad (15)$$

$$\sum_{(i,j) \in S_i} x_{ij} = 0 \quad \forall i \in F \quad (16)$$

$$\tau_i + t_{ij} x_{ij} + g^i (y_i - y_i) - (l_0 + gQ) (1 - x_{ij}) \tau_i \quad \forall i \in F', \forall j \in V'_{N+1} \quad (17)$$

ve (2)-(5), (7)-(10), (12), (14)-(15)

Amaç fonksiyonu (16), tüm müşterilere hizmet etmek için gereken enerjinin maliyetini enküçüklemektedir. Bu maliyet, istasyonlarda ve depoda yapılan şarjların maliyetinden depolara dönüşte bataryada kalan enerjinin maliyetinin çıkarılmasıyla bulunur. (17) numaralı kısıtlar kopya depodan en fazla bir kez yola çıkışa; (18) numaralı kısıtlar ise kopya depoya en fazla bir kez varışa izin verir. Bu iki kısıt depoların bazılarının kullanılmayabileceğini gösterirken, (19) numaralı kısıt çıkış için kullanılan depo sayısı ile varış için kullanılan depo sayısını birbirine eşitler. Her istasyonda sadece tek tip teknolojinin kullanılacağı varsayıldığından, bu teknolojileri temsil etmek üzere yaratılan kopyalar arasındaki geçişin de engellenmesi gerekmektedir. (20) numaralı kısıtlarda yer alan  $S_i$  kümesi,  $i$  istasyonunun kopyalarının kümesini göstermekte ve kopyalar arasındaki geçişe izin vermemektedir. (21) numaralı kısıtlar ise farklı şarj tiplerine bağlı olarak istasyonlardan çıkan ayrıtlardaki zaman uygunluğunu belirtmektedir. Bu model, çok fazla sayıda yapay/kopya depo ve istasyon içerdiği için ikili değişken sayısını önemli miktarda arttırmakta, problemin kesin yöntemlerle çözümünü güçleştirmektedir.

## 5. DENEYSSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada, bir önceki bölümde sunulan farklı ZP-EARP karışık tamsayılı matematiksel programlama modelleri farklı örnekler üzerinde sınanmakta ve bir eniyileme çözücüsü kullanılarak optimal olarak çözülmeye çalışılmaktadır. ZP-EARP ve KŞ-ZP-EARP'de sadece normal şarj mümkündür ve  $g = c = 1$  kabul edilmiştir. HŞ-ZP-EARP'de ise üç tip şarj aleti varsayılmıştır. Normal, hızlı ve süper hızlı olan bu şarj tipleri için birim şarj hızları ve maliyetleri Felipe vd. (2014)'ten alınmıştır ve şu şekildedir:  $g = \{1; 0,18; 0,08\}$ ,  $c = \{1; 1,1; 1,2\}$ .

Tablo 1: Karşılaştırmalı Sonuçlar

	ZP-EARP		KŞ-ZP-EARP			HŞ-ZP-EARP			
	Araç #	Mesafe	Araç #	Mesafe	Süre	Araç #	Mesafe	Maliyet	Süre
C101C5	2	257.75	2	257.75	1	2	250.04	<b>250.69</b>	4316
C103C5	1	176.05	1	175.37	3	1	175.37	175.37	31
C206C5	1	242.55	1	242.56	5	1	242.56	242.56	7200
C208C5	1	158.48	1	158.48	1	1	158.48	158.48	2
R104C5	2	136.69	2	136.69	1	<u>1</u>	148.20	160.81	1
R105C5	2	156.08	2	156.08	3	2	156.08	156.08	1
R202C5	1	128.78	1	128.78	1	1	128.78	128.78	4
R203C5	1	179.06	1	179.06	1	1	179.06	179.06	7
RC105C5	2	241.30	2	<b>233.77</b>	3	2	233.77	233.77	7200
RC108C5	2	253.93	2	253.93	4	2	253.93	253.93	14
RC204C5	1	176.39	1	176.39	2	1	176.39	176.39	106
RC208C5	1	167.98	1	167.98	1	1	167.98	167.98	10
C101C10	3	393.76	3	<b>388.25</b>	50	3	379.22	<b>382.93</b>	7200
C104C10	2	273.93	2	273.93	5	<u>1</u>	239.13	<b>267.60</b>	3624
C202C10	1	304.06	1	304.06	8	1	304.06	304.06	7200
C205C10	2	228.28	2	228.28	2	<u>1</u>	278.24	<u>283.29</u>	7200
R102C10	3	249.19	3	249.19	2	3	249.19	249.19	968
R103C10	2	207.05	2	<b>206.12</b>	7	2	206.12	206.12	7200
R201C10	1	241.51	1	241.51	11	1	254.32	<u>254.32</u>	7200
R203C10	1	218.21	1	218.21	2	1	218.21	218.21	7200
RC102C10	4	423.51	4	423.51	3	4	412.93	<b>415.99</b>	7200
RC108C10	3	345.93	3	345.93	3	3	345.93	345.93	2770
RC201C10	1	412.86	1	412.86	7200	1	415.45	<u>420.11</u>	7200
RC205C10	2	325.98	2	325.98	3	2	325.98	325.98	144
C103C15	3	384.29	3	<b>348.46</b>	1008	<u>2</u>	366.42	380.45	7200
C106C15	3	275.13	3	275.13	1	<u>2</u>	306.63	312.77	7200
C202C15	2	383.62	2	383.62	24	2	377.28	<b>381.23</b>	7200
C208C15	2	300.55	2	300.55	1	<u>1</u>	333.63	339.21	7200
R102C15	5	413.93	5	<b>412.78</b>	7200	-	-	-	7200
R105C15	4	336.15	4	336.15	1	-	-	-	7200
R202C15	2	358.00	2	358.00	463	-	-	-	7200
R209C15	1	313.24	1	313.24	611	1	332.56	<u>337.25</u>	7200
RC103C15	4	397.67	4	397.67	20	4	397.67	397.67	7200
RC108C15	3	370.25	3	370.25	101	3	371.33	<u>376.55</u>	7200
RC202C15	2	394.39	2	394.39	113	2	421.24	<u>424.43</u>	7200
RC204C15	1	407.45	1	<b>403.38</b>	7200	1	482.57	<u>510.65</u>	7200

Kullandığımız problemler, Schneider vd. (2014)'te sunulan 5, 10 ve 15 müşteriden oluşan küçük boyutlu problemlerdir. Her tipten 12 tane olmak üzere toplam 36 problem söz konusudur. Bu problemler iki sınıftan oluşmaktadır. R, C ve RC problemlerin rassal, kümelenmiş ve yarısı rassal diğer yarısı kümelenmiş müşteri lokasyonlarından oluştuğunu ifade etmektedir. 1 tipli problemlerde zaman pencereleri dar iken 2 tipli problemlerde geniş zaman pencereli söz konusudur. Amacımız, değişik özelliklerine göre problemlerin karmaşıklıklarının nasıl farklılık gösterdiklerini incelemek ve CPLEX'in çözüm performansını sınamaktır.

Kullanılan çözücü IBM CPLEX v.12.6, kullanılan bilgisayar ise Intel Xeon E5 işlemcili 3.30 GHz hıza ve 64 GB belleğe sahip, 64-bit Windows 7 işletim sisteminde çalışan bir HP Z820 iş istasyonudur. CPLEX için 7200 saniye süre sınırı konmuştur. Buna göre 7200 saniye içinde optimal çözüm bulunamazsa çözücü durmakta ve bulabildiği en iyi olurlu çözümü raporlamaktadır.

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen çözümler Tablo 1'de sunulmuştur. Bu tabloda "Araç#", "Mesafe", "Maliyet" ve "Süre" sütunları sırasıyla çözümdeki toplam araç sayısını, katedilen toplam mesafeyi, toplam rota maliyetini ve CPLEX koşum süresini ifade etmektedir. ZP-EARP ve KŞ-ZP-EARP'de sadece normal şarj söz konusu olduğu için toplam mesafe ile toplam maliyet eşittir. KŞ-ZP-EARP modelinde ZP-EARP çözümünden daha iyi bir çözüm bulduysa söz konusu sayısal değer koyu renkte gösterilmiştir. Benzer şekilde HŞ-ZP-EARP modelinde KŞ-ZP-EARP çözümünden daha iyi bir çözüm bulduysa ilgili değer koyu renk ve altı çizili ifade edilmiştir. İkinci durum hem araç sayısı hem de toplam mesafe olarak gözlenebilirken birinci durumda sadece mesafe yönünden iyileşmeler ortaya çıkmıştır. Öte yandan, HŞ-ZP-EARP'nin verilen süre içinde optimal çözülemediği durumlarda bulunan en iyi olurlu çözüm bazı durumlarda KŞ-ZP-EARP çözümünden de kötü olabilmektedir. Bu değerler de altı çizili olarak vurgulanmıştır. Bunların yanında, 15 müşterili problemlerin üçünde HŞ-ZP-EARP modeli için verilen süre zarfında CPLEX'in olurlu bir çözüm bile bulamadığı görülmektedir.

Tablo 1'deki sonuçlar incelendiğinde 5 müşteri içeren çok küçük problemlerde kısmi şarjın sadece RC105C5 probleminde katedilen toplam mesafenin, dolayısıyla da enerji maliyetinin azalmasını sağlamıştır. Aynı problem kümesinde hızlı şarj kısmi şarja göre C101C5 probleminde mesafeyi kısaltırken R104C5 probleminde ise ihtiyaç duyulan araç sayısını ikiden bire düşürmüştür. 10 müşterili problemlerde ise kısmi şarj iki problemde tam şarja göre avantaj sağlamıştır. Hızlı şarj durumunda ise iki problemde daha kısa mesafeler elde edilirken bir problemde araç sayısı azalmıştır. C104C10 probleminde ise hem araç sayısı ikiden bire düşmüş hem de katedilen mesafeye bağlı yakıt (enerji) maliyeti düşmüştür. Öte yandan üç HŞ-ZP-EARP örneğinde ise CPLEX verilen süre limiti içinde KŞ-ZP-EARP'den de kötü sonuçlar bulmuştur. Bu durum, sadece 10 müşteri durumunda bile bu problemin optimal çözümüne erişmenin zorluğunu göstermektedir.

Son olarak 15 müşterili problemlerin sonuçları incelendiğinde üç problemde kısmi şarjın

daha kısa mesafe sağladığı görülmektedir. Hızlı şarj durumunda ise üç problemde araç sayısı azalırken bir problemde yakıt maliyetinde düşüş sağlanmıştır. Ancak dört problemde ise süre limiti nedeniyle kısmi şarjlı durumda daha maliyetli sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, 12 problemin üçünde CPLEX olurlu çözüm dahi bulamazken diğer dokuz problemde ise 7200 saniye içinde optimal çözüme ulaşılamamıştır. Müşteri sayısındaki artışın HŞ-ZP-EARP'nin zorluğunu ne kadar arttırdığı bu problemlerde daha net görülmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çeşitli ZP-EARP'ler için farklı karışık tamsayı matematiksel programlama modelleri geliştirilmiş ve küçük boyutlu problemler IBM CPLEX kullanılarak çözülmeye çalışılmıştır. Amacımız değişik özelliklerine göre farklı şarj uygulamalarının ne tip avantajlar sağlayabildiklerini görmek, problem büyüklüğünün ve karmaşıklığının nasıl farklılık gösterdiğini incelemek ve CPLEX'in çözüm performansını sınamaktır.

Yaptığımız deneysel çalışmalarda, kısmi şarjın 36 problemin altısında yakıt maliyetinde tasarruf sağladığını gördük. Sayının az olmasını ele alınan problemlerin küçük boyutlu olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Hızlı şarj söz konusu olduğunda ise beş problemde araç gereksinimi düşerken dört problemde yakıt tasarrufu sağlanmıştır. Bir problemde ise hızlı şarj hem araç sayısında hem de yakıt sarfiyatında azalma getirmiştir. Bunların yanında, yedi problemde hızlı şarj durumu için elde edilen çözümler sadece normal şarjın olduğu kısmi şarjlı çözümlerden de kötü çıkmış, üç problemde olurlu çözüm dahi elde edilememiştir. Bunun nedeni, problemin zorluğu nedeniyle CPLEX'in verilen süre içinde yeterli performans gösterememesidir. Bunu engellemek için bir yol KŞ-ZP-EARP için olurlu bir çözüm elde edip bunu başlangıç çözümü olarak CPLEX'e tanımlamak olabilir. Ancak daha büyük boyutlu problemler söz konusu olduğunda bu yol da kalıcı bir çözüm oluşturmayacaktır. Dolayısıyla bu tip problemlerin çözümü için etkin kesin ve sezgisel çözüm yöntemlerine ihtiyaç vardır. Gelecekteki çalışmalarımızı bu yönde ilerletmeyi planlıyoruz.

## KAYNAKLAR

1. Bostan, S., Eriş, S., Kayserilioğlu, K., Şahinler A.C., Tokuç, S.C. (2016), Improving Fleet Management at TNT Express Turkey, Yayınlanmamış Bitirme Projesi Raporu, Sabancı Üniversitesi, Türkiye.
2. Bruglieri, M., Pezzella, F., Pisacane, O., Suraci, S. (2015), "A Matheuristic for the Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows", <http://arxiv.org/abs/1506.00211>, 25.08.2016.
3. Conrad, RG. ve Figliozzi, MA. (2011), "The recharging vehicle routing problem", Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference. Editör: Doolen, T. ve Aken, E.V. Reno, Nevada.
4. den Boer, E., Aarnink, S., Kleiner, F., Pagenkopf, J. (2013), "Zero emission trucks: An overview of state-of-the art technologies and their potential". <http://www.theicct.org/zero>



emission-trucks, 25.08.2016.

5. Desaulniers, G., Errico, F., Irnich, S., Schneider, M. (2014), "Exact algorithms for electric vehicle routing problems with time windows". [www.gerad.ca/en/papers/G-2014-110](http://www.gerad.ca/en/papers/G-2014-110), 25.08.2016.
6. Erdogan, S. and Miller-Hooks, E. (2012), "A green vehicle routing problem", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48, pp.100–114.
7. Felipe, Á., Ortuño, M. T., Righini, G., Tirado, G. (2014), "A heuristic approach for the green vehicle routing problem with multiple technologies and partial recharges", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 71, pp.111–128.
8. Goeke, D., Schneider, M., (2015), "Routing a mixed fleet of electric and conventional vehicles", *European Journal of Operational Research*, 245, pp.81–99.
9. Hiermann, G., Puchinger, J., Ropke, S., Hartl, R.F. (2016), "The electric fleet size and mix vehicle routing problem with time windows and recharging stations", *European Journal of Operational Research*, 252, pp.995–1018.
10. Keskin, M., Çatay, B. (2016), "Partial recharge strategies for the electric vehicle routing problem with time windows", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 65, pp.111–127.
11. Montoya, A., Guéret, C., Mendoza, J.E., Villegas, J. (2015), "The electric vehicle routing problem with partial charging and nonlinear charging function". <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01245232>, 25.08.2016.
12. Omidvar, A. and Tavakkoli-Moghaddam, R. (2012), "Sustainable vehicle routing: Strategies for congestion management and refueling scheduling", *IEEE International Energy Conference and Exhibition, Floransa, İtalya*.
13. Pelletier, S., Jabali, O., Laporte, G. (2014), "Battery electric vehicles for goods distribution: a survey of vehicle technology, market penetration, incentives and practices". [www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2014-43.pdf](http://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2014-43.pdf), 25.08.2016.
14. Pelletier, S., Jabali, O., Laporte, G. (2016), "Goods distribution with electric vehicles: Review and research perspectives", *Transportation Science*, 50, pp.3–22.
15. Sassi, O., Cherif, W. R., Oulamara, A. (2014), "Vehicle Routing Problem with Mixed fleet of conventional and heterogenous electric vehicles and time dependent charging costs", <https://hal.inria.fr/hal-01083966/document>, Son erişim tarihi: 25 Ağustos 2016.
16. Schneider, M. Stenger, A., Goeke, D., (2014), "The electric vehicle routing problem with time windows and recharging stations" *Transportation Science*, 48, pp.500–520.
17. Solomon, MM. 1987. "Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints", *Operations Research*, 35, pp.254–265.
18. URL 1, US Environmental Protection Agency. "Sources of Greenhouse Gas Emissions". <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/transportation.html>, 25.08.2016.
19. URL 2, US Department of State. "2014 U.S. Climate Action Report to the UN Framework Convention on Climate Change". <http://www.state.gov/e/oes/rls/rpts/car6/index.htm>, 25.08.2016.

20. URL 3, European Commission Mobility & Transport. “Transport matters”. [http://ec.europa.eu/transport/strategies/facts-and-figures/all-themes/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/facts-and-figures/all-themes/index_en.htm), 25.08.2016.
21. URL 4, Wikipedia. “Charging station”. [https://en.wikipedia.org/wiki/Charging\\_station](https://en.wikipedia.org/wiki/Charging_station), 25.08.2016.
22. Wang, H., Cheu, RL. (2013), “Operations of a taxi fleet for advance reservations using electric vehicles and charging stations”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2352, pp.1–10.
23. Worley, O., Klabjan, D., Sweda, T. M. (2012), “Simultaneous vehicle routing and charging station siting for commercial electric vehicles”, IEEE International Electric Vehicle Conference, Greenville, South Carolina.
24. Zundorf, T. (2014), Electric vehicle routing with realistic recharging models. Yüksek lisans tezi, Karlsruhe Teknoloji Enstitüsü, Karlsruhe, Almanya.

# TÜRKİYE’DE YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARI

*Esra ZENGİN<sup>1</sup>, Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL<sup>2</sup>*

## ÖZET

*1990’lı yılların başlarında lojistik uygulamalarında çevre dostu teknolojilerin kullanarak, çevreye verilen zararın en aza indirgenmesi konusunda araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. “Yeşil lojistik” adı verilen ve çevresel ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak sürdürülebilir yolda üretilen ve dağıtılan mallar ile ilgilenen ve farklı dağıtım stratejilerinin çevresel etkilerinin ölçülmesini, lojistik faaliyetlerde enerji kullanımını azaltmayı, atıkların azaltılmasını ve işleyişinin yönetimini amaçlayan yeni bir uygulama alanı ortaya çıkmıştır.*

*Son on yılda lojistik sektöründe karşımıza çıkan bu kavram Türkiye’de de giderek firmaların hedeflerinde yer almayı başarmış ve sürdürülebilirlik raporlarında kendini göstermiştir. Türkiye’de pek çok firma tarafından lojistik faaliyetlerin tamamına ya da bir kısmına ‘yeşil’ çözümler eklenerek sürdürülebilir ilkeler doğrultusunda çevreyle dost birtakım politikalar üretilmektedir. Bu çalışmada yeşil lojistik uygulamaları incelenerek yeşil lojistik göstergeleri tanımlanmakta ve Türkiye’deki firmaların yeşil lojistiği faaliyetlerine nasıl dahil ettiği araştırılmaktadır.*

**Anahtar Sözcükler:** Yeşil lojistik, tersine lojistik

## GREEN LOGISTIC PRACTICES IN TURKEY

### ABSTRACT

*Since the beginning of the 1990’s, researches on using environmentally friendly technologies in logistic practices to mitigate the damage to environment have begun. A new application area, green logistic, has emerged which takes environmental and social factors into consideration, which is interested with the goods that are produced and distributed in a sustainable manner, and that aims to minimize energy consumption in logistics activities, minimize wastes and manage operations.*

*This new concept which has emerged in logistics sector during the last decade, has been widely accepted in many firms objectives and has appeared in their sustainability reports. In many firms in Turkey “green” solutions” have been added to all or some parts of their logistic activities and some environmen-*

---

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi FBE Şehir ve Bölge Planlama ABD, esrazengin92@gmail.com  
<sup>2</sup> Doç.Dr., Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Böl. Öğretim Üyesi, ebruocalir@gazi.edu.tr

*tally friendly policies in line with sustainable principles have been produced. In this study green logistic indicators are defined after a research on green logistic practices. The way the firms in Turkey include green logistics to their activities is researched.*

**Keywords:** Green logistic, reverse logistic

## 1. GİRİŞ

1980'lerin sonlarında ulaşım sektörüne girmeyi başaran “yeşil” kavramı, ulaşım sistemlerinin yarattığı çevresel problemler konusunda farkındalık oluşmasını sağlamıştır. 1990'lı yılların başlarında lojistik uygulamalarında çevre dostu teknolojilerin kullanılarak, çevreye verilen zararın en aza indirgenmesi konusunda araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Ulaştırma sektörü çevresel bozulmaya önemli bir katkıda bulunmaktadır. Dünya genelinde toplam sera gazı emisyonunun yaklaşık %24'ü lojistik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Yeşil kelimesi, 1980'lerin sonlarında ve 1990'ların başlarında ulaşım sektöründe bir slogan haline gelmiştir. Asit yağmurları, küresel ısınma gibi kamusal sorunlar ile birlikte çevresel problemlerin farkındalığı giderek artmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu (1987), siyasi ve ekonomik alanlarda yeşil konular üzerine önemli destekler vermiştir (Banister ve ark, 1993). 1990'ların başlarında, çevrenin lojistik sektöre nasıl dahil edilebileceği konusunda çalışmalar ve raporlar hazırlanmıştır.

Yeşil kavramı, lojistik ile entegre edilmiş ve ortaya “yeşil lojistik” adlı çevresel ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak sürdürülebilir yolda üretilen ve dağıtılan mallar ile ilgilenen ve farklı dağıtım stratejilerinin çevresel etkilerinin ölçülmesini, lojistik faaliyetlerde enerji kullanımını azaltmayı, atıkların azaltılmasını ve işleyişinin yönetimini amaçlayan yeni bir uygulama alanı çıkmıştır.

Türkiye’de pek çok firma tarafından lojistik faaliyetlerin tamamına ya da bir kısmına ‘yeşil’ çözümler eklenerek sürdürülebilir ilkeler doğrultusunda çevreyle dost birtakım politikalar üretilmektedir. Yabancı yazında yaklaşık on yıl öncesine ait yeşil lojistik konusu ile ilgili yayınlara ulaşılabilirken, ülkemizde bu konuda araştırmaların henüz çok yeni olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yeşil lojistik uygulamalarını incelemek ve göstergelerini araştırarak Türkiye’deki firmaların yeşil lojistiği faaliyetlerine ne kadar ve nasıl dahil ettiği, yeşil lojistik göstergeleri, yeşil lojistik firmalarının yer seçimleri ve gerekli yasal mevzuatın nasıl olması gerektiği ile ilgili kapsamlı öneriler ortaya koymaktır.

Çalışmada yöntem olarak öncelikle detaylı bir literatür taraması yapılması benimsenmiştir. Konunun teorik temelleri oluşturulduktan sonra, yeşil lojistiğin göstergeleri, literatür taraması ve dünya örnekleri araştırılarak özetlenmiştir. Saha araştırmasının birinci aşamasında belirlenen yeşil lojistik göstergelerinin, Türkiye’de yeşil lojistik uygulamalarına geçtikleri iddiasındaki firmalar tarafından ne derece benimsendiği araştırılmış, sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Saha araştırmasının ikinci aşamasında ise, yeşil lojistiğin bileşenlerinden

olan tersine lojistik uygulamasını benimseyen bir firmada derinlemesine yapılan araştırmanın sonuçları sunulmaktadır. Çalışma, bulguların değerlendirilmesi ile sonuçlanmaktadır.

## 2. YEŞİL LOJİSTİK

Yeşil lojistik, paketleme, atık yönetimi ve ulaşım odaklı işleyen yük dağıtım faaliyetlerinin çevre ve enerji ayak izini azaltan tedarik zinciri yönetim uygulamaları olarak tanımlanmaktadır (Seroka, 2014). Tedarik zinciri ne kadar ‘yeşil’ ise lojistik faaliyetleri de o kadar çevresel ve sürdürülebilir olarak karşımıza çıkmaktadır. Lojistik, tedarik zinciri boyunca ürünleri taşımak için gerekli tüm aktivitelerin entegre edilmiş yönetimidir. “Yeşil lojistik” ise, sosyal ve çevresel faktörleri de göz önünde bulundurarak sürdürülebilir bir şekilde üretilen ve dağıtılan mallar ile ilişkilidir.

Gelecekteki lojistiğin temeli, yeşil lojistiğe dayanmaktadır. Lojistik amaçlar, lojistik politikaların ekonomik etkileri ile ilişkilendirilmemektedir; ancak çevre kirliliği ve toplum üzerindeki etkileri göz önünde tutulmaktadır. Yeşil lojistik faaliyetleri; farklı dağıtım stratejilerinin çevresel etkilerinin ölçülmesini, lojistik faaliyetlerde enerji kullanımının azaltılmasını, atıkların azaltılmasını ve artırılmasını içermektedir. Son yıllarda insan faaliyetlerinin ve lojistik aktivitelerin dünya üzerindeki çevresel etkileri ile ilgili kavramlar giderek artmış ve bunların, uzun dönemde sürdürülebilir olmadığı ortaya atılmıştır. Pek çok organizasyon ve işletme, karbon ayak izlerini ölçmeye başlamış ve faaliyetlerinin çevresel etkilerini görebilmiştir. Emisyonların ve diğer çevresel ölçümlerin azaltılması, hükümetlerin de politikalarında yer bulmuştur. Firmaların ve hükümetlerin yeşil lojistiğe olan ilgisi giderek artmıştır (Tao, 2001).

Yeşil lojistiğin kurulum modeli yedi bileşenden oluşmaktadır (Tao, 2001):

- **Yeşil Tedarik Zinciri:** Çevresel yönetim stratejileri geliştirmek için nüfus, kaynak ve çevresel gereksinimlerin karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, çevresel problemlerin çözümündeki en etkili yollardan biridir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir kalkınma teorisini temel alarak geliştirilmiştir.
- **Yeşil Üretim Lojistiği:** Yeşil üretim lojistiği, doğru zamanda ve doğru kalitede doğru ürün ile beslenen çalışma istasyonu ve makinenin olmasını sağlamaktır.
- **Yeşil Ulaşım Lojistiği:** Yeşil ulaşım lojistiğinin amacı, ulaşımında enerji tüketimini azaltmak, atık malzemeleri azaltmak ve karayolunda ulaşım aracı doluluğunu azaltmaktır.
- **Yeşil Paketleme:** Atıkların artması, sürdürülebilir kalkınmayı etkilemektedir ve ambalaj atıkları, katı atıkların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yeşil paketleme, yasalar, yönetmelikler ve dönüşüm sistemleri ile ambalaj atıklarını azaltabilecek bazı önlemlerin ortaya konulmasını içermektedir.
- **Yeşil Dağıtım Süreci:** Yeşil dağıtım süreci, iki önemli boyutu içermektedir. Birincisi,

kaynak kullanımında verimliliği artırmak için firma ölçeklerine bağlı olarak profesyonel işlem süreçlerine odaklanarak tüketici sürecini değiştirmektedir. İkincisi ise tüketicilerin atıkları tarafından oluşan çevre kirliliğini azaltmak için işlenmiş hurda malzemelerinin toplanmasıdır.

- **Yeşil Dağıtım Lojistiği:** Yeşil dağıtım lojistiği, alıcının pazar koşulları altında büyük bir önem arz etmektedir. Bu yalnızca, depolama, sınıflandırma, ambalajlama, taşıma şeklinde değildir; aynı zamanda daha iyi bir hizmet sağlayarak müşterilerin güvenini kazanmayı da sağlamaktadır.
- **Atık Malzeme Lojistiği:** Kaynakların, çevrenin, toplumun ve ekonominin sürdürülebilir gelişmesi için gerekli olan atık malzeme lojistiğine çok fazla dikkat çekilmesi gerekmektedir. Atık malzeme lojistiğinin önemi, giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Atık malzeme yönetiminde fayda-denge prensibi, kontrol prensibi ve sistem prensibi önemli bir yer almalıdır.

Yeşil tedarik zincirinin bileşenleri; yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, yeşil paketleme (ambalajlama) ve tersine lojistiklerdir.

- **Yeşil satın alma,** tedarik zincirindeki en önemli faaliyetlerden birisidir. Üretim sırasında kullanılacak hammaddenin geri dönüşümünün mümkün olması ve kullanım ömrünü tamamladıktan sonra toprakta kolaylıkla çözünebilen olması gibi çevresel hassasiyetler göz önünde bulundurularak seçilmesi, yeşil satın alma sürecidir. Çevresel hassasiyetler, yalnızca hammadde seçiminde değil; aynı zamanda kullanılacak teknoloji seçilirken de dikkate alınmaktadır.
- **Yeşil üretim,** ürünün tasarım aşamasından itibaren çevresel etkileri düşük, verimliliği yüksek girdilerin kullanılması ve kullanım sonrası atık ve kirlilik ortaya çıkarmaması gibi olanakların değerlendirilmesi sürecidir. Yeşil üretim süreci, iki aşamalı olarak ele alınmaktadır (İnce, 2013):
  - Ürün yaklaşımı: Çevresel hassasiyeti yüksek ürünlerin geliştirilmesi
  - Süreç yaklaşımı: Ürün imalatında ve diğer işlem basamaklarında enerji kullanımının ve atık oluşumunun azaltılarak geliştirilmesi
- **Yeşil pazarlama,** malların dağıtım sırasında oluşan atık miktarını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Yeşil paketleme ve yeşil lojistikten meydana gelmektedir. Ekolojik ya da sürdürülebilir pazarlama olarak da adlandırılan yeşil pazarlama, 1990ların başında önem kazanmıştır. Amerikan Pazarlama Derneği yeşil pazarlamayı, *“Kirlilik üzerine yapılan pazarlama çalışmalarını, enerji tüketimiyle ilgili konuları ve yenilenemeyen kaynakların tüketiminin olumlu ve olumsuz yanlarını inceleyen bilim dalı”* olarak tanımlamış ve bir bilim dalı olduğunu ifade etmiştir. En genel tanımıyla yeşil pazarlama, doğa dostu ürünlerin üretilerek fiyatlandırılması ve dağıtılmasının yanı sıra kullanım sonrasını da kapsayan pazarlama faaliyeti olarak tanımlanmaktadır.

- **Yeşil paketleme (ambalajlama)**, çevreye etkisi minimum olan paketleme malzemelerinin kullanılarak ürünün herhangi bir zarara uğramadan taşıma işlemlerinin gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.
- **Tersine lojistik**, ürünlerin geri dönüşü, değişim, tadilat / yenileme, yeniden pazarlama ve bertarafı olarak tanımlanmaktadır. Üreticiden tüketiciye giden malların herhangi bir nedenle geri dönüşü ya da kullanılan ürünün üretici tarafından yeniden alınarak geri dönüşümünün planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir. Herhangi bir soru nedeniyle müşteri tarafından kabul görmeyen ve geri iade edilen ürünün yenilenmesi ile malzeme ve teknoloji kullanımının minimize edilmesi ile kullanım ömrü dolan ürünün geri dönüşüm ile üreticiye yeni hammadde temini sağlaması bakımından tersine lojistik, yeşil lojistikte önemli bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yeşil lojistik birden fazla boyuta sahiptir; ancak firmalar tek bir boyutu ile bile yeşil lojistiği faaliyetler sürecine dahil etmektedir. Örneğin; bir firma malzeme ambalajlama miktarını azaltarak paketleme aşamasında yeşil lojistiği kullanırken diğer bir firma ise taşımada alternatif enerjileri kullanarak dağıtım aşamasına yeşil lojistiği dahil edebilmektedir. Her iki durumda da bir yeşil lojistik stratejisi, tedarik zinciri sürecine uygulanmaktadır.

Bu bileşenlerden tersine lojistik, en bilinen ve neredeyse yeşil lojistik ile eş anlamlı olarak kullanılacak kadar yaygınlaşmış bir süreçtir. Bu nedenle, bu çalışmada bir saha çalışması ile birlikte derinlemesine incelenmesinde fayda görülmüştür.

## 2.1. Tersine Lojistik

Yeşil lojistikle tersine lojistik genellikle aynı anlamda kullanılmaktadır; ancak içerik ve amaç bakımından farklılıklar göstermektedir. Yeşil lojistikte çevresel kaygılar ön plana çıkarken tersine lojistikte ekonomik kaygılar temel stratejiyi oluşturmaktadır. Tersine lojistik, işletme maliyetlerini azaltmak ve satılan ya da kullanılan malın değerini artırmak gibi iki amaca hizmet etmektedir. Yeşil lojistik ise lojistiğin çevresel zararlarını minimize etmenin yollarını aramaktadır. Bu kapsamda yeşil lojistik, enerji verimliliğine, emisyon salınımının azalmasına, geri dönüşüme ve yeniden kullanıma odaklanmaktadır. Tüm firmaların amacı para kazanmaktır ve firma imajına önem vermektedir. Yeşil lojistik faaliyetleri de işletme maliyetlerini asgari düzeyde tutarak çevreyle dost malzeme seçeneklerinden yararlanarak para kazanma amacı gütmektedir. Tersine lojistikte mal ve ürünler tüketiciden tedarik zincirinin ilk aşamasına doğru dönmelidir. Tersine lojistikte tüketici tarafından kullanılan ürün, geri dönüşüm yoluyla tekrar üreticiye gitmelidir. Böylelikle tersine lojistikte atık azalışı söz konusudur. Tam bu noktada tersine lojistiğin tedarik zincirine yeşil lojistik dahil edilmektedir. Yeşil lojistik, “lojistiğin ekolojik etkilerini anlama ve minimize etme” tanımından hareketle ekolojik lojistik olarak da adlandırılmaktadır (Rogers ve Tibben-Lembke, 1998).

Yeşil lojistik, işletmelere rekabete dayalı bir avantaj sağlamaktadır. Toplumdaki çevresel duyarlılık arttıkça işletmeler de yeşile doğru yol almaya başlamaktadır. Böylelikle trafik sı-



kışıklığının, kirliliğin ve sera gazı emisyonunun azaltılması, ulaşım maliyetlerini korunması ve sosyal uyum sağlanmaktadır. Tersine lojistik, geri dönen üründen kaynaklanan maliyet kaybını, malzemeleri yeniden kullanma yoluyla telafi ederek tamamen paraya odaklanırken yeşil lojistik firma imajına odaklanarak geri dönüşüm ve yeniden kullanımla birlikte tedarik zincirinin her aşamasında çevre dostu faaliyetlerin yer almasını önemsemektedir.

Tersine lojistiğin, gelişmiş müşteri memnuniyeti, azalan kaynak yatırım düzeyleri, depolama ve dağıtım maliyetlerinde azalma gibi doğrudan faydaları olduğuna inanılmaktadır. Tersine lojistiğin en iyi şekilde işlendiği bir firmanın, daha çok para kazanacağı söylenmektedir. Yeniden üretim, onarım, yeniden yapılandırılma ve geri dönüşüm ile ürünlerin geri kazanımı, karlı iş fırsatları yaratabilmektedir. Özellikle ölçek ekonomilerinden yararlanmak isteyen firmalar tersine lojistiği benimsemiştir. Tersine lojistik, aynı zamanda müşteri hizmetini ve memnuniyetini de etkilemektedir. Liberal geri kazanım politikaları, pek çok firmada standart bir pazarlama uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır (Autry ve ark, 2001). Tersine lojistikte müşteriden geri alınan mallar, depolara alındıktan sonra döngüsel artıklık denetimi (CRC) için toplanmaktadır. Burada ayrıştırma ya da yeniden oluşturulmasına karar verme sürecine giren mallar, nihai kararın ardından ilgili noktaya taşınmaktadır. Tersine lojistik, günümüzde pek çok ulusal ya da uluslararası firmalar tarafından işletme politikalarında yer almaktadır.

## 2.2 Yeşil Lojistik Göstergeleri

Bir işletmenin faaliyetlerinin yeşil lojistik kapsamına alınıp alınamayacağına ilişkin göstergeler ortaya konmaktadır. Seroka (2014)'e göre yeşil lojistik göstergelerini ürün tasarımı ve tedarikçi arasındaki işbirliğine, müşterilerle çevresel işbirliğine, yasal mevzuata, yeşil tasarıma ve tersine lojistiğe bağlarken Lopes ve arkadaşları (2010) bu göstergeleri, çevresel yönetim sisteminin sertifikasyonuna, enerji tüketimini azaltmaya ve yenilenebilir enerji kullanımına, ürün tasarımında yeşil bilinçle hareket edilerek ürün ve ambalajın geri dönüşüme çevre dostu ve koordine edilmiş ulaşımına dayandırmaktadır. Evangelista ve arkadaşları (2012) yaptıkları araştırmada yeşil lojistik göstergelerine yasal mevzuatın ve yük taşımacılığına yönelik eylemlerin de eklendiği görülmektedir. Wichaisri ve Sopadang (2014) ise atık oranını minimize etmeye yönelik faaliyetlerin, intermodal taşımacılık sistemlerinin, yük taşımacılığına yönelik faaliyetlerin ve organizasyon yapısının çevre konusunda bilinçlendirilmesinin de yeşil lojistik göstergeleri arasında yer aldığını ortaya koymuştur. Tersine lojistiğin önemini vurgulayan Confente ve Ruso (2009), ürün ve ambalajın geri dönüşebilir olmasının ve lojistik uygulamalar için sınırlı alanlar oluşturulmasının yeşil lojistik uygulamalarını ifade eden göstergeler olduğunu savunmuştur. Gross ve arkadaşları (2013), yük taşımacılığına yönelik eylemler üzerinde dururken Kim ve Han (2011), hem yük taşımacılığına hem de depolamaya yönelik eylemlerin yeşil lojistik göstergeleri arasında olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca yasal mevzuatın yeşil lojistiğin olmazsa olmazlarından olduğunu ve işletmeler tarafından



sürdürülebilirlik raporlarının hazırlanması gerektiğini belirtmiştir. Zhang ve Zhao (2012), atıkların işletme bünyesinde bertaraf edilmesinin önemini ortaya koyarak yük taşımacılığına yönelik olarak da önlemler alınması gerektiğini ifade etmektedir. Jaller ve arkadaşları (2015), yasal mevzuatın yanı sıra çevre dostu araçların ve intermodal taşımacılık sistemlerinin kullanılmasını, yük dağıtım sırasında meydana gelebilecek trafik sıkışıklığını önleme çalışmalarını yeşil lojistik göstergeleri olarak ortaya koymuştur. Hu ve Hsu (2010) tarafından Tayvan'daki firmalar üzerinden yapılan bir araştırma sonucunda yeşil tedarik zinciri uygulaması tedarikçi yönetimi, ürün geri dönüşümü, kuruluş ilişkisi ve kullanım süresi yönetimi olmak üzere dört boyutta ele alınmıştır. Dioblat ve Govindan de (2011) yeşil tedarik zinciri yönetiminin göstergelerini tanımlamıştır.

Sürdürülebilir kalkınma göstergeleri ile benzerlik gösteren ve literatür taramalarından ve dünya örneklerinden yararlanılarak ortaya konulan bu göstergelere ilişkin genel değerlendirme Tablo 1'de yer almaktadır.

Yeşil lojistik göstergelerinin en önemli amacı, tedarik zincirindeki her bir faaliyetin çevreye verdiği zararları minimize etmektir. Bu göstergeler, yalnızca işletmeler tarafından ortaya konmamakta; devletler tarafından alınan önlemler de göstergeleri zenginleştirmekte ve yeşil lojistiğin uygulanması için zorunlu bir ortam oluşturmaktadır.

Dünyada yeşil lojistik kapsamında uygulanan her türlü adım da göstergeler tablosunda yer almaktadır. Bu kapsamda Almanya, Avusturya, Danimarka, Fransa, Hollanda, İngiltere, İsveç, İtalya, İspanya, Rusya, ABD, Kanada ve Japonya gibi ülkelerde yeşil ve sürdürülebilir lojistik için mekânsal olarak alınan önlemler incelenerek göstergeler tablosuna eklenmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımı, enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler, karbon ayak izini azaltmaya yönelik önlemler, hammadde seçiminde çevresel hassasiyetlerin göz önünde bulundurulması, yeşil tasarım uygulamaları, ISO 14001 sertifikasının varlığı ve tersine lojistik uygulamaları incelenen ülkelerde ortak göstergeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca her bir ülkede özel olarak alınan önlemler de göstergeler tablosuna eklenmiştir.

Dünyada yeşil lojistik uygulamaları ile ilgili uygulanan politikalara bakıldığında her ülkenin fiziksel konumuna uygun olarak bir yeşil bakış açısı ile lojistik sistemleri oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca bu politikalar, devlet tarafından yürürlüğe konulmaları bakımından zorunluluk konusunda hem toplum hem de işletmeler açısından bir baskı yaratmakta; böylelikle sürdürülebilirlik kapsamında çevresel ve ekonomik politikalar zorunlu kılınmaktadır.

Yeşil lojistikle yalnızca ekonomik değil; aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutunda önem kazanması ile sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları yeşil lojistiğe uyarlanabilmektedir. Çevreye dost malzemelerle geri dönüşebilir olarak üretilen ürün ve ambalajlar, taşıma sırasında sera gazı emisyonunu azaltmaya yönelik önlemler, enerji verimliliğini artırma çalışmaları ve oluşan atığın üretici tarafından toplanılarak bertaraf edilme çalışmaları yeşil lojistik faaliyetleri kapsamında değerlendirilmektedir. Tüm bu faaliyetler, sürdürülebilir kalkınma açısından önem teşkil etmektedir.

### 3. TÜRKİYE'DE YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARI

Ulaşım sistemlerinin çevreye verdiği zararların farkına varılması ile birlikte daha çevresel ve daha ekonomik bir kavram olarak karşımıza çıkan yeşil lojistik, değişen dünyada pek çok ülkede uygulamaya konulmuş ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında olumlu sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Lojistiğin küresel pazarda öneminin artması ile Türkiye'de de lojistiğe dair yenilikler takip edilmektedir. Türkiye'de de yeni bir kavram olarak karşımıza çıkan yeşil lojistik, sektörün önde gelen firmalarının gündemlerinde yer edinmeye başlanmış ve uygulamaya konulmuştur.

Yeşil lojistiğin dünya genelinde artan önemine bağlı olarak ortaya çıkan yeni bir rekabet ortamı, Türkiye'deki firmaların politikalarını 'yeşilleştirmeye' doğru yönlendirmiş; böylelikle yeşil lojistik uygulamaları görülmeye başlanmıştır.

Türkiye'de yeşil lojistik uygulamalarının olduğu firmalarda en belirgin özelliğin, faaliyetlerin maliyet ve emisyon oranını azaltmaya yönelik faaliyetlerin işletme politikasında yer aldığı görülmektedir. Ayrıca organizasyon yapılarını yeşil bakış açısıyla zenginleştirilmeye çalışmaları, sosyal boyutu olarak da yeşil lojistiği ele aldıklarını göstermektedir. Bu kapsamda Türkiye'deki firmaların yeşil lojistik ile ilgili olarak aldıkları önlemler ve uygulamaya koydukları faaliyetler, ekonomik, çevresel ve toplumsal etkiler arasında bir denge sağlamaktadır.





Türkiye’de sürdürülebilirlik kapsamında yük taşımacılığına ve depolamaya yönelik önlemler alan firmalar da bulunmaktadır. Araç yükleme faaliyetlerini geliştirmeye çalışan ve trafik sıkışıklığını engellemeye çalışan firmalar da Türkiye’de yer almaktadır. Yeşil tedarik zinciri yönetiminin en önemli bileşenlerinden biri olan müşterilerle işbirliği ve koordinasyonu sağlamaya yönelik eylemler de firmaların politikalarında yer almaktadır; ayrıca organizasyon yapısının çevresel bilinç ile hareket etmesini sağlayacak adımlar da firmalar tarafından atılmaktadır. Yeşil lojistik faaliyetleri Türkiye’deki firmalar tarafından yeni bir rekabet konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Firmalar, küresel rekabet ortamında tutunabilmek ve işletme maliyetlerini azaltmak için yeşil lojistik uygulamalarını yürürlüğe koymaktadır. Bu uygulamalar ile hem maliyetlerini azaltmakta hem de sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır.

### 3.1. Türkiye’de bir tersine lojistik uygulaması

Saha araştırmasında tersine lojistiğe önem veren bir akü üretim firması derinlemesine incelenmiştir. Türkiye’de akülerin geri dönüşümü ile ilgili yasal mevzuat şu şekildedir:

2004 yılında yayınlanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren APAK Yönetmeliği (Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği)’ne göre atık pil ve akümülatörlerin geri kazanılması bir zorunluluktur. Ayrıca, yönetmelikte “Pil ve akümülatör üretenler ile piyasaya sürenler, atık pil ve akümülatörlerin toplanması, taşınması ve bertarafını sağlamak ve bu amaçla yapılacak harcamaları karşılamakla yükümlüdürler.” ibaresi yer almaktadır. Yeni akü alan araç ya da tesis sahibi, kullanım ömrü tükenen yani hurdaya çıkan aküyü ücretsiz olarak satıcıya vermek zorundadır. Atık aküler Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği’nin 12. Maddesine göre bölge temsilcileri tarafından oluşturulan geçici depolarda veya aynı yönetmeliğin 18. Maddesine göre valilikler tarafından lisanslandırılan atık akü geçici depolama alanlarında kayıtları tutularak en fazla 90 gün bekletilir. Bu süreç tamamlandığında atık aküler Ulusal Atık Taşıma Formları (UATF) doldurularak lisanlı araçlarla, çevre lisanslı geri kazanım tesislerine gönderilir. Çevre lisanslı geri kazanım veya geri dönüşüm tesisine gelen atık akü taşıma araçları gerekli kontroller yapıldıktan sonra beraberinde getirdikleri ulusal Atık Taşıma Formlarını tesis yetkilisine onaylatarak atık teslimini yaparlar.

Saha araştırmasında elde edilen bulgular şu şekildedir:

- Yeşil lojistiği politikası olarak benimseyen firma, özellikle tersine lojistik üzerine yoğunlaşmıştır.
- Firma, yıllık 5.000.000 akü üretim kapasitesine sahiptir.
- Firma, patenti kendisine ait akıllı aküler üretmektedir.
- Kendi ürettiği ve bayilerine taşıdığı aküleri, kullanım ömrü tamamlanıp atık olarak adlandırıldıkları evrede de bayilerinden alarak geri kazanımını sağladıktan sonra yeniden

tüketicie sunmaktadır. Böylelikle kullanılan bir malın, tüketiciden üreticie hareketi sağlanarak tersine lojistik aşamaları ortaya konmaktadır.

- Firma, yurt içindeki bayilerine her hafta bildirimde bulunarak ara bayilerdeki atık akünün, ana bayilerde toplanmasını sağlamaktadır.
- Lisanslı araçlarla ana bayilerde toplanan atık aküler, yine lisanslı araçlarla Eskişehir'deki merkezde toplanmaktadır.
- Bir araç ile yaklaşık 18-40 ton atık akü taşınabilmektedir.
- Atık aküler, geri kazanım işleminden sonra ilgili bayilere satışa sunulmak üzere gönderilmektedir.
- Firma tarafından üç atık aküye karşılık bir yeni akü verilmektedir.
- Firma bu şekilde hem üretim maliyetinde tasarrufa giderek ekonomik kar elde etmekte hem de sosyal sorumluluk bilinciyle hareket ederek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

**Tablo 2:**Türkiye’de Faaliyet Gösteren Firmaların Yeşil Lojistik Uygulamaları

GÖSTERGELER	FİRMALAR										TOPLAM
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Çevresel yönetim sistemi sertifikasyonunun varlığı		✓	✓	✓					✓		4
Tedarikçilerle çevresel işbirliğine yönelik çalışmalar	✓	✓									2
Ürün tasarımcılarıyla tedarikçiler arasında işbirliğine yönelik çalışmalar			✓								1
Müşterilerle çevresel işbirliği		✓	✓							✓	3
Yasal mevzuatın varlığı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Emisyon oranını azaltmaya yönelik önlemler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Karbon ayak izini azaltmaya yönelik önlemler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Hammadde seçiminde çevresel hassasiyetlerin varlığı									✓		1
Yeşil tasarım uygulamaları		✓		✓			✓			✓	4
ISO 14001 sertifikasının varlığı		✓	✓						✓		3
Ürün ve ambalajın geri dönüşümü uygulamaları		✓				✓	✓	✓	✓		5
Tersine lojistik uygulamaları	✓	✓	✓				✓		✓	✓	6
Atık oranını minimize etmeye yönelik çalışmalar		✓		✓			✓	✓	✓	✓	6
Atıkların işletme bünyesinde bertaraf edilmesine yönelik önlemler	✓						✓		✓		3
Sürdürülebilirlik raporlarının hazırlanması		✓	✓	✓		✓	✓				5
Çevre dostu araçların kullanılması			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
Intermodal taşımacılık sistemlerinin kullanılması	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓		7
Organizasyon yapısının çevre konusunda bilinçlendirilmesi	✓			✓					✓		3
Trafik sıkışıklığını önleme çalışmaları									✓		1
Araç yükleme faaliyetlerine yönelik çalışmalar					✓						1
İleri bilgi servisleri				✓		✓			✓		3
Yük taşımacılığına yönelik eylemler				✓	✓				✓	✓	4
Depolamaya yönelik eylemler					✓				✓		2
E-şehir lojistiği uygulamaları									✓		1
<b>ŞİRKETLER</b>											
A. ARKAS LOJİSTİK	F MAERSK LINE										
B. CEVA LOJİSTİK	G. MARS LOJİSTİK										
C. DHL SUPPLY CHAIN	H. NETLOG LOJİSTİK										
D. EKOL LOJİSTİK	I. OMSAN LOJİSTİK										
E. İNCİ LOJİSTİK	J. YİĞİT AKU										

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yeşil lojistik uygulamaları dünyada hızla kabul görmekte ve yaygınlaşmaktadır. Yeşil lojistik uygulamaları çeşitli şekillerde ve farklı göstergelere uygun olarak gerçekleştirilebilir. Literatür taraması ve yeşil lojistik uygulaması yapan ülke örneklerinin incelenmesi sonucu özetle şu bulgulara ulaşılmıştır:

- Tersine lojistik, yeşil lojistiğin oldukça yaygın kullanılan bir bileşenidir.
- Çevresel yönetim sistemi sertifikasyonunun varlığı, tedarikçilerle çevresel işbirliğine

yönelik çalışmalar, ürün tasarımcılarıyla tedarikçiler arasında işbirliğine yönelik çalışmalar, hammadde seçiminde çevresel hassasiyetlerin varlığı, atık oranını minimize etmeye yönelik çalışmalar, atıkların işletme bünyesinde bertaraf edilmesine yönelik önlemler, sürdürülebilirlik raporlarının hazırlanması, müşterilerle çevresel işbirliği, intermodal taşımacılık sistemlerinin kullanılması, organizasyon yapısının çevre konusunda bilinçlendirilmesi, yük taşımacılığına yönelik eylemler ve depolamaya yönelik eylemler, sadece literatürde yer alıp uygulama örneklerinde rastlanmayan göstergelerdir.

- Düşük emisyon bölgelerinin (low emission zones) belirlenmesi, dağıtım sırasında su yüzeyinin kullanılması ve e-şehir lojistiği uygulamaları ise sadece uygulama örneklerinde karşımıza çıkmış, literatürde göstergeler arasında sayılmamışlardır.
- Enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler, emisyon oranını azaltmaya yönelik önlemler ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik önlemler literatürde adı en sık geçen göstergelerdir.
- Yenilenebilir enerji kullanımı, enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler, emisyon oranını azaltmaya yönelik önlemler, karbon ayak izini azaltmaya yönelik önlemler, yeşil tasarım uygulamaları, ISO 14001 sertifikasının varlığı, tersine lojistik uygulamaları ve düşük emisyon bölgelerinin (low emission zones) belirlenmesi, dünya örneklerinde en çok kullanılan yeşil lojistik uygulamalarıdır.

Türkiye’de yeşil lojistik uygulaması yaptığını iddia eden firmalar üzerinde yapılan araştırmada, bu göstergelerin hangilerinin dikkate alındığı araştırılmış ve şu bulgulara ulaşılmıştır:

- Lojistik uygulamalar için sınırlı alanlar oluşturma (restriction zones), düşük emisyon bölgelerinin (low emission zones) belirlenmesi, koordine edilmiş ulaşım sistemleri ve ve yenilenebilir enerji göstergelere ilişkin Türkiye’de herhangi bir faaliyet bulunmamaktadır.
- Yasal mevzuatın varlığı, enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler, emisyon oranını azaltmaya yönelik önlemler ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik önlemler, en çok rastlanan yeşil lojistik uygulaması göstergeleridir.
- Yeşil lojistik göstergelerinden ürün tasarımcılarıyla tedarikçiler arasında işbirliğine yönelik çalışmalar, hammadde seçiminde çevresel hassasiyetlerin varlığı, trafik sıklığını önleme çalışmaları, araç yükleme faaliyetlerine yönelik çalışmalar ve e-şehir lojistiği uygulamaları gibi tek bir göstergesi benimseyen firmalar dahi Türkiye’de yeşil lojistik uygulamasında bulduklarını ilan etmek ve firmalarını böyle tanıtmak istemektedir.

Bu bulgular, literatür ve dünya örneklerinde yeşil lojistik uygulamalarından göstergelerin ne olması gerektiği konusunda tamamıyla bir uyum olmadığı, ancak bu konuda ilginin



arttığını göstermektedir. Bu göstergelerin büyük bölümünün Türkiye’de faaliyet gösteren firmalar tarafından bilindiği ve bir kısmının da benimsendiği anlaşılmaktadır.

Yeşil lojistik yaklaşımını benimseyen firmaların gerek dünya genelinde gerekse Türkiye’de önümüzdeki yıllarda yaygınlaşacağı beklenmektedir.

Bu bildiri, Yeşil Lojistik Göstergeleri ve Türkiye’de Yeşil Lojistik Uygulamaları adlı yüksek lisans tez çalışmasına dayanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Autry, C., Daugherty, P., Richey, G. (2001), “The Challenge of Reverse Logistics in Catalog Retailing”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31, pp.26-37.
- Babic, D., Jaramaz, D., Bajor, I. (2013), “Urban Forestry As A Function of Green Logistics”, Faculty of Traffic and Transport Science, Croatia.
- Banister, D., Button, K. (1993), *Transport, the Environment and Sustainable Development*, 1st Edition, Routledge, London.
- Birleşmiş Milletler Dünya Çevre Kalkınma Komisyonu Raporu, 1987.
- Confente, I., Russo, I. (2009), “Green Logistics in Italy: new challenge for sustainable development”, 12th International QMOD and Toulon-Verona Conference, International Conference on Quality and Service Sciences (ICQSS), Aug. 27-29, 2009, Verona, Italy.
- Denisa, M., Zdenka, M. (2015), “Perception of implementation processes of green logistics in SMEs in Slovakia”, 4th World Conference on Business, Economics and Management, WCBEM, April 30 – May 2, 2015, Ephesus, Turkey.
- Evangelista, P., Hüge-Brodin, M., Isaksson, K., Sweeney, E. (2012), “A Case Study Investigation on Purchasing Green Transport and Logistics Services”, National Institute for Transport and Logistics, Dublin, Ireland.
- Gross, W., Zesch, F., Gelau, T., Hayden, C., Bötel, M., Brock, M. (2013), *Costs and Benefits of Green Logistics*, 4flow Supply Chain Management Study, Berlin, Germany.
- Hickford, A.J. (2007), *Developing innovative and more sustainable approaches to reverse logistics and the collection, recycling and disposal of waste products from urban centres*, Literature Review, Transportation Research Group.
- İnce, M.E. (2013), *Yeşil Tedarik Zinciri Yaklaşımı ve Örnekleri*, Konya Ticaret Odası, Konya.
- Jaller, M., Sánchez, S., Green, J., Fandiño, M. (2015), “Quantifying the impacts of sustainable city logistics measures in the Mexico City Metropolitan Area”, The 9th International Conference on City Logistics, Tenerife, Canary Islands (Spain), June 17-19, 2015, Transportation Research Procedia, 12, pp.613-626.
- Kim, S., T., Han, C., H., (2011), “Measuring Environmental Logistics Practices”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 27(2), pp. 237-258.
- Lopes, C.P., Akabane, G., Soares, W.L., Barreto, R.M. (2010), “Toyota Motor European (TME) Sustainable Logistics: An Example to Brazil”, POMS 21st Annual Conference, May 7-10, 2010, Vancouver, Canada.

- Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. S. (1999). *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*, The University of Nevada, Reno Center for Logistics Management, Pittsburgh, PA, Reverse Logistics Executive Council.
- Seroka, O. (2014), "The development of green logistics for implementation sustainable development strategy in companies", 1st International Conference Green Cities 2014, May 19-21, 2014, Szczecin, Polska, pp.302-309.
- Tao, J. (2001), *Researches on Establishment Model of Green Logistics System*, Zhongyuan University of Technology, China.
- Wichaisri, S., Sopadang, A. (2014), *Sustainable Logistics System: A Framework and Case Study*, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
- Zhang, G., Zhao, Z. (2012), "Green Packaging Management of Logistics Enterprises", 2012 International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering, Physics Procedia 24, pp.900-905.

## Performans Yönetimi, Dış Ticaret ve Gümrük

# LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE TÜRKİYE’NİN KÜRESEL ENDEKSLERDEKİ PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRILMASI

*Mehmet KARAOĞLU<sup>1</sup>*

### ÖZET

*Günümüzde performans ölçümü başarının değerlendirilmesinde önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Özellikle lojistik sektörü için yapılan performans tanımları ve bunları ölçmek için kullanılan sistemler tüm sektörlerde ve ekonominin bütününde iyileştirme sağladığı için daha da önemlidir. Küresel ölçekteki değerlendirmeler ve hazırlanan performans endeksleri dünyanın bazı ülkelerinin/bölgelerinin ekonomik başarılarında, lojistik sektörünün ne denli önemli bir unsur olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Günümüzde bu endekslerden en önemlileri Küresel Rekabet Endeksi ve Lojistik Performans Endeksidir.*

*Bu çalışmada Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksindeki 2007-2016 yıllarına ait veriler analiz edilerek Türkiye’nin lojistik performansı incelenmiştir. Daha sonra Türkiye’nin Küresel Rekabetçilik Endeksindeki 2007-2016 yıllarındaki performansı ile karşılaştırılarak aralarındaki ilişki ortaya konulmuştur.*

*Çalışmanın sonucunda Türkiye’nin her iki endekste de performansının bazı yıllarda yükseldiği görülmüş ve genel olarak belli bir bantta seyrettiği görülmüştür. Son 2 yılda ülkemizin küresel endekslerdeki performansında ve sıralamalarda belirgin bir düşüş yaşandığı gözlenmiştir. Ülkemizin lojistik performans endeksinde kendisini en geliştirdiği kriter altyapı olmuştur. Küresel rekabet endeksinde ise en iyi performans gösterdiğimiz kriter pazar büyüklüğü ve yine altyapı olmuştur. Ayrıca küresel rekabet endeksi ve Lojistik performans endeksinde ülkemizin performansı karşılaştırıldığında ise, yıllar itibari ile performansların paralel şekilde gerçekleştiği belirlenmiş ve performansların birbiri ile ilişkili olduğu ve birbirinden etkilendiği belirlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik, Lojistik Performans Ölçümü, Küresel Rekabetçilik Endeksi

---

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu,  
Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, mehmetkaraoglu@mersin.edu.tr

## PERFORMANCE MEASUREMENT IN THE LOGISTICS SECTOR AND THE COMPARISON OF TURKEY'S PERFORMANCE IN GLOBAL INDEXES

### ABSTRACT

*Today, evaluation of performance has become one of the important factors in assessment of success. Especially, as providing improvement in all sectors and the whole economy, performance definitions made for logistics and the systems used for evaluating logistics are more important. Evaluations in global scale and prepared performance indexes reveal how an important component logistics are in the economic success of some regions and countries. At the present day, global competitiveness and logistics performance indexes are the most important ones.*

*In this study, logistic performance of Turkey is analysed according to the data belongs to World Bank Logistic Performance Index from 2007 to 2016. After that, by comparing it with the performance of Turkey's global competitiveness index the relationship between them is displayed.*

*At the result of the study, even though the performance of Turkey seems to rise in both indexes in some years, generally it appears to proceed at a certain band. In last 2 years, it is observed that there has been an obvious decline in our country's performance in global indexes. The criterion that our country developed itself most in logistic performance index has been infrastructure. However in global competition index, the criteria in those the best performance we have had are the vastness of market and infrastructure. Moreover, when our country's performance in global competition index and logistic performance index is compared, it is determined that as the years went by the performances occurred in a parallel way and that the performances are related with and affected from each other.*

**Key Words:** Logistics, Logistics Performance Measurement, Global Competitiveness Index

### GİRİŞ

Küreselleşme olgusuyla birlikte, son yıllarda ticarete yaşanan rekabet, şirketleri, ürünlerini daha hızlı ve daha önce hedef piyasaya ulaştırmak zorunda bırakmıştır. Bunun sonucunda küresel tedarik zincirleri de hızla değişerek gelişmekte, tedarik zincirlerini destekleyen lojistik sektörü için bu değişim daha da hızlı olmaktadır. Uluslararası anlamda toplumların ve ekonomilerin rekabet üstünlüğü elde edebilmesi, lojistik anlayış ve uygulamalarının tüm sektörlerde profesyonel düzeyde yaygınlaştırılmasına bağlıdır. Yoğun rekabet ortamında, pazar payının ve karın korunabilmesinin ve artırılabilmesinin en önemli unsuru, düşük maliyetle girdi temin edilerek elde edilen ürünün rekabetçi fiyatlarla ve zamanında piyasaya sunulmasını sağlayan lojistik faaliyetlerdir. Diğer bir ifade ile verilen lojistik hizmetin kalitesi, uluslararası pazarlarda rekabet edebilmenin önemli bir unsuru haline gelmekte; lojistik altyapı ve sistemlerini tüm yönleriyle etkin ve verimli olarak kullanabilen, kurumsal ve hukuki altyapısı sağlam, sürdürülebilir ekonomik kalkınma bilincine sahip işletmeler ve ülkeler uluslararası rekabette avantaj kazanmaktadır (Babacan, M., 2007). Ülke ve bölge temelinde yapılan değerlendirmeler, dünyanın bazı bölgelerinin ekonomik başarılarında lojistik sektörünün ne denli önemli bir unsur olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Öte yandan günümüzde çeşitli per-

formans kriterleri ele alınarak yapılan değerlendirmeler küresel rekabette avantaj elde etme aracı haline gelen lojistik sektörünün gelişmesi için gerekli olan yatırım ve düzenlemelere de ışık tutmaktadır.

## 1. LOJİSTİK PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

İşletmelerin ürün ve hizmet kalitesini artırıp diğer işletmeler karşısında yaşamlarını sürdürebilmeleri için işletme performansının ölçümü büyük önem arz etmektedir (Demir ve Taşkın, 2008). Performans ölçümü, genel olarak amaçlara ulaşmada uygulanan yöntemlerin etkinliğini ve verimliliğini belirleme süreci olarak düşünülebilir. Performans ölçüleri de bu ölçümde kullanılan metriklerdir. Performans değerlendirmesi bir işletmenin kendisini tanımasını, tutumunu şekillendirmesini ve alınan sonuçlara bağlı olarak rekabet gücünü arttırmasını sağlamaktadır. Günümüzde ise Dünya genelinde firmalar ve sektörler düzeyinde yapılan performans ölçümlerinin sistem haline getirilerek uygulanmasının başarıya ulaşmadaki öneminin farkına varılmış ve performans ölçümü temel bir zorunluluk olarak kabul edilmeye başlanmıştır.

Lojistik performansını ise lojistikle ilgili hedeflerin başarılması olarak düşünülebilir. Maliyet etkinliği, kârlılık, sosyal sorumluluk, zamanında teslim, verilen sözlerin tutulması, esneklik, müşteri memnuniyeti bu hedeflerden bazılarıdır. Firmaların stratejilerine ve hedeflerine göre pek çok performans ölçüsünün ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır ve yapılan araştırmalarda çok sayıda performans ölçütü ortaya konulmuştur (Baki ve Şimşek, sf 2). Bu durum giderek karmaşıklaşan tedarik zinciri sistemleri lojistik faaliyetleri kontrol ve koordine için gereken performans ölçüm faaliyetlerini daha zor hale getirmektedir. Günümüz koşullarında hızla değişen çevre şartlarına bağlı olarak artık gelenekselleşen performans ölçme yaklaşımlarının işletmelerin beklentilerini yeterince karşılayamadıkları anlaşılmaktadır. Geleneksel ölçüm yöntemlerinin eksikliği lojistik sektörde diğer sektörlerle nazaran daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Lojistik faaliyetlerin etkinliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesine ilişkin literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Nakliye, stok yönetimi, depolama, talep tahmini, üretim planlama, sipariş işleme, paketleme, malzeme elleçleme, satın alma, müşteri hizmetleri ile ilgili faaliyetlere ilişkin olarak geçmişten günümüze çeşitli performans kriterleri geliştirilmiştir.

Lojistik sektörüne yönelik geleneksel performans ölçüm sistemlerine bakıldığında, bir organizasyonun taşıma, depolama, envanter yönetimi, siparişlerin işlenmesi ve yönetim gibi lojistik/dağıtım faaliyetlerinde başarılı olması için gerekli olduğu varsayılan beş farklı ana performans kriteri kullanılmaktadır (Bowersox, D. ve diğerleri, 1989).

- Varlık Yönetimi: Kapasite kullanımı, yatırımın geri dönüşü
- Maliyet: Kg./ton basına masraf, parça bası tasıma maliyeti
- Müşteri Hizmetleri: Ortalama aktarma süresi, aktarma süresi değişkenliği

- Üretkenlik: Araç başına teslim adedi, tam/kısmi yükleme
- Lojistik Kalitesi: Tasıma esnasında oluşan hasar, dokümantasyon doğruluğu

Minahan'ın Amerika'da yaptığı çalışmada; zamanında sevkıyat (% 70), stok doğruluğu (% 62), sevkıyat hataları (% 58), müşteri şikayetleri (% 55), sevk edilen malların \$ olarak tutarı (% 52), birim sevkıyat başına kaç kg taşındığı, (% 49), geri gelen siparişler (% 45), toplam sipariş çevrim zamanı (% 43), doluluk oranı (% 41), stok bulundurmama (% 40) ve depo çevrim zamanı (% 39) gibi kriterleri lojistik profesyonellerinin önem verdiği kriterler olarak belirlemiştir (Minahan, 1997:79).

Lojistik Performans ölçümündeki geliştirilen geleneksel kriterlerin birçoğu günümüzün dinamik ve rekabetçi küresel pazarlarında işletmelerin beklentilerini yeterince karşılayamamaktadır. Tam zamanında üretim yönetimi, iç entegrasyon ve süreç yönetimi, tedarik zinciri yönetimi stratejilerinin uygulanması, global operasyonel ağların kurulması, müşteri isteklerinin önem kazanması gibi gelişmelerle günümüzde daha agresif ve yaratıcı performans ölçütlerinin kullanılması zorunluluk halini almıştır (Gülen, K. Güven., 2005). Günümüzde yöneticiler tam zamanında üretim/hizmet performansını arttırmak için performans ölçüm becerilerini geliştirme yolları üzerinde durmuşlardır. Lojistik faaliyetler hizmet sistemleri içerisinde değerlendirildiğinde müşteri hizmet düzeyi ve kalite düzeyi temel performans ölçüm kriterleri daha da önem kazanmıştır. Özellikle, zamana bağlı ölçüm tekniklerinin öneminin farkına varılmıştır (Çancı, M., Erdal, M., 2003).

## 2. KÜRESEL BİR PERFORMANS ÖLÇÜMÜ; DÜNYA BANKASI LOJİSTİK PERFORMANS İNDEKSİ (LPI)

Küresel Lojistik Performans Endeksi Dünya bankasının uluslararası ticaret birimi tarafından araştırmacıların, yatırımcıların, hissedarların, lojistik uzmanlarının ve kural koyucuların ticareti kolaylaştırıcı faaliyetlerde bulunmalarına yardımcı olmak amacıyla etkili bir ölçme sistemine ihtiyaç duyulması üzerine Finlandiya ekonomisi okulundaki Prof. Ojala Lauri'nin yürüttüğü ön araştırmaların olumlu sonuç vermesi üzerine ortaya çıkmıştır (Ojala, 2008:8). 2007 yılından itibaren iki yılda bir yayınlanmaktadır ve dünya çapında 1000 den fazla lojistik profesyonelinin katılımıyla oluşturulan bir rapor niteliği taşımaktadır.

Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi dünya ülkelerinin lojistik altyapı ve politikalarını belli kriterlere göre değerlendiren küresel bir sıralamadır. Bu sıralama gümrüklerin etkin çalışması, lojistik altyapısı ve bilgi teknolojileri ile etkileşim düzeyi, yerel lojistik sanayinin kapasitesi ve performansı, teslimat kapasitesi ve yeteneği, iç pazarda lojistik maliyetleri ve nihai varış noktasına teslimat zamanlarına göre yapılan değerlendirmeleri içerir. Lojistik performans indeksinde puanlamalar beş tam puan üzerinden gerçekleştirilmekte ve ülke puanı tüm alt kriter puanlarının ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır. Puanlamaların hesabında birebir görüşmeler ve denetimler dikkate alınmaktadır (URL 1). Yapılan araştırma ve anketler dünya çapında küçük büyük ve orta ölçekli profesyonel lojistik firmalarının oluş-

turdukları homojen bir grubun sektöre ilişkin ifadelerini kapsamaktadır. Verilerin yaklaşık % 25 büyük lojistik firmalarındandır. Verilerin % 75 i küçük ve orta ölçekli freight forwarder firmalarından alınmıştır. Araştırmada web tabanlı soru – cevap şeklinde bir anket formu kullanılmaktadır (Ojala, 2008:2-7).

### **2.1. Lojistik Performans Endeksinde Ele Alınan Kriterler**

Dünya Bankası tarafından 2007 yılında yedi, daha sonraki dönemlerde altı farklı lojistik kriter kullanılarak ülkeler bazında Lojistik Performans Endeksi (LPI) ölçüm sistemi geliştirilmiş olup bu şekilde ülkelerin lojistik açıdan gelişmişlik düzeyinin ölçülmesi gerçekleştirilmektedir. Bu performans endeksinin hesabında, iş hacminin etkisinden ziyade, lojistik altyapı ve sistemlerin etkinliği çok daha fazla önemlidir (Ojala, 2008:8). Performans ölçümünde ele alınan kriterlere baktığımızda;

- Lojistik hizmetlerin kalitesi ve rekabetçiliği (Lojistik şirketler, gümrük müşavirlikleri vb.)
- Yurt içi taşıma maliyetleri
- Mal tesliminde zamanlama ve zamanında teslimat.
- Taşımaların izlenebilirliği
- Taşımacılık ve ticaret açısından lojistik ve bilgi teknolojisi altyapısı (Limanlar, demiryolları, karayolları, bilişim teknolojileri vb)
- Gümrük mevzuatı ve diğer sınır geçişlerindeki bürokratik işlemler. Gümrük süreçlerinin verimliliği (hız, süreçlerin öngörülebilirliği ve basitliği, sınır kapılarından geçiş kolaylığı vb.)
- Rekabetçi maliyetlerle taşıma organizasyonu kolaylığı kriterlerine göre performanslar değerlendirilir.

2007 yılında LPI değerlendirmeleri 7 kriter üzerinden yapılmış ancak 2010 yılı itibarıyla “Yurt içi lojistik maliyetler kriteri” değerlendirme dışı bırakılmıştır.

### **2.2. Lojistik Performans Endeksinin Genel Değerlendirmesi ve Türkiye'nin Performansının İncelenmesi**

Dünya bankası bugüne kadar 2007, 2010, 2012, 2014 ve 2016 yıllarında olmak üzere 5 endeks yayınlamıştır. Yapılan lojistik performans değerlendirmelerinde 100' ün üzerinde ülkede 5000'in üzerinde anket çalışması yapılmakta ve anket sonuçlarına yüzlerce olumlu geri bildirim alınarak sonuçlar oluşturulmaktadır.

Ülkelere göre endeksler yıllar itibarıyla incelendiğinde gelir düzeyi yüksek ülkelerin Dünya'nın en iyi performans gösteren 10 ülkesi sıralamasında başı çektiği görülmektedir. Singapur, Almanya ve Hollanda sürekli olarak ilk sıralarda yer almaktadır. İsveç, Norveç,

Lüksemburg gibi ülkeler ise ne kadar yükleme ve boşaltma açısından yoğun trafik içermeyen ülkeler olsa da LPI endeksine göre, Dünya üzerindeki lojistik mükemmelliğe sahip ülkeler olarak değerlendirilmektedir.

Son 5 lojistik performans endeksine baktığımızda ülkemizin genel olarak inişli ve çıkışlı bir puan seyri izleyerek belirli bir puan bandında seyrettiğini söyleyebiliriz. Ülkemiz 2007 yılında; 3,15 puan ile 34. sırada başladığı lojistik performans sıralamasında 2016 yılında 3,42 puan ile 37. sıraya düşmüştür yer almıştır.

**Tablo 1.** Yıllara Göre Lojistik Performans Endeksi Sıralaması  
(2007, 2010, 2012, 2014, 2016)

Sıra	2007 Yılı LPI		2010 Yılı LPI		2012 Yılı LPI		2014 Yılı LPI		2016 Yılı LPI	
	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan
1	Singapur	4,19	Almanya	4,11	Singapur	4,13	Almanya	4,12	Almanya	4,23
2	Hollanda	4,18	Singapur	4,09	Hong Kong	4,12	Hollanda	4,05	Lüksemburg	4,22
3	Almanya	4,10	İsveç	4,08	Finlandiya	4,05	Belçika	4,04	İsveç	4,20
4	İsveç	4,08	Hollanda	4,07	Almanya	4,03	İngiltere	4,01	Hollanda	4,19
5	Avusturya	4,06	Lüksemburg	3,98	Hollanda	4,02	Singapur	4,00	Singapur	4,14
6	Japonya	4,02	İsviçre	3,97	Danimarka	4,02	İsveç	3,96	Belçika	4,11
7	İsviçre	4,02	Japonya	3,97	Belçika	3,98	Norveç	3,96	Avusturya	4,10
8	Hong Kong	4,00	İngiltere	3,95	Japonya	3,93	Lüksemburg	3,95	İngiltere	4,07
9	İngiltere	3,99	Belçika	3,94	A.B.D.	3,93	A.B.D.	3,92	Hong Kong	4,07
10	Kanada	3,92	Norveç	3,93	İngiltere	3,90	Japonya	3,91	A.B.D.	3,99
27	Malezya	3,48	Çin	3,49	<b>Türkiye</b>	3,51	B.A.E.	3,54	Kore	3,72
30	Çin	3,32	Polonya	3,44	Polonya	3,43	<b>Türkiye</b>	3,50	Çin	3,66
34	<b>Türkiye</b>	3,15	İsrail	3,34	Slovenya	3,29	Güney Afrika	3,43	Macaristan	3,43
37	Slovenya		Portekiz		Slovenya		Güney Afrika		<b>Türkiye</b>	3,42
39	Hindistan	3,07	<b>Türkiye</b>	3,22	Şili	3,17	Estonya	3,35	Portekiz	3,41

**Kaynak:** Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi, URL 1

Ülkemizin performansını daha detaylı incelemek için endekste ele alınan performans kriterlerine göre incelemek gerekmektedir. Tablo 2 incelendiğinde son raporda en düşük puanlı kriterin “Gümrük ve Sınır Kapısı Geçiş Kolaylığı” ve “Lojistik Hizmetlerin Kalitesi ve Rekabetçiliği” olduğu, en yüksek puanlı kriterin ise “Zamanında Teslimat” olduğu görülmektedir. Dünya Bankası’nın, teslimat hızının uluslararası ticaretteki etkilerini ele alarak yaptığı anket sonuçlarına göre, şirketlerin zaman kayıplarını önlemek için gün başına ilgili malın değerinin yüzde birini ödemeye hazır oldukları ortaya çıkmıştır. Yani rapora göre şirketler teslim sürelerinde bir gün daha kazanmak veya bir gün daha gecikmemek için yüzde bir fazla ödemeye razı olmaktadır (URL 1). Bu açıdan teslimat hızının ülkemizde lojistik sektörü üzerinde durulan konulardan biri olması önemlidir.



**Tablo 2:** Performans Kriterlerine Göre Türkiye'nin Lojistik Performans Endeksi (LPI) Sıralaması

Kriter	2007 Yılı LPI		2010 Yılı LPI		2012 Yılı LPI		2014 Yılı LPI		2016 Yılı LPI	
	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan
Gümrük ve Sınır Kapısı Geçiş Kolaylığı	33	3,00	46	2,82	32	3,16	34	3,23	36	3,18
Lojistik Altyapı	39	2,94	39	3,08	25	3,62	27	3,53	31	3,49
Uygun Maliyetlerle Uluslararası Taşıma Organizasyonu Kolaylığı	42	3,07	44	3,15	30	3,38	48	3,18	35	3,41
Lojistik Hizmetlerin Kalitesi ve Rekabetçiliği	30	3,29	37	3,23	26	3,52	22	3,64	36	3,31
Sevkiyatların İzlenebilirliği	34	3,27	56	3,09	29	3,54	19	3,77	43	3,39
Zamanında Teslimat	52	3,38	31	3,94	27	3,87	41	3,68	40	3,75
Yurtiçi Lojistik Maliyetler	112	2,71	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Toplam</b>	34	3,15	39	3,22	27	3,51	30	3,50	34	3,42

**Kaynak:** Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi, URL 1

Raporların hepsini ele aldığımızda ise Türkiye açısından en çok ilerlemenin “Lojistik Altyapısı” kriterinde olduğu görülmektedir. “Zamanında teslimat” kriterinde ise 2010 raporunda büyük bir artış ve son raporlarda da aksine bir düşüş gözlenmektedir. “Lojistik Hizmetlerin Kalitesi ve Rekabetçiliği” kriterinde ise 2016 yılına kadara istikrarlı ve yavaş bir yükseliş görülmüş, 2016 yılında ise sert bir düşüş yaşanmıştır.

## 1. KÜRESEL REKABET ENDEKSİ (Global Competitiveness Index - GCI)

Rekabet edebilirlik, bir ülkenin verimlilik düzeyini belirlemeye yarayan bir dizi kurum, politika ve faktör olarak tanımlanabilir (Beşel, 2016). Gerek teori, gerekse de gözleme dayalı kanıtlar, rekabetçilik için çok sayıda kritik bileşen olduğunu ortaya koymaktadır. 2005 yılından bu yana Dünya Ekonomik Forumu World Economic Forum-WEF) tarafından geliştirilen yeni Küresel Rekabetçilik Endeksi-KRE (Global Competitiveness Index) çok sayıda parametreyi dikkate alarak ülkeler arasında bir sıralama yapılmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu (ülkelerin rekabet güçlerine göre sıralandığı Küresel Rekabet Raporu'nu 1979 yılından beri yayımlanmaktadır. Bu endeks, ulusal rekabet edebilirliğin mikroekonomik ve makroekonomik temellerini ölçen kapsamlı bir araçtır. Küresel Rekabet Endeksi rekabet edebilirliği ve verimliliği belirleyen unsurları farklı ağırlıklı ortalamalar ortaya koyarak yansıtmaktadır. Çalışmanın asıl amacı, ülkelerin verimlilik düzeyini belirleyen etmenleri ortaya koyup, o ülkenin güçlü ve zayıf yanlarını ortaya çıkarmak ve politika yapıcılara yol gösterebilmektir.

Uluslararası Para Fonu, Dünya Ekonomik Forumu, Dünya Sağlık Örgütü, Dünya Banka-

sı, UNESCO, Uluslararası Çalışma Örgütü, OECD gibi uluslararası veritabanları ile “Yönetici Görüşü Anketi” adı verilen, 15 bölümden oluşan bir araştırmadır. Söz konusu araştırma her yıl 14000 ‘in üzerinde yöneticiye uygulanmaktadır (URL 3). Küresel rekabet endeksinde toplam 114 gösterge bulunmaktadır.

WEF, ülkelerin kalkınmışlık düzeylerini; üretim faktörleri odaklı ekonomiler, verimlilik odaklı ekonomiler ve yenilik odaklı ekonomiler olmak üzere üç kategoriye ayırmaktadır. Buna bağlı olarak endeks, üç alt endeks başlığı altında toplanmış 12 bileşenden oluşmaktadır.

Temel gereklilikler başlığı altındaki; kurumsal yapı temasında kamu kurumlarına ve özel firmalara ilişkin 21 gösterge; altyapı temasında ulaştırma, elektrik ve telefon altyapısına ilişkin 9 gösterge, makroekonomik durum temasında 5 gösterge, sağlık ve ilköğretim temasında 10 gösterge yer almaktadır (Üstündağ, S., 2016).

Verimlilik arttırıcılar başlığı altında; yüksek eğitim ve öğretim temasında eğitimin nitel durumu, kalitesi ve iş başında eğitime ilişkin 8 gösterge, mal piyasasının etkinliği temasında rekabete ilişkin 16 gösterge, işgücü piyasasının etkinliği temasında esneklik ve yeteneklerin etkin kullanımına ilişkin 10 gösterge, finans piyasasının gelişmişliği temasında etkinlik, dürüstlük ve güvenilirliğe ilişkin 8 gösterge, teknolojik hazır bulunuşluluk temasında teknolojiye hazır olma ve internet kullanımına ilişkin 7 gösterge, piyasa büyüklüğü temasında yurtiçi ve yabancı piyasa büyüklüğüne ilişkin 4 gösterge bulunmaktadır.

Yenilik ve gelişme faktörleri başlığı altında; iş gelişmişliği temasında 9 gösterge ve AR-GE yenilik temasında 7 gösterge izlenmektedir.

### 3.1. Ülkemizin Küresel Rekabet Endeksindeki Performansının Değerlendirilmesi

Türkiye, Dünya Ekonomik Forumu’nun 2005-2006 raporunda 71. sırada iken 2007-2008 Küresel Rekabet Endeksi sıralamasında 53. sıraya kadar yükselmiştir. Türkiye’nin toplamda 18 basamak yükselerek bu noktaya gelmesi önemli bir başarı olarak görülmektedir. Bu performansın elde edilmesinde 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin ardından uygulamaya geçen Güçlü Ekonomiye Geçiş Programının ve getirdiği reformların etkili olduğu düşünülmektedir. Buna karşın 2008–2009 raporunda söz konusu iyileşme yerini büyük bir düşüşe bırakmış ve Türkiye 10 sıra birden düşerek 63. olabilmıştır 2009–2010’da ise, performans açısından dengeli bir yapı arz edilerek iki sıra üste çıkmış ve 61. sıraya ulaşılmıştır. 2010-2011 yılına geldiğimizde incelenen ülke sayısında bir yükseliş olduğu (daha önce 133 ülke incelebilenirken 2010’da bu sayı 139’a çıkmıştır) ve Türkiye’nin 61. Sıradaki yerini koruduğunu görüyoruz. Ancak Türkiye “Verimlilikten İnovasyona Geçiş Ülkeleri” grubundan, “Verimlilik Ülkeleri” grubuna düşmüştür. Bunun nedeni ise OECD’nin (OECD, 2010) raporunda da belirttiği üzere Türkiye’nin GSMH’sinde %14’lük çok derin bir düşüş yaşamış olmasıdır.

2011-2012 döneminde Türkiye, GSMH’sindeki yeniden yükselişe bağlı olarak, “Verimlilikten İnovasyona Geçiş Ülkeleri” arasına geri dönmüştür. Ayrıca ülke sayısı 142’ye yükselirken Türkiye, 61. sıradan 59. sıraya yükselmiştir.

2012-2013 Küresel Rekabet Endeksi sıralamasında rekabet performansı açısından önemli bir gelişme sağlayarak 16 basamak yükselen Türkiye, 2013-2014 raporunda 44. sırada yer almıştır. Bunun yanı sıra bu dönemde Türkiye sadece iki adet bileşen açısından ortalamanın altında kalmıştır. Bu bileşenler; “Emek Piyasalarının Etkinliği”, ve “İnovasyon”dur. Ancak bu bileşenlerde ortalamanın altında olmasına karşın, 2011-2012 verilerine göre hem puanını hem de konumunu yükseltebilmiştir.

2013-2014 döneminde ise rekabet gücü sıralamasında Türkiye bu sefer 148 ekonomi içerisinde 1 basamak gerileyerek 44.sırada yer almıştır. 2013-2014 yılı raporunda ise Türkiye'nin, 148 ülke arasında 44. sıraya yerleştiği, BRICS ülkeleri arasında bu yıl bir basamak geri gitmesine rağmen Çin'in arkasında yer aldığı görülmektedir.

Türkiye'nin rekabet endeksinde 2014-2015 yılı raporunda rekabet edebilirlik puanı 7 üzerinden 4,5 puanla 144 ülke arasında bir basamak geri giderek 45. sıraya yerleştiği görülmektedir. 2014-2015 yılı raporunda ülkelerin kalkınmışlık aşamalarına göre yapılan grupta Türkiye, “Verimlilikten, İnovasyon Odağına Geçiş Ülkeleri” arasındaki konumunu koruduğu görülmektedir. Ülkemiz 2015-2016 ve 2016-2017 yıllarında ise sırasıyla 4,37 puan ile 51, 4,40 puan ile 55. sıraya kadar gerilemiştir.

**Tablo:** Küresel Rekabet Endeksinde Türkiye'nin 2007-2016 Yılı Performansı

	2007-2008		2010-2011		2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017	
Ülke	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan
Türkiye	53	4,25	61	4,25	59	4,30	43	4,45	44	4,45	45	4,46	51	4,37	55	4,40

**Kaynak:** Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Endeksi, URL 3

Tablo 4. Küresel Rekabet Endeksi İlk 10 Ülke Sıralaması (2007-2017)

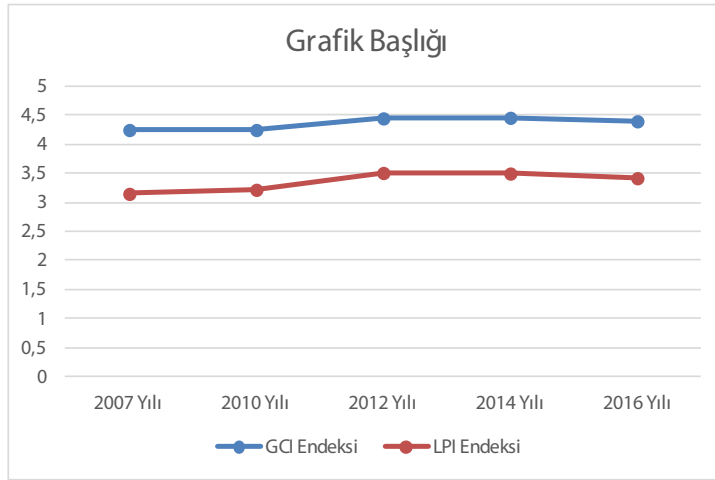
Sıra	2007-2008		2010-2011		2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017	
	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan	Ülke	Puan
1	ABD	5,74	İsviçre	5,72	İsviçre	5,74	İsviçre	5,72	İsviçre	5,67	İsviçre	5,70	İsviçre	5,76	İsviçre	5,8
2	İsviçre	5,63	İsveç	5,67	Singapur	5,63	Singapur	5,67	Singapur	5,61	Singapur	5,65	Singapur	5,68	Singapur	5,7
3	Danimarka	5,61	Singapur	5,55	İsveç	5,61	Finlandiya	5,55	Finlandiya	5,54	ABD	5,54	ABD	5,61	ABD	5,7
4	İsveç	5,47	ABD	5,53	Finlandiya	5,47	İsveç	5,53	Almanya	5,51	Finlandiya	5,50	Almanya	5,53	Hollanda	5,6
5	Almanya	5,43	Almanya	5,50	ABD	5,43	Hollanda	5,50	ABD	5,48	Almanya	5,49	Hollanda	5,50	Almanya	5,6
6	Finlandiya	5,41	Japonya	5,48	Almanya	5,41	Almanya	5,48	İsveç	5,48	Japonya	5,47	Japonya	5,47	İsveç	5,5
7	Singapur	5,41	Finlandiya	5,47	Hollanda	5,41	ABD	5,47	Hong Kong	5,47	Hong Kong	5,46	Hong Kong	5,46	İngiltere	5,5
8	Japonya	5,40	Hollanda	5,45	Danimarka	5,40	İngiltere	5,45	Hollanda	5,42	Hollanda	5,45	Finlandiya	5,45	Japonya	5,5
9	İngiltere	5,40	Danimarka	5,41	Japonya	5,40	Hong Kong	5,41	Japonya	5,40	İngiltere	5,41	İsveç	5,43	Hong Kong	5,5
10	Hollanda	5,39	Kanada	5,40	İngiltere	5,39	Japonya	5,40	İngiltere	5,37	İsveç	5,41	İngiltere	5,43	Finlandiya	5,4
	<b>Türkiye</b>	<b>4,25</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,25</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,3</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,45</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,45</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,46</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,37</b>	<b>Türkiye</b>	<b>4,4</b>
	<b>53.sıra</b>	<b>61.sıra</b>	<b>59. sıra</b>	<b>43.sıra</b>	<b>44.sıra</b>	<b>43.sıra</b>	<b>44.sıra</b>	<b>45.sıra</b>	<b>45.sıra</b>	<b>45.sıra</b>	<b>46.sıra</b>	<b>51.sıra</b>	<b>55.sıra</b>			

Kaynak: Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Endeksi, URL 3

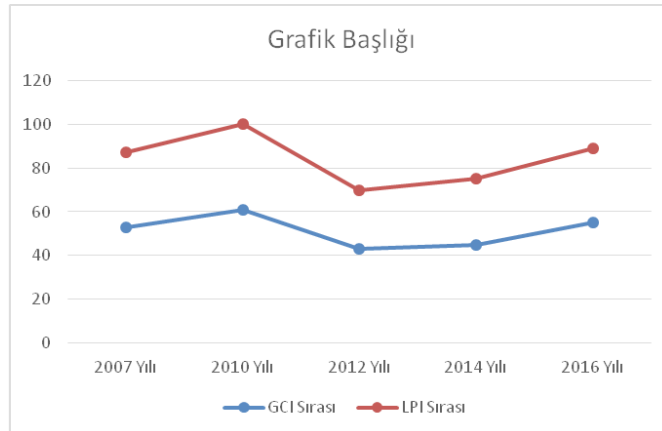
## 2. TÜRKİYE’NİN LOJİSTİK PERFORMANS ENDEKSİ VE KÜRESEL REKABET ENDEKSİ PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ülkemizin Küresel Rekabet Endeksi ve Lojistik Performans Endeksindeki performansını 2007 yılından itibaren günümüze kadar olan periyotta aynı grafik içerisinde ele aldığımızda karşımıza Grafik 1 ve Grafik 2 deki gibi bir tablo ortaya çıkmaktadır. Grafik 1, ülkemizin endekslerde aldığı puan cinsinden oluşturulmuştur, grafik 2 ise ülkemizin endekslerdeki sırası dikkate alınarak oluşturulmuştur.

**Grafik 1:** Türkiye’nin Küresel Rekabet Endeksi (GCI) ve Lojistik Performans Endeksindeki (LPI) Performanslarının Karşılaştırılması (Puan cinsinden)



**Grafik 2:** Türkiye’nin Küresel Rekabet Endeksi (GCI) ve Lojistik Performans Endeksindeki (LPI) Performanslarının Karşılaştırılması (Sıra Cinsinden)



Grafikler incelendiğinde ülkemizin küresel rekabet endeksi ve lojistik performans endeksindeki performansının 2007 den günümüze kadar birbiriyle paralel seyrettiği ve birbirinden etkilendiği görülmektedir. Ülkemizin küresel rekabet performansı düştüğünde lojistik performansı da düşmekte, küresel rekabet performansı yükseldiğinde lojistik performansı da yükselmektedir. Her iki endekste performanslar arasındaki ilişki net bir şekilde gözlemlenmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikro ve makro düzeyde rekabetin hızla artmasıyla birlikte küresel bazda yapılan Lojistik performans değerlendirmeleri, rekabetçilik endeksleri ve yapılan karşılaştırmalar ile ülkelerin kendilerini ölçmeleri, değerlendirmeleri, geleceğe dönük politikalar belirlemesine, ticaretin gelişmesine, yeni ulaşım altyapılarına yatırım yapılması ve global tedarik zincirlerinin kurulmasına katkıda bulunmaktadır.

Türkiye bugüne kadar lojistik performans endeksinde en düşük 3,15 en yüksek ise 3,51 puan almış ve bu puan aralığında inişli çıkışlı bir performans göstermektedir. 2012 ve 2014 yıllarında performansı 3,50’li seviyelere yükselse de 2016 yılında 3,42 puanla tekrar bir düşüş yaşanmıştır. Türkiye’nin lojistik performans endeksinde “Gümrük ve Sınır Kapısı Geçiş Kolaylığı” ve “Lojistik Hizmetlerin Kalitesi ve Rekabetçiliği” kriterlerinde performansının düşük olduğu görülmektedir. “Lojistik Hizmetlerin Kalitesi ve Rekabetçiliği” kriterinde 2016 yılına kadara istikrarlı ve yavaş bir yükseliş görülmüş, 2016 yılında ise sert bir düşüş yaşanmıştır. Ülkemizin lojistik performans endeksinde kendisini en çok geliştirdiği kriterler “altyapı” ve “Zamanında Teslimat” olmuştur.

Puanımızın en düşük olduğu “Gümrük ve Sınır Kapısı Geçiş Kolaylığı” kriteri ile ilgili lojistik performans endeksinde liman ve havalimanı tedarik zincirlerindeki teslim sürelerinin; düşük performans gösteren ülkelere göre yüksek performans gösteren ülkelere göre 3,5 kat fazla olduğu görülmektedir. Uluslararası araştırmalara baktığımızda; temel gümrük işlemleri, tüm ülke gruplarında birbirine oldukça yakındır. Dolayısıyla LPI’deki gümrükte geçen süredeki büyük fark eşyaların fiziki kontrole tabi tutulduklarında ciddi şekilde artmaktadır. Fiziksel kontroller, hatta farklı kurumlar tarafından aynı sevkiyatın defalarca kontrolü gibi durumlar ülkeler arasındaki farklılığı oluşturmaktadır. Bu çerçevede lojistik firmalarının iş akışının hızının yavaşlamasında etkili olan Gümrük İşlemlerinde sırasında yaşanan sorunları değerlendirmek gerekmektedir. Ülkemizde gümrük ve sınır kapısı geçiş kolaylığı ile ilgili çalışmalara baktığımızda; Gümrük ve Ticaret Bakanlığı 2023’e giden yolda dış ticaret erbabının gümrüklerdeki işlemlerini kolaylaştıracak, işlem sürelerini kısaltacak ve dolayısıyla maliyetleri düşürecek büyük değişiklikler yapmaya başlamıştır. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı “Yetkilendirilmiş Yükümlü Uygulaması” ve ticareti kolaylaştıracak yeni projelerle Türkiye’nin, ticaretin en kolay ve güvenli yapıldığı ülke olmasını sağlamayı hedeflemektedir (URL 4).

Ülkemizde sektör bazında önemli hedeflerin belirlendiği 2023 yılı için 500 milyar do-

larlık ihracat rakamına ve 1.2 milyar dolarlık dış ticaret hacmine ulaşılması amaçlanmakta ayrıca dünya ekonomileri arasında ilk 10'da yer alınması hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşılmasında bütün sektörlerin çözüm ortağı durumunda olan taşımacılık ve lojistik sektörünün hayati bir fonksiyon üstlenmesi, sektörün 2023 yılında 50 milyar dolarlık satış hasılatına ulaşması ve yaklaşık olarak 1.5 milyon kişiye istihdam sağlanması planlanmaktadır. Ayrıca ülkemizin 2023 hedefleri doğrultusunda hazırlanan ve 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planı lojistik ve ulaştırma sektörü için önemli tespit ve hedefler içermektedir (URL 2). 10'uncu Kalkınma Planında tarihte ilk defa lojistik ana tema olarak belirlenmiştir. Kalkınma Bakanlığı, Lojistik Performans endeksini kalkınma göstergesi olarak almıştır ve lojistik performans endeksinde 10. kalkınma planı döneminin sonu olan 2018 yılında ilk 15'e girilmesi hedeflenmektedir. Ülkemizin bu hedeflerine ulaşabilmesi için coğrafi avantajlarını ekonomik gelişmeye ve ticaret hacmine yeterince yansıtılması için maliyetleri optimize edecek kombine taşımacılık uygulamalarının geliştirilerek demiryolu ve denizyolu payının artırılması, lojistikte kalitenin ve güvenliğin yükseltilmesi ve lojistik sektörüne özgü teşviklerin arttırılması sağlanmalıdır. Ayrıca tüm paydaşların, bakanlıkların, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katkı sağlayacağı "Türkiye Lojistik Master Planı"nın biran önce ortaya çıkarılması ve devreye alınması gerekmektedir.

Türkiye'nin küresel rekabet endeksindeki performansına bakıldığında 2007-2017 yılları arasındaki sürede 4,25 – 4,46 puan aralığında dengeli bir performansı olduğu görülmektedir. Raporlarda genel olarak Türkiye'nin durumunun Avrupa ekonomilerine göre durumun yine de iyi olduğu belirtilirken pazar büyüklüğünün altı çizilmektedir. Bunun yanı sıra, Türkiye'nin liman ve elektrik arzının iyileşme ihtiyacında olmasına rağmen altyapısının gelişmişliğinden yararlandığı ifade edilmektedir (Ulengin ve diğerleri, 2014). Son 2 yılda ise ülkemizin küresel endekslerdeki performansında ve sıralamalarda belirgin bir düşüş yaşandığı gözlenmiştir. 2015 yılında 4,37 puan ile 51, 2016 yılında ise 4,40 puan ile 55. sıraya kadar gerilemiştir. Son iki yıldaki en ağır düşüş İnovasyon, Kurumsal Yapılanma, Mali Piyasaların Gelişmişliği, Sağlık ve Mal Piyasalarının Etkinliği endekslerinde gerçekleşmiştir. Geçen yıllara göre en belirgin yükseliş ise Makroekonomik Ortam endeksinde gerçekleşmiştir. Küresel rekabet endeksinde ise en iyi performans gösterdiğimiz kriter pazar büyüklüğü ve yine altyapı olmuştur.

Ülkemizin Küresel rekabet endeksi ve Lojistik performans endeksindeki performansı karşılaştırıldığında ise, yıllar itibari ile performansların paralel şekilde gerçekleştiği ve performansların birbirini etkilediği belirlenmiştir. Bu noktadan hareketle bir ülkenin gelişmişlik seviyesini gösteren kriterlerdeki performansı, göreceli olarak o ülkenin farklı sektörlerdeki performansına olumlu veya olumsuz şekilde yansıtılabildiği sonucu çıkarılmaktadır. Bu yüzden küresel performans değerlendirmelerinin tümü dikkate alınmalıdır.

Türkiye coğrafi konumu dolayısıyla Doğu-Batı arasında 600 milyar dolarlık mal hareketinin geçiş noktasında yer almaktadır. Gerek jeopolitik konumu gerekse büyük bir iç ve dış pazara sahip oluşu nedeniyle ülkemiz büyük bir avantaja sahiptir. Birleşmiş Milletler Kalkın-

ma Programı raporlarına göre, 2003 yılında dünya üretiminin yaklaşık % 50'si Avrasya'dan kaynaklanırken, bu rakamın 2050 yılında % 60'ın üzerinde olması beklenmektedir (BM Raporu, 2005). Her ne kadar Güney Doğu Asya ve özellikle Çin yüksek büyüme rakamlarını yakalamış olsa da enerji harici ticaretlerinin, özel sektörlerinin, uluslararası ticari ilişkilerinin gelişmemesi ve fiziki-idari lojistik altyapılarının yetersiz kalması nedeniyle denize çıkışı olmayan bu ülkeler tam anlamıyla küresel ekonomiye entegre olamamaktadırlar (Nuhoğlu, 2007). Bu sebepten ülkemiz dünyanın en önemli pazarı olan Avrupa ile küresel ekonomiye henüz entegre olmaya başlayan Orta Asya arasındaki kilit konumu ile bir dizi fırsatın eşliğindedir. Çeşitli ulusal ve küresel projelerle bu fırsatlar realize edilmeye çalışılmaktadır. Ancak burada unutulmaması gereken bir nokta var ki, küresel ticaret ve tedarik zinciri üzerindeki ülkelerin altyapı gelişmişlik seviyeleri, mevcut ulaştırma yapılarının fiziki ve idari durumu, sınır geçişlerinin etkinliği, ticareti kısıtlayıcı yasal çerçeveler küresel ekonomiye entegre olmalarını etkileyen bir faktördür (Tepav, 2008). Çok fazla firmamızın, limanımızın ve diğer tesislerimizin olması altyapı performansı açısından önemli olmakla birlikte başarı için yeterli olmamaktadır. Lojistik altyapımızın yeterli duruma getirilmesi ile birlikte, lojistik alt yapı ve tüm tesislerin etkili bir biçimde planlanması ve yönetilmesi, mevzuat ve bakanlıklar arasında eşgüdüm sağlanması, kombine taşımacılığın geliştirilmesi, sınır ve gümrüklerde bekleme sürelerinin azaltılması konusunda etkili çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Babacan, M., "Lojistik Sektörünün Ülkemizdeki Gelişimi ve Rekabet Vizyonu", 2007. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1/>
2. Baki, Birdoğan ve Şimşek, Barış; "Lojistik Faaliyetlere Göre Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi", KTÜ İşletme Bölümü, Trabzon.
3. Beşel, F., 2016, "Uluslararası Endeksler Işığında Türkiye", Pesa Analizi.
4. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, Central Asia Human Development Report, "Bringing Down Barriers: Regional Cooperation For Human Development And Human Security", 2005.
5. Bowersox, D., Daugherty, P., Droge, C., Rogers, D., Wradlow, D., 1989, "Leading Edge Logistics Competitive Positioning for the 1990's", Council of Logistics Management, Oakbrook, IL.
6. Çancı, M., Erdal, M., 2003, "Lojistik Yönetimi, Utikad", Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği Yayını, İstanbul.
7. Demir, A. Serhat Ve Taşkın, Harun; "İşletme Performansı Ölçme Modellerinin Karşılaştırılması: Kuantum Performansı, Maddi Olmayan Varlıkların İzlenmesi, Performans Prizması ve Skandia Kılavuzu Modelleri, Journal of Yaşar University, 2008, 3(11), 695-709
8. Gülen, K. Güven; "Lojistik Firmalarında Kalite Çalışmalarının Kurumsal Performansa Etkileri" V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005



9. Minahan T., “Are buyers gumming up the supply chain?”, *Purchasing*, 122(1), pp.79-80, 1997.
10. Nuhoğlu, Çetin; “Lojistik Rekabet, Teknoloji ve İnovasyon”, *Ekonomik Forum*, Aralık 2007
11. Ojala, Lauri; “On LPI Methodology”, April 23, Finland, 2008
12. *Tepav Bülten*, Haziran 2008, Sayı 5, sf: 6-1
13. Ulengin, F., Önsel, Ş., Tamer, E., “Küresel Endekslerde Türkiye’nin Rekabet Gücüne İlişkin Bir Değerlendirme” TÜSİAD-Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu (REF) ve Sektörel Dernekler Federasyonu (SEDEFED) Raporu, Ocak 2014.
14. The World Bank, “Logistics Performans İndex 2007,2010,2012,2014”
15. URL 1. <http://lpi.worldbank.org/>
16. URL 2. <http://www.kalkinma.gov.tr>
17. URL 3. <https://www.weforum.org>
18. URL 4. <https://www.ubak.gov.tr>, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı 2014-2018 Stratejik Planı



# LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI FİRMALAR İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODEL ÖNERİMİ

Gülçin BÜYÜKÖZKAN<sup>1</sup>, Yağmur KARABULUT<sup>2</sup>

## ÖZET

*Sürdürülebilirlik, günümüzde kamu ve özel sektör firmaları için büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilirlik; rekabette öne geçme, faaliyetlerini içinde bulunduğu topluma ve dünyaya uyumlu olarak sürdürme, gelecek nesillerin kalkınma imkânlarını elinden almadan ekonomik, sosyal ve çevresel şartları ve dinamikleri bir bütün olarak gözeterek strateji oluşturma imkanı tanır. Sürdürülebilirlik Performans Değerlendirmesi (SPD), gerçekleştirilen faaliyetlerden kaynaklanan farklı etkilerin ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan belirli sürdürülebilirlik kriterleri temelinde değerlendirilmesidir. SPD için yazında kavramsal ve analitik yaklaşımlar, yapılar, metodolojiler ve modeller olsa da performansın hangi kıstaslara göre, ne ölçüde gerçekleştiği konusunda geniş kabul görmüş, ihtiyaçları karşılayan jenerik bir model mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, lojistik firmaların sürdürülebilirlik faaliyetlerinin etkinliğini artırmak için işletmelere destek olacak sistematik ve bütünlük bir SPD modeli oluşturmaktır. Bu doğrultuda, lojistik firmalar için iki seviyeli SPD modeli önerilmiş; önerilen modele AHP ve VIKOR teknikleri entegre edilerek Türkiye’de faaliyet gösteren üç lojistik firmasının SPD ölçümü yapılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** AHP, Lojistik, Sürdürülebilirlik performans değerlendirilmesi, Sürdürülebilirlik performansı, VIKOR.

## SUSTAINABILITY PERFORMANCE EVALUATION MODEL PROPOSITION FOR LOGISTICS SERVICE PROVIDERS

## ABSTRACT

*Sustainability is a priority in today’s world for the public and private actors. It presents different opportunities such as gaining competitive advantage, operating in compliance with the society and the world and creating strategies by considering the dynamics of economic, social and environmental conditions holistically without disabling future generations’ development capabilities. Sustainability Performance Evaluation (SPE) is about evaluating different impacts with economic, social and environmental perspectives*

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Galatasaray Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, [gulcin.buyukozkan@gmail.com](mailto:gulcin.buyukozkan@gmail.com)

<sup>2</sup> Galatasaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, [yagmur.karabulut@gmail.com](mailto:yagmur.karabulut@gmail.com)

*according to sustainability criteria. In literature, there are numerous conceptual and analytical approaches, frameworks, methodologies and models. There exists no one generic and widely-accepted model that meets diverse SPE needs. This paper aims to propose a systematic and integrated SPE model to support logistics firms to enhance their activities' sustainability and effectiveness. In this direction, a two-level SPD model was proposed. The proposed model has integrated AHP and VIKOR techniques. The sustainability performance evaluation has been carried out for three Turkish logistics firms and the obtained results were interpreted.*

**Keywords:** AHP, Logistics, Sustainability performance evaluation, sustainability performance, VIKOR.

## 1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma, insan yaşamının gereksinimleri ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği arasında bir denge kurularak; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla bugünden geleceğe uyumlu bir programlama yapılmasını amaçlayan bütünsel bir yaklaşımdır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de giderek önem kazanan sürdürülebilirlik yaklaşımı, hızlı ve planlı bir kalkınmayı hedefleyen, ancak geçmişte ulusal kaynaklarını yeterince verimli kullanamayan Türkiye için önemli fırsatları beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilirlik; rekabette öne geçme, faaliyetlerini içinde bulunduğu topluma ve dünyaya uyumlu olarak sürdürme, gelecek nesillerin kalkınma imkanlarını elinden almadan ekonomik, sosyal ve çevresel şartları ve dinamikleri bir bütün olarak gözeterek strateji oluşturma imkanı tanır. Bu nedenlerle firmaların belirli göstergeler temelinde sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmeleri büyük önem taşımaktadır (Maas vd. 2016).

Sürdürülebilirlik Performans Değerlendirmesi (SPD), gerçekleştirilen faaliyetlerden kaynaklanan etkilerin ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan belirli performans kriterleri temelinde değerlendirilmesidir. SPD için literatürde kavramsal ve analitik çeşitli yaklaşımlar, yapılar, metodolojiler ve modeller olsa da performansın hangi kıstaslara göre, ne ölçüde gerçekleştiği konusunda literatür ve iş dünyasında geniş kabul görmüş, ihtiyaçları karşılayan bir model mevcut değildir. Oysa ki sürdürülebilirlik konusunun daha etkin yönetilebilmesi için sürdürülebilirlik performansının sağlıklı ve mümkün olduğunca nesnel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Schaltegger ve Wagner, 2006). Literatürde sürdürülebilirlik boyutları sayısal verilerle sınırlı kalmayıp çoğunlukla subjektif değerlendirmelere açık, objektiflik ve saydımlıktan uzak olmaktadır.

Bildirinin temel amacı, tespit edilen bu ihtiyaca yönelik olarak Türkiye lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların sürdürülebilirlik faaliyetlerinin etkinliğini ve başarısını artırmak için bu işletmelere yol gösterecek ve destek olacak sistematik ve bütünlük bir SPD modeli önermektir. Literatür incelendiğinde lojistik sektörü için SPD konusunda birçok bilimsel çalışma, özellikle son on yıl içerisinde yayınlanmış olsa da kavramsal model önerileri nadiren analitik aşamaya geçmekte, sürdürülebilirliğin sadece çevre boyutuna odaklanılmakta, SPD'nin temelini oluşturan kriterlerin ve önem derecelerinin belirlenme süreci yete-

rince objektif olmamakta, performans kriterlerinin hedeflenen sürdürülebilirlik performans seviyesine etki dereceleri göz ardı edilebilmektedir. Sürdürülebilirlik performansını ölçen ve izleyen lojistik firmaları, yalnızca çevresel değil aynı zamanda toplumsal ve ekonomik etkilerini de daha iyi anlayabilecek ve bu doğrultuda gerekli önlem ve aksiyonları alabilecektir. Bu açıdan önerilen SPD, lojistik firmalarına genel performanslarını iyileştirme ve rekabette öne geçme imkanları tanımaktadır.

Önerilen SPD, 2 seviyeli ve sürdürülebilirliğin her üç boyutunu da dengeli bir yaklaşımla içeren yeni bir modele dayanmaktadır. Lojistik firmalarının sürdürülebilirlik performansı kavramını daha iyi değerlendirebilmek için niteliksel ve niceliksel tüm faktörleri ele almak gerekir. Bu yüzden bu performansın ölçümü, bir Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) problemi olarak ele alınabilir. Bu çalışmada lojistik firma performanslarının ölçümü problemi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) (Saaty 1980) yöntemi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının bulunması için ve VIKOR (Opricovic, 1998) metodolojisi, belirlenen lojistik firma performanslarına göre sıralanabilmesi için önerilmektedir.

Bildiri beş bölümden oluşmaktadır. Bildirinin ikinci bölümünde SPD ve ÇÖKV ile ilgili temel bir yazın taraması yapılmış, üçüncü bölümde ise, önerilen model ve uygulanan metodoloji tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde önerilen modelin geçerliliğinin test edilmesi için Türkiye lojistik sektörünün önde gelen 3 firması için SPD uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bildirinin son bölümünde gerçekleştirilen çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

## **2. YAZIN ARAŞTIRMASI**

### **2.1. SPD için Önerilen Kavramsal Modeller**

Firmalarda SPD için araçların geliştirilmesinin tarihi 1990'lı yılların sonuna uzanır. Yayınlar, 2000'li yılların ortalarına gelindiğinde sürdürülebilirlik göstergeleri temelinde oluşturulan kompozit endekslere doğru bir trend göstermiştir. Bu tip tek bir rakamdan oluşan kompozit göstergeler, bazı önemli bilgileri oluşturulma aşamasında kaybetse de, anlaşılma kolaylığı, iletişimdeki başarısı, politika yapıcılar ve yatırımcılar için yön çizme gibi avantajlara da sahiptir ve karar verme süreçlerine yön verebilir. Günümüzde bu tip endeksler borsalara kote firmaların, ülkelerin, coğrafi bölgelerin ve benzeri yapıların SPD'nde yaygın olarak kullanılmaktadır.

SPD için doğru ölçüt ve göstergelerin tanımlanması, ilgili sayısal ve sözel olarak tanımlanan kriterlerin en doğru şekilde değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bebbington vd. (2007), mevcut ekonomik aktivitelerin hangi açılardan ve ne kadar sürdürülebilir olmadığını bireylere, kurumlara ve toplumlara anlatacak araçlara ve ölçütlere olan ihtiyacı vurgulamıştır. Bu göstergelerin endekse dönüştürülmesinde ağırlıklandırma, normalizasyon ve agregasyon gibi tekniklerin kullanılmasının değerlendirme sonuçlarını yönlendirebileceği dikkate alınmalıdır.

Kavramsal model önerimlerinde bulunan makaleler, sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde gerekli bakış açısının oluşturulmasında ve sürdürülebilirlik kriterlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Mevcut SPD metodolojilerini tartışan makalelere bakıldığında; sayısal göstergeler kullanan standart bir metodolojinin gerekliliğini savunan Proto vd. (2007), sürdürülebilirliği ölçmek için mükemmel bir ölçütün olmadığını belirten Wilson vd. (2007), sürdürülebilirlik yönetim sistemlerine dair ihtiyacı vurgulayan Esquer-Peralta vd. (2008) ile Dow Jones sürdürülebilirlik endeksinin metodolojisini sorgulayan Ziegler ve Schröder (2010) sayılabilir. Kavramsal SPD modeli geliştiren makalelere örnek olarak, sürdürülebilirlik temelli bir kuşaklar arası eşitlik endeksi oluşturan Pan ve Kao (2009), toplu ulaşım firmalarına bir SPD çerçevesi öneren Zietsman (2011), tek bir kompozit endekse dayalı sektörel entegre bir SPD metodolojisi hazırlayan Tokos vd. (2012) sayılabilir. Lourenço vd. (2012), önceki yıllarda başka araştırmacıların da ilgilendiği bir konuyu, sürdürülebilirlik performansı ile firmaların finansal performansları arasındaki ilişkiyi araştırmış ve yatırımcıların yüksek karlı ancak düşük sürdürülebilirlik performanslı firmaları daha düşük değerleyerek cezalandırdığını göstermiştir. Searcy (2016), tedarik zincirlerinin sürdürülebilirlik açısından önemini vurgulamış ve firmaların sosyal ve çevresel etkilerini değerlendirirken sınırları çizmekte sıkıntılar yaşadığını belirtmiştir.

## 2.2. Lojistikte Sürdürülebilirlik ve ÇÖKV Uygulamaları

ÇÖKV, SPD amacıyla farklı şekillerde kullanılabilir. Krajnc ve Glavič (2005), firmaların çevresel, sosyal ve ekonomik performansı ile ilgili entegre bilgileri takip ederek bunlardan AHP yardımıyla kompozit bir sürdürülebilir kalkınma endeksi modeli oluşturmuştur. Ugwu ve Haupt (2007) kompozit bir sürdürülebilirlik endeksi önermiş ve AHP ile Güney Afrika'daki altyapı projelerini değerlendirmiştir. Erol vd. (2009) perakende sektöründe, tedarik zincirinin sürdürülebilirlik performansına olan etkisini araştırmış ve sektörel performansı ölçmek için AHP ve WAM (Weighted Additive Model) kullanarak çeşitli sürdürülebilirlik göstergeleri önermiştir. Erol vd. (2011), çalışmalarında bulanık entropi ve bulanık çok amaçlı fayda tekniği kullanarak sürdürülebilir tedarik zinciri performanslarını değerlendirmiş ve kompozit sürdürülebilirlik endekslerinin karar vericilerin tüm ihtiyaçlarını karşılamayabileceğinin altını çizmiştir.

Lojistik sektöründe SPD konusuna yönelik olarak ise Tajik vd. (2014) bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleriyle tersine lojistik hizmet sağlayıcı firmaları sürdürülebilirlik açısından değerlendirmiştir. Awasthia ve Chauhan (2012) kent içi lojistik hizmetlerinde sürdürülebilirliği yine AHP ve bulanık TOPSIS ile incelemiştir. Kayıkçı (2010) bulanık AHP ve yapay sinir ağları yöntemleriyle lojistik konusuna yine sürdürülebilirlik açısından farklı bir bakış getirmiştir. Büyüközkan ve Çifçi (2012), bulanık temelli DEMATEL, ANP ve TOPSIS tekniklerini kullanarak yeşil tedarikçileri değerlendirmiştir. Tadić vd. (2014) ise bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık VIKOR ile kent içi lojistik hizmetleri için optimal lokasyonu tespit etmiştir.

Yazın taraması göstermektedir ki, lojistik firmaların sürdürülebilirlik performansına yönelik geliştirilmiş iki seviyeli ve sürdürülebilirliğin 3 boyutunu da dengeli ele alan; AHP, VIKOR ve grup karar verme yöntemlerini kullanan bir yapı yazında yer almamaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen SPD modeli ve uygulanan metodoloji üçüncü bölümde anlatılmaktadır.

### 3. ÖNERİLEN MODEL ve METODOLOJİ

Bu çalışmada önerilen SPD yaklaşımı üç temel adımdan oluşmaktadır:

- **Adım 1.** Lojistik firmaların sürdürülebilirlik açısından performanslarının değerlendirilmesini sağlayacak bir modelin önerilmesi.
- **Adım 2.** Önerilen SPD modelindeki değerlendirme kriterlerinin önem derecelerinin AHP yöntemi ile belirlenmesi.
- **Adım 3.** Türk lojistik sektöründe faaliyet gösteren hizmet sağlayıcı firmaların sürdürülebilirlik performanslarının önerilen SPD modeli temel alınarak VIKOR yöntemi ile ölçülmesi.

Bu bölümün alt bölümlerinde bu adımlarda gerçekleştirilen çalışmalar açıklanmaktadır.

#### 3.1. Lojistik Sektörü için SPD Modeli Önerimi

Çalışmanın birinci adımında, lojistik firmaların sürdürülebilirlik açısından performanslarının değerlendirilmesini sağlayacak bir model önerilmektedir. Büyüközkan ve Karabulut (2017) tarafından enerji projeleri için geliştirilmiş olan kapsamlı SPD modeli, yapılan detaylı yazın araştırması ve endüstriyel uzmanlarla görüşmeler sonucunda lojistik firmaları için 2 seviyeli olacak şekilde uyarlanmıştır. Bu modelin üç temel boyutu çevresel, sosyal ve ekonomik kriterler olup, bu ana kriterlerin altında her birinde dörder olmak üzere toplam oniki alt kriter tanımlanmıştır.

Ç1. Atık yönetimi: Katı atık, atık su ve tehlikeli atık gibi malzemelerin azaltılması, geri kazanımı, proses edilmesi, bertarafı, geri toplanması vb.

Ç2. Enerji etkinliği: Lojistik firmasının akaryakıt, doğalgaz ve elektrik gibi enerji kaynaklarını ne kadar etkin ve verimli kullandığı.

Ç3. Emisyonların azaltımı: Hava kirliliğine sebep olan kirleticilerin ve iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının yoğunluğu.

Ç4. Çevre yönetim sistemi: Lojistik firmasında uygulanan çevre yönetim sistemleri.

S1. Kurumsal sosyal sorumluluk: Lojistik firmasının topluma ve çalışanlarına karşı gönüllü olarak yürüttüğü katma değerli çalışmalar.

S2. İş güvenliği ve sağlığı: Çalışma ortamında kaza ve ölüm risklerini en aza indiren, konfor ve rahatlığı ön planda tutan, çalışan sağlığına odaklı olarak alınan önlemlerin bütünü.

S3. İstihdam: Lojistik firmasının sayı ve kalite olarak yarattığı doğrudan ve dolaylı istihdam.

S4. Hukuki uyumluluk: Gerekli tüm izinlerin tam ve zamanında alınması, tüm firma faaliyetlerinin hukuk kurallarına riayet etmesi.

E1. Verimlilik: Lojistik firmasının araç filosu, insan kaynakları, depo ve binaları ve finansal kaynaklarını ne kadar verimli kullandığı.

E2. Hizmet performansı: Müşterilerin hizmetlerden memnuniyeti, firmanın deneyimi ve marka algısı.

E3. Finansal performans: Karlılık ve firma değeri gibi ekonomik göstergeler.

E4. İş sürekliliği: Teknoloji ve inovasyon, deneyimli ve bilgili personel, çeşitli risklere dayanıklı fiziksel altyapı, finansal ve operasyonel risk yönetimi.

Önerilen SPD modelinin yapısı, Şekil 1’de görsel olarak verilmektedir.



**Şekil 1:** Lojistik hizmet sağlayıcı firmalar için önerilen SPD modeli

Önerilen bu modelin firmalarda uygulanabilmesi için ÇÖKV tekniklerinden bir arada sıkça farklı alanlarda uygulanan AHP ve VIKOR teknikleri çalışma metodolojisine entegre edilmiştir. Bundan sonraki alt bölümlerde bu iki teknik tanıtılmaktadır.

### 3.2. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

İkinci adımda, önerilen SPD modelindeki değerlendirme kriterlerinin önem dereceleri AHP yöntemi ile belirlenecektir. Metot olarak AHP, karmaşık ve birçok kriter göz önüne alınarak karar verilmesi gereken problemleri aşamalı yapılara bölerek ilerler. İlk defa Saaty tarafından 1977 yılında ortaya atılmış ve karar verme sürecinde ölçütlerin ağırlıklarını tanımlar.



lamada kullanılmıştır. AHP tekniği, birçok farklı alanda hala popülerliğini koruyan bir yöntemdir. ÇÖKV problemlerinin çözümünde, tekil olarak veya diğer yöntemlerle bütünlük bir şekilde kullanılabilir (Ishizaka ve Labib, 2011).

AHP çoklu kriterler, çoklu insan ve çoklu periyot problemlerini hiyerarşik bir şekilde uygulayarak sonuca giden nicel bir tekniktir. AHP'nin en önemli avantajlarından birisi göreceli etkililiktir, böylece çok sayıda kriter bir arada ele alınabilir. Diğer bir öne çıkan özelliği ise etkin bir şekilde hem nitel hem de nicel veriyi ele alabilmesidir. AHP; hedef, kriterler ve alternatifler hiyerarşik olarak yapılandırıldıktan sonra, belirli bir karşılaştırma skalası yardımıyla kararı etkileyen kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla birbirleriyle karşılaştırılmalarına dayanır. Bir karar verme probleminin bulanık AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda açıklanmaktadır (Saaty, 1980).

- **Aşama 1.** Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Karar amacı ile tepeden başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulur. Orta seviyede kriterler ve en düşük seviyede ise alternatifler bulunur.
- **Aşama 2.** İkili Karşılaştırma Matrisleri (A matrisleri) ve Üstünlüklerin Belirlenmesi: Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karar verici kriter matrisi veya alternatif matrisi için kriterleri veya alternatifleri 1-9 puan ölçeği kullanarak ikili olarak karşılaştırır. Değerlendirmeye alınacak  $n$  adet kriter var ise,  $i$  kriterinin  $j$  kriterine göre önemini belirlemek üzere A matrisi oluşturulur. Matris elemanları arasında;  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  ve  $a_{ii}=1$  ilişkisi bulunmaktadır. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler ( $i = j$  olduğundan) 1 değerini alır. İkili kriter karşılaştırmaları, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise  $a_{ji} = 1 / a_{ij}$  eşitliği kullanılır.
- **Aşama 3.** Özvektörün (Görelî Önem Vektörünün) Belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir öğenin diğer öğelere göre önemini gösteren özvektörün hesaplanmasıdır. Matrisin  $n \times 1$  boyutunda özvektörü şu şekilde belirlenmektedir.
- **Aşama 4.** Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması: Her ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır ve bu oran için üst limitin 0,10 olması istenir. Oranın 0,10'un üstünde olması, karar vericinin yargılarında tutarsızlık olduğunu ifade eder. Bu durumda, yargıların iyileştirilmesi gerekmektedir.

### 3.3. Firmaların SPD modeli temel alınarak VIKOR Yöntemi ile performans ölçümü

İlk olarak 1998 yılında Opricovic (1998) tarafından ortaya atılan VIKOR yöntemi, daha

sonra Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilerek bugün sıkça kullanılan bir ÇÖKV tekniği haline gelmiştir. VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yönteminin temelinde, değerlendirme kriterlerine bakılarak farklı alternatifler arasında uzlaşık bir çözümün araştırılması yatar. Bu uzlaşık çözüm, ‘ideal’ çözüme en yakın çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Uzlaşık çözümden kasıt, alternatifler için çok kriterli bir sıralama indeksi oluşturarak, belirli koşullar kapsamında olabilecek en iyi çözüme en yakın mesafedeki alternatifin seçilmesidir. İdeal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılr. Yöntem ayrıca, karar verici grubun sonuç üzerinde etkili olabilmesine de imkan vermektedir. Azami grup faydası ve karşıt görüştekilerin asgari pişmanlığı aranır (Opricovic ve Tzeng, 2007). VIKOR son zamanlarda gerçek karar problemlerinde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bunun başlıca sebepleri arasında rasyonelliği, kolay anlaşılması, hesapların basitliği ve değerlendirme ölçütlerinin ağırlıklandırılmasına imkân vermesi sayılabilir. VIKOR’un hesaplama aşamaları aşağıda verilmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004).

- **Aşama 1.** Her bir kriter için en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerler belirlenir. Eğer  $i$  kriteri oluşturulan model açısından “fayda” anlamında bir değerlendirme kriteri ise,  $i= 1, 2, \dots, n$  için;

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (1)$$

- **Aşama 2.** Her bir alternatif için  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri hesaplanır.  $w_i$ , kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (2)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (3)$$

- **Aşama 3.** Her bir alternatif ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) için  $Q_j$  değeri hesaplanır.

$$Q_j = v (S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (4)$$

(Yukarıdaki denklemde,  $S^* = \min_j S_j$ ,  $S^- = \max_j S_j$ ,  $R^* = \min_j R_j$ ,  $R^- = \max_j R_j$  değerlerini ifade etmektedir.  $v$  değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken,  $(1-v)$  değeri karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Genellikle  $v = 0.5$  kullanılır).

- **Aşama 4.** Elde edilen  $Q_j$ ,  $S_j$ ,  $R_j$  değerleri sıralanır. En küçük  $Q_j$  değerine sahip alternatif ya da değerlendirme birimi, alternatifler grubu içerisindeki en iyi seçenek olarak ifade edilir.
- **Aşama 5.** Bulunan sonucun geçerli olması için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde, minimum  $Q$  değerine sahip alternatif, en iyi olarak nitelendirilebilir. Bu koşullar, şu şekilde ifade edilebilir:

**Koşul 1 (C1) - Kabul edilebilir avantaj:** En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içeren koşuldur.

$$Q(P2) - Q(P1) \geq D(Q) \quad (5)$$

(5) numaralı eşitsizlikte P1 , en az Q değerine sahip olan birinci en iyi alternatif, P2 ise ikinci en iyi alternatiftir. D(Q) değeri (6) numaralı eşitlikte ifade edilmiştir. j , alternatif sayısını göstermektedir.

$$D(Q) = 1 / (j-1) \quad (6)$$

**Koşul 2 (C2) - Kabul edilebilir istikrar :** Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması açısından şu koşulun sağlanması gerekir: En iyi Q değerine sahip P1 alternatifi, S ve R değerlerinde en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer Koşul 2 sağlanmıyorsa P1 ve P2 alternatifleri,
- Eğer Koşul 1 sağlanmıyorsa P1, P2 , ....., PM alternatifleri dikkate alınarak eşitsizlik şu şekilde ifade edilir:

$$Q(PM) - Q(P1) < D(Q) \quad (7)$$

#### 4. VAKA ANALİZİ

Önerilen yaklaşım, Türkiye’de önde gelen üç lojistik firmasının sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi ve karşılaştırılması için uygulanmıştır. Uygulamanın amacı hem SPD modelinin kriterlerinin önem derecesinin belirlenmesi, hem de seçilen lojistik hizmet sağlayıcı firmalardan en yüksek sürdürülebilirlik performansına sahip firmanın belirlenmesidir. Bu firmaların isimleri gizlilik prensibiyle çalışmada LF1, LF2 ve LF3 olarak tanımlanmıştır.

Değerlendirmeler, lojistik sektörü üzerine uzun zamandır çalışan bir akademisyenden ve Türkiye’de yerleşik iki lojistik firmasında 15 yılı aşkın tecrübeye sahip iki endüstriyel uzmandan Delphi uzlaşık yöntemiyle ortak değerlendirme sonucunda alınmıştır.

**AHP-Aşama 1.** Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Değerlendirme kriterleri, tanımları ve hiyerarşik yapıları Bölüm 3.1’de verilmiştir.

**AHP-Aşama 2.** İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Üstünlüklerin Belirlenmesi: AHP yönteminin temelinde olan ölçütlerin ikili karşılaştırılması için yukarıda tanıtılan üç uzmandan görüş alınmıştır. AHP’nin uygulanması için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi, en üst seviyedeki üç kriter için Tablo 1’de verilmektedir.

**AHP-Aşama 3.** Özvektörün Belirlenmesi: Uzmanların ortak görüşü sonucu alınan bu matristen hareketle AHP yöntemi uygulanmış ve kriter ağırlıkları Tablo 1’deki gibi hesaplanmıştır.

**AHP-Aşama 4.** Tutarlılık Testi: İkili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranı (CR) hesaplanmıştır. Tablo 1’de verilen değerler için  $CR=0,02$  olduğundan uzman değerlendirmeleri tutarlı bulunmuştur.

**Tablo 1:** En üst seviye kriterler için ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklar

Kriter	Çevre	Sosyal	Ekonomik	Ağırlık
Çevre	1	2	0,33	0,240
Sosyal	0,5	1	0,25	0,136
Ekonomik	3	4	1	0,624

Bir alt (ikinci) seviyede çevresel, sosyal ve ekonomik kriterlerin alt kriterlerinin ağırlıkları yine aynı şekilde uzmanlardan Delphi ile alınan ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla aynı algoritma ile hesaplanmıştır. CR değerleri 0,10’un altında olup değerlendirmeler tutarlıdır. Tüm kriterlerin yerel ve global önem dereceleri Tablo 2’de verilmektedir.

Lojistik sektörüne göre değerlendirilen SPD modelinin kriter ağırlıkları incelendiğinde, bir lojistik firmasının sürdürülebilirlik performansında firmanın ekonomik performansının oldukça etkin olduğu görülmektedir (% 62,4). Firmanın kurumsal sosyal sorumluluk çalışmaları ise, firmanın sürdürülebilirlik performansına en az etki eden alt faktör olarak belirlenmiştir (% 0,16).

Çalışmanın üçüncü adımında, AHP ile bulunmuş olan kriter ağırlıkları kullanılarak, VIKOR yöntemiyle lojistik firma alternatifleri sürdürülebilirlik performansları açısından değerlendirilecektir. VIKOR aşamaları aşağıda sırasıyla uygulanmaktadır.

**VIKOR-Aşama 1.** Uzmanların üç lojistik firması için Delphi yöntemiyle 12 kriter açısından 100 üzerinden yaptıkları performans değerlendirmesi Tablo 3’de verildiği gibidir.

**Tablo 2:** AHP yöntemi ile hesaplanan SPD kriterlerinin ağırlıkların özet tablosu

Kriterler	Yerel önem değeri	Alt kriterler	Yerel önem değeri	Global önem değeri
Çevre	0,240	Ç1 (Atık yönetimi)	0,250	0,060
		Ç2 (Enerji etkinliği)	0,250	0,060
		Ç2 (Emisyonların azaltımı)	0,250	0,060
		Ç4 (Çevre yönetim sistemi)	0,250	0,060
Sosyal	0,136	S1 (Kurumsal sosyal sorumluluk)	0,122	0,016
		S2 (İş güvenliği ve sağlığı)	0,424	0,058
		S3 (İstihdam)	0,227	0,031
		S4 (Hukuki uyumluluk)	0,227	0,031
Ekonomik	0,624	E1 (Verimlilik)	0,250	0,156
		E2 (Hizmet performansı)	0,250	0,156
		E3 (Finansal performans)	0,250	0,156
		E4 (İş sürekliliği)	0,250	0,156

**Tablo 3:** Üç lojistik firmasının SPD modeli kriterlerine göre değerlendirilmesi

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	S1	S2	S3	S4	E1	E2	E3	E4
LF1	80	80	90	80	90	80	85	90	75	80	50	90
LF2	70	70	60	80	50	60	80	80	75	50	85	60
LF3	75	75	80	80	80	80	80	90	75	65	80	90

Toplam 12 kriterin her biri olumlu anlamda etki ettiği için her bir kriter için en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) alternatif firma değerleri, en yüksek ve en düşük skorlar Formül (1) ile belirlenerek Tablo 4'deki değerler bulunmuştur.

**Tablo 4:** Kriter ağırlıkları ve VIKOR – Aşama1 ile bulunan azami ve asgari alternatif firma değerleri

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	S1	S2	S3	S4	E1	E2	E3	E4
$f_i^*$ ( $mij_{max}$ )	80	80	90	80	90	80	85	90	75	80	85	90
$f_i^-$ ( $mij_{min}$ )	70	70	60	80	50	60	80	80	75	50	50	60

**VIKOR-Aşama 2.**  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri Formül (2) ve (3) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçları ve lojistik firmalarının sıralamaları Tablo 'de gösterilmektedir.

**Tablo 5:** VIKOR – Aşama 2 ile bulunan S ve R değerleri.

	$S_j$	Sıralama ( $S_j$ )	$R_j$	Sıralama ( $R_j$ )
LF1	0,16	1	0,16	2
LF2	0,63	3	0,16	2
LF3	0,22	2	0,08	1

**VIKOR-Aşama 3.**  $Q_j$  değerleri, Formül (4) yardımıyla  $v = 0,5$  için hesaplanmıştır, sonuç Tablo'da verilmiştir.

**Tablo 6:** VIKOR – Aşama 3 ile bulunan  $Q$  değerleri.

	$Q_j$	Sıralama ( $Q_j$ )
LF1	0,50	2
LF2	1,00	3
LF3	0,06	1

**VIKOR-Aşama 4.** Elde edilen  $Q_j$ ,  $S_j$ ,  $R_j$  değerleri sıralanmıştır. En küçük  $Q_j$  değerine sahip alternatif Tablo 'da gösterildiği üzere LF3 (üç numaralı lojistik firması) olarak hesaplanmıştır.

**VIKOR-Aşama 5.** Koşullara bakılmıştır. Buna göre birinci ve ikinci en küçük  $Q_j$  değerlerine sahip olan alternatifler arasındaki fark 0,44 (0,50 – 0,06) gibi DQ değerinden büyük bir değerdir. Bu nedenle C1 sağlanmıştır. C2 koşulu da sağlanmaktadır, zira LF3 aynı zamanda  $R_j$  sıralamasında da yine birinci sıradadır.

Koşul 1 ve Koşul 2 sağlandığı için sonuç olarak birinci sırada olan LF3 alternatifidir. Bir başka deyişle, LF3, üç firma arasında en yüksek sürdürülebilirlik performansına sahip firmadır.

## 5. SON DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Türk lojistik hizmet sağlayıcı firmaların sürdürülebilirlik performansları, önerilen SPD modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk adımında, Büyüközkan ve Karabulut (2017) çalışması temel alınarak bir lojistik firmasının sürdürülebilirlik anlamında ne gibi kriterler temelinde değerlendirilmesi gerektiği yazın taraması ve endüstriyel uzman görüşleriyle belirlenerek lojistik sektörüne yönelik SPD model önerimi gerçekleştirilmiştir. SPD modelinin çok boyutlu özellikleri nedeniyle lojistik firmalarının performansları ÇÖKV tekniklerinden faydalanılarak ölçümlenmiştir. Çalışmanın ikinci adımında önerilen üç ana ve on iki alt kritere sahip SPD modeli kriterlerinin her birinin lojistik sektörü için ağırlıklandırılması üç uzman tarafından Delphi yöntemi ve AHP tekniği kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın son adımında ise vaka uygulaması olarak Türkiye'de lojistik sektöründe öne çıkan üç lojistik firmanın sürdürülebilirlik performansları VIKOR tekniğinden faydalanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre LF3 firması en yüksek sürdürülebilir-

lik performansına sahip firma olarak belirlenmiştir. Sektör uzmanları tarafından elde edilen bu sonuç anlamlı bulunmuştur.

Uygulanan bu yöntem, lojistik alanında faaliyet gösteren firmalara bir model olabileceği gibi sürdürülebilirliği ön planda tutan farklı alanlardaki işletmeler için de izlenecek adımların neler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın bu konuda araştırma yapan akademisyenlere ve endüstride benzer konularda çalışan uzmanlara faydalı olacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda aynı model, diğer ÇÖKV yaklaşımlarıyla değerlendirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca değerlendirme sürecinde uzmanların (karar vericilerin) öznel değerlendirmelerinde oluşturdukları belirsizliğin ortadan kaldırılması için bulanık mantık (Zadeh, 1965) temelli ÇÖKV yöntemleri de uygulanabilir.

## TEŞEKKÜR

Gülçin Büyüközkan finansal desteği için Galatasaray Üniversitesi Araştırma Fonuna teşekkür eder (Proje No: 17.402.001). Yazarlar uygulama aşamasında yaptıkları değerlendirmeler ile çalışmaya sağladıkları değerli katkılar için uzmanlara da teşekkürlerini sunarlar.

## KAYNAKLAR

- Awasthi, A., Chauhan, S.S. (2012), "A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning", *Applied Mathematical Modelling*, 36 (2), pp. 573–584.
- Bebbington, J., Brown, J., Frame, B. (2007), "Accounting Technologies and Sustainability Assessment Models", *Ecological Economics*, 61 (2–3), pp. 224–236.
- Büyüközkan, G., Çifçi, G. (2012), "A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers", *Expert Systems with Applications*, 39 (3), pp. 3000–3011.
- Büyüközkan, G., Karabulut, Y. (2017), "Energy Project Performance Evaluation with Sustainability Perspective", *Energy*, 119 (Ocak), pp. 549–560.
- Erol, I., Cakar, N., Erel, D., Sari, R. (2009), "Sustainability in the Turkish Retailing Industry", *Sustainable Development*, 17 (1), pp. 49–67.
- Erol, I., Sencer, S., Sari, R. (2011), "A new fuzzy multi-criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain", *Ecological Economics*, 70 (6), 1088–1100.
- Esquer-Peralta, J., Velazquez, L., Munguia, N. (2008), "Perceptions of core elements for sustainability management systems (SMS)", *Management Decision*, 46 (7), pp. 1027–1038.
- Garcia, S., Cintra, Y., Torres, R.C.S.R., Lima, F.G., (2016), "Corporate sustainability management: a proposed multi-criteria model to support balanced decision-making", *Journal of Cleaner Production*, 136 (Kasım), pp. 181–196.
- Ishizaka, A., Labib, A., (2011), "Review of the main developments in the analytic hierarchy process", *Expert Systems with Applications* 38 (11), pp. 14336–14345.
- Kayikci, Y. (2010), "A Conceptual Model for Intermodal Freight Logistics Centre Location Decisions", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2 (3), pp. 6297–6311.

- Krajnc, D., Glavič, P. (2005), "How to compare companies on relevant dimensions of sustainability", *Ecological Economics*, 55 (4), pp. 551–563.
- Lourenço, I.C., Branco, M.C., Curto, J.D., Eugénio, T., (2012), "How Does the Market Value Corporate Sustainability Performance?", *Journal of Business Ethics*, 108 (4), pp. 417–428.
- Opricovic, S. 1998. "Multi-criteria Optimization of Civil Engineering Systems", Faculty of Civil Engineering, Belgrade". PhD. Thesis.
- Opricovic, S., Tzeng, G-H., (2004), "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156 (2), pp. 445–455.
- Opricovic, S., Tzeng, G-H., (2007), "Extended VIKOR method in comparison with outranking methods", *European Journal of Operational Research*, 178 (2), pp. 514–529.
- Pan, T-C., Kao, J-J., (2009), "Inter-generational equity index for assessing environmental sustainability: An example on global warming", *Ecological Indicators* 9 (4), pp. 725–731.
- Proto, M., Malandrino, O., Supino, S., (2007), "Eco-labels: a sustainability performance in benchmarking?", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 18 (6), pp. 669–683.
- Saaty, T. L. (1980), "The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation". McGraw-Hill.
- Schaltegger, S., Wagner, M. (2006), "Managing Sustainability Performance Measurement and Reporting in an Integrated Manner. Sustainability Accounting as the Link between the Sustainability Balanced Scorecard and Sustainability Reporting". İçinde *Sustainability Accounting and Reporting*, editörler: S. Schaltegger, M. Bennett, ve R. Burritt, 681–697. Springer Netherlands.
- Searcy, C. (2016), "Measuring Enterprise Sustainability", *Business Strategy and the Environment*, 25(2), pp. 120-133.
- Tadić, S., Zečević, S., Krstić, M. (2014), "A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection", *Expert Systems with Applications*, 41 (18), pp. 8112–8128.
- Tajik, G., Azadnia, A.H., Ma'aram, A.B., Hassan, A.A.H.S. (2014), "A Hybrid Fuzzy MCDM Approach for Sustainable Third-Party Reverse Logistics Provider Selection", *Advanced Materials Research*, 845, pp. 521–526.
- Tokos, H., Pintarič, Z.N., Krajnc, D., (2012), "An Integrated Sustainability Performance Assessment and Benchmarking of Breweries", *Clean Technologies and Environmental Policy*, 14 (2), pp. 173–193.
- Ugwu, O.O., Haupt, T.C., (2007), "Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability—a South African construction industry perspective", *Building and Environment*, 42 (2), pp. 665–680.
- Wilson, J., Tyedmers, P., Pelot, R. (2007), "Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics", *Ecological Indicators*, 7 (2), pp. 299–314.
- Zadeh, L.A. (1965), "Fuzzy sets", *Information and Control* 8 (3), 338–353.
- Ziegler, A., Schröder, M. (2010), "What determines the inclusion in a sustainability stock index?: A panel data analysis for european firms", *Ecological Economics*, 69 (4), pp. 848–856.
- Zietsman, J. (2011), "A Guidebook For Sustainability Performance Measurement For Transportation Agencies". 708. National Cooperative Highway Research Program. The Transportation Research Board of the National Academies. [onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_708.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_708.pdf).



# PERFORMANSA DAYALI LOJİSTİK İÇİN ÇOK AMAÇLI BİR OPTİMİZASYON MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Özkan BALI<sup>1</sup>, İlter ENİSOĞLU<sup>2</sup>, Fırat SEZER<sup>3</sup>

## ÖZET

*Son 15-20 yıllık periyotta savunma alanındaki lojistik paradigması sistem ömür devri yaklaşımına uygun olarak tasarlanmaktadır. Bu yaklaşıma paralel olarak entegre lojistik destek anlayışı yer bulmuş ve onun evrilmesiyle ortaya atılan performansa dayalı lojistik (PDL) özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde pahalı savunma projelerinde başarıyla uygulanmıştır. Savunma Sanayi Müsteşarlığı tarafından ülkemizdeki projelerde de PDL uygulanması yönünde karar verilmiştir. PDL' te kamu ve özel sektör olmak üzere iki taraf vardır. Kamu, genellikle çeşitli performans metriklerini belirleyerek sistemden maksimum verimliliği beklerken, özel sektör maliyetleri minimize etmeyi ya da kârı maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, çalışmamızda savunma alanında PDL uygulamalarına yönelik bir çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmektedir. Model, bir örnek olay üzerinde incelenmektedir.*

**Anahtar kelimeler:** Performansa Dayalı Lojistik, Çok Amaçlı Programlama, Sistem Ömür Devri Yaklaşımı, Entegre Lojistik Destek.

## DEVELOPING A MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION MODEL FOR PERFORMANCE BASED LOGISTICS

### ABSTRACT

*The logistic paradigm in the defense industry over the last 15-20 years is designed in accordance with the system life cycle approach. In parallel with this approach, integrated logistical support has been found and performance-based logistics (PBL) has evolved by its evolution. PBL has been successfully implemented in expensive defense projects, especially in the United States. The Defense Industry Undersecretariat has also decided to implement PBL in the projects in our country. PBL has two parties, public and private. The public usually seeks to maximize profit or minimize private sector costs while maximizing efficiency from the system by specifying various performance metrics. In this context, a multi-objective optimization model for PBL applications in the field of defense is developed in this study. The model is discussed on a case study.*

**Keywords:** Performance Based Logistics, Multi-Objective Programming, Total Life Cycle Cost, Integrated Logistics Support.

---

<sup>1</sup> Doç.Dr., Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Ankara, dr.ozkanbali@gmail.com

<sup>2</sup> Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Ankara, ilterens@hotmail.com

<sup>3</sup> Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Gaziantep, firat.sezer.25@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Son çeyrek yüzyılda harekât ortamının farklılaşması, orduların dönüşümü ve gelişen teknoloji, savunma sanayiinde yüksek teknoloji, sermaye yoğun silah ve bilgi sistemlerinin kullanımını ön plana çıkartmıştır. Gelişmiş ülkeler harekât kabiliyetlerinden ödün vermeden artan savunma bütçelerini kontrol altına alıp azaltabilmek için arayış içine girmişlerdir. Sistem ömür devri yaklaşımı içinde çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Performansa Dayalı Lojistik (PDL) entegre lojistik destek anlayışından elde edilen kazanımlar sonucunda ortaya çıkmıştır. PDL, kamu ve özel sektör arasında kazan kazan prensibine dayalı olarak kurgulanan, yetenek paylaşımını içeren, paydaşların yetkin olduğu yeteneklerine odaklandığı, uzun dönemli destek anlaşmaları ile sistemlerinin performans parametrelerinin maliyet etkin olarak sağlanmasıdır. PDL destek stratejisi gelişmiş ülke ordularında yaklaşık son yirmi yıldır başarı ile uygulanmaktadır. PDL yaklaşımı ile klasik destekten farklı olarak, elde edilen sistem performansına göre destek sağlayıcıya ödeme yapılmakta ve orijinal ekipman üreticisinin daha güvenilir ürün tasarlaması teşvik edilmektedir.

Performansa dayalı lojistik tanım olarak; taraflar arasındaki yetki ve sorumlulukların net olarak tanımlandığı uzun dönemli lojistik destek sözleşmeleri ile bir sistemin istenen performans parametrelerini karşılamak ve sistemin en uygun düzeyde hazır bulunurluluğunu gerçekleştirmek için tasarlanan entegre ve maliyet etkin bir lojistik destek stratejisidir. Bu destek stratejisinde malzeme, iş gücü ve bilgi satın almak yerine, sistemin performans hedeflerini karşılamaya yönelik, bütünlük seviyede destek hizmetinin satın alınmasıdır (Cicioğlu, 2009). Özdemir (2016) çalışmasında savunma sanayii açısından PDL'yi; yeni kompleks bir savunma sistemi için tasarım aşamasından, envanterde mevcut bir sistem için ise işletme-idame aşamasından başlamak üzere, sistem ömür devrinin tamamını kapsayan, uzun dönemli bir destek yaklaşımıyla; belirlenen performans değerlerine ulaşmak için, kamu ve özel sektörün kendi öz yeteneklerine odaklandığı, etkili bir teşvik mekanizması ile yapılandırılmış, bütünlük bir lojistik destek stratejisi olarak tanımlamıştır. Dirican (2016) ise, yine savunma sanayii alanında yaptığı çalışmasında PDL'yi, sistem kullanıcısı olan birliklerin muharebe ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, kamu ve özel sektörün en iyi yeteneklerine odaklandığı; orijinal ekipman üreticisinin, daha güvenilir sistemler üretmesini destekleyen, yeterli ve uygun teşvik mekanizması içeren uzun dönemli sözleşmelerle, sistem ömür devri maliyetini minimize edecek şekilde, halen kullanımda olan veya envantere yeni girecek silah sistemlerinin hazır bulunmuşluğunu artırmayı hedefleyen bütünlük bir tasarım, tedarik ve lojistik destek stratejisi olarak tanımlamıştır.

Performansa dayalı lojistik, ilk defa hava aracı motor üreticisi Rolls-Royce firması tarafından 1962 yılında Havilland/Hawker Siddeley 125 business jet uçaklarının motorlarının bakım onarımı için uçuş saati başına sabit fiyat olarak uygulandı ve 'Power-by-the-Hour' olarak isimlendirildi (URL 1; Gouré, 2009). Günümüzde sivil havacılık, savunma, ağır sanayi sektörlerinde Caterpillar, Honeywell, Rolls-Royce, Allison gibi orijinal ekipman üreticisi

firmalar tüm dünya çapındaki ağır iş makinesi, jeneratör ve motor satışlarını PDL ile desteklemektedir ve farklı isimler altında PDL uygulamaları sunmaktadır; Rolls-Royce: Corporate-Care®, GE: TrueChoice™ (URL 1, URL 2, Gouré, 2009).

ABD Savunma Bakanlığı 2001 yılında yayınladığı dört yıllık savunma raporunda (QDR) PDL'nin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak ve ana silah sistemlerinin hazır bulunurluğunu geliştirmek için ürün destek politikası olarak belirlenmiş ve pilot uygulamaların başlatılması kararlaştırılmıştır (Kobren, 2015).

2005 yılından itibaren ABD Savunma Bakanlığı tarafından başarılı PDL uygulamalarına sistem, alt sistem ve parça bazında PDL ödülleri verilmektedir. Son üç yılda ödül alan PDL programları ile ilgili bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1:** Ödül Alan PDL Uygulamaları (DAU Acquisition Community Connection, 2017).

Yıl	Destek Seviyesi	Program Adı	Muharip Unsur	Ürün Destek Entegratörü
2014	Sistem	F-22	Hava Kuvvetleri	Lockheed Martin, Boeing, P&W
	Alt sistem	Sniper Advanced Targeting Pod	Hava Kuvvetleri	Lockheed Martin
	Parça	H-53E	Deniz Kuvvetleri	Sikorsky
2015	Sistem	Javelin Joint Venture	Kara Kuvvetleri	Raytheon & Lockheed Martin
	Alt sistem	AN/ARC-210 Radio Set	Deniz Kuvvetleri	Rockwell Collins
	Parça	EA-6B Hydraulics	Deniz Kuvvetleri	Textron Systems (AAI)
2016	Sistem	Towed Artillery System (TAS)	Deniz Piyadeleri Kara Kuvvetleri	BAE Systems
	Alt sistem	Secondary Power Logistical Solutions (SPLS)	Hava Kuvvetleri	Honeywell
	Parça	AN/SLQ-32(V) Electronic Warfare Suite	Deniz Kuvvetleri	Raytheon

ABD ve İngiltere'de uygulanan çeşitli PDL uygulamalarının sağladığı maliyet tasarrufu, güvenilirlik ve bakım yapılabirliğe yönelik elde edilen kazanımlar Tablo 2-3'de sunulmuştur. Parça, alt sistem ve de sistem/platform bazında uygulanan farklı PDL programlarının muharip unsurlar için oldukça yararlı ve maliyet etkin çözümler sunduğu Tablo 2-3'deki verilerden okunabilmektedir.

**Tablo 2:** Bazı PDL Uygulamalarının Maliyet Tasarrufları (Fowler, 2009).

Program	Sistem Tanımı	PDL Sahibi	Toplam Tasarruf (milyon \$)
F/A-18	Savaş uçağı	ABD Deniz Kuvvetleri	688
C-17	Kargo uçağı	ABD Hava Kuvvetleri	477
TOW-ITAS	Entegre mobil füze sistemi	ABD Kara Kuvvetleri	350
Sentinel AN/MPQ-64	Mobil hava savunma radarı	ABD Kara Kuvvetleri	302
CH-47 (UK)	Kargo helikopteri	İngiltere Savunma Bakanlığı	250
AH-64	Taarruz helikopteri	ABD Kara Kuvvetleri	100

**Tablo 3:** Bazı PDL Uygulamalarının Hazırbulunuşluk ve Cevap Süresi İyileştirme Değerleri (Fowler, 2009).

Program	Sistem Tanımı	PDL Sahibi	Hazırbulunuşluk Gelişimi	Cevap Süresi Değişimi
F/A-18	Savaş uçağı	ABD Deniz Kuvvetleri	% 23	- % 74
F-22	Savaş uçağı	ABD Hava Kuvvetleri	% 15	- % 20
F404 Motor	F/A-18 savaş uçağı motoru	ABD Deniz Kuvvetleri	% 46	- % 25
UH-60 Aviyonikleri	Genel maksat helikopteri	ABD Kara Kuvvetleri	% 14	- % 85
Lastik	Uçak lastiğı	ABD Deniz Kuvvetleri	% 17	- % 92

ABD ordusunun Irak ve Afganistan'da yürüttüğü operasyonlarda kullandığı Javelin güdümlü tanksavar silah sisteminin onarım tedarik cevap süresi 21 gün olarak gerçekleşmiştir. Ürün destek entegratörünün, kıtalar arası sevkiyatı bu kadar kısa zamanda gerçekleştirmesinde FedEx, UPS, DHL gibi küresel ulaştırma firmalarıyla yaptıkları program ortaklıkları etkili olmuştur (DAU Acquisition Community Connection, 2017).

ABD Savunma Bakanlığı, BAE Systems firmasının ürettiği ve Deniz Piyade Kuvvetleri ve Kara Kuvvetleri tarafından kullanılan çekili obüs (M777 A2, Towed Howitzer system) sisteminin PDL yaklaşımı ile desteklenmesi için BAE Systems firması ile 2013 yılında sabit fiyat artı ödül modelini içeren 10 yıllık destek anlaşması imzalamıştır (11 milyon \$/yıl). Programda 2015 yılı için; 479.000 \$, toplamda 1,6 milyon \$'ı geçen maliyet tasarrufu sağlanmıştır. Kritik olarak değerlendirilen yedek parçaların %89,2'si 4 gün; %97,8'i ise 30 gün içerisinde muharip unsurlara teslim edilerek, ortalama %94 sistem hazır olma oranı elde edilmiştir. Ürün destek entegratörünün; silah sisteminin ömür devri boyunca sürdürülebilirliğini sağlamak için geliştirdiği güvenilirlik, bakım yapabilirlik ve envanter yönetimi iyileştirmeleri sonucunda hem ömür devri maliyetinde azalma hem de sistem hazır olma oranında artış gözlenmiştir. Bu program ABD Savunma Bakanlığı tarafından sistem seviyesinde 2016 yılı PDL ödülüne layık görülmüştür (DAU Acquisition Community Connection, 2017).

SSM, yerli orijinal ekipman üreticilerinin geliştirecekleri etkili tedarik zincirleri ile maliyet etkin lojistik destek çözümleri sunmasını desteklemek amacıyla; yeni başlayacak üç yurtiçi geliştirme projesinin pilot uygulama alanı olarak tespit edilmesini, projelerin sistemlerin ömür devri boyunca desteklenmesini içerecek sözleşmeler şeklinde oluşturulmasını ve bu projelerden en az bir tanesinin PDL yaklaşımı ile yürütülmesini Strateji Planında belirtmiştir (SSM, 2012). Ayrıca, sistemlerin ömür devri yönetimi yaklaşımı içerisinde; işletme-idame sorumluluklarının belirlenerek, uzun vadeli lojistik destek stratejilerinin oluşturulması amacıyla aşağıda belirtilen geliştirme ve tedarik projelerinde PDL uygulamalarının dikkate alınarak projelerin yürütüldüğü ifade edilmiştir (SSM, 2015).

- ANKA-S İnsansız Hava Araçları
- Yeni Nesil Temel Eğitim Uçağı (HÜRKUŞ)
- Özgün Helikopter Geliştirme
- Türk Ana Muharebe Tankı (ALTAY)
- F-16 Füze İkaz Sistemleri
- Sahil Gözetleme Radar Sistemleri (SGRS)
- Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi (KORKUT)

PDL'nin ülkemizde de yeni projelerde tercih edilmesi sebebiyle bu konuda akademik çalışmalara ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Bu sebeple, çalışmamızda PDL projelerinde uygulanabilirliği olan bir matematiksel model geliştirilmektedir. PDL projelerinde kamu tarafı performans ölçütlerini belirler, yüklenici taraf ise bu isterleri sağlarken bir yandan da maliyeti minimize etmeyi amaçlar. Ancak çoğu zaman bu ölçütlerin birbirleriyle çeliştiği görülmektedir. Bu kapsamda çalışmamızda birden fazla amaç olduğu düşünülerek bir çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmektedir. Hem literatür hem de PDL projeleri incelendiğinde genellikle üç performans ölçütünün kullanıldığı görülmektedir. Bunlar; sistem hazır bulunuşluğu, toplam maliyet ve stokta bulunma olasılığı. Geliştirilen modelde bu üç performans ölçütü dikkate alınmaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Selviaridis ve Wynstra (2015), yaptıkları literatür araştırmasında 1985 ve 2014 yılları arasında performans dayalı sözleşmeler ile ilgili yayınlanmış çalışmalarını incelemişler ve çok farklı alanlarda performans dayalı sözleşme uygulamalarının varlığını ortaya koymuşlardır. Savunma, sivil havacılık, sağlık, eğitim, inşaat, kamu hizmetleri, sosyal yardım hizmetleri gibi pek çok alanda performans dayalı lojistik uygulamaları etkin olarak yürütülmektedir. Kumar vd. (2007) sistem tasarım aşamasında, hazırbulunuşluk kısıtı altında ömür devri maliyetini minimize eden, güvenilirlik ve bakım yapabilirlik değerlerinin tahsisini eşzamanlı olarak belirlemeyi amaçlayan matematiksel bir model geliştirmişler; satın alma, iş-

letme, bakım ve elden çıkarma maliyetlerini içeren, ömür devri maliyetini optimize eden en uygun tasarım alternatifini geliştirdikleri model ile belirlemişlerdir. Nowicki vd. (2008), PDL sözleşmelerinde destek sağlayıcının kârını maksimize edecek yedek parça tahsis problemini; birden çok malzemeli, birden çok merkezli ve birden çok kademeli envanter sisteminde ele almışlardır. Gelir fonksiyonlarını doğrusal, üssel ve kademeli olacak şekilde oluşturmuşlar ve yok satma miktarını, hazırbulunuşluğun bir göstergesi olarak kullanmışlardır. En yüksek kârı doğrusal gelir fonksiyonunda elde edilmiş, üssel ve kademeli gelir fonksiyonlarında envanter seviyeleri aynı düzeyde hesaplanmıştır. Guajardo vd. (2012) çalışmalarını ‘‘performansa dayalı sözleşmeler güvenilirlikte gelişme sağlar mı?’’ sorununa cevap bulmak üzere kurgulamışlar ve satış sonrası destek sözleşmeleri olan, klasik destek ve performansa dayalı sözleşmelerini karşılaştırmışlardır. Havacılık ve savunma sanayisinin önde gelen hava aracı motor üreticisi olan Rolls-Royce firmasının ürettiği ve desteğini sağladığı 305 adet motora ait beş yıllık uçuş, bakım/onarım verilerini analiz etmişlerdir. İki kademeli ekonometrik model ile PDL’nin ürün güvenilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisinin olduğunu; PDL sözleşmelerinde ürün güvenilirliğinin, klasik destek sözleşmelerine göre %24 - %40 oranında daha yüksek gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Jin ve Wang (2012) sistem kullanım oranının belirsiz olduğu durumda performansa dayalı lojistiğin planlanması ve sözleşmelerin yapılmasını nicel bir yaklaşımla araştırmışlardır. Entegre hizmet sağlayıcı bir ortamda, sermaye yoğun sistemleri geliştiren ve satış sonrası desteğini sağlayan üretici dikkate alınarak çalışma kurgulanmıştır. Operasyonel hazırbulunuşluk beş temel performans kriterini kapsayacak şekilde ifade edilmiştir: arıza oranı, kullanım oranı, yedek parça stok seviyesi, tedarik cevap süresi ve sistem sayısı. Geliştirilen model destek sağlayıcının tasarım, üretim, bakım ve onarım maliyetlerini minimize etmesine imkan sağlamıştır. Maliyetin minimizasyonu ve kârın maksimizasyonu olmak üzere iki sözleşme modeli ele alınmıştır. Maliyet minimizasyonu modeli iterasyon yöntemi ile, kârın maksimizasyonu modeli genetik algoritma geliştirilerek çözülmüştür. Aviyonik sistemlerin ömür devri maliyetini minimize etmeyi amaçlayan sözleşme modelinde düşük kullanım oranı ve düşük tedarik cevap süresinin olduğu durumlarda stok bulundurmada istenen hazırbulunuşluk düşük maliyetle sağlanabilmiştir. Sistem sayısı arttıkça arıza oranı daha düşük olacak şekilde tasarım yapılabilir. Sözleşme süresi arttıkça uzun vadede tasarım ve üretim maliyetleri absorbe edildiğinden, yıllık maliyetlerde azalma gözlenmiştir. Ayrıca tedarik cevap süresinin yedek parça stok seviyesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Jin ve Tian (2012) PDL yapısı altında kaynakların; tasarım, üretim ve yedek parça envanteri kararları için uygun şekilde tahsis edilerek, güvenilirliğin optimizasyonunu ve ömür devri maliyetinin net bugünkü değerinin minimizasyonunu amaçlamışlardır. Pazar büyümesinden dolayı sistem sayısının rassal olarak arttığı dikkate alınmıştır. Çok fazlı (q,r) envanter algoritması geliştirilmiş ve artan sistem sayısının değişken talebini karşılayacak (q,r) parametreleri bu algoritma sayesinde dinamik olarak ayarlanmıştır. Otomatik test ekipmanı (ATE) sanayii bileşenleri olan yüksek hacim düşük maliyetli (HVLC) ve düşük hacim yüksek maliyetli (LVHC) alt sistem verileri kullanılarak,

geliştirilen genetik algoritma ile çözüm sağlanmış ve çözümün geçerliliği Monte Carlo simülasyonu ile de doğrulanmıştır. Geliştirilen PDL modelinin rüzgar türbinleri, yüksek hızlı tren, bilgisayar ve ağ hizmet sağlayıcıları ve hava aracı motorları gibi yüksek teknoloji ürünü, pazarı genişleyen, bakım ve atıl zaman maliyeti yüksek sermaye yoğun sistemlere uygulanabileceği değerlendirilmiştir. Kim vd. (2007) özellikle havacılık ve savunma sanayii gibi sermaye yoğun sektörlerde önemli belirsizlikler içeren satış sonrası destek sözleşmelerinin yapılandırılmasına ilişkin bir çalışma yapmışlar, klasik tek konumlu yedek parça envanteri yönetim problemini asil vekil modelinin içinde sunmuşlardır. Bir müşteri asil olarak, birden fazla bağımsız destek sağlayıcılar da vekil olarak tanımlanmış, her vekil ahlâki tehlikeye tabi olan yedek parça envanter yönetimi ve maliyet azaltımını üstlenmektedir. Asil vekil modeli ile sabit fiyat, maliyet artışı ve performans dayalı sözleşme yapılarını analiz etmişlerdir. Paydaşların riskten kaçınma veya riske duyarlı olma durumlarını incelemişler, geliştirdikleri modelden elde ettikleri bulguları 156 adet savaş uçağının gerçek zamanlı bakım verileri ile test edip doğrulamışlardır. Kim vd. (2011) ABD Savunma Bakanlığının pilot çalışmalarını yaptığı ve 2003 yılından itibaren yeni sistem tedariklerinde uygulanmasını şart koştuğu PDL sözleşmelerinin etkinliğini araştırmışlardır. Müşteri ve destek sağlayıcı arasındaki ilişki oyun teorisi kullanılarak modellenmiştir. Modelde, müşteri sözleşme şartlarını belirleyerek maliyetlerini minimize etmek isterken, destek sağlayıcı buna karşı olarak yedek parça ve güvenilirlik seviyelerini belirleyerek kârını maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Askeri organizasyonların varlık yönetiminin devri ile ilgili kaygı yaşamalarının, PDL stratejisinden elde edilecek faydayı kısıtlayacağı; destek sağlayıcıların tüm destek fonksiyonlarını kapsayacak şekilde yapılandırılmasının karşılıklı faydayı artıracığı sonucuna ulaşmışlardır. Kim vd. (2015) çalışmalarında, stok yatırım kararları ile ürün güvenilirliğinin geliştirilmesi kararları arasındaki ödünleşim ve etkileşime odaklanmışlardır. Geliştirdikleri oyun teorisi modeli ile geleneksel sözleşmeler ile PDL sözleşmelerini kıyaslamışlar, PDL sözleşmelerinin geleneksel sözleşmelere kıyasla, destek sağlayıcıları ürün hazırbulunuşluk hedefini sağlamak için güvenilirliğe daha fazla yatırım yapmaya teşvik ettikleri ve eş zamanlı olarak envanter yatırımlarında tasarruf sağladıkları görülmüştür. Ayrıca varlık yönetiminin tamamen destek sağlayıcı tarafından üstlenilmesi durumunda PDL'den maksimum faydanın elde edileceği sonucuna ulaşmışlardır. Jin vd. (2013) oluşturdukları modelde sermaye yoğun, yüksek teknoloji ürünü sistemlerin PDL yaklaşımı ile desteklenmesini planlamış ve destek sağlayıcının orijinal ekipman üreticisi (OEM) olduğunu kabul etmişlerdir. ABD Savunma Bakanlığı tarafından PDL programlarının etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan beş kapsayıcı performans ölçütünü (operasyonel hazırbulunuşluk, görev güvenilirliği, lojistik cevap süresi, lojistik destek hacmi, kullanım birim maliyetleri) incelemişler, operasyonel hazırbulunuşluğu düzeltici bakım ve önleyici bakım perspektifleri altında modellemişlerdir. Genel kabûlün aksine, yüksek operasyonel hazırbulunuşluğun düşük seviyede yedek parça hazırbulunuşluğu ile de sağlanabileceğini göstermişlerdir. Li vd. (2016) önleyici bakımı dikkate alan, zamanla sistem sayısının arttığı, maliyet artışı teşvik ödeme yapılı performans dayalı bakım sözleşme



yapısını dikkate almışlardır. Problemi, oyun teorisi mantığı ile asil vekil problemi olarak modellemişlerdir. Destek sağlayıcı vekil olarak, bakım/onarım faaliyetleri ve yedek parça envanterini planlayarak kârını maksimize etmek, müşteri ise asil olarak, ödül fonksiyonu ve güvenilirlik/hazırbulunuşluk ihtiyaçlarını belirleyerek ömür devri maliyetini minimize etmek istemektedir. Rüzgar türbini verileri kullanılarak farklı senaryolar altında model çıktıları analiz edilmiştir.

### 3. MODEL

Bu bölümde, performansa dayalı lojistik destek yaklaşımının uygulandığı kabulü ile bir sistem için belirlenen performans ölçütleri bağlamında matematiksel bir model geliştirilmektedir. Savunma sanayiindeki PDL projelerinde paydaş olarak kamu ve destek sağlayıcı bulunmaktadır. Bu modelde kamu tarafının bir sistem için talep ettiği üç ölçüt dikkate alınmaktadır. Bunlar; sistemin kullanılabilirliği, toplam maliyet ve stokta bulunma olasılığıdır. Aşağıda modelde kullanılacak değişkenler, parametreler ve sabitler yer almaktadır.

$i$  : sistemi oluşturan alt sistemler ( $i=1,2,\dots,n$ )

$j$  : her bir alt sistem için belirlenen alternatifler ( $j=1,2,\dots,m$ )

$A_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin kullanılabilirlik (availability) değeri

SA : tüm sistemin kullanılabilirliği

$SA_{\text{kabul}}$  : tüm sistem için kabul edilebilir minimum kullanılabilirlik

$MTBF_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin arızalar arası ortalama süresi

$MTTR_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin ortalama onarım süresi

TAT : yedek alt sistem talep cevap süresi

$\lambda_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin arıza oranı

$ot_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin tamir süresi

$c_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin birim üretim maliyeti

$oc_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin birim onarım maliyeti

$h_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin birim stokta bulunma maliyeti

$P_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifinin stokta bulunma olasılığı

$P_{\text{kabul}}$  : sistem için stokta bulunma olasılığının minimum kabul edilebilirlik değeri

$x_{ij}$  :  $i$  alt sistemi için  $j$  alternatifinin seçilip seçilmediği  $\{0,1\}$

$S_{ij}$  :  $i$  alt sistemi  $j$  alternatifi stok seviyesi (sabit kabul edilmiştir)

Bütçe : proje için ayrılan toplam kaynak

Yukarıdaki tanımlar dikkate alınarak, kamunun talep ettiği üç hedef ve bu hedeflerle ilgili formül ve eşitlikler şöyle tanımlanabilir.



**HEDEF 1 :** Sistemin kullanılabilirliği belirlenen değerin altına düşmemeli.

$$SA \geq SA_{kabul} \quad (1)$$

$$SA = \prod_{i=1}^n A_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{MTBF_{ij}} \quad (3)$$

$$A_{ij} = \frac{MTBF_{ij}}{MTBF_{ij} + MTTR_{ij}} \quad (4)$$

$$MTTR_{ij} = ot_{ij} \cdot p_{ij} + TAT \cdot (1 - p_{ij}) \quad (5)$$

$$P_{ij} = \prod_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m \sum_{u=0}^k \frac{(\lambda_{ij} TAT)^k e^{-\lambda_{ij} TAT}}{k!} x_{ij} \right) \quad (6)$$

**HEDEF 2 :** Toplam maliyet bütçeden fazla olmamalı.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \lambda_{ij} OC_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m h_{ij} S_{ij} x_{ij} \leq \text{bütçe} \quad (7)$$

**HEDEF 3 :** Stokta bulunma olasılığı belirlenen değerin altına düşmemeli.

$$\prod_{i=1}^n p_{ij} x_{ij} \geq P_{kabul} \quad (8)$$

Bu üç hedef incelendiğinde hedeflerin birbiriyle çelişen yapıya sahip olduğu görülmektedir. Üç hedefin aynı anda optimize edilmesi zor görüldüğünden hedeflerden sapmayı minimize edecek hedef programlama modeli aşağıdaki gibi geliştirilmiştir.

$$\prod_{i=1}^n A_{ij} x_{ij} + H_1^- - H_1^+ = SA_{kabul} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \lambda_{ij} OC_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m h_{ij} S_{ij} x_{ij} + H_1^- - H_1^+ = \text{Bütçe} \quad (10)$$

$$\prod_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} + H_3^- - H_3^+ = P_{kabul} \quad (9)$$

(9) nolu eşitlikte sistemin toplam kullanılabilirliği, kabul edilebilir kullanılabilirlik değerinden küçük olmaması gerektiğinden negatif sapmanın ( $H_1^-$ ) minimize edilmesi gerekir.

(10) nolu eşitlikte toplam maliyetin, proje için ayrılan bütçeyi aşmaması gerektiğinden pozitif yöndeki sapmanın minimize edilmesi gerekir.

(11) nolu eşitlikte tüm sistem için stokta bulunma olasılığı kabul edilebilir olasılık değerinden az olmaması gerektiğinden negatif yöndeki sapmanın ( $H_3^-$ ) minimize edilmesi gerekir.

Bu kısıtlara ilaveten her bir alt sistem için alternatiflerden birinin seçilmesini sağlamak amacıyla Eşitlik 12 kullanılır:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad (8)$$

Buna göre  $W_1$ ,  $W_2$  ve  $W_3$  sırasıyla hedeflerin ağırlığını göstermek üzere amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\min z = W_1 \cdot H_1^- + W_2 \cdot H_2^+ + W_3 \cdot H_3^- \quad (9)$$

Buna göre Eşitlik 13 amaç fonksiyonu ve Eşitlik 9, 10, 11 ve 12 kısıtlar olmak üzere ihtiyaç duyulan PDL tabanlı çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

#### 4. UYGULAMA<sup>4</sup>

İnsansız hava araçları (İHA) son yıllarda hem sivil hem de askeri amaçlarla kullanımı artan bir sistemdir. Lojistik alanında da kullanılmaya başlanmıştır. İHA'lar enerji tipine veya kütle kriterine göre olmak üzere çeşitli açılardan sınıflandırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında mini İHA'lar için bir performansa dayalı lojistik sözleşmesi yapılması planlanmaktadır. Mini İHA'lar dört alt sistemden oluşmaktadır;

- Hava aracı,
- Yer kontrol istasyonu,
- Yer veri terminali,
- Destek ve test ekipmanı.

Kurum sistemin kullanılabilirliğinin 0,85'ten az olmamasını, sistem bazında stokta bulunma olasılığının 0,70'den az olmamasını isterken maliyetin de bütçeyi aşmamasını istemektedir. Bu kapsamda üretici firma bu hedeflere uygun bir sistem ortaya koyabilmek amacıyla alt sistemler için alternatifler belirlemiştir. Nihai amaç kurumun isteklerine uygun bir sistem için alternatif alt sistemler arasından en iyi seçimi yapmaktır. Modelde yer alacak parametre ve sabitler Tablo 4'te verilmektedir.

**Tablo 4:** Modelde kullanılan parametre ve sabitler

TAT = 72 saat	SA <sub>kabul</sub> = 0,85	P <sub>kabul</sub> = 0,70	Bütçe = 30 birim
W <sub>1</sub> = 0,5	W <sub>2</sub> = 0,4	W <sub>3</sub> = 0,1	

Alt sistem alternatiflerine ait; arızalar arası ortalama süreler (MTBF), onarım süreleri (ot), birim üretim maliyetleri (c), birim onarım maliyetleri (oc), stok bulundurma maliyetleri (h) Tablo 5-9'da gösterilmektedir.

<sup>4</sup> Bu çalışmada jenerik veriler kullanılmıştır.

**Tablo 5:** Alt sistem alternatiflerinin arızalar arası ortalama süreleri (MTBF, saat)

Alt sistemler	Alternatifler		
	1	2	3
1	1.000	2.000	3.000
2	2.000	3.000	4.000
3	4.000	3.000	5.000
4	6.000	4.000	5.000

**Tablo 6:** Alt sistem alternatiflerinin onarım süreleri (ot, saat)

Alt sistemler	Alternatifler		
	1	2	3
1	1	2	3
2	3	2	1
3	1	3	2
4	3	2	1

**Tablo7:** Alt sistem alternatiflerinin birim üretim maliyetleri (c, birim)

Alt sistemler	Alternatifler		
	1	2	3
1	1	2	2
2	4	2	1
3	5	3	2
4	2	3	1

**Tablo 8:** Alt sistem alternatiflerinin birim onarım maliyetleri (oc, birim)

Alt sistemler	Alternatifler		
	1	2	3
1	1	2	1
2	2	3	2
3	4	3	3
4	3	3	1

**Tablo 9:** Alt sistem alternatiflerinin stok bulundurma maliyetleri (h, birim)

Alt sistemler	Alternatifler		
	1	2	3
1	1	2	1
2	1	2	2
3	2	1	1
4	2	2	1

Bu veriler kullanılarak geliştirilen hedef programlama modeli GAMS/Cplex ile kodlanarak çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

$$x_{11} = x_{23} = x_{31} = x_{41} = 1 \quad H_1^- = 0 \quad H_2^+ = 0 \quad H_3^- = 0,15$$

Bu sonuçlar birinci, üçüncü ve dördüncü alt sistemler için birinci alternatifin ve ikinci alt sistem için üçüncü alternatifin tercih edilmesi durumunda sapmaların minimize edildiğini göstermektedir. Elde edilen alternatifler sistem konfigürasyonuna dahil edildiğinde sistemin kullanılabilirliği SA=0,9828 toplam maliyet 54 birim ve sistem için stokta bulunma olasılığı 0,55 olarak gerçekleşmektedir.

### 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Özellikle son 15-20 yılda ülkelerin daralan savunma bütçeleri, daha verimli ve etkin lojistik yaklaşımlara ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Sistem ömür devri anlayışı ile birlikte performans dayalı lojistik yaklaşımı, bu soruna çözüm olarak gerek gelişmiş ülkelerde ve gerekse ülkemizde kabul görmektedir. Bu çalışmada, bir PDL uygulamasında kamu tarafının belirlediği performans ölçütleri birbirleriyle çelişki içinde olduğunda ölçütler için belirlenen kabul değerlerinden sapmaları minimize etmeyi amaçlayan bir çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Modelde, genelde bir çok PDL programında performans ölçütü olarak kabul gören; sistem kullanılabilirliği, toplam maliyet ve stokta bulunma olasılığı dikkate alınmıştır. Bilhassa toplam maliyet ile diğer hedefler çelişki içinde olduğundan sapmaların minimizasyonu amaçlanmıştır. Geliştirilen çok amaçlı matematiksel model hem sivil hem de askeri amaçlarla kullanımı yaygınlaşan insansız hava araçları üzerine uygulanmıştır. Sistemin dört alt sistemden oluştuğu ve her bir alt sistem için üç alternatif olduğu kabul edilmiştir. Uygulama sonucunda birinci hedeften sapma sıfır iken, ikinci ve üçüncü hedeflerden sapmalar meydana gelmiştir.

Gelecek çalışmalarda PDL yaklaşımının benimsendiği lojistik destek uygulamalarında, farklı performans ölçütleri dikkate alınarak matematiksel modeller geliştirilebilir. Bu çalışmada sistem alt sistemler bazında ele alınmıştır, ileriki çalışmalarda sistem, parça bazında düşünülerek daha karmaşık bir konfigürasyon olarak modellenenebilir. Sistem konfigürasyonu ve performans ölçütlerine bağlı olarak model doğrusal olmayan bir modele dönüşebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Cicioğlu, B. (2009). Performansa Dayalı Lojistik: İlkeler ve Uygulamalar. *Savunma Sanayii Gündemi*, 29-34.
2. Gouré, D. (2009). Performance-Based Logistics: A Primer for the New Administration. *Lexington Institute Research Study*.
3. Guajardo, J. A., Cohen, M. A., Kim, S. H., & Netessine, S. (2012). Impact of performance-based contracting on product reliability: An empirical analysis. *Management Science*, 58(5), 961-979.
4. Dirican, Ü. (2016). *Performansa dayalı lojistik sözleşmesinde tasarım alternatifi seçimi için model önerisi: Helikopter uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Fowler, R. (2009). Misunderstood superheroes: Batman and performance based logistics. *Defense AT&L*, 38(1), 8-13.
6. Jin, T., & Tian, Y. (2012). Optimizing reliability and service parts logistics for a time-varying installedbase. *European Journal of Operational Research*, 218(1), 152-162.
7. Jin, T., & Wang, P. (2012). Planning performance based contracts considering reliability and uncertain system usage. *The Journal of the Operational Research Society*, 63(10), 1467-1478.
8. Jin, T., Xiang, Y., & Cassady, R. (2013, January). Understanding operational availability in performance-based logistics and maintenance services. In *Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2013 Proceedings-Annual* (pp. 1-6). IEEE.
9. Kim, S. H., Cohen, M. A., & Netessine, S. (2007). Performance Contracting in After-Sales Service Supply Chains. *Management Science*, 53(12), 1843-1858.
10. Kim, S. H., Cohen, M. A., & Netessine, S. (2011). *Reliability or inventory? Analysis of product support contracts in the defense industry*. Working paper, Yale University, New Haven, CT.
11. Kim, S. H., Cohen, M. A., & Netessine, S. (2015). Reliability or Inventory? An Analysis of Performance-Based Contracts for Product Support Services.
12. Kumar, U. D., Ramirez-Marquez, J. E., Nowicki, D., & Verma, D. (2007). Reliability and maintainability allocation to minimize total cost of ownership in a series-parallel system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 221(2), 133-140.
13. Kobren, B. (2015). *Performance Based Logistics: A Readiness Strategy Tailor Made for Austere Times*. Defense Acquisition University Fort Belvoir United States.
14. Li, S., Huang, H. Z., Wang, P., & Jin, T. (2016, January). Design of maintenance outsourcing contracts considering fleet expansion. In *2016 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)* (pp. 1-7). IEEE.

15. Nowicki, D., Kumar, U. D., Steudel, H. J., & Verma, D. (2008). Spares provisioning under performance-based logistics contract: profit-centric approach. *Journal of the Operational Research Society*, 59(3), 342-352.
16. Özdemir, H. (2016). *Türk Savunma Sanayiinde Performansa Dayalı Lojistik (Pdl) Yaklaşımına Yönelik Bir Model Önerisi*, Doktora Tezi, Ankara, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
17. Selviaridis, K., & Wynstra, F. (2015). Performance-based contracting: a literature review and future research directions. *International Journal of Production Research*, 53(12), 3505-3540.
18. SSM, (2012). 2012-2016 Savunma Sanayii Müsteşarlığı Stratejik Planı.
19. SSM, (2015). Savunma Sanayii Müsteşarlığı Faaliyet Raporu 2015.
20. URL 1, <http://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2012/121030-the-hour.aspx>, 01.02.2017.
21. URL 2, <http://www.geaviation.com/commercial/services/>, 01.02.2017.

# TOPSİS ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE TÜRK KONTEYNER LİMANLARININ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Aynur ACER<sup>1</sup>, Gözde YANGINLAR<sup>2</sup>

## ÖZET

*Limanlar, uluslararası ticaretin gelişmesi ile birlikte, ülke ve bölge ekonomisini doğrudan etkileyen bir role sahiptir. Dünya ticaret hacminin günden güne artması ile birlikte ithalat, ihracat ve transit taşımalara hizmet veren liman ve terminallerin kapasitelerini optimal kullanabilmeleri için performanslarını sürekli olarak gözden geçirmeleri gerekmektedir. Ayrıca konteyner limanlarının alt ve üst yapı yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı uzun vadeli plan ve stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle limanlarda maksimum kapasite kullanım hesabı yapılırken, sahip olunan tüm girdilerin etkin kullanımının birtakım yöntemler kullanılarak incelenmesi temel esastır. Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren 20 konteyner limanının performansı, 2015 yılı finansal olmayan veriler kullanılarak Excel’de TOPSİS yöntemi ile analiz edilmeye çalışılmıştır. Analiz sonucu, limanların genel performansını gösteren değerler TOPSİS yöntemi yardımı ile tek bir skora dönüştürülmüş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenerek liman performansları değerlendirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi, Konteyner Limanları, Performans, TOPSİS

## THE DETERMINATION OF TURKISH CONTAINER PORTS PERFORMANCE WITH TOPSİS MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING METHOD

## ABSTRACT

*Ports have a leading role on affecting country and regional economy with the development of international trade. World trading volume has been increasing day by day, as a result of that, ports and terminals, which have given export, import, transit, local or regional transportation services, should have been regularly examined performance for being used optimal capacity. Furthermore, due to infrastructure and superstructure investment costs, ports and terminals should have required long term plans and strategies to examine the efficient use of all available inputs by means of a number of methods while calculating the maximum capacity utilization at the ports. For this reason, while the maximum capacity utilization calculation*

- 
- <sup>1</sup> İstanbul Arel Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu, Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık Bölümü, İstanbul
  - <sup>2</sup> Beykent Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık Bölümü, İstanbul

*is made at the ports, the examination of the effective utilization of all the inputs possessed by some methods. In this study, performance of 20 Container port's, which have been operating in Turkey, has been analyzed with TOPSIS method, by using 2015 nonfinancial data with Excel. As a result of the analysis, the values are showing the overall performance of the ports were converted into single score with the help of the TOPSIS method and port performance are displayed by the results are evaluated comparatively as well.*

**Keywords:** Container ports, Multiple Criteria Decision Making, Performance, TOPSIS

## 1. GİRİŞ

Uluslararası ticaretin gelişmesiyle, konteyner terminallerinin dünya deniz taşımacılığı sistemleri içinde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Konteyner limanları, bir başlangıç veya bitiş noktasından ziyade bir bağlantı noktasıdır. Farklı taşımacılık araçları arasında konteyneri doğru, zamanında ve güvenli bir şekilde aktarmanı sağlaması, aynı zamanda konteyner terminallerinin transfer özelliğini vurgulamaktadır. Konteyner limanları genel olarak konteynerlerin ana hat gemileri ile besleme (feeder) gemileri veya kara/demir yolu arasında aktarımını sağlarlar. Konteyner terminallerinin 3 temel fonksiyonu bulunmaktadır; konteynerin taşınması, depolanması ve konteyner elleçlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Konteyner limanları, artan çeşit ve miktarlardaki yüklerin konteynerlerle taşınmasına imkân sağladığı, gemiye yüklendiği, gemiden tahliye edildiği ve geçici olarak depolandığı alanlar olmasının yanı sıra ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde önemli göstergelerden birisi olarak öne çıkmaktadır. Yük elleçleme sistemi limanlardaki faaliyetin temelini oluşturmaktadır. Yük elleçleme sistemi depolama, liman içi taşıma, yükleme ve tahliye faaliyetlerini kapsamaktadır. Yük elleçleme hizmetinin verilmesi için rıhtım, mendirek, ekipman, yaklaşım kanalı gibi limanın alt, üst yapı ve ekipmanları gibi limanlarda bulunan temel olanaklara gereksinim duyulmaktadır.

Dünya limanlarında konteyner elleçlemesi 1965 yılında yaygınlaşmaya başlamasına rağmen Türkiye’de konteyner elleçlemesi 1985 yılında görülmeye başlanmıştır. Özel sektörün desteğiyle 90’lı yıllarla Türk limanlarında konteyner hareketlerinin yoğunlaştığı görülmektedir (Ateş vd., 2010). Limanlarımızdaki toplam elleçlenen konteyner sayısı 2007 yılında 48.644.314 iken 2016 yılında 94,928.597’e çıkmıştır. Türkiye’de konteyner taşımacılığı son 10 yılda sürekli bir gelişim içinde olduğu gözlenmektedir (DTGM, 2016). Limanlar üzerindeki “konteyner elleçleme maliyetlerinin düşürülmesi” ve “operasyon verimliliğinin artırılması” yönündeki baskılar her geçen gün artmaktadır. Türkiye’de elleçlenen konteyner sayısındaki artışa bağlı olarak konteyner terminalleri zaman içinde bir evrim geçirmiş, katma değer yaratıcı lojistik faaliyetlerin yerine getirildiği birer lojistik üslere dönüşmüştür. Liman operasyon sürecinde meydana gelen bir sorun, uluslararası denizyolu taşımacılığını dolaylı ya da doğrudan etkilemektedir. Rıhtım vincinin verimsiz çalışması, yükleme ve boşaltma operasyonlarının hızını etkileyerek, gemilerin rıhtımda bekleme süresini artmasına neden olacaktır (Esmer, 2008). Bu yüzden; konteyner limanlarında daha hızlı, güvenilir bir hizmet vermek amacıyla otomatik istifleme vinçleri kullanılarak, konteyner limanlarının verimlili-



ğinin artırılması amaçlanmaktadır (Gharehgozli vd., 2017). Günümüzde konteyner limanlarının rekabetçi piyasada varlıklarını sürdürebilmeleri ve müşteri memnuniyeti yaratabilmeleri için, operasyonlarını iyileştirmeleri ve maliyet etkinliğini sağlamaları gerekmektedir. O yüzden bu süreçte, en iyi performans gösteren limanların seçilmesi ve verimliliği artıracak faktörlerin belirlenmesi temel esastır.

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, Dünya'daki konteyner limanlarının performans kriterlerini inceleyerek, Türkiye'de faaliyet gösteren 20 konteyner limanını performansını analiz etmektir. Yapılan literatür taramasında, Dünya'daki konteyner limanlarının performansları analiz edilirken veri zarflama yöntemi kullanıldığı gözlenmektedir. Türkiye'deki 20 konteyner limanının performansı TOPSİS yöntemi ile incelenerek, farklılık yaratılması hedeflenmektedir. Araştırma sonucu elde edilen veriler, ileride bu konuda yapılacak diğer araştırmalara da temel oluşturabilecektir. 1981- 2017 yılları arasında yayınlanan makaleler arasından, Science Direct, Taylor & Francis, Emerald Group Publishing, Ibima Publishing ve Ulakbim veri tabanları baz alınarak çok kriterli karar verme yöntemi, konteyner limanları, performans, Topsis anahtar kelimeleri seçilerek özellikle konteyner limanlarının performans değerlendirilmesi ile ilgili bilgi veren makaleler incelenmiştir.

Literatürde konteyner limanlarının performansını ölçmek amacıyla kriterler belirlenmiştir. Ateş (2010) çalışmasında, liman performansını liman verimliliği ve liman üretimi şeklinde 2 başlıkta incelemiştir. Liman verimliliği; konteyner terminaline ait girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi gösterirken (her bir vincin yaptığı hareket sayısı, vincin saatte elleçlediği yük miktarı vb...), liman üretimi; konteyner terminal operatörlerine ait girdi ve çıktı arasındaki teknik ilişkiyi açıklamaktadır. Willingale (1981) çalışmasında, limanlar arasında seyir mesafesi, hinterlanda yakınlık, liman altyapısı, tarifeleri ve limanın kullanımı gibi bileşenlerini ele alırken, Collison (1984) çalışmasında limanlarda ortalama bekleme süresi, liman programının zamanlaması ve liman hizmetlerinin kapasitesini seçim kriterleri olarak tayin etmiştir. Estache vd. (2004) çalışmasında, 1996-1999 yılları arasında Meksika'daki 11 konteyner limanının performansını, liman uzunlukları ve çalışan personel sayısına göre, Alejandro ve César (2009) ise; 2000-2007 yılları arasında Meksika'daki 7 konteyner limanını performansını depolama alanı, liman uzunluğu, vinç sayısına göre analiz etmiştir. Cheon vd. (2010) çalışmasında, dünyadaki 98 konteyner limanını 1994-2004 yılları arasında limanda bir gemiye ayrılan yerin uzunluğu, terminal alanı, konteyner tipi vinç sayısını baz alarak terminallerin performansını incelemiştir. Yuen vd.(2013) Çin'de, Güney Kore'de ve Singapur'da 21 konteyner terminali 2003-2007 yılları arasında limanda gemiye ayrılan yerin sayısı ve uzunluğu, terminal alanı, vinçlerin sayısını kriter olarak belirleyerek, bir değerlendirme yapmıştır.

Mccalla (1994) çalışmasında, liman tesisleri, ulaşım ağları, konteyner taşıma güzergahları gibi faktörlerin konteyner limanlarının verimliliğine etkisini araştırmıştır. Song vd.

(2014) çalışmasında, 2006-2011 yılları arasında Çin'deki konteyner limanlarının performansı Malmquist verimlilik endeksi kullanılarak analiz edilmiştir. Limanlardaki verimlilik artışının ana faktörü teknolojik gelişme olduğu vurgulanmaktadır. Yangtze Deltası'ndaki terminallerin verimliliğinin en yüksek olduğu, güneydoğu kıyılarındaki terminallerin verimliliğinin ise en düşük olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Kim (2012) çalışmasında Avrupa'daki 19 konteyner limanın verimliliğini Promethee methodu ile ölçülmüştür. Yapılan analiz sonucunda, Rotterdam limandaki vinçlerin daha verimli kullanılması için önlemlerin alınması ve Valencia, GioiaTauro limanlarında görev alan personelin çalışma saatlerinin azaltılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Rios vd. (2014) çalışmasında, Brezilya'daki 17 konteyner terminalinin "konteyner sayısı, rıhtım uzunluğu, rıhtım sayısı, terminal tarifeleri, rıhtım derinliği, ortalama bekleme süresi, yük veya boşaltma kargosu için ortalama bekleme süresi" kriterleri ele alınarak, hiyerarşik kümeleme analizi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Santos limanındaki Tecon terminalinin en iyi performans gösteren terminal olduğu belirlenmiştir. Wilmsmeier vd. (2013) çalışmasında, 2005-2011 yılları arasında 10 ülke 20 konteyner limanında Veri Zarflama Yöntemi ile finansal krizin terminal verimliliğine etkisi ölçülmüştür.

**Tablo 1:** Konteyner Limanların Performans Kriterleri

Sıra No	Konteyner Limanların Performans Kriterleri	Adet	Yazar
1	Rıhtım uzunluğu		Rios vd., (2014), Liu vd. (2008), Fontes (2006), Kim (2012), De Neufville and Tsunokawa (1981), Al-Eraqi vd., (2009), Guerrero ve Rivera, (2009), Lozano, (2009)
2	Rıhtım sayısı	3	Rios vd., (2014), Rios ve Maçada (2006 ), Wanke vd. (2011),
3	Ortalama bekleme süresi (Yükleme yada boşaltma için)	2	Rios vd., (2014), Collison (1984),
4	Ekipman sayısı	3	Rios ve Maçada (2006 ), Al-Eraqi vd., (2009), Lozano, (2009)
5	Gemiye ayrılan yerin sayısı	2	Yuen vd. (2013), Wanke vd. (2011),
6	Gemiye ayrılan yerin uzunluğu	2	Cheon vd. (2010), Yuen vd. (2013)
7	Vinç sayısı	11	Liu vd. (2008), Yuen vd. (2013), Alejandro and César (2009), Cheon vd. (2010), Rios ve Maçada (2006 ), Kim (2012), De Neufville and Tsunokawa (1981), Guerrero ve Rivera, (2009), Lozano, (2009), Haralambides vd. (2010), Bottasso vd. (2011),
8	Liman uzunlukları		Estache vd. (2004), Alejandro and César (2009)
9	Çalışan personel sayısı	6	Estache vd. (2004), Rios ve Maçada (2006), Martin (2002), Guironnet vd. (2009), Haralambides vd. (2010), Bottasso vd. (2011),
10	Depolama alanı	3	Alejandro and César (2009), Guerrero ve Rivera, (2009), Lozano, (2009)
11	Terminal alanı	9	Cheon vd. (2010), Yuen vd. (2013), Mccalla (1994), Rios ve Maçada (2006 ), Wanke vd. (2011), Kim (2012), Martin (2002), Al-Eraqi vd., (2009), Bottasso vd. (2011),

Tablo 1’de, literatürde yer alan konteyner limanlarının performans kriterlerinde ağırlıklı olarak vinç sayısı, rihtım uzunluğu, terminal alanı ve çalışan personel sayısının etkili olduğu belirtilmiştir. Limanlardaki vinç sayısının en fazla tercih edilen kriter olduğu görülmektedir.

### 3. YÖNTEM

Çok kriterli karar verme yöntemleri, birden fazla kritere dayalı karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Fuzzy AHS, Topsis, Fuzzy Topsis, Electra, Faktör Puan Yöntemi, Ağırlıklı Kriterler Yöntemi, vb. olarak sıralanabilir (Eleren, 2007). Literatürde konteyner liman ve terminal performanslarının ve etkinliğinin belirlenmesinde ağırlıklı olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Bu çalışma çeşitli iktisadi araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmasına rağmen, konteyner limanlarında operasyonel performansın değerlendirilmesinde ulusal düzeydeki çalışmalarda pek rastlanılmayan TOPSIS yönteminin kullanılması açısından diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) yöntemi çok kriterli karar verme yöntemidir (Ömürberk vd., 2015). Bu yöntem, alternatif çözüm noktasının pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafede olacağı varsayımına göre oluşturmuştur (Eleren ve Karagül, 2008). TOPSİS yöntemi doğrudan veri üzerine uygulanarak alternatiflerin belirtilen kriterlere, maksimum ve minimum değerlere göre ideal çözüme uzaklıklarını değerlendirerek sıralama yapan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. TOPSIS yaklaşımının temelinde en çok tercih edilen alternatifin sadece pozitif ideal çözüme en yakın mesafede olan değil aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan alternatif olduğu düşüncesi yatmaktadır (Dumanoglu ve Ergül, 2010). TOPSİS tekniği aşağıda yer alan adımları içermektedir. (Kumar ve Singh, 2012):

#### 1. Adım Karar Matrisinin Oluşturulması

TOPSİS yönteminin ilk aşaması i. satırda belirtilen n sayıda kriter ve j. sütunda belirtilen m sayıda alternatiften oluşan karar matrisinin (A) oluşturulmasıdır. Bu karar matrisi aşağıda verilmiştir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

#### 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

A karar matrisinin elemanları kullanılarak oluşturulan normalize edilmiş karar matrisi (R), aşağıdaki formül aracılığıyla elde edilmektedir.

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{i0}^2}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$R = [r_{ij}] \quad (3)$$

### 3. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada, normalize edilmiş karar matrisinin elemanları kriterlere verilen önem derecesine ( $W_j$ ) göre ağırlıklandırılmalıdır. Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $W_j$  değeri ile çarpılarak Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi ( $V_{ij}$ ) oluşturulur.

$$V_{ij} = r_{ij} \times W_j \quad (4)$$

### 4. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur (Ömürbek ve Kınay; 2013).

Bu aşamada, Pozitif ( $V_j^+$ ) ve negatif ( $V_j^-$ ) ideal çözümler belirlenirken aşağıdaki formüller kullanılmaktadır;

$$V_j^+ = \left\{ (\max_j V_{ij} \mid i \in I), (\min_j V_{ij} \mid i \in j) \right\}, \quad (5)$$

$$V_j^- = \left\{ (\min_j V_{ij} \mid i \in I), (\max_j V_{ij} \mid i \in j) \right\} \quad (6)$$

### 5. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Bu adımda her bir alternatifin pozitif ideal ( $S_i^+$ ) ve negatif ideal ( $S_i^-$ ) çözüme olan uzaklıklarının hesaplanmasında n boyutlu Öklid uzaklığı yaklaşımı kullanılmaktadır.

$$\text{Pozitif İdeal Ayırım Ölçütü; } S_i^+ = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_i^+)^2}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7)$$

$$\text{Negatif İdeal Ayırım Ölçütü; } S_i^- = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

### 6. İdeal Çözüme Ulaşmak İçin Göreceli Yakınlığın Hesaplanması

İdeal çözüme ulaştıracak göreceli yakınlığın hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır;

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} ; 0 \leq C_i \leq 1, i = 1, 2, 3, L m \quad (9)$$

#### 7. Her Bir Alternatifin Göreceli Sıralanması

Son aşamada, hesaplanan  $C_i$  değerlerine göre alternatifler puanlara göre sıralanmaktadır. Sıralama sonucu en yüksek  $C_i$  değeri veren alternatif, en ideal alternatifi göstermektedir.

## 4. UYGULAMA

Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner limanlarının performans ölçümünde etkili olan karar değişkenlerinin belirlenmesinde, literatürdeki sınıflandırmalardan ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır.

### 1.1. Problemin Tanımlanması

Çok kriterli karar verme yöntemleriyle farklı yapıda limanların performanslarının birbirinden bağımsız kriterlere göre karşılaştırılarak matematiksel modellemeyle değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner limanlarının performansı, belirtilen kriterlere göre TOPSİS modeli kullanılarak değerlendirilmiştir.

### 1.2. Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner limanlarının performans ölçümünde etkili olan karar değişkenlerinin belirlenmesinde, literatürdeki sınıflandırmalardan ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada 2015 yılı için yıllık elleçlenen TEU miktarı, konteyner sayısı, yıllık elleçleme kapasitesi, iskele/rıhtım sayısı, rıhtım uzunluğu, konteyner terminal alanı ve maksimum draft olmak üzere yedi adet karar değişkeni kullanılmıştır. Alternatifler olarak da Türkiye’de faaliyet gösteren 20 konteyner limanı çalışmada yer almaktadır.

### 1.3. Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan veriler TÜRKLİM’den, ilgili limanlardan ve sektör raporlarından derlenerek elde edilmiştir. Kriterlerin ölçü birimleri ve açıklamaları aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Konteyner Terminalleri Performans Kriterleri

Kriterler	Açıklama	Birim
Yıllık Elleçlenen Teu Miktarı	20 footluk (1 TEU) konteynere göre	TEU /Yıl
Yıllık Elleçlenen Konteyner Sayısı	20 ve 40 footluk konteyner	Adet
Elleçleme Kapasitesi	20 footluk (1 TEU) konteynere göre	Teu/Yıl
İskele/ Rıhtım Sayısı	Konteyner terminali iskele/rıhtım sayısı	Adet
İskele/Rıhtım uzunluğu toplamı	Konteyner terminali iskele/rıhtım uzunluğu	Kilometre
Terminal Alanı	Konteyner liman/terminal alanı	Metrekare
Maksimum Draft	Maksimum derinlik	Metre

Alternatif olarak kullanılan 20 konteyner limanı ile ilgili 7 kriter oluşturularak toplanan veri setinden oluşan Karar Matrisi aşağıda Tablo 3’de gösterilmektedir.

**Tablo 3:** Başlangıç Karar Matrisi

	Elleçlenen TEU Miktarı (Teu/Yıl)	Konteyner Sayısı	Elleçleme Kapasitesi	İskele/ Rıhtım Sayısı	Konteyner Terminal Rıhtım Uzunluğu	Terminal Alanı	Max Draft
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
ASSAN	91203	58059	250000	1	340	69350	24
BORUSAN	225718	154510	400000	4	560	120000	14,5
ÇELEBİ BANDIRMA	18613	18458	40000	5	824	215569	11,5
ASYA PORT	129297	74986	250000	4	1330	300000	18
EGE GÜBRE	330252	217065	400000	5	697	155000	20
EVYAP	605385	393690	855000	4	1171	265000	16
GEMPORT	380511	253766	600000	8	1016	680000	36
KUMPORT	1170000	731250	2500000	5	2174	469000	16,5
ALPORT	18417	16779	350000	2	870	90000	12
LİMAK İSKENDERUN	144657	85502	1300000	4	920	900000	15,50
LİMAŞ	26622	13928	200000	2	240	60000	19
MARDAŞ	335576	208679	1300000	3	915	330000	16,5
MARPORT	1585419	1048447	2000000	7	1800	440000	16,5
MERSİN	1466199	923506	1800000	6	1475	1100000	14
NEMPORT	254311	170678	450000	6	820	140000	21,5
RODAPORT	91749	54821	180000	3	400	100000	12,3
SAMSUNPORT	56713	47764	184730	2	400	320000	10,5
YILPORT	374544	241831	600000	2	525	200000	25
TCDD ALSANCAK	656410	467344	1164917	4	933	635000	13
TCDD HAYDARPAŞA	121641	75511	654637	4	650	322503	12
GENEL ORTALAMA	404161,85	262828,7	773964,2	4,05	903	345571,1	17,22

#### 1.4. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Uygulamada seçim kriterlerinin ağırlıklarının elde edilmesinde belirsizlik halinde karar verme yöntemlerinden biri olan eş olasılık (laplace) kriteri kullanılarak tüm kriterlere eşit ağırlıklar verilmiştir.

#### 1.5. Pozitif İdeal ( $V_j^+$ ) ve Negatif ( $V_j^-$ ) İdeal Çözüm Seti

Adım 1’de karar matrisinde her bir değer, bulunduğu sütundaki değerlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Elde edilen matris ağırlıklar ile çarpılarak ağırlıklandırılmış standart karar matrisi oluşturulmuştur. Bu aşamada pozitif ideal ve negatif ideal çözüm seti için sütundaki değerlerin maksimumu ve minimumu seçilmiştir. Elde edilen çözüm seti aşağıda Tablo 4’de yer almaktadır.

**Tablo 4:** Pozitif İdeal ( $V_j^+$ ) ve Negatif ( $V_j^-$ ) İdeal Çözüm

$V^+$	0,0826	0,0843	0,0780	0,0578	0,0678	0,0791	0,0988
$V^-$	0,0010	0,0011	0,0012	0,0072	0,0075	0,0043	0,0222

#### 1.6. İdeal Çözüme Göre Alternatiflerin Sıralanması

Bu adımda, sütundaki değerlerden pozitif ideal ve negatif ideal değerler çıkarılarak sırasıyla pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklık değerleri belirlenir. Adım-5 ve Adım-6’da yer alan formüller kullanılarak elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5:** Alternatiflerin Sıralanması

KONTEYNER LİMANLARI	$S^+$	$S^-$	$S_i$	SIRALAMA
ASSAN	0,178	0,022	0,109	20
BORUSAN	0,167	0,031	0,158	15
ÇELEBİ BANDIRMA	0,178	0,036	0,168	14
ASYAPORT	0,161	0,047	0,225	13
EGE GÜBRE	0,154	0,045	0,228	12
EVYAP	0,133	0,065	0,326	8
GEMPORT	0,120	0,094	0,440	5
KUMPORT	0,086	0,136	0,611	3
ALPORT	0,179	0,024	0,118	19
LİMAK İSKENDERUN	0,139	0,080	0,366	7
LİMAŞ	0,180	0,027	0,130	18
MARDAŞ	0,139	0,059	0,298	9
MARPORT	0,074	0,151	0,672	2
MERSİN	0,069	0,151	0,687	1
NEMPORT	0,148	0,062	0,294	10
RODAPORT	0,174	0,028	0,140	17
SAMSUNPORT	0,172	0,028	0,140	16
YILPORT	0,143	0,084	0,371	6
TCDD İZMİR ALSANCAK	0,103	0,091	0,469	4
TCDD HAYDARPAŞA	0,150	0,060	0,287	11

Sıralama sonucunda Mersin Limanı en yüksek  $C_i$  puanı (0,687) ile birinci, Ambarlı Marport Limanı (0,672) ikinci ve Kumport limanı (0,611) ile üçüncü seçilmiştir. Bu sıralamayı sırasıyla; İzmir Alsancak (0,469), Gemport (0,440) Yılport (0,371), Limak İskenderun(0,366), Evyap (0,326), Mardaş (0,298), Nemport (0,294), Haydarpaşa (0,287), Ege Gübre (0,228), Asyaport (0,225), Çelebi Bandırma (0,168), Borusan (0,158), Samsunport (0,140, Rodaport (0,140), Limaş (0,130), Alport (0,118) ve Assan (0,109) konteyner limanları takip etmektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Denizyolu taşımacılığında konteyner limanları, hem ulusal hem de uluslararası ticaretin gelişmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Ticaretin artmasıyla birlikte limanlar, tüm girdilerini optimum kullanabilmeleri ve uzun vadeli planlar yapabilmeleri için, bazı matematiksel yöntemler kullanarak performans değerlemeye ihtiyaç duymaktadırlar. Bir limanın



fiziki altyapısı, alanı, elleçleme kapasitesi, rıhtım iskele sayısı ve uzunluğu gibi sahip olduğu fonksiyonların başarılı bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı aynı zamanda hizmet kalitesini arttırıp rekabet edilebilir bir liman haline gelebilme durumu performans değerlendirme ile tespit edilebilmektedir. Liman performans ölçümü, denizyolu taşımacılığında önemli bir gereksinimdir. Konteyner limanların performans derecesinin düşük olması iş gücü ve sermaye gibi üretimin temel faktörlerinin üretkenliğini azaltmakta ve dolayısıyla müşteri ve sermaye kaybına neden olmaktadır. Konteyner terminali verimliliği; iş gücü, ekipman, gemi, yük ve saha gibi liman girdilerinin etkin kullanılmasını amaçlamaktadır. Terminal verimliliği ölçümü ise bu kaynaklarının verimliliğinin hesaplanmasıdır.

Bu çalışma çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSİS yöntemi kullanılarak Office Excel programı ile Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner limanlarının performansını değerlendirmeye yöneliktir. Çalışmada 20 konteyner limanı alternatif olarak seçilmiştir. Karar verme değişkenleri olarak da 2015 yılı için yıllık elleçlenen TEU miktarı, elleçlenen konteyner sayısı, konteyner terminalleri elleçleme kapasitesi, konteyner iskele/rıhtım sayısı ve uzunluğu, terminal alanı ve maksimum draft olmak üzere 7 adet kriter ele alınmıştır. TOPSİS yöntemi kullanılarak sonuçlar değerlendirildiğinde performansı en yüksek birinci liman Mersin limanı’dır. Türkiye’nin güneydoğusunda yer alan, yüzden fazla uluslararası limanla bağlantısı bulunan Mersin limanı doğu Akdeniz’e açılan önemli bir kapıdır. Türkiye’nin Güney, Güneydoğu ve Doğu Anadolu ekonomisi ve ticaretinin yanı sıra çevre ülkelerin iç transit pazarında etkili bir rol oynamaktadır. Liman zengin imkânlarla sahip olup bu imkânlar sayesinde, konteyner, genel kargo, proje kargo, ro-ro, kuru dökme yük ve sıvı dökme yük hizmeti vermesinin yanı sıra; toplamda 21 tane rıhtımı bulunan limanda aynı anda 30’a yakın gemiye yükleme- boşaltma hizmeti de verilebilmektedir. İkinci ve üçüncü olarak Marport ve Kumport limanları yer almaktadır. Marport konteyner limanı saha ve rıhtım kapasitesini artırarak, derin su ihtiyacı duyan büyük konteyner gemilerinin hizmet alabilecekleri bir terminal haline getirildiği ve bu sayede verimli ve etkin bir liman hizmeti sunulduğu görülmektedir. Özellikle transit gemi ve yüklere hizmet vermesi açısından önemlidir. Limaş, Alport ve Assan limanları performansı en düşük limanlar olarak yer almaktadır. Bu çalışmadan hareketle liman performanslarının değerlendirilmesinde diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ve farklı kriterler ele alınarak değerlendirme yapılabilmesi mümkündür.

## **TEŞEKKÜR**

TÜRKLİM’e ve limanlara katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

1. Alejandro, G.C., César, T. (2009), "Mexico: Total Productivity Changes at The Principal Container Port", CEPAL Rev. 99, pp.173–185.
2. Al-Eraqi, A. S., Khader, A. T., Mustafa, A. (2009), "DEA Malmquist Index Measurement in Middle East and East African Container Terminals", International Journal Shipping and Transport Logistics, 1,3, pp. 249–259.
3. Ateş, A. ( 2010), "Türkiye Konteyner Terminallerinde Verimlilik Analizi", Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilimdalı, Doktora Tezi, Erzurum.
4. Bayraktutan, Y., Özbilgin, M. (2013), "Limanların Uluslararası Ticarete Etkisi ve Kocaeli Limanlarının Ülke Ekonomisindeki Yeri", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 26, pp. 11 – 41.
5. Bottasso, A., Conti, M., Ferrari, C. (2011), "Efficiency and productivity growth in a sample of Italian containers terminals", International Journal of Transport Economics, 38, 2, pp. 107–122.
6. Chang, V., Tovar, B. (2014), "Efficiency and productivity changes for Peruvian and Chilean ports terminals: A parametric distance functions approach", Transport Policy, 31, pp. 83-94.
7. Cheon, S.H., Dowall, D.E., Song, D.W. (2010), "Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: ownership, corporate structure, and total factor productivity changes of world container ports", Transp. Res. Part E 46, pp.546–561.
8. Collison, F.M. (1984), "North to Alaska: Marketing in the Pacific Northwest-Central Alaska linear trade", Marit. Policy Manage, 11, 2, pp. 99–112.
9. De Neufville, R., Tsunokawa, K. (1981), "Productivity and returns to scale of container ports", Maritime Policy and Management, 8, 2, pp. 121–129.
10. Dumanoglu, S., Ergül, N. (2010), "İMKB’de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Mali Performans Ölçümü", Muhasebe Ve Finansman Dergisi, 48, pp.101-111.
11. Eleren, A. (2014), "Markaların Tüketici Tercih Kriterlerine Göre Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Değerlendirilmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama", Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, 14, 2, pp.47-64.
12. Eleren, A., & Karagül, M. (2008), "1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi", Celal Bayar Üniversitesi İİ BF Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, 15,1, pp.1-14.
13. Esmer, S. (2008), "Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simulasyon Modeli", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
14. Esmer, S., Zafer, E. (2008), "Türkiye’de Konteyner Limanlarının Geleceği", Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi, 27-30 Mayıs, Ankara, pp. 551-558.
15. Estache, A., Tovar, B., Trujillo, L. (2004), "Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico", Utilities Policy, 12, pp.

221–230.

16. Gharehgozli , A.H., Vernooij, F.G., Zaerpour, N. (2017), “A simulation study of the performance of twin automated stacking cranes at a seaport container terminal”, *European Journal of Operation Research*, 9, pp.1-21.
17. Guerrero, C., & Rivera, C. (2009). “ Mexico: Total productivity changes at the principal container ports”, *Cepal Review*, 99, pp. 173–185.
18. Guironnet, J.P, Peypoch, N., Solonandrasana, B. (2009), “A note on productivity change in French and Italian seaports”, *International Journal Shipping and Transport Logistics*, 1,3, pp. 216–226.
19. Haralambides, H., Hussain, M., Barros, C. P., Peypoch, N. (2010), “A new approach and benchmarking seaport efficiency and technological change”, *International Journal of Transport Economics*, 3,1, pp. 77–96.
20. Kim, D. (2012), “A Comparison of efficiency with productivity criteria for European container ports”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 28, 2, pp. 183-202.
21. Kim, A. R. (2016), “ A Study On Competitiveness Analysis Of Ports in Korea And China By Entropy Weight TOPSIS”, *The Asian Journal Of Shipping And Logistics*, 32(4), 187-194.
21. Kozhircbayev, Z., Sinnott, R.O. (2017), “A performance comparison of container-based technologies for the Cloud”, *Future Generation Computer Systems*, 68, pp. 175-182.
23. Kumar, P., Singh, R.K. (2012), “A fuzzy AHP and TOPSIS methodology to evaluate 3PL in a supply chain”, *Journal Of Modelling in Management*, 7,3, pp.287-303.
24. Lee, C., Song, D. (2017), “Ocean container transport in global supply chains: Overview and research opportunities”, *Transportation Research Part B*, 95, pp. 442-474.
25. Lozano, S. (2009), “Estimating productivity growth of Spanish ports using a non-radial, non-oriented Malmquist index”, *International Journal Shipping and Transport Logistics*, 1, 3, pp. 227–248.
26. Ömürbek, N., Makas, Y., Ömürbek, V. (2015), “AHP ve TOPSIS Yöntemleri İle Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1, 21, pp.59-83.
27. Ömürbek, V., Kınay, Ö. G. B. (2013), “Havayolu Taşımacılığı Sektöründe TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi ”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3).
28. Rios, L.R., Maçada, A.C.G., (2006), “ Analysing the relative efficiency of container terminals of Mercosur using DEA, *Marit. Econ. Logist.* 8, 4, pp.331–346.
29. Rios, C., Sousa, R. (2014), “ Cluster analysis of the competitiveness of container ports in Brazil ”, *Transportation Research Part A*, 69, pp. 423-443.
30. Songn, B., Cui, Y. (2014), “ Productivity changes in Chinese Container Terminals 2006–

- 2011”, *Transport Policy*, 35, pp. 377-384.
31. URL 1, DTGM (2016), [https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik\\_konteyner.aspx](https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_konteyner.aspx)
  32. Wang, Y., Jiang, X., Lee, L.H., Chew, E.P., Tan, K.C. (2017), “ Tree based searching approaches for integrated vehicle dispatching and container allocation in a transshipment hub”, *Expert Systems With Applications*, 74, pp. 139-150.
  33. Wanke, P.F., Barbastefano, R.G., Hijjar, M.F. (2011), “Determinants of efficiency at major Brazilian port terminals”, *Transp. Rev.* 31, 5, pp. 653–677.
  34. Willingale, M.C. (1981), “ The port-routeing behaviour of short-sea ship operators; theory and practice”, *Marit Policy Manage*, 8, 2, pp. 109–120.
  35. Wilmsmeier, G., Tovar, B., Sanchez R.J. (2013), “The evolution of container terminal productivity and efficiency under changing economic environments”, *Research in Transportation Business & Management*, 8, pp. 50-66.
  36. Yuen, C.L., Zhang, A., Cheung, W. (2013), “Foreign participation and competition: a way to improve the container port efficiency in China? ”, *Transp. Res. Part A* 49, pp.220–231.
  37. Zheng, J., Sun, Z., Zhang F. (2016), “Measuring the perceived container leasing prices in liner network design with empty container repositioning”, *Transportation Research Part E*, 94, pp. 123-140.
  38. Zheng, X.B., Park, N.K. (2016), “A study on the efficiency of container terminals in Korea and China”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32, pp. 231-220.

# TÜRKİYE'DEKİ LİMAN BAŞKANLIKLARININ ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

*Irmak DALDIR<sup>1</sup>, Ömür TOSUN<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Uluslararası ticarete açılan bir kapı olan limanlar, ülke ekonomisini doğrudan etkilemektedir. Günümüzde, küreselleşmenin etkisi ile dünya ticaret hacmi, ticaret yapan gemilerin sayısı ve taşınan yük hacmi artmıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak limanlara düşen görevler daha da artmıştır. Bu çalışmada Türkiye'deki konteyner limanlarının liman başkanlıkları bazında verimliliklerini ölçmek için hangi faktörlerin göz önüne alınması gerektiği incelenmiş ve uygulama etkinliği analiz yöntemi olan veri zarflama yöntemi ile yapılmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Etkinlik, liman, verimlilik, veri zarflama analizi

## COMPARISON OF THE PORT AUTHORITY'S EFFICIENCY IN TURKEY

### ABSTRACT

*The ports, which are a gateway to international trade, directly affects the country's economy. Today, with the effect of globalization, world trade volume, number of trade vessels and volume of trade have increased. Due to these developments, the duties of the ports have increased even more. In this study, factors which should be taken into account in order to measure the efficiency of seaports of Turkey are examined in terms of port presidencies and application is done by data envelopment method, which is an efficiency analysis method.*

**Keywords:** Efficiency, seaport, productivity, data envelopment analysis

### 1. GİRİŞ

Günümüzde, yararları kadar zararları da tartışılmaya başlanan küreselleşmenin, şimdilik dünya ekonomisinin önemli bir elemanı olduğunu ifade etmek yerinde olacaktır. 2016 yılında ekonomik kriz sonrası küresel ekonomik büyümenin en düşük seviyeleri gördüğünü gözlemlenmiştir (Berksoy, 2016). 2017 yılı beklentileri ise Dünya Ticaret Bankasına göre daha

---

<sup>1</sup> Arş. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, irmakdaldir@akdeniz.edu.tr

<sup>2</sup> Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, omurtosun@akdeniz.edu.tr

olumlu seyretmekte ve %2,7 büyüme ön görülmektedir (The World Bank, 2017). Ekonomik durgunluk ve krizler bazen firmaların kendi süreçlerini gözden geçirmelerini ve israflarını kısması konusunda bir uyarı niteliğinde olabilmektedir. Bu durumu iyi değerlendirilen firmalar alt yapılarını daha da güçlendirilebilir. Taşıma süreçlerini iyi planlamak yerine hammaddelelerini kısa sürede satın alabilmek için havayolu kullanan bir firma harcamaları konusunda daralmaya gitmek zorunda kalması durumunda, bu süreci denizyolu taşımacılığına çevirerek tedarik sürecini daha verimli yönetmeye devam edebilir. Neden denizyolu taşımacılığı sorusunun cevabı ise havayolu taşımacılığına göre yirmi kat, karayolu taşımacılığına göre yedi kat ve demiryolu taşımacılığına göre üç kat daha az maliyet ile taşıma yapılabilmesi olarak verilebilir (MÜSİAD, 2015).

Maliyet avantajına ek olarak çevreye verilen zararları da dikkate almaya başladığımız bir dönemde bulunduğumuz unutulmamalıdır. Firmaların zaman zaman daha fazla maliyete katlanarak “sürdürülebilir” yöntemlere yatırım yaptığı görülmektedir. International Maritime Organization’nın (IMO) açıklamasına göre karbon emisyonlarının %2,2’si denizyolu taşımacılığı tarafından üretilmekte ve Uluslararası Deniz Ticaret Odası 2050 yılına kadar karbon emisyonu salınımlarını yarı yarıya düşürmeyi amaçlamaktadır (MÜSİAD, 2015).

Bahsi geçen avantajlarının da etkisi ile dünya ticaretinin %75-80’i denizyolu ile taşınmaktadır (UTİKAD, 2016) (Koçak, 2012). Ancak denizyolu taşımacılığında devrim olarak kabul edebileceğimiz asıl gelişme konteynerlerin kullanılmaya başlaması olmuştur. 1960’lardan önce adı bile duyulmamış olan konteynerler günümüzde deniz ticaretinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Reefke, 2010). Eğer kullanılmaya başlanmamış olsaydı dünya günümüzdeki kadar “verimli olmazdı” (Lewis, 2013). 1968’den günümüze konteyner gemilerinin büyüklüğü yaklaşık %1200 büyüme göstermiştir (World Shipping Council, 2016). Talebin artması ve ölçek ekonomisinden faydalanabilme amacı bu artışın asıl sebepleri olduğu düşünülmektedir.

Konteyner taşımacılığına olan ve her sene daha da artmakta olan talebin yönetiminde, bir düğüm noktası olan limanlara önemli bir iş düşmektedir. Devam eden bölümde limanlardaki etkinliği ölçmek için kullanılan yöntemlerin neler olduğu ardından veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ve yöntem ile il liman başkanlıklarının konteyner bazında performans karşılaştırması yer alacaktır.

### **1.1. Limanlarda Etkinlik**

Etkinlik ve verimlilik kavramları, benzer kavramlar olması itibariyle bazı durumlarda araştırmacılar için anlam karmaşıklığına sebep olmaktadır. Verimlilik (produktivite) çoğu zaman çıktının girdiye oranı olarak tanımlanır. Girdiler ile ne kadar çok çıktı üretilebiliyor ise o kadar verimli olduğu düşünülür. Akla ilk önce gelen bu tanım dar anlamda verimlilik olarak adlandırılır, geniş anlamda verimlilik ise “ekonomik amaca ulaşmada araçların duyarlılık ve etkinliğini ölçen soyut bir kavramdır” (Ekodialog, 2017).

Etkinlik girdilerin verimli kullanılmasına odaklanmaktan ziyade çıktılar ve sonuçlarla ilgilenmektedir, diğer bir deyişle ekonomik amaçların hangi ölçüde başarılı olduğu sorusuna cevap arar. İki kavramın arasındaki ilişki ise kaynakların tam etkin kullanılması durumu verimlilik anlamına gelmektedir (Suiçmez, 2014).

Dowd ve Leschine (1990) konteyner limanlarında verimlilik ve verimliliği etkileyen faktörleri çalışmalarında özetlemişlerdir. Buna göre terminal operasyonlarının elemanlarını ortaya koyulmuş ve verimliliklerini etkileyen faktörler açıklanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Konteyner terminallerini etkileyen faktörler ve verimlilik ölçümleri

Terminal Operasyon Elemanları	Verimliliği etkileyen faktörler
Konteyner Sahası	Alan, Biçim, Yerleşim, Depo Elleçleme Yöntemi, Yük yoğunluğu, Bekleme Süresi
Vinç	Vinç karakteristiği, Operatörlerin kabiliyeti, Eğitim, Kargo bulunma, Bozulmalar, Terminal desteğinde aksaklıklar
Kapı	Operasyon çalışma saatleri, Otomasyona geçme derecesi, Veriye ulaşılabilirlik, Şerit sayısı
Yanaşma Yeri	Gemi çizelgesi, Rıhtım sayısı, Vinç sayısı
Personel	İş postası sayısı, İş ve güvenlik kuralları, Personelin kabiliyetleri, eğitimi ve motivasyonu, Gemi karakteristikleri

Kaynak: (Dowd & Leshine, 1990)'den uyarlanmıştır.

Etkinlik ölçüm yöntemleri parametrik olan ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılır. Parametrik yöntemler: stokastik sınır, serbest dağılım ve yoğun (kalın) sınır yaklaşımı olarak üçe ayrılır. Parametrik olmayan yöntemler ise serbest düzenleme ve veri zarflama analizidir (Çağlar & Oral, 2011).

Veri zarflama analizi ile limanlarda yapılmış olan çalışmaların incelemesi yapılırken Cavaignac ve Petiot'ın (2016) ulaşım üzerine yapmış olduğu bibliyometrik çalışma temel alınmıştır. Liman etkinliğini ölçmek için VZA kullanan ve en çok atıf alan 10 çalışmanın içerikleri atıf sıralamasına göre özetlenmiştir. Tongzon'un (2001) yapmış olduğu çalışma en çok atıf alan çalışmadır. Bahsi geçen çalışmada VZA ölçeğe sabit getiri ile kullanılmış, girdi olarak vinç sayısı, konteyner için kullanılan rıhtım sayısı, römorkör sayısı, bekleme süresi ve personel sayısı kullanılmış, çıktı olarak Twenty-foot Equivalent Unit (TEU) bazında konteyner elleçleme miktarı ve operasyon süresi kullanılmıştır. Roll ve Haynuth'un (1993) yaptığı çalışma ise yine ölçeğe sabit getirili veri zarflama kullanılmış girdiler işgücü, sermaye ve yük karakteristiği; çıktılar ise yük miktarı, hizmet düzeyi, müşteri memnuniyeti ve gemi sayısı olarak seçilmiştir. Üçüncü sırada yer alan Culliane ve diğerlerinin (2006) çalışmasında ise konteyner limanlarının teknik etkinliğini ölçmede stokastik sınır analizi ile VZA yöntemleri karşılaştırılmıştır. Kullanılan veriler ise terminal uzunluğu ve alanı, rıhtımdaki ve sahadaki



vinç sayısı, ayırma taşıyıcısı sayısı ve TEU bazında elleçlenen konteyner miktarı olmuştur. Sonra ki çalışma Martinez-Budria ve diğerlerinin (1999) yılında çalışmış olduğu yöntem ölçeğe göre değişken getirili VZA'dır. Emek, yıpranma payı ve diğer giderler girdi fonksiyonunda yer almış; çıktı fonksiyonunda ise elleçlenen yük miktarı ve liman tesislerinin kiralanmasından elde edilen ek gelir yer almıştır. Culliane ve diğerlerinin (2004) çalışmasında rıhtım uzunluğu, liman saha büyüklüğü, terminal alanı büyüklüğü, rıhtım sayısı, köprülülük vinç sayısı ve ayırma taşınması sayısı girdi; toplam elleçlenen yük miktarı (TEU) çıktı olarak seçilmiştir. Barros ve Athanassiou'nun (2004) VZA kullanarak Yunanistan ve Portekiz limanlarının etkinliklerini ölçmüştür. Çalışmada hem ölçeğe göre sabit hem de değişken getiri incelenmiş. Personel sayısı ve sermaye girdi olarak; toplam elleçlenen yük (TEU ve ton bazında) ve gemi sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Sıralamadaki yedinci çalışma ise Turner ve diğerlerinin (2004) yılında yapmış olduğu Kuzey Amerika'nın 1984-1997 yılları arasındaki konteyner limanları verimliliği çalışmasıdır. Tek çıktı TEU bazında toplam yük miktarı girdi olarak ise rıhtım uzunluğu, liman sahası ve vinç sayısı kullanılmıştır. Ardından Valentine ve Gray'in (2001) yılında yapmış oldukları ölçeğe göre sabit getirili VZA çalışması gelmektedir. Toplam rıhtım uzunluğu ve konteyner rıhtım uzunluğu girdileri oluştururken; TEU bazında konteyner elleçlemesi ve ton bazında yük elleçlemesi çıktıyı oluşturmuştur. Cullinane, Song ve Wang'in (2005) yaptığı bu çalışma da ise veri zarflama analizine ek serbest atılabilir zarf analizine yer vermişlerdir. Terminal uzunluğu ve alanı, rıhtımdaki ve sahadaki vinç sayısı, ayırma taşıyıcısı ve TEU bazında elleçlenen konteyner miktarı kullanılan verileri oluşturmuştur. Sıralamadaki son çalışma ise Park ve De'nin (2004) sabit ve değişken getirili veri zarflama analizi çalışması olmuştur. Gemi yanaşma kapasitesi, yük elleçleme kapasitesi (ton) girdi olarak yük miktarı (ton), gemi sayısı, gelir ve müşteri memnuniyeti çıktı olarak seçilmiştir.

## 2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Veri zarflama analizinin temelini doğrusal programlama yaklaşımı oluşturmaktadır. VZA modelleri yönelimlerine göre iki gruba ayrılır. Girdilerin istenilen çıktı düzeyine ulaşmak için ne ölçüde azalması gerektiğine odaklanan modeller girdi yönelimli modelleri oluştururlar. Çıktı yönelimli modeller ise aksine, belirli girdiler kullanılarak çıktılar ne düzeyde olmalı sorusuna cevap ararlar. Bu aşamada karar verilirken uygulamanın yapılacağı alan dikkate alınmalıdır. Eğer girdileri kontrol etme gücü az ya da yok ise çıktı yönelimli; çıktılar daha az kontrol edilebilir ya da edilemez ise girdi yönelimli analiz tercih edilmelidir (Özden, 2008).

Veri zarflama analizinde ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) bir diğer analiz seçeneğini oluşturur. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen ilk model ölçeğe göre sabit getirili model olmuştur; temel farklılık varsayımlarıdır (Tektüfekçi, 2010). CRS modelinde varsayıma göre girdiler belirli bir oranda artırıldığında çıktılar da aynı oranda artmaktadır. Daha sonrasında yöntem Banker, Charnes ve Cooper ta-



rafından geliştirilmiş VRS modeli ortaya konmuştur. Buradaki varsayım ise girdilerin çıktılar ile doğrusal bir oranda artmadığı; aksine farklı bir oranda artış gösterdikleri varsayımdır (Taşköprü & Erpolat, 2016).

Veri zarflama yönteminin en güçlü özelliklerinden biri etkin olmayan karar verme biriminin ne olduğunu ortaya çıkarması ve karar vericilere yol gösterici olmasıdır (Tosun & Aktan, 2010). Bu sebeple veri zarflama yöntemi tercih edilmiştir.

### 3. UYGULAMA

#### 3.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Literatür taramasında çok farklı girdi ve çıktılar kullanılarak limanlarda etkinlik analizi yapılmış olduğu gözlenmiştir. Doğru sonuçlara ulaşmak için doğru değişkenlerin seçilmesi gerektiği oldukça önemlidir. Tablo 1 ve literatür taraması göz önünde bulundurularak, bu çalışmada veri zarflama analizine girdi olarak konteyner sahası, yanaşma yeri (rıhtım sayısı) ve yıllık maksimum elleçleme kapasitesine çıktı olarak ise yıllık elleçlenen konteyner miktarına yer verilmiştir. Veriler liman başkanlıklarının internet sayfaları, limanların kendi internet sayfaları, BİMER bilgi edinme servisi ve limanların iletişim numaraları üzerinden elde edilmiştir. Veri toplama aşamasında Trabzon Liman Başkanlığına bağlı Trabzonport'a ulaşamadığı için araştırmadan çıkarılmıştır. Etkinlik analizi liman başkanlıkları bazında yapılmış; ancak detaylı veri bilgisi Tablo 2'de paylaşılmıştır. Tablo 3'de ise özet istatistik bilgileri yer verilmiştir.

Veri zarflama analizinin yapılabilmesi için gerekli şartlardan biri yeterli karar verme biriminin (KVB) olmasıdır. Bu rakamın nasıl belirlenmesi gerektiği ile ilgili farklı çalışmalar olsa da Vassilopoulou ve Giokas'ın (1990) çalışması temel alınmıştır. Toplam girdi ve çıktı sayısının üç katı KVB olmalı şartı yerine getirilmiştir ve üç girdi ve bir çıktıya karşılık 12 KVB kullanılmıştır.

**Tablo 2:** Türk Konteyner Limanlarının Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Detaylı Veri Seti

	Liman Sahası	Rıhtım Sayısı	Yıllık Kapasite (TEU)	2016 yılı Konteyner Elleçleme Miktarı
<b>Aliğa Liman Başkanlığı</b>				
Egegaz	283000	2	680000	<b>641845</b>
Nemport	88300	2	450000	
Petkim	169024	3	500000	
<b>Ambarlı Liman Başkanlığı</b>				
Akçansa	40000	2	100000	<b>2780168</b>
Mardaş	330000	2	1300000	
Kumport	402115	5	2100000	
Marport	170000	2	950000	
<b>Antalya Liman Başkanlığı</b>				
Port Akdeniz	166800	2	500000	<b>172064</b>
<b>Bandırma Liman Başkanlığı</b>				
Çelebi	268348	4	50000	<b>11289</b>
<b>Gemlik Liman Başkanlığı</b>				
Borusan	360000	2	400000	<b>693164</b>
Yılıfert	15853	2	500000	
Rodaport	219600	4	170000	
Gemport	655000	8	600000	
<b>İskenderun Liman Başkanlığı</b>				
Assan Port	140000	2	250000	<b>375034</b>
Limak Port	1000000	5	3000000	
<b>İstanbul Liman Başkanlığı</b>				
Haydarpaşa Limanı	343420	6	655000	<b>110332</b>
<b>İzmir Liman Başkanlığı</b>				
Alsancak Limanı	902000	10	549000	<b>679905</b>
<b>Kocaeli Liman Başkanlığı</b>				
Evyap	265000	4	855000	<b>1143008</b>
Limaş	120000	2	200000	
Safiport Derince	450000	4	1500000	
Gemport	700000	6	1200000	
<b>Mersin Liman Başkanlığı</b>				
Mersin International Port	112000	13	2600000	<b>1406400</b>
<b>Samsun Liman Başkanlığı</b>				
Samsunport	445000	3	250000	<b>52106</b>
<b>Tekirdağ Liman Başkanlığı</b>				
Tekirdağ Liman İşletmesi	118563	5	152000	<b>680271</b>
Asyaport	300000	2	2500000	

**Tablo 3:** Konteyner Limanlarının Girdi ve Çıktı Değişkenleri

	En küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Hata
Liman Saha Büyüklüğü ( )	88300	1535000	634333,25	137017,57
Konteyner Rıhtım Sayısı	2	16	8,5	1,31
Yıllık Konteyner Elleçleme Kapasitesi (TEU)	50000	4450000	1734250	382661,35
Yıllık Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)	11289	2780168	728798,8	214779,3

### 3.2. Araştırma Bulguları

Analiz için DEAP programı kullanılmıştır. Limanlarda ki girdiler yüksek maliyetli olduğundan artırılması veya azaltılması kolay değildir, diğer bir deyişle girdiler üzerindeki kontrol daha azdır. Bu duruma uygun analiz olan çıktı yönelimli analiz tercih edilmiştir. Ölçeğe göre değişken getiri tercih edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4’de özetlenmiştir.

**Tablo 4:** Liman Başkanlıklarının 2016 Yılı Etkinlik Göstergeleri

Liman Başkanlığı	Ölçeğe Göre Sabit Getiri	Ölçeğe Göre Değişken Getiri	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri	Örnek Alınma Sayısı
Aliğa	0,793	1	0,793	Artan	0
Ambarlı	1	1	1	-	4
Antalya	0,508	1	0,508	Artan	3
Bandırma	0,182	1	0,508	Artan	1
Gemlik	0,485	0,540	0,899	Azalan	0
İskenderun	0,212	0,231	0,916	Artan	0
İstanbul	0,222	0,277	0,800	Artan	0
İzmir	1	1	1	-	4
Kocaeli	0,579	0,649	0,892	Azalan	0
Mersin	1	1	1	-	1
Samsun	0,209	1	0,209	Artan	0
Tekirdağ	0,406	0,425	0,955	Artan	0
Ortalama	0,550	0,425	0,763		

Ambarlı, İzmir ve Mersin Liman Başkanlıkları ölçeğe göre sabit getiri de tam etkin; Aliğa, Ambarlı, Antalya, Bandırma, İzmir, Mersin ve Samsun Liman Başkanlıkları da ölçeğe göre değişken getiri analizinde tam etkindir. Ölçek etkinliği ölçeğe göre sabit getirinin değişken getiriye bölünmesi ile elde edilir. Teknik etkinlik göstergelerine ek bir performans

göstergesidir. Karar verme biriminin teknik etkinliği seviyesini koruduğu durumda, ölçeğinin büyümesi durumunda verimliliğinin artacağı şeklinde yorumlanır (Behioğlu & Özcan, 2009). Yorumlanırken şu şekilde yorumlanabilir: ölçeğe göre getirisi artan durumda olan bir karar verme biriminin teknik etkinliği korunarak ölçeği artırılırsa verimliliği artacaktır ve tersi durumda yani azalan durumda ki ölçek etkinliğinde ölçek küçültülürse verimlilik artacaktır. Yedi etkin liman başkanlığı içinde Antalya ve İzmir liman başkanlıkları en çok referans alınan limanlar olmuştur.

**Tablo 5: Referans Liman Başkanlıkları Tablosu**

Liman Başkanlığı	Örnek alınması gereken limanlar ve oranları			
Aliğa	Aliğa			
Ambarlı	Ambarlı			
Antalya	Antalya			
Bandırma	Bandırma			
Gemlik	İzmir (0,713)	Ambarlı (0,287)		
İskenderun	Ambarlı (0,556)	Antalya (0,444)		
İstanbul	Mersin (0,150)	İzmir (0,199)	Bandırma(0,378)	Antalya(0,273)
İzmir	İzmir			
Kocaeli	İzmir (0,486)	Ambarlı (0,514)		
Mersin	Mersin			
Samsun	Samsun			
Tekirdağ	Ambarlı (0,545)	İzmir(0,012)	Antalya (0,443)	

Tablo 5’de hangi liman başkanlıklarının hangilerini referans alması gerektiği gösterilmiştir. Tam etkin limanların yanında kendi isimleri yer almakta; diğer limanların ise hangi limanları referans alması gerektiği yer almaktadır. Bu duruma ek olarak tam etkin olmayan liman başkanlıklarının yanındaki referans değerleri tam etkin olabilmek için referans başkanlıkları ne ölçüde referans almaları gerektiğini göstermektedir.

**Tablo 6:** VRS Çıktı Yönlü Analize Göre Çıktı Değişkenin Alması Gereken Değer

Liman Başkanlığı	Gerçekleşen Çıktı: 2016 yılı elleçlenen konteyner miktarı (TEU)	Tam etkinlik için KVB'lerin ulaşması gereken çıktı miktarı	Yüzdelerik Değişim
Aliğa	641845	641845	0,00
Ambarlı	2780168	2780168	0,00
Antalya	172064	172064	0,00
Bandırma	11289	11289	0,00
Gemlik	<b>693164</b>	<b>1283441,227</b>	<b>0,85</b>
İskenderun	<b>375034</b>	<b>1621010,667</b>	<b>3,32</b>
İstanbul	<b>110332</b>	<b>397790,536</b>	<b>2,61</b>
İzmir	679905	679905	0,00
Kocaeli	<b>1143008</b>	<b>1759917,196</b>	<b>0,54</b>
Mersin	1406400	1406400	0,00
Samsun	52106	52106	0,00
Tekirdağ	<b>680271</b>	<b>1598814,802</b>	<b>1,35</b>

Tablo 6’da ise liman başkanlıklarının gerçek çıktıları ile tam etkin oldukları durum karşılaştırılmıştır. Son sütunda ise gerçekten olan ile tam etkin olunması durumunda ulaşılacak yıllık elleçlenen konteyner miktarının farkı yüzde bazında verilmiştir. İskenderun liman başkanlığının diğer liman başkanlıklarına göre en düşük seviyede etkin olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Limanlar yapıları itibari ile çeşitlilik gösterse de bu çalışma da konteyner limanları bazında bir temel oturulmuştur. Yıllık kapasite miktarı uluslararası çalışmalarda kullanılmıştır; ancak Türkiye’deki çalışmalarda kullanımına rastlanmamıştır. Bu durum da çalışmanın özgün bir yönünü oluşturmaktadır. Ek olarak, limanlar bazında yapılmış çalışmalardan daha farklı olarak liman başkanlıkları bazında inceleme yapılmıştır. VZA VRS yöntemi ile analiz yapılmasına rağmen CRS yöntemi sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır.

Gelecek çalışmalarda benzer şekilde hizmet veren veya konum itibari ile benzer olan yurtdışındaki limanlar ile liman başkanlıklarının etkinlikleri karşılaştırılabilir. Farklı coğrafyalarda hizmet veren limanlara göre liman başkanlıklarımızın etkinlik durumu analiz edilebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Baysal, M. E., Uygur, M., & Toklu, B. (2004). Veri Zarflama Analizi ile TCDD limanlarında bir etkinlik ölçümü çalışması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19(4), 437-442.
2. Behioğlu, S., & Özcan, G. (2009). Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 301-326.
3. Berksoy, T. (2016, Aralık 27). *2016 Yılında Küresel Ekonomi*. Dünya: <http://www.dunya.com/kose-yazisi/2016-yilinda-kuresel-ekonomi/343270> adresinden alındı
4. Cavaignac, L., & Petiot, R. (2016). A quarter century of Data Envelopment Analysis applied to the transport sector: A bibliometric analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1-13.
5. Cullinane, K., Song, D. W., & Wang, T. (2005). The Application of Mathematical Programming Approaches to Estimating Container Port Production Efficiency. *Journal of Productivity Analysis*, 24(1), 73-92.
6. Cullinane, K., Song, D. W., Ji, P., & Wang, T. F. (2004). An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production. *Review of network Economics*, 3(2), 184-206.
7. Cullinane, K., Wang, T. F., Song, D. W., & Ji, P. (2006). The Technical Efficiency of Container Ports: Comparing Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 354-374.
8. Çağlar, V., & Oral, E. Z. (2011, Kasım 20-23). Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Analizi. *7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, s. 665-676.
9. Dowd, T. J., & Leshine, T. M. (1990). Container terminal productivity: a perspective. *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research*, 17(2), 107-112.
10. Ekodialog. (2017). *Verimlilik Nedir, Verimlilik Çeşitleri ve Verimlilik Ölçümü*. Özgün Ekonomi ve Makale Arşivi: [http://www.ekodialog.com/Konular/Verimlilik\\_nedir.html](http://www.ekodialog.com/Konular/Verimlilik_nedir.html) adresinden alındı
11. Koçak, İ. H. (2012). *Dünyada ve Türkiye'de Ekonomik Gelişmeler ve Deniz Ticaretine Yansımaları*. Ankara: T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü.
12. Lewis, O. (2013, Ocak 26). *Container Investment*. <http://containerinvestment.info/the-important-role-of-shipping-containers-in-the-economy/> adresinden alındı
13. Martinez-Budria, E., Diaz-Armas, R., Navarro-Ibanez, M., & Ravelo-Mesa, T. (1999). A study of the efficiency of Spanish Port Authorities using Data Envelopment Analysis. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, 237-253.
14. MÜSİAD. (2015). *Lojistik Sektöründe Sürdürülebilirlik*. İstanbul: Müsiad.

15. Özden, Ü. H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 37(2), 167-185.
16. Park, R. K., & De, P. (2004). An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Sea-ports. *Maritime Economics & Logistics*, 6(1), 53-69.
17. Reefke, H. (2010). Simulation of container traffic flows at a metropolitan seepport. *Advanced Manufacturing and Sustainable Logistics*, 420-431.
18. Suiçmez, H. (2014). Verimlilik ve Etkinlik Terimleri (Tarihsel Bakış). *Mülkiye*, 169-183.
19. Taşköprü, V., & Erpolat, S. (2016, Mart). Klasik Veri Zarflama Analizi ile Kategorik Veri Zarflama Analizi Modellerinin Enerji Verimliliği Üzerinde Karşılaştırmalı İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
20. Tektüfekçi, F. (2010). İMKB'ye Kayıtlı Halka Açık Teknoloji Şirketlerinde Finansal Etkinliğin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Değerlendirilmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 69-77.
21. The World Bank. (2017, Ocak 10). *The World Bank*. Zayıf Yatırım Düzeyine Rağmen Küresel Büyüme Yüzde 2,7'ye Yaklaşıyor: [http://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2017/01/10/global-growth-edges-up-to-2-7-percent-despite-weak-investment adre-sinden-alindi](http://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2017/01/10/global-growth-edges-up-to-2-7-percent-despite-weak-investment-adre-sinden-alindi)
22. Tongzon, J. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107-122.
23. Tosun, Ö., & Aktan, H. E. (2010). SSK Hastanelerinin Sağlık Bakanlığı'na Devrinin Hastane Verimlilikleri Üzerine Etkileri. *Tisk Akademi*, 113-129.
24. Turner, H., Windle, R., & Dresner, M. (2004). North American Containerport Productivity: 1984–1997. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(4), 339-356.
25. UTİKAD. (2016, Mayıs 24). *Gündem*. UTİKAD: <http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=13545> adresinden alındı
26. Vassiloglou, M., & Giokas, D. (1990). A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Operational Research Society*, 41(7), 591-597.
27. World Shipping Council. (2016). *Container Ship Design*. About the industry: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/liner-ships/container-ship-design> adresinden alındı.





# TÜRKİYE’NİN DIŞ TİCARET HEDEFLERİ DOĞRULTUSUNDA, ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNE (AHP) DAYALI LOJİSTİK MODEL ÖNERİSİ: TÜRKİYE – KITA AFRİKA UYGULAMASI

*Murat DÜZGÜN<sup>1</sup>, Mehmet TANYAŞ<sup>2</sup>*

## ÖZET

*Türkiye-Afrika ilişkileri, özellikle son yirmi yılda giderek büyümekte ve gelişmektedir. Afrika kıtası, Türkiye'nin ticaret ve ekonomik büyümesinde giderek daha önemli bir ortak haline gelmiştir; bu ise, Türk firmalarının birbirine bağımlı ve rekabet gücü yüksek olan küresel pazarlar da çeşitlenip daha iyi konumlanmasına yardımcı olmaktadır. Lojistik günümüzde, Türkiye-Afrika dış ticaretindeki ana sorunlardan biri olmaya halen devam etmektedir. Bu araştırmada, Türkiye ve Afrika Kıtası arasındaki sınır ötesi ticareti değerlendirmek ve kolaylaştırabilmek amacı ile AHP modeli önerilmiştir. Bu bölgeler başlıca üç ana ülkeyle temsil edilmektedir: Cezayir, Gana ve Kenya. Sonuçta önerilen çerçeve ise, Afrika Kıtası ile ticarete yer alan Türk firmalarının en iyi lojistik seçeneklerini belirlemeleri ve değerlendirmelerini, iş hacmini artırmalarını ve yalnızca onları desteklemeyi değil, sonuçta Türkiye-Afrika ticaretindeki büyüme ve iyileştirmeyi mümkün kılacak bir model önerisi getirmesini sağlamaktır. Bu çalışma, lojistik hinterland'ların yanı sıra Türkiye ve Afrika'nın ekonomik ve sosyal yapıları üzerinde yoğunlaşmakta ve Türkiye-Afrika dış ticareti ve lojistiğinin temel özelliklerini değerlendirmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Süreci(AHP), Uluslararası Ticaret ve Lojistik, Lojistik Modelleri ve Türkiye-Afrika Dış Ticareti.

## AN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) BASED LOGISTICS MODEL proposal IN LINE WITH TURKEY’S FOREIGN TRADE TARGETS: TURKEY - AFRICA APPLICATION.

## ABSTRACT

*Turkey-Africa relations have been steadily growing and improving, especially in the last two decades. The African continent has become an increasingly important partner in Turkey's trade and economic*

- 
- <sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. Murat Düzgün, Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Lojistik Yönetimi Bölümü, İstanbul, mduzgun@medipol.edu.tr
  - <sup>2</sup> Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü, İstanbul, mehmettanyas@maltepe.edu.tr

*growth, which can help Turkish firms to further diversify and position themselves better at the interdependent and highly competitive global markets. Logistics currently remain on of the main problem areas in Turkey-Africa foreign trade. AHP can be a highly important solution method for improving the foreign trade between Turkey and Africa, as it allows decision-makers to consider two of the main elements of the logistics problem, namely time and cost, and come up with an optimal solution. This research proposes an AHP model to evaluate and facilitate cross border trade between Turkey and the African Continent, which is being represented by three main countries: Algeria, Ghana, and Kenya. The aim of the proposed framework is to allow Turkish firms involved in trade with the African Continent to identify and evaluate their best logistics options, increase their business volume, and to bring out a model suggestion which will not only support them, but eventually enable improvement and growth in the sector of Turkey-Africa trade. This study focuses on the logistics hinterlands, as well as the economic and social structures of Turkey and Africa, and evaluates the main characteristics of Turkey-Africa foreign trade and logistics.*

**Keyword:** Analytic Hierarchy Process (AHP), International logistics and trade, Logistics models and Turkey-Africa foreign trade.

## GİRİŞ

Modern uluslararası ticaret ile dünya çok daha bağımsız bir hale gelmiştir. Bu alan geniş ve sürekli değişen bir yapıda olup ekonomik büyüme, artan yaşam kalitesi ve yüksek müşteri memnuniyetine ilişkin en temel belirleyici faktörlerden birisi haline gelmiştir. Bugünlerde çoğu gelişmekte olan ülkeler (Türkiye ve bazı Afrika ülkeleri gibi) gelişmiş ülkelerin karşılaştırmalı üstünlüğünü öncelikle üretim kalitesini, miktarını ve verimliliğini artırmak, ikincisi diğer gelişmekte olan ülkelerle ekonomik ortaklıkları iyileştirmek ve sonuncusu fakat bir o kadar da önemlisi ise, iyi gelişmiş lojistik ve taşıma kanalları yoluyla dağıtımını daha sonra da yapılan bilgiye duyarlı yüksek kaliteli mamul ve yarı mamul mallar üretmek üzere başlıca üç şekilde yapılandırmaya başlamıştır.

Modern uluslararası iş dünyasında lojistiğin rolü küçümsenemez. Lojistik etkin, verimli ve sürdürülebilir küresel ekonomideki büyüme açısından temel etmenlerden biri haline gelmiştir. Etkili bir taşıma ve lojistik ağı, eldeki mallara değer katarak malların piyasadaki rekabet gücünü artırmaktadır. Lojistikte taşıma giderleri, toplam ürün maliyetinin önemli bir kısmını teşkil etmekte ve söz konusu giderlerin, şirketler ve hatta ülkeler arasındaki rekabet üzerinde muazzam bir etki oluşturmaktadır.

Türkiye ile Afrika arasındaki sosyo-ekonomik ilişkiler yeni binyılın başından beri sürekli olarak gelişmektedir. Türkiye'nin küresel siyasi arenada yönünü değiştirmesi, Türkiye'nin ekonomik çeşitliliğe yönelik ihtiyacı, Afrika'nın sahip olduğu potansiyelin farkına varılması ve diğer gelişmekte olan ülkeler ile işbirliğini geliştirme ihtiyacı, Türkiye'nin Afrika'ya açılmasının temel sebepleri arasında sayılabilir. (Ancak bunlarla sınırlı değildir)(Ozkan, 2012)

Dünya ticaretinde artan küresel rekabet yoğunluğu, işletmelerin uluslararası piyasalarda rekabet etmesini ve müşterilerini elde tutmalarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle şirketlerin farklı olmaları gerekmekte ve bunu inovasyon yoluyla, her bir ticaret uygulamasına ilişkin

modeller bularak ya da yaratarak başarmaktadırlar. Türk şirketlerinin inovasyon ve yeni yabancı modellere ve piyasalara yönelik gereksinimi bilhassa ülkemiz, Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100. yılının kutlanacağı 2023'e kadar dünyanın lider küresel ekonomilerinden biri olma hedefi göz önüne alındığında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dünya Bankasının 2016 Nisan verilerine göre Türkiye 799.54 milyar ABD doları gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) ile dünyanın en büyük 17. ekonomisidir.(WB, 2016) Bir bakıma Türkiye iki kıta -Avrupa ile Asya- arasında bir köprü konumundadır. Türk şirketleri, ülkenin sürekli artan dış ticaret hacmi ve kalitesi sayesinde karşılaştırmalı üstünlük elde etmekte ve sonuçta bu durum ülkenin küresel rekabette hak ettiği yere gelmesine olanak tanıyacaktır.



Şekil 1: Türkiye Hinterland'ları

Bu arada Afrika kıtasında önemli değişiklikler ve yeni gelişmeler yaşanmıştır: Kıta, küresel ekonomik büyümede önemli bir faktör haline gelmiştir. Yüksek gelirli gelişmiş ülkeler, orta ve düşük gelirli gelişmekte olan piyasa ekonomilerine gitgide daha bağımlı hale geldikçe, Afrika kıtasına ve kıtanın küresel dünyanın ileride gelişmesi açısından sunduğu büyük potansiyele olan ilgisini de arttırmıştır. UNCTAD'ın yaptığı bir analize (2014) göre, hali hazırda Afrika'da kurulmuş olan sayısız uluslararası şirket varlığını büyütmede ve elde ettikleri kar ile yeniden yatırım yaparak büyüme oranlarını artırmaktadır. Bununla birlikte gelecek on yılda ayrıca, yoğun bir ekonomik iyileşme de beklenmektedir.(UNCTAD, 2014)

Gelecek belirsizdir ve Türkiye ile Afrika arasındaki işbirliği potansiyeli henüz gözlemlenmemiş olmasına rağmen, Türkiye-Afrika araştırması ile ilgilenen çoğu bilim insanı, Türkiye ile Afrika arasındaki uluslararası ekonomik ilişkilerin öneminin gelecekte artacağını savunmaktadır.(Tepeciklioğlu, 2015) - (Tepedelen, 2008) Birçok Türk şirketi şimdiden Afrika piyasalarının potansiyelini keşfetmeye ve şansını orada denemeye bile başlamıştır.(Ameri, 2013)

Buna paralel olarak, Matematik ve Psikolojiye dayanan özel bir teknik olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Modeli, “doğru” kararı belirlemekten ziyade karar vericilerin hedeflerine ve kendi sorunlarına dair anlayışlarına bağlı olarak en uygun şekilde sonuca ulaşmalarına yardımcı olacak stratejiyi belirleme sürecine destek verebildiğinden ötürü, Türkiye ile Afrika arasındaki dış ticaretin, zaman ve maliyet unsurları yoluyla iyileştirilmesine yönelik çok önemli bir çözüm yöntemi olarak kullanılabilir.(Saaty, 1994)

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'nin dış ticaret hedefleri doğrultusunda Türkiye – Afrika ticari ilişkilerinde geçerli olacak bir(den fazla) lojistik model önerisi oluşturabilmektir. Bu amaçla esasen Türkiye’de altı şehir ve üç Afrika ülkesi, Türkiye-Afrika ticareti açısından önemli unsurlar olarak seçilmiş ve bu modelin oluşturulması esnasında analiz edilmiştir. İstanbul, Bursa, İzmir, Konya, Kayseri ve Gaziantep, Türkiye’deki Afrika’ya ihracat yapan en büyük sanayileşmiş ve ekonomik açıdan gelişmiş şehirler arasında yer almaktadır.(Şekil 1) Cezayir, Gana ve Kenya (Şekil 2) ise, Türkiye açısından en büyük ticaret potansiyeline sahip olabilecek Afrika ülkeleridir. Cezayir ve Türkiye arasında halen yerleşik ticaret yapıları mevcut olup bu iki ülke arasındaki işbirliğinin geleceği parlak ve potansiyeli de yüksek görünmektedir. İstatistiklere göre Gana, Batı Afrika'nın merkezidir ve coğrafik konumu ve sermaye finansmanı itibarıyla Türkiye için önemli bir ekonomik ortak olma potansiyeline sahiptir. Kenya ise, Doğu Afrika'dan önemli bu konuda bir oyuncu olup, yüksek gelişme hızı ile başta Avrupa ve ABD olmak üzere dünya çapında doğrudan yabancı yatırımları kendine çekebilmektedir.



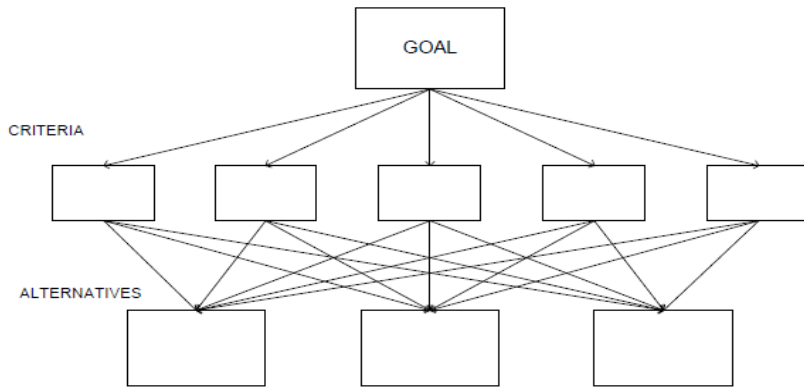
Şekil 2: Afrika Hinterland'ları

Tabii ki kesin olan bir şey var o da; Afrika'nın, hem yeni bir ticari kaynak ve hem de ihracatta ticaret ortağı olarak Türk ekonomisi açısından gideren artan oranda önemli bir rol oynayabilme potansiyeline sahip olmasıdır. Bu nedenle çalışmanın amacı, Afrika ile dış ticaret yapan Türk şirketlerinin iş kapasitelerini arturmalarına yardımcı olmanın yanı sıra doğru stratejiler oluşturmalarına ve Afrika konusunda etkili politikalar uygulamalarına yardım edecek bir model önerisi sunmaktır; ayrıca bu çalışma ekonomik ve sosyal özelliklerin yanı sıra her iki ülkenin -Türkiye ve Afrika- lojistik hinterland'larına da odaklanmaktadır. Afrika dış ticaretinin başlıca özellikleri, bir dizi spesifik olarak tanımlanmış kritere göre belirlenen Afrika ülkelerinin dağılımına odaklanmak suretiyle değerlendirilmiştir. Lojistik alanına ilişkin regresyon analizi de, AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) modeli yardımıyla ayrıca değerlendirilmiştir.

### AHP YÖNTEMİ

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) karmaşık kararları düzenlemek ve analiz etmek için kullanılan yapılandırılmış bir tekniktir. 1970'lerde Tomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP, temelde Matematiğe ve Psikolojiye dayanmaktadır.(Saaty, 1980) AHP 40 yıl önce ilk kez ortaya çıktığı tarihten bu yana kapsamlı çalışmalara konu olmuş ve oldukça geliştirilmiştir.(GarciaMarquez, 2015)

Tomas L. Saaty (1994) AHP'yi, karar vericinin öncelikleri belirleyerek en iyi kararı almasına destek olan, karmaşık karar alma sorunlarının çözümüne yönelik etkili bir sistem olarak geliştirdi.(Saaty, 1980) Dolayısıyla AHP tek bir "doğru" karar öngörmez. Daha ziyade karar vericinin kendi hedefine ve eldeki sorun algısına en uygun olan ideal çözümü bulmasına yardımcı olur.



Şekil 3: Farklı 3 Seviyeli Hiyerarşik Yapı Tasarımı

AHP kullanıcıları kendi karar sorunlarını, bağımsız olarak analiz edilebilen bir tali sorun hiyerarşisi halinde parçalara ayırmalıdır. Bu unsurlar karar sorununun herhangi bir boyutu

-maddi ve maddi olmayan, dikkatle ölçülen ve kabaca tahmin edilen, iyi anlaşılın ya da yeter-siz anlaşılın- ile alakalı olabilir ve söz konusu boyuta uygulanabilir.(GarciaMarquez, 2015)

AHP üç hiyerarşi düzeyinden oluşur.(Saaty, 1980), İlki *hedef* – karar alma hedefidir. İkincisi her bir kriterin başarıya katkı şeklini temsil eden *kriterler*dir. Sonuncusu her bir al-ternatifin her bir kritere katkı şeklini gösteren *alternatifler*dir.

Karar vericiler, hiyerarşiyi yapılandırırken son derece dikkatli olmalıdır. Zira yapı tasa-rımı en iyi şekilde sunulmalıdır ve sorunu etkileyen tüm yan faktörler değerlendirilmeli, ka-rar alma sorunuyla ilgili tüm katılımcılar göz önüne alınarak önceden belirlenmelidir.(Saaty, 1990) Hiyerarşik yapıya herhangi bir ve/veya daha fazla seviyede fazlaca unsur eklenebilece-ğini belirtmek gerekir. Hiyerarşinin durumunu yansıtacak kadar karmaşık ama değişikliklere duyarlı olacak kadar basit ve pratik olması genel bir kuraldır.

T.L. Saaty ve R. Ramanathan, AHP ve AHP'nin ana unsurlarına dair kapsamlı genel bir bakış sunarken, kimi bilim insanları AHP uygulamalarına ilişkin başka bir değeren-dirmeye yoğunlaşmaktadır.(Saaty, 1994) AHP, etkinliği ve iyi bilinen avantajları sebebiyle yalnız akademik sorular ve kuramsal tartışmalar için değil aynı zamanda çeşitli alanlarda gerçek yaşam sorunları için de başarıyla kullanılabilir ve uygulanabilir. AHP, *tedarikçile-rin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması*(Akarte, 2001) – (Chan, 2004), *lojistik sağlayıcıla-rın seçilmesi ve analiz edilmesi*(Peng., 2012) - (Ye. H., 2014) *tersine lojistik*(Zhang, Feng Y., 2007) - (Tavana, 2016), *lokasyon kararları*(Alberto, 2000)-(Regmi, 2011) *taşıma ve ağ sistemleri*(Piantanakulchai, 2003), *küresel ticaret ve lojistik*(Tansakul, 2013), v.b. alanlar baş-ta olmak üzere ticaret ve lojistik sektörünün analizlerinde de önemli rol oynamaya başlamış-tır.

<b>A1</b>	Istanbul Port - Algeria Annaba Port
<b>A2</b>	Istanbul Port - Ghana Tema Port
<b>A3</b>	Istanbul Port - Kenya Mombasa Port
<b>A4</b>	<i>Istanbul Airport - Algeria Algiers Airport</i>
<b>A5</b>	<i>Istanbul Airport - Ghana Accra Airport</i>
<b>A6</b>	<i>Istanbul Airport - Kenya Nairobi Airport</i>

<b>A7</b>	Izmir Port - Algeria Annaba Port
<b>A8</b>	Izmir Port - Ghana Tema Port
<b>A9</b>	Izmir Port - Kenya Mombasa Port
<b>A10</b>	Mersin Port - Algeria Annaba Port
<b>A11</b>	Mersin Port - Ghana Tema Port
<b>A12</b>	Mersin Port - Kenya Mombasa Port



## Çalışmanın ÖNEMİ

Ayrıntılı ve geniş çaplı bir kaynak taraması ve incelemesi bize, Türkiye-Afrika ilişkilerinin geliştirilmesi ve bu işbirliğinde ticaret ve lojistiğin rolü ile gelecek yapılarını ortaya koyabilecek ve Türkiye-Afrika ticareti ve lojistiğinin gerçek yaşamdaki boyutlarını destekleyebilecek bilimsel modellerin (özel odak noktası olarak AHP) uygulanması ile ilgili olarak ana kaynakları belirleme ve mevcut bilimsel kaynaklardaki başlıca açıkları tespit etme olanağı tanımıştır. Yaptığımız inceleme sonucunda, başlıca beş farklı alanda incelenebilecek konu belirledik.

Öncelikle, Türkiye-Afrika ilişkilerinin geliştirilmesi konusunun analizine ayrılan kaynaklar temel olarak tanımlayıcı niteliktedir ve ekonomi, ticaret, lojistik ve politika ile ilgili kuramsal bir tartışma sunmaktadır. Aslında bu konuda yapılan tüm değerlendirmelerin temel amacı, Türkiye'nin yeni Afrika stratejisinin, son on yılda Afrika'ya ihracatları üzerinde önemli düzeyde katkı sağlayıcı bir etkisinin olup olmadığını irdelemektir. Bu çalışma, Türkiye-Afrika ticaretinin gerçek yaşamdaki iş dinamiklerine dair deneyimsel bir değerlendirme içermesi itibarıyla türünün ilk örneğidir. Ancak, Türk şirketlerinin benimsemesi gereken somut eylem ve prosedürler ile ilgili herhangi bir öneri içermez.

İkinci olarak, bildiğimiz kadarıyla şu anda Türkiye ile Afrika arasındaki ekonomik ilişkilerin gelişme sürecini ortaya koyan ve/veya bu konuda öngörüle bulunan somut bir model mevcut değildir. Üçüncü olarak lojistiğin ve ticaretin Türkiye-Afrika ilişkilerinin ekonomik gelişimi üzerindeki etkisini araştıran modeller konusunda bir eksiklik söz konusudur. Dördüncü olarak hali hazırda, Türkiye-Afrika ticareti ve Türkiye-Afrika lojistiği ile ilgili olarak, Türk şirketlerinin uğraştıkları gerçek yaşamdaki iş sorunları için geçerli ya da Afrika konusunda doğru stratejiler geliştirmelerine ve etkili politikalar uygulamalarını destekleyebilecek bir bilimsel model ne yazık ki yoktur. Beşinci ve sonuncusu olarak AHP lojistiğin farklı alanlarında kapsamlı olarak kullanılmasına rağmen Türkiye-Afrika kıta lojistiği ve ticaretine uygulanan herhangi bir AHP modeli mevcut değildir.

Araştırmamızın amacı, yukarıda açıklanan konularda inceleme(ler) yapmaktır. Başlıca amacı kuramsal bir model tasarlamının yanı sıra bu alandaki çalışmaları içeren deneyimsel bazı analizlerde yapmaktır. Bu modelin temel amacı ise, Türk şirketlerine Afrika konusunda doğru stratejiler geliştirebilmeleri ve etkili politikalar uygulayabilmeleri için destek olacak ve rehberlik edecek öneriler sunarak, Afrika ile dış ticaret kapasitelerini artırmalarına yardımcı olmaktır.

Bunun yanı sıra bu model, yalnız şirketleri desteklemekle kalmamakta aynı zamanda lojistiğin Afrika ile Türkiye arasındaki ekonomik ortaklığın ve işbirliğinin gelişmesi üzerindeki etkisini de incelemektedir. Karar vericilerin, kurumların performansını etkileyecek ve Türkiye-Afrika ticaretini iyileştirecek etkin lojistik ve taşıma unsurlarının başarıyla uygulanmasına ilişkin nitelikleri, etmenleri ve boyutları da belirlemelerine yardımcı olabilir.

Bu beş farklı ve bir arada yaklaşım (Türk şirketlerine destek sağlanması, en iyi uygulamaların araştırılarak belirlenmesi, deneysel analiz çerçevesi, mevcut eğilimlerin analiz edilmesi ve öngöründe bulunulması) ve gerçek yaşam sorunlarına odaklanma ile önerilen modelin sürekli değişen küresel ortama uyarlanabilirliği, araştırmamızın katkıları olarak değerlendirilebilir. Önerilen model, Afrika ile iş yapan şirketlere lojistik giderlerini azaltma, lojistik süreçlerin etkinliği ve verimliliğini iyileştirme, müşterilere yanıt verme hızını ve kalitesini artırma ve dahil olan tüm süreçlerde teslim süresini azaltma olanağı tanıyacağından dolayı, bahsi geçen bu şirketlere faydalı olacağını tahmin etmekteyiz.

Bu çalışmaya kadar, Türkiye-Afrika ticaretinde etkili olabilecek faktörlerin tümü bu çalışmayı yapan kişi(ler) tarafından özellikle seçilen, 3 farklı Afrika hinterland'ına yönelik faaliyet gösteren Türkiye'nin 6 farklı hinterland'dından halen çalışmakta olan 2.044 şirketin değerlendirilmesine ve görüşlerine sunulmuştur. Faktörler farklı ürün imalatçısı gruplarına göre örnekleme yoluyla seçilen ve geri dönüş yaparak çalışmaya katılan 166 şirkete göre değerlendirilmiş ve son olarak bu modeller için fiili uygulamalarda kullanılan 25 etkili kriter(ler) belirlenerek modellerde uygulanmıştır. Uygulamalı bir Anket, Şirketlerin nitelikleri ve Ki-kare testleriyle elde ettikleri ticaret yapıları arasındaki ilişkiyi değerlendirme fırsatı sunmuştur. Türkiye-Afrika ticaretinde yer alan şirketler açısından faydalı faktörler ve şirket demografisinin etkisi, şirketlerin bunlara verdikleri değere ve olasılık dağılımına göre hipotez testleriyle ortaya konulmuştur. Bu çıkarımsal istatistiksel analizler, Türkiye-Afrika ticaretinin açıklanmasında şirket demografisini etkileyen faktörlere yönelik bir regresyon modeli ile devam ettirilmiştir.

Bu durumda uygulanabilecek olan 12 farklı ticaret modeli vardır (bkz. Tablo 1); Türkiye-Afrika ticareti için, en uygun bilimsel olarak test edilmiş Çok Ölçütlü Karar Verme modeli olarak Analitik Hiyerarşi Sürecini (AHP) seçilmiştir. AHP uygulaması tespit edilen en iyi model, diğer olası 11 ticaret modelinin etki biçimine dair olan duyarlılık analizinde de kullanılmıştır. Bu alanda 5 uzmanın ve ilgili şirketlerin görüşlerine başvurulmuş ve bu sayede araştırmacının belirlenen kriterlerin nispi önemini belirlemesine olanak tanımıştır. Ayrıca önerilen model, sonuçlarının farklı senaryolar kullanılarak mevcut durum ile karşılaştırılabilmesi amacıyla çok türlü nakliye ve çok basamaklı taşıma ağında hizmet sunan bir lojistik hizmet sağlayıcının bir taşıma projesine de ayrıca uygulanmıştır.

Bu çalışma için 1- Makine ve Otomobil, 2- Tekstil Ürünleri ve Giyim, 3- Demir ve Çelik ve 4- Ahşap Ürünler olmak üzere Türkiye-Afrika ortak ticaretinin büyük bir kısmını oluşturan 4 farklı Ürün Grubu seçilmiş olup, "diğerleri" (Tüm Diğer Ürün Grubu) grupların kalan kısmını oluşturmaktadır. Üst düzey çalışmamız Türkiye'nin ve Afrika'nın dünya üzerindeki konumu sebebiyle zorunlu olarak yalnız "DENİZ" ve "HAVA" taşıma modlarından oluşmaktadır.

Ayrıca ticaret şirketlerinin yıllık gelirleri, Afrika'daki ihracat noktası ve lojistik faaliyetleri de bir dizi regresyon modeli yoluyla incelenmekte ve araştırılmaktadır. Ör-

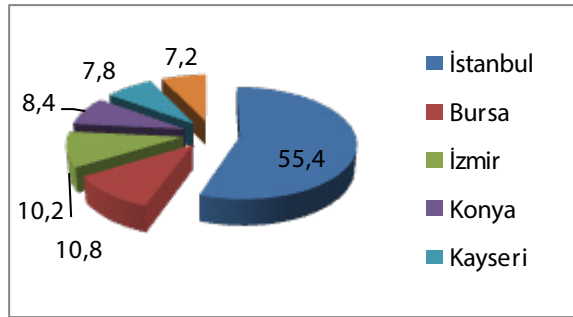
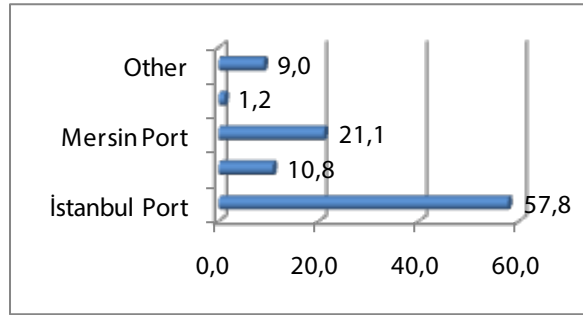


nek boyutu standart sapma 0.635 ( $S$ ) ve örnekleme hatası ( $e$ ), 0,1 kabul edilerek belirlenmiştir. Daha sonra %95 Güvenirlilik Seviyesi ( $Z_{0,025} = -1.96$ ) ile gereken örnek boyutu

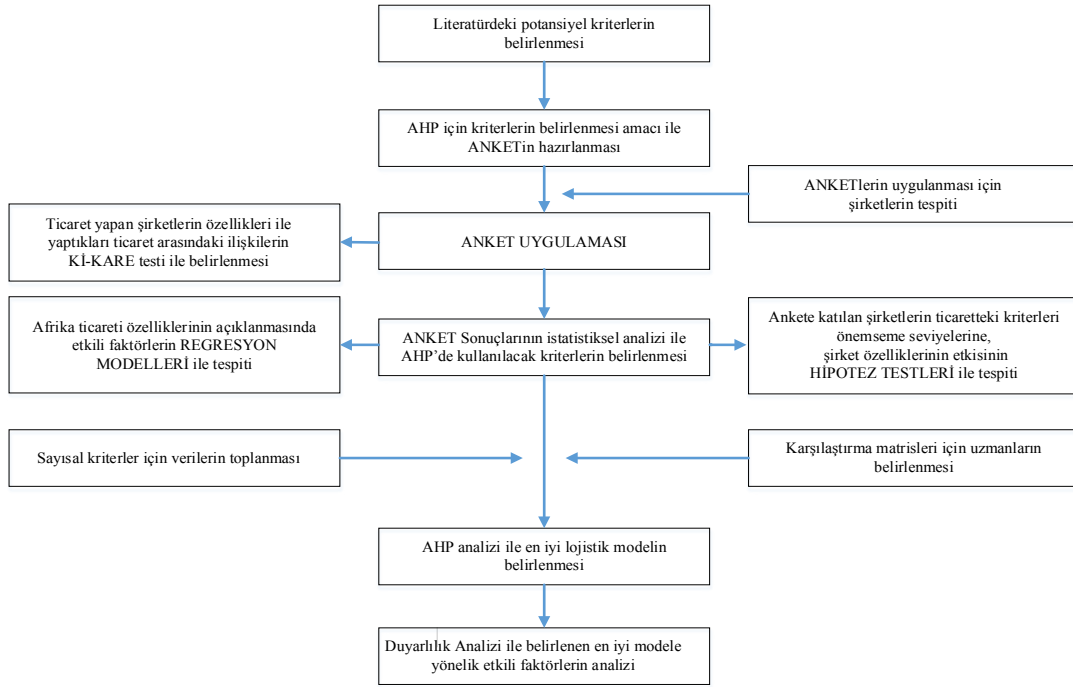
$$n = \frac{Z^2 s^2}{e^2} \quad n = \frac{(1.96)^2 (0.635)^2}{(0.1)^2} \approx 155 \text{ olarak bulunmuştur. Dolayısı ile 166 katılımcı şir-}$$

kete ilişkin elde edilen örneğin yukarıda belirtilen varsayımlara göre yeterince büyük olduğu kabul edilmiştir. Toplanan veriler *SPSS v22.0* ve *Mini Tab v17.0* ile analiz edilmiştir. Analizin tamamına ilişkin olarak önemli seviyenin  $p < 0.05$  olduğu kabul edilmiştir.

Bu çalışmanın ana konusu olan, diğer değişkenlerle karşılaştırılan “Zaman” ve “Maliyet” değişkenlerinin önemi ve etkisi, yukarıda belirtilen model ve değerlendirmelere göre önemli ölçüde kanıtlanmıştır. Dolayısıyla çalışma örnekleme boyutunun hesaplanması sonucunda belirlenen 166 şirketi kapsayan anket çalışmasının çok daha yüksek bir güvenilirlik seviyesi (%98,3) için %40-50 oranında genişletilmesi halinde, sonuç daha tutarlı olacaktır.



### MODEL UYGULAMA AKIŞ DIAGRAMI



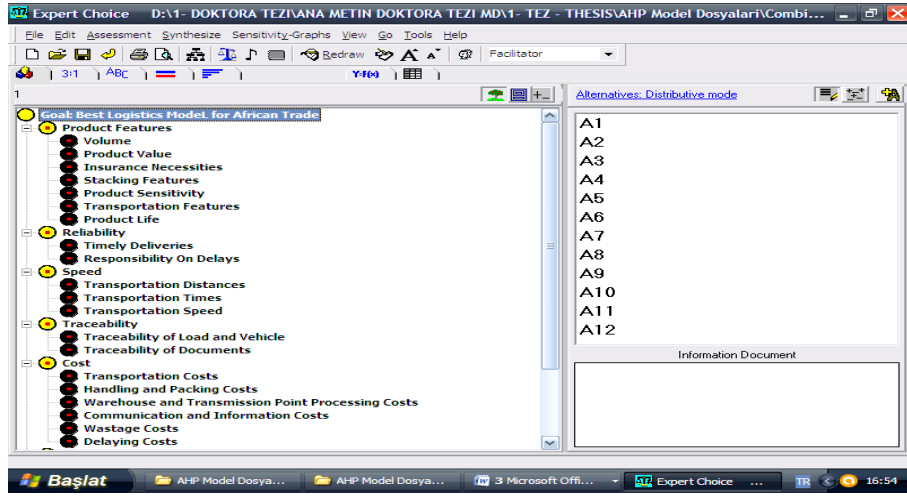
### AHP MODELİNİN *EXPERT CHOICE v2000®* ÜZERİNDE UYGULAMASI

Çalışmamızdaki Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), alanında uzman beş kişinin değerlendirmeleri temelinde mevcut on iki model arasından en iyi uygulamayı bulmak için çok kriterli bir teknik olarak kullanıldı. Belirlenen en iyi uygulama duyarlılık analizi ile kriterlerin öncelik ağırlıklarına göre ayrı ayrı analiz edildi. AHP ve duyarlılık analizi aşamaları, *Expert Choice v2000®* yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bir istisna olarak AHP modeli, her bir kritere (nitelik) yönelik ikili karşılaştırma matrisleri yoluyla elde edilen Afrika ticaretine ilişkin 12 adet mevcut modele (bkz. Tablo1) dair uzman görüşlerine dayandığından dolayı, mevcutta toplam 25 alt özellik, bazen elverişsiz olabilmekte ve uzmanların tutarlı neticelere ulaşmalarına engel olabilmektedir.

Yukarıda belirtilen 7 ana kriter ve ilgili 25 alt kriter şunlardır:

1. *Ürün* özellikleri, 7 alt özellik içerir: Miktar, ürün bedeli, sigorta gereksinimleri, istifleme özellikleri, ürün hassasiyeti, taşıma özellikleri ve ürün ömrü.
2. *Güvenilirlik*, 2 alt özellik içerir: zamanında teslimat ve gecikmelere ilişkin sorumluluklar.

3. *Hız*, 3 alt özellik içerir: taşıma mesafeleri, taşıma süreleri ve taşıma hızları.
4. *İzlenebilirlik*, 2 alt özellik içerir: yükün ve taşıtın izlenebilirliği ve belgelerin izlenebilirliği.
5. *Maliyet*, 6 alt özellik içerir: taşıma giderleri, elleçleme ve ambalajlama giderleri, depo ve aktarma noktası işletme giderleri, sarfiyat giderleri ve gecikme giderleri.
6. *Güvenlik*, 2 alt özellik içerir: ürünün hasar görme olasılığı ve hırsızlık olasılığı.
7. *Riskler*, 3 alt özellik içerir: depolama riskleri, siyasi ve sosyal riskler.



## SONUÇ

Türkiye-Afrika ekonomik ve sosyal ilişkileri hala gelişmenin başlangıç aşamasında bulunmaktadır. Ancak yakın zamandaki gelişmeler ve son veriler, bu ilişkilerin sürekli büyüyecek iyileştigiğine işaret etmektedir. Kaynakçalar, yaşamın çeşitli alanlarında Türkiye-Afrika işbirliği geleceğinin parlak ve başarılı görüldüğünü gösteren üstü örtülü kanıtlar içermektedir.

Bu çalışma, Türkiye-Afrika ekonomik ve ticari ilişkilerinin gelişmesinde lojistiğin rolüne odaklanmaktadır. Öncelikle veri güvenilirliğini ve ana kriterler arasındaki ilişkiyi kontrol etmek ve ardından sonuçları lojistikteki en önemli iki parametre olan “Maliyet” ve “Süre (Kapıdan F.O.B. Afrika Limanına)” arasındaki ilişkiyi kontrol etmek için hazırlanan AHP modeline taşıyabilmek için istatistiksel analizler kullanılmıştır. Çalışmanın ana hedefi, Türk şirketlerinin süreç kalitesini, faaliyet etkinliğini ve verimliliğini artırmak, şirket performansını en uygun hale getirmek, şirket karını en üst seviyeye çıkarmak ve aynı zamanda da ekonomik stabilite, sürdürülebilir kalkınma ve nihayetinde uluslararası büyüme sağlamak amacıyla, Afrika’da ihracat-ithalat faaliyetlerine katılmalarına destek olan bir model oluşturmaktır. Türkiye-Afrika ticaretinde mevcut duruma dair kapsamlı bir analiz ve Türkiye-Afrika

ihracat-ithalat faaliyetlerini iyileştirmek için gelecekte ele alınabilecek sorunlarla ilgili bir önerinin yanı sıra Türkiye-Afrika işbirliğinin geleceğine dair bir tahmin de sunulmaktadır.

Bu çalışmada önerilen AHP modeli, lojistik faktörlerin kurumsal performans üzerindeki etkisinin ölçülerek değerlendirilmesine yönelik deneyimsel bir analiz sunmak ve Afrika ile Türkiye arasındaki ekonomik ve ticari ilişkilerin gelecek on yıl(lar)da gelişmesine ilişkin en önemli kriter ve faktörleri ana hatlarıyla belirtmek suretiyle Afrika ticaretiyle uğraşan Türk şirketlerinin etkin taşıma ve lojistik uygulamaların başarıyla kullanılmasına ilişkin nitelikleri, etmenleri ve boyutları belirlemelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Yapılan analiz, “Mersin Limanı – Kenya Mombasa Limanı” Alternatifinin, toplam 12 Alternatif arasında en iyi Alternatif olduğunu göstermiş ve söz konusu Alternatif model çözümlenmesi yapıldıktan sonra “Nispi Önem” 0,10 olmak üzere “*En İyi Lojistik Modeli*” olarak seçilmiştir. Diğer iki alternatif, yani “Mersin Limanı – Gana Tema Limanı” ve “Mersin Limanı – Cezayir Annaba Limanı” sırasıyla 0,094 ve 0,088 ağırlık ile en iyi ikinci ve en iyi üçüncü seçenek olarak sınıflandırılmıştır.

## REFERANSLAR

- Akarte, M. et al., 2001, “Web Based Casting Supplier Evaluation Using Analytical Hierarchy Process”, Journal of the Operational Research Society, Vol. 52, pp.511-522.
- Akgun, B., Ozkan, M., 2010, “Turkey’s Opening to Africa”, Journal of Modern African Studies, Vol. 48, No 4, pp. 525–546.
- Alberto, P., 2000, “The Logistics of Industrial Location Decisions: an Application of the Analytic Hierarchy Process Methodology”, International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 3, No 3, pp.273–289.
- Ameri, A., 2013, “Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) for Prioritize of Concrete Pavement”, Global Journal of Human Social Science Interdisciplinary, Vol. 13, No 3, pp.19-28.
- Bilgic, A., Nascimento, D., 2014, “Turkey’s New Focus on Africa: Causes and Challenges”. Policy Brief. Norwegian Peacebuilding Resource Centre, <http://goo.gl/cAopVy> (accessed on 19.09.2015).
- Chan, F., Chan, H.K., 2004, “Development of the Supplier Selection Model – a Case Study in the Advanced Technology Industry”, Journal of Engineering Manufacture, Vol. 218, pp. 1807-1824.
- Divahar, S.R., Sudhahar, C., 2012, “Selection of Reverse Logistics Provider Using AHP”, Procedia Engineering, Vol. 38, pp.2005–2008.
- GarcíaMárquez, F.P., Lev, B., 2015, “Advanced Business Analytics”, Springer Verlag, ISBN: 978-3-319-11415-6.
- Habiyaremye, A.,Oguzlu, T., 2014, “Engagement with Africa: Making Sense of Turkey’s Approach in the Context of Growing East-West Rivalry”, Uluslararasıİlişkiler-International Relations, Vol. 1, No 44, pp.65-85.
- Ozkan, M., 2012, “A New Actor or Passer-By, The Political Economy of Turkey’s Engagement with Africa”, Journal of Balkan and Near Eastern Studies, Vol. 14, No 1, pp.113-133.

- Peng, J., 2012, "Selection of Logistics Outsourcing Service Suppliers Based on AHP", *Energy Procedia*, Vol. 17, pp.595–601, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610212004778> (accessed on 19.03.2016).
- Piantanakulchai, M., Saengkhao, N., 2003, "Evaluation of Alternatives in Transportation Planning Using Multi-Stakeholders Multi-Objectives AHP Modelling", *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, No 4, <https://goo.gl/d4e4EC> (accessed on 24.04.2016).
- Regmi, M., Hanaoka, S., 2011, "Application of AHP for Location Analysis of Logistics Centers in Laos", 91st Annual Transportation Research Board Meeting, <http://docs.trb.org/prp/12-0471.pdf> (accessed on 23.09.2015).
- Rudincová, K., 2014, "New Player on the Scene: Turkish Engagement in Africa", *Bulletin of Geograph, Socio-economic Series*, Nicolaus Copernicus University Press, Vol. 24, pp. 197–213.
- Saaty, T. L., 1990, "Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process", 2E, Pittsburgh: RWS Publications, ISBN: 978-0-962-03172-4.
- Saaty, T.L., 1980, "The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation", McGraw-Hill, New York, ISBN: 978-0-070-54371-3.
- Saaty, T.L., 1994, "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP", Pittsburgh: RWS Publications, ISBN: 978-0-962-03176-2.
- Tansakul, N. et al., 2013, "An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach to Evaluate Factors that Influence Cross Border Trade Facilitation: A Case Study of East-West Economic Corridor Route", 10-th International Conference on Service Systems and Service Management, pp.857 – 862, ISBN: 978-1-4673-4434-0.
- Tavana, M. et al., 2016, "An Integrated Intuitionistic Fuzzy AHP and SWOT Method for Outsourcing Reverse Logistics", *Applied Soft Computing*, Vol. 40, pp. 544-557.
- Tepeciklioğlu, E., 2015, "What is Turkey Doing in Africa? African Opening in Turkish Foreign Policy", Centre for Policy and Research on Turkey, <http://researchturkey.org/what-is-turkey-doing-in-africa-african-opening-in-turkish-foreign-policy/> (accessed on 14.08.2015).
- Tepedelen, K., 2008, "The Turkish Policy of Opening up to Africa", *DışPolitika*, Foreign Policy Institute, Vol. 34, pp. 100-114..
- The World Bank Official Website, "Turkey Overview", <http://www.worldbank.org/en/country/turkey/overview> (accessed on 17.05.2016).
- UNCTAD, 2014, "The Economic Development in Africa. Catalysing Investment for Transformative Growth in Africa", [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/aldcafrica2014\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/aldcafrica2014_en.pdf) (accessed on 23.08.2015).
- Ye, H., Wu, J., 2014, "Selection of a Logistics Service Provider Based on Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach", <http://goo.gl/x19PDI> (accessed on 19.09.2015).
- Zhang, Y., Feng Y., 2007, "A Selection Approach of Reverse Logistics Provider Based on Fuzzy AHP", *Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, pp.479–482.



# GÜMRÜK BİRLİKLERİNİN ÜYE ÜLKE EKONOMİLERİNE ETKİLERİ: TRANSATLANTİK TİCARET YATIRIM ORTAKLIĞI VE TÜRKİYE

Rahmi İNCEKARA<sup>1</sup>, Beyhan İNCEKARA<sup>2</sup>

## ÖZET

*Ticaretin serbestleştirilmesi yönündeki en önemli adımlardan birisi de iktisadi birleşme hareketleridir. İktisadi birleşmeler genellikle coğrafi ve ekonomik anlamda yakın olan ülkelerin dış ticaret ve diğer ekonomik faaliyetlerini serbestleştirmek üzere iktisadi gruplar oluşurmasıdır. Ülkeler arasındaki iktisadi birleşme hareketleri sadece belli mallar üzerine uygulanan tarife indirimlerinden üretim faktörlerinin serbest dolaşımı hatta para, maliye ve ekonomi politikalarında uyum ve işbirliğine kadar çok değişik şekiller alabilmektedir. İktisadi birleşme hareketleri arasında en sık rastlanan yapılardan birisi gümrük birliğidir. İktisadi birleşmenin ikinci aşaması olan gümrük birliklerinde taraf olan ülkelerin birbirlerinden gümrük almaması ve üçüncü ülkelere ortak bir ticaret politikası uygulanması söz konusudur. Bu kapsamda Türkiye ile Avrupa Birliği arasında 1996 yılında yürürlüğe giren gümrük birliği iktisadi birleşme açısından atılmış önemli bir adımdır. Bu çalışmanın amacı gümrük birliğinin ekonomiler üzerindeki muhtemel etkilerini göstermek ve Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Andlaşması'nın (TTIP Andlaşması) yaratacağı etkilerin incelenmesidir.*

**Anahtar Kelimeler:** Gümrük Birliği, İktisadi Birleşmeler, TTIP (Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Andlaşması)

## EFFECTS OF CUSTOMS UNIONS ON MEMBER COUNTRIES 'ECONOMIES: TRANSATLANTIC TRADE INVESTMENT PARTNERSHIP AND TURKEY

### ABSTRACT

*One of the most important steps towards the liberalization of trade is the movements of economic unification. Economic unions are often geographically and economically close enough to create economic groups to liberalize foreign trade and other economic activities. Economic merger movements between countries can take many forms, from tariff reductions on certain goods to free movement of production factors, to alignment and co-operation in monetary, fiscal and economic policies. One of the most frequent*

- 
- <sup>1</sup> Kemerburgaz Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Dış Ticaret Bölümü, İstanbul, rahmi.incekara@kemerburgaz.edu.tr
  - <sup>2</sup> Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, İstanbul, beyhan.incekara@nisantasi.edu.tr

*structures among the economic unification movements is the customs union. The second phase of the economic union, the customs union, does not take customs from each other and applies a common trade policy to the third countries. In this context, the customs union which entered into force between Turkey and the European Union in 1996 is an important step taken in terms of economic unification. The aim of this study is to demonstrate the possible effects of the customs union on the economies and to examine the implications of the Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP Treaty).*

**Key words:** Customs Union, Economic Unions, TTIP (Transatlantic Trade and Investment Partnership Treaty)

## GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı'nın bitmesiyle dünya çapında ticaretin serbestleşmesi yönünde başlamış olan eğilim küreselleşmenin de etkisiyle günümüzde halen artan şekilde etkisini sürdürmektedir. Ticaretin serbestleştirilmesi yönündeki en önemli adımlardan birisi de iktisadi birleşme hareketleridir. İktisadi birleşmeler genellikle coğrafi ve ekonomik anlamda yakın olan ülkelerin dış ticaret ve diğer ekonomik faaliyetlerini serbestleştirmek üzere iktisadi gruplar oluşturmasıdır. Ülkeler arasındaki iktisadi birleşme hareketleri sadece belli mallar üzerine uygulanan tarife indirimlerinden üretim faktörlerinin serbest dolaşımı hatta para, maliye ve ekonomi politikalarında uyum ve işbirliğine kadar çok değişik şekiller alabilmektedir.

İktisadi birleşme hareketleri arasında en sık rastlanan yapılardan birisi gümrük birliğidir. İktisadi birleşmenin ikinci aşaması olan gümrük birliklerinde taraf olan ülkelerin birbirlerinden gümrük almaması ve üçüncü ülkelere ortak bir ticaret politikası uygulanması söz konusudur.

Bu kapsamda Türkiye ile Avrupa Birliği arasında 1996 yılında yürürlüğe giren gümrük birliği iktisadi birleşme açısından atılmış önemli bir adımdır. Gümrük birliklerinin üye ülke ekonomilerine ciddi katkılar sağlayacağı beklenmektedir. Ancak oluşturulan birliğin Türkiye ekonomisine katkıları iktisatçılar arasında halen tartışılmaktadır.

Bu çalışmada temel amaç gümrük birliğinin ülke ekonomileri üzerindeki etkilerini göstermektir. Bu anlamda, Türkiye ile AB ve ABD arasındaki gümrük birliği çerçevesinde gelişen ilişkilerin Türkiye ekonomisine olan yansımalarını inceleyerek, yapılan çalışmalarını göstermektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ise Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Anlaşması'nın (TTIP) ortaya çıkışı, gelişimi ve son görüşmelerde ortaya çıkan konular hakkında bilgiler verilmektedir. TTIP anlaşmasının tam anlamıyla yürürlüğe girmesi durumunda Türkiye'nin nasıl etkileneceğine dair genel bir değerlendirme yapılacaktır. TTIP'ye ilişkin olarak tam bir anlaşma metni bulunmadığından ve bu anlaşmanın henüz tam olarak yürürlüğe girecek şekilde imzalanmadığından dolayı Türkiye için doğurabileceği sonuçlar hipotetik analiz edilmiştir. TTIP'nin çözüm önerileri çalışmada incelenen konular arasında yer almaktadır. Türkiye TTIP anlaşmanın tam anlamıyla yürürlüğe girmesi ile nasıl bir politika izleyebileceğine değinilmiştir. ABD başkanlığı seçimlerinde Obama yönetiminin değişmesi ve Donald J. Trump'ın başkanlığı kazanmasıyla TTIP'nin geleceği ile ilgili birtakım endişeler oluşmuştur. Bu çalışmada, TTIP'nin gelecek senaryolarına da yer verilmiştir.



## 1. Gümrük Birliği

Artan küreselleşme ile birlikte ülkelerarası rekabet gücünün sağlanması için serbest ticaret bölgeleri oluşturulmaktadır. Serbest ticaret bölgelerine göre daha ileri bir aşama olan gümrük birlikleri hem üye ülkeler arasında tarife,kota ve bazı vergilerin kaldırılmasını hem de birlik dışında kalan ülkelere tek bir ortak gümrük tarifelerini uygulanmasını sağlamaktadır.

Gümrük birliği tarihsel süreç incelendiğinde en çok görülen bütünleşme şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. 1834 yılında birçok bağımsız alman devletin kurduğu Zolverein ve 1957’de kurulmuş olan Avrupa Birliği gümrük birliğinin en güzel örneklerindedir.

### 1.1. Gümrük Birliğinin Ekonomik Etkileri

Gümrük birliğinin statik etkileri ve dinamik etkileri bulunmaktadır. Statik etkiler, İlk kez Jacob Viner tarafından analiz edilmiş olan statik etkiler kısa dönemde ortaya çıkmaktadır. Gümrük birliği teorisine göre ülkeler bu şekilde bir bütünleşme yoluna gittiklerinde ekonomilerindeki nisbi fiyatlar değişecek ve bu durum üretim, tüketim ve ticaretin yapısı ve yönünde değişikliklere sebep olacaktır (Uyar, 2000, s.109). Gümrük birliğinin üretim etkileri, belirli mallara olan yurtiçi talebin yurtiçi üreticilerden ve birlik dışında kalan üçüncü ülke üreticilerden birlik üyesi ülkelere kayması sonucunda ticaret yaratıcı ve ticareti saptırıcı etki olarak iki şekilde görülmektedir. Gümrük birliğine gidilerek ticaretin önündeki engellerin kaldırılması sonucu yurtiçinden tedarik edilen bir takım mallar birlik üyesi ülkelerle karşılaştırıldığında daha pahalı hale gelirler. Bunun sonucu olarak üye ülkelerdeki yüksek maliyetli yurtiçi üretim yerini birlik içindeki daha verimli ülkenin üretimine bırakır. Bu duruma ticaret yaratıcı etki denir. Bu durum karşılaştırmalı üstünlüklere dayalı olarak üretimde uzmanlaşmayı artıracığı için hem üye ülkelerin hem de birlik dışında kalan ülkelerin refahını artıracığı beklenmektedir (Aydoğan, 2007, s. 16).

Ticaret saptırıcı etki ise gümrük birliğinin kurulup üye ülkeler arasındaki tarifelerin kaldırılmasıyla birlikte ticaretin daha önceden en ucuz fiyata sahip olan birlik dışı ülkelere kayıp birlik üyesi ülkelere gelmesidir. tarifelerin kaldırılmasıyla birlikte birlik üyelerinin üretim maliyetleri yüksek olsa dahi fiyatları birlik içinde daha ucuza gelecektir. Bu durum neticede birlik üyelerinin refahını artırmakla birlikte birlik dışı ülkelerin ihracatında azalmaya sebep olacağı için bu ülkelerin ve dolayısıyla tüm dünyanın refah düzeyinde düşmeye sebep olacaktır (Salvatore, 1995, s. 300).

Gümrük birliğinin yaratacağı tüketim etkisi malların birlik üyesi ülkelerde serbestçe dolaşmasına bağlı olarak ortaya çıkan nisbi fiyatlardaki değişiklik sonucunda tüketim modellerinin değişmesiyle ortaya çıkar. Birlik kurulmadan önce yerli malları yüksek fiyat ödeyerek tüketenler birliğin kurulmasıyla benzer malları ve belki de daha kaliteli olanları birlik içi ülkelere daha ucuza satın alabileceklerdir. Fiyatların bu şekilde düşmesi tüketimin genişlemesine ve birlik içindeki dış ticaretin genişlemesine yol açacaktır. Ancak bu varsayım aynı ya da benzer ekonomik karaktere sahip ülkeler için doğrudur. Birliğin tüketim etkisi yoluyla

refahı yükseltmesi birlik kurulmadan önce üye ülkelerin dış ticaretinin düşük olmasına ve birlik kurulmadan önce üye ülkelerin birbirleriyle yaptıkları ticaretin dış ülkelerle yaptıkların ticarettten fazla olmasına bağlıdır (Kırdar, 2005, s. 22).

Gümrük birliğine bağlı olarak ülkeler arasında doğan iş bölümünün yaratacağı refah artışından her üyenin alacağı pay ticaret hadlerine göre belirlenir. Birlik üyesi ülkelerin refah seviyesi dış ticaret hadlerine bağlı olarak olumlu ya da olumsuz şekilde etkilenir. Gümrük birliğinin kurulması sonucu ticaretin üçüncü ülkelere üye ülkelere kayması birliğin ticaret hadlerini olumlu etkiler (Karluk, 2002, s. 256). Gümrük birliğinin kapsadığı ekonomik alanın büyüklüğü ticaret hadlerinde görülen olumlu etkiyi artıracaktır.

Gümrük birliğinin yarattığı statik etkiler kamu gelirlerinde de kendini göstermektedir. Üye ülkeler arasında gümrük vergilerinin kaldırılması üye ülkelerde vergi kaybına yol açar. Diğer taraftan genellikle üçüncü ülkelere uygulanan ortak tarifinin birlik kurulmadan önceki tarifeden düşük olması ve gümrük birliği sonucu üçüncü ülkelere yapılan ithalatın düşmesi sonucu kamu gelirlerinde azalma yaşanacaktır.

Dinamik etkilere bakıldığında; Gümrük birliği, rekabeti artırma, ölçek ekonomilerine geçişi sağlama, teknolojik gelişmeyi hızlandırma, yatırımları özendirme ve kaynak hareketliliği sağlama gibi bir takım dinamik etkiler yaratır. Bu etkiler üye olarak bulunan ülkelerin ekonomik yapılarında, üretim kapasitesi ve kaynak verimliliklerinde önemli derecede değişiklikler yaparak kalkınmayı etkilemektedir.

Gümrük birliğinin en önemli etkisi birlik içindeki üreticileri dış rekabetle karşı karşıya getirmesi ve daha verimli çalışmaya zorlamasıdır. Böylelikle verimliliği düşük olan üreticiler ya başka üreticilerle birleşme yoluna giderler ya da piyasadan çıkarlar (Pala, 2011, s. 28).

Gümrük birliğine geçilmesiyle geniş dış piyasaların ihtiyaçlarını karşılamak üzere artan üretim hacmi ölçek ekonomilerinden yararlanmayı doğurur. Büyük ölçekli üretimden kaynaklanan maliyeti düşürücü etkenlere ek olarak firmaların daha ileri teknoloji kullanması, pazarlama fonksiyonlarını daha büyük hacimlerde gerçekleştirmesi gümrük birliğinin yarattığı önemli etkilerdir (Seyidoğlu, 2013, s. 239).

Gümrük birliğinin yarattığı önemli etkilerden bir diğeri de üye ülkelerin teknolojik ilerleme hızlarını yükseltmesidir. Gümrük birliği ile sağlanan geniş piyasa büyük işletmelerin kurulmasını sağlar ve bu da yurtdışından ileri teknolojilerin temin edilmesine ve ar-ge faaliyetlerine ciddi kaynakların ayrılmasına olanak vermektedir. Teknolojik açıdan gelişmenin sağlanması, üretim teknolojisini geliştirerek çok daha az maliyetle daha fazla ürün elde edilmesini sağlamakta, ekonomiyi pozitif yönde etkileyerek refah olgusuna katkı sağlamaktadır (Uyar,2000, s. 110).

Gümrük birliğine geçiş ile birlikte artan milli gelir ve tasarruflardaki artışlarla birlikte yatırımlarda da artış meydana gelir. Ayrıca yatırımlar, birlik üyesi olmayan ülkelerin gümrük vergilerinden kaçınmak amacıyla üye ülkelerde yatırım yapması sonucunda da yükselir (Aydoğan, 2007, s. 23).

Gümrük birliğinin diğer bir önemli etkisi de birlik içerisinde emek ve sermayenin serbest dolaşımı sonucu ekonomik kaynakların daha verimli kullanılması ve böylece toplumun refah düzeyinin yükselmesidir(Seyidoğlu, 2013, s.239).

## **1.2. Avrupa Birliği İle Türkiye Arasındaki Gümrük Birliğinin Türk Ekonomisine Etkileri**

Türkiye 1959 yılında eski adıyla Avrupa Ekonomik Topluluğu'na (AET) üyelik başvurusu yapmıştır. Avrupa Ekonomik Topluluğu ile Türkiye arasında imzalanan 1963 tarihli Ankara anlaşması ile Türkiye'nin topluluğa tam üyeliği hedef olarak benimsenmiştir. Tam üyelik konusunda; hazırlık evresi, geçiş dönemi ve son dönem olarak üç evre belirlenmiştir. Hazırlık evresinin tamamlanmasıyla 1970 tarihli katma protokol imzalanmış ve 1971 tarihinden itibaren Avrupa Birliği Türkiye'den gelen sanayi malları üzerindeki tarife ve kotaları tek taraflı olarak kaldırmış ve Türkiye'nin de aynı uygulamaları yürürlüğe koyması 12 ve 22 yıllık dönemler için öngörölmüştür. Dolayısıyla, bu süre zarfında Türkiye Avrupa Birliği'ne ihraç ettiği ürünlerde avantajlı durumda olmuştur (Yazıcı, 2012, s. 27).

Türkiye'nin ve Avrupa Birliği ile ticaretini incelediğimizde, Avrupa Birliği'nin Gümrük Birliği'nden önce de hemen hemen her yıl Türkiye'nin ihracatında yarından fazla pay aldığını görmekteyiz. 1969-1996 yılları arasında Avrupa Birliği'nin Türkiye'nin toplam ihracatı içerisindeki ortalama payı %52.9 iken Gümrük Birliği sonrası yani 1996-2011 yılları arasında bu oran %57.3 şeklindedir. Dolayısıyla, Gümrük Birliği sonrasında Avrupa Birliği'ne yapılan ihracatın toplam ihracat içindeki payının yükseldiğini söyleyebiliriz.

Türkiye'nin diğer bölge ve ülke grupları ile olan dış ticaretine bakıldığında 1996 yılından bu yana aynı şekilde hem ihracat hem de ithalatta artış olduğu görölmektedir. Dolayısıyla ticaretin birlik üyesi olmayan üçüncü ölkelerden birlik üyesi ölkelere kaymış olması söz konusu değildir. Bu durumda Avrupa Birliği ile Türkiye arasında imzalanmış olan Gümrük Birliği'nin ticareti saptırıcı bir etki yaratmadığı söylenebilir.

Gümrük birliklerinin yarattığı diğer bir etki olan tüketim etkisi Avrupa Birliği ve Türkiye açısından incelendiği zaman, gümrük birliğinin tüketim etkisinin ortaya çıktığı görölmektedir. Türkiye'nin Gümrük Birliği öncesi ve sonrası Avrupa Birliği'nden yaptığı ithalatın seyrine bakıldığında, tüm mal gruplarında artış yaşandığı görölmektedir. Ticaret yaratıcı etki, Türkiye üzerinde negatif yönde işlediği düşünöldüğünde tüketim etkisinin pozitif yönlü ortaya çıkmadığı söylenebilmektedir. İthal edilen ürünler içinde en yüksek payların ara mallar ve sermaye mallarından oluştuğu Türkiye'nin hammadde ihtiyaçlarının büyük çoğunluğunu dışarıdan karşıladığını ve ihracattan gelen ciddi kazançların da bu ürünleri üretmek için gerekli olan ithal girdilere harcandığını söylenebilir (Yazıcı, 2012, s. 31).

Gümrük Birliği'nin Türkiye'nin rekabet gücü üzerinde yarattığı etkilere bakıldığında, Türkiye'nin Avrupa Birliği ölkelerine oranla mukayeseli üstünlüğünün olduğu tarım ürünlerinin birlik kapsamı dışında tutulmuş olmasının Türkiye'nin rekabet edebilirliği açısından olumsuz bir durum yarattığı görölmektedir (Temiz, 2009).

Türkiye’de Gümrük Birliği sonrasında ölçek ekonomilerine geçiş henüz sağlanamamıştır. Türkiye’deki işletmelerin büyük bir kısmı düşük kapasite ile üretim yapmaktadır. İşletme sermaye sıkıntısı, pazarlama imkanlarının yetersiz olması, vasıflı eleman yetersizliği düşük kapasite ile çalışmaya neden olmaktadır (Kırdar,2005, s.112).

### 1.3. Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Anlaşması (TTIP) ve Türkiye

ABD ve Avrupa Birliği, 2008 Küresel Ekonomik Krizi, Çin’in sanayi ürünlerinin dünya piyasalarındaki hızlı artışı, dünya ekonomilerinin merkezinin Asya’ya kayması, Dünya Ticaret Örgütü’nün sürdürdüğü çok taraflı ticaret anlaşması görüşmelerinin 2011 yılında resmen durması gibi etkenler nedeniyle rekabetle değil ancak işbirliği ile egemenliklerini koruyacaklarını düşünmüştür. Bu doğrultuda ABD ve AB, ticari rekabet güçlerini geri kazanmak, sürdürülebilir büyümeyi canlandırmak ve istihdam yaratma amacıyla Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Anlaşması’nı (TTIP) imzalamaya karar vermişlerdir. (Özturak ve Duvan, 2014:7)

Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı kararı yeni bir gelişme değildir. AB ve ABD’nin 20 yıl önce başlattıkları transatlantik ilişkiler çerçevesinde sağlam iktisadi ve siyasi temellere dayanan bir ilişkisi olmuştur. Dönemin ABD Başkanı Barrack Obama ve Avrupa Komisyonu Başkanı Jose Manuel Barroso ile Avrupa Konseyi Başkanı Herman Van Rompuy, Şubat 2013’de yaptıkları ortak bir açıklama ile müzakerelere başlama kararı aldıklarını duyurmuşlardır. (Güllü,2014:97).

TTIP anlaşması kapsamında, tarafların pazarlara engelsiz erişim, tarife dışı engellerin kaldırılması, fikri mülkiyet hakları, sürdürülebilir kalkınma, çevre ve sosyal haklar gibi birçok farklı alanları içeren yeni kaideler ve standartlar yürürlüğe girmesi beklenmektedir (Duran, 2014).

Dünya Gayri Safi Milli Hasılası açısından bakıldığında %48, dünya ticaretinde ise %23’lük payı bulunan ABD ve AB, TTIP anlaşması sayesinde ABD’nin Pasifik kıyısından Karadeniz’in sonuna kadar bir etki alanına sahip olması kaçınılmazdır. Her ne kadar gümrük anlaşması tarım, hizmetler, kamu alımları gibi konular kapsam dışı bırakılmış olsa da TTIP’nin etkisi fazlasıyla hissedilmesi söz konusudur.

Siyasi, sosyal ve ticari her türlü konuyu kapsayan TTIP anlaşması ABD ve AB için önemli oranda getirileri olacağı beklenmekle birlikte, bu anlaşma dışında kalan ülkelerin ise olumsuz bir şekilde etkilenmesi beklenmektedir. Transatlantik Ticaret ve Yatırım Anlaşması’nın gerçekleşmesi ile ABD ve AB, gelişmekte olan ekonomilere karşı ticari üstünlük sağlamayı düşünmektedir. Bu ortaklığın, Türkiye’nin dış ticaretini nasıl etkileyeceği konusunda büyük merak uyandırmaktadır. (TÜRKONFED, 2016:9)

AB ve ABD tarafından planlanan Transatlantik Ticaret ve Yatırım Anlaşması’nın, dışında kalan diğer ülkeleri endişeye düşürmüştür. ABD ile stratejik ortak, AB ile Gümrük Birliği

ortağı olan Türkiye de bu endişeye sahip ülkelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda Türkiye'nin, TTIP müzakerelerini ve bu doğrultuda ortaya çıkan düzenlemeleri yakından takip ettiği gözlemlenmektedir.

Türkiye, AB'ye tam üye olmadığından ve tam üyelik sürecinin devam etmesinden dolayı TTIP anlaşması açısından düşünüldüğünde önemli bir dezavantaja sahiptir. Çünkü bu anlaşma ile, ABD ve AB dünya ticaretinin üçte birini gerçekleştirmesi muhtemeldir. Anlaşmadan doğan avantajların tüm AB üyesi ülkelere kullanılabileceği düşünüldüğünde Türkiye'nin dışarıda kalmış olması dış ticaret ve ekonomik büyüme açısından önemli bir dezavantaj getirdiğini söylemek mümkündür.

Türkiye için bir başka dezavantaj ise, AB ile Türkiye arasında imzalanan gümrük birliği, Türkiye'nin diğer ülkelerle yapmış olduğu Sınır Ticaret Anlaşma'larından AB aynı şekilde faydalanabilirken, AB'nin diğer ülkelerle yapmış olduğu Sınır Ticaret Anlaşma'larından Türkiye yararlanamamasıdır. Bu anlamda bakıldığında Türkiye, pazarını üçüncü ülkelere açmış, buna karşın Türkiye, AB üyesi olmadığından dolayı bu ülkelerin pazarlarına aynı şartlarda girememektedir. (Üstün,2013:3)

ABD ve AB arasında TTIP ticaret alanı oluşturularak bir Sınır Ticaret Anlaşması imzalanırsa; ABD ürünlerine AB üzerinden Türk pazarına sıfır gümrükle serbest bir giriş olanağı sağlanırken Türkiye ABD'ye ihracatı sırasında gümrük vergisine tabi olacaktır. Bu da ticaret sapmasını beraberinde getirecektir. Verimlilik azalmasına bağlı olarak refah değişimi negatif olarak etkilenecektir. Dolayısı ile ABD ile mevcut ticaret dengesi olumsuz yönde etkilenecek, Türk ürünlerinin AB ürünleri karşısında ABD pazarındaki rekabet olanağı azalacaktır. (Özdemir G., 2013:4)

Türkiye'de TTIP anlaşmasına ilişkin olarak diğer endişe ise; Türkiye'nin ihraç ettiği ürünlerin ABD pazarında AB menşeli ürünler karşısında benzer koşullarda rekabet avantajı elde edemeyecek olmasıdır. Bu anlamda, Türkiye ile ABD arasında mevcut bir serbest ticaret anlaşmasının olmaması ve Türk menşeli ihraç ürünlerine ABD pazarında korumacılığın sürmesi, bu gelişmelerin aksine AB menşeli ürünlere benzer uygulamaların kaldırılacak olması, Türkiye'nin AB karşısında haksız rekabete uğramasına sebep olmaktadır. (Akman, 2013:13).

ABD-AB arasında TTIP Anlaşmasına bağlı olarak bir serbest ticaret anlaşması imzalanırsa, Türkiye'nin dış ticaret dengesi olumsuz yönde etkilenmesi ve pazar payında kayıp yaşaması muhtemeldir. Uygulanan gümrük tarifeleri nedeniyle Türk mallarının ABD pazarındaki payı azalırken, Türkiye'ye gümrüksüz giren ABD mallarının Türkiye'deki pazar payı artacaktır.

TTIP anlaşması ile AB ve ABD'nin ortak politikalar üreterek dünyanın geri kalan ülkeleri için belirleyici olacak küresel yeni kural ve standartları oluşturacak olmaları oldukça önemlidir. TTIP anlaşması dışında kalan ülkelerden biri olan Türkiye, AB ve ABD'nin belirlemiş olduğu politikalar ve standartlara uymak durumunda kalması söz konusudur. Bu

anlamda Türkiye hazır olmadığı bir ticaret düzenlemesine ‘‘maruz kaldığı’’ gerçeği ortaya çıkmaktadır. (Schott ve Ciminio, 2013)

Türkiye, ticaret sapmasını önlemek ve ticaret dengelerinde sürdürülebilirlik için; TTIP’e katılması önem arz etmektedir. Türkiye’nin TTIP’ye katılması ve ABD ile bir Sınır Ticaret Anlaşması imzalaması, mevcut ticaret dengesini koruyarak pazar payının gelişmesini sağlayarak bu ortaklıktan pay alması AB ve ABD içinde önemli katkılar yaratacaktır. Türkiye’nin TTIP’e katılması sonucunda, Türkiye’nin bölge ülkeleriyle yaptığı ekonomik işbirliğinden AB ve ABD’nin de faydalanmasına imkân sağlayacaktır. Bu anlamda bakıldığında Türkiye’nin komşu ülkelerle oluşturduğu ekonomik bağın ABD ve AB’nin mal ve hizmet ticaretine olan talebi arttırabileceği düşünülmektedir. (Kirişçi, 2013:5-7)

Prof. Gabriel Felbermayer, Benedict Heid ve Sybille Lehwald’un Transatlantik Trade and Investment Partnership (TTIP): WHO benefits from a free trade deal, Global Economic Dynamics – Beteismann Stiftung’da yer alan çalışmasında, Türkiye’nin TTIP’den yaşayacağı kaybın % 2,5 olacağı, bunun da rakamsal olarak bakıldığında 20 milyar dolara denk geldiğini belirtmektedir. Yine aynı çalışmada; 2010 yılındaki % 11,8 oranındaki işsizlik oranını dikkate alınarak yapılan hesaplamada istihdam kaybının % 0,42 ile 94.831 kişiye denk düşeceği belirtilmektedir. Ayrıca, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’ndan Didem Güneş, Merve Mavuş ve Arif Oduncu’nun The Possible Effects of TTIP on Turkish Economy isimli raporda; Türkiye’nin TTIP’ye taraf olması ve olmaması durumu arasında Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’da yaklaşık 35 milyar dolarlık farkın doğacağı belirtilmektedir. (Köten, 2015:43)

## SONUÇ

AB-ABD arasında şekillenen yatırım ve ticaret ortaklığı fikri Kuzey İrlanda’da yapılan G-8 zirvesinde ete kemiğe bürünmüş, takip eden yıllarda Atlantik’in iki yakasının bu gün adı konulan TTIP ile birleşeceğinin sinyalleri verilmiştir. TTIP anlaşması ticarî ve kültürel bir birleşme olarak karşımıza çıkmaktadır. TTIP Anlaşması, çalışma standartlarından istihdama, üretimden pazarlamaya dair tüm dünyayı etkileyeceğini söylemek mümkündür.

ABD ve AB, stratejik ve ticarî olarak Türkiye’nin en önemli ortakları arasında yer almaktadır. Bu iki partner arasında gerçekleşen bu girişimin sonuçları ve etkileri Türkiye ekonomisini önemli ölçüde etkileyeceği kaçınılmazdır Türkiye’nin TTIP müzakerelerine eklenmesine AB ve ABD ilk etapta sıcak bakmamıştır. Müzakerelere katılmayan Türkiye TTIP’ ye taraf olmak için farklı bir çözüm yolu geliştirmek durumundadır. Bu yönde atılacak adımlardan bir tanesi, Türkiye ile ABD arasında bir Sınır Ticaret Anlaşması imzalanması iken diğeri ise, diplomatik platformda AB’nin, üçüncü ülkeleri Türkiye’ye yönelik olarak serbest ticaret konusunda anlaşmaya yönlendirilmesine çalışmaktır.

Obama’dan sonra Donald Trump başkanlığı kazanması ile ilk icraat olarak ABD’nin Trans-Pasifik Ortaklığı’ndan (TTP) çıkılmasını onaylayan karara imza atması TTIP anlaşmasının geleceğine yönelik endişe yaratmıştır. AB ile ABD arasında sürdürülen Transatlantik



Ticaret ve Yatırım Ortaklığı'nın (TTIP) akıbeti konusunda Donald Trump'ın herhangi bir açıklama yapmaması kafalarda soru işareti bırakmıştır.

Ticaretten Sorumlu Avrupa Komisyonu üyesi Cecilia Malmström', Donald Trump'ın ABD başkanı olarak seçilmesinin, AB-ABD müzakerelerini en azından bir süre derin dondurucuda bırakacak gibi görünüyor” diyerek, ABD en önemli ortağımız ve gerekli bir ülke olsa bile, dünya bir ülkeden daha büyük açıklamasını yaparak müzakerelerin geleceğine yönelik önemli bir mesaj vermiştir. Aynı şekilde, ABD'nin TPP'den çekilme kararı üzerine Beyaz Saray Basın Sekreteri Sean Spicer da Trump yönetiminin dünyanın dört bir yanında “özgür ve adil ticaret” istiyor açıklaması TTIP anlaşmasının geleceğine yönelik endişeleri arttırmıştır.

### KAYNAKÇA

- Akman, M. “**AB-ABD Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı ve Türkiye**”, TEPAV (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı) Raporu/R201305, (www.tepav.org.tr), 2013.
- Aydoğan, O., ‘**Gümrük Birliği Çerçevesinde Türkiye'nin AB ve Üçüncü Ülkelerle Olan Dış Ticaretinin Değerlendirilmesi**’, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst.,2007.
- Duran, A. “**Türkiye TTIP Anlaşmasının İçinde Olmalı**”. Deutsche Welle Ekonomi, www.dw.com/tr/türkiye-ttip-anlaşmasının-içinde-olmalı/a- 17890018, 2014.
- Güllü, İ. “**AB-AD Serbest Ticaret Anlaşması Sürecine Türkiye-AB Gümrük Birliği Anlaşması Özelinde Bir Bakış**”, Bilge Strateji, Cilt:6, Sayı:11, ss.89–106, 2014.
- Karluk, S.R., ‘**Uluslararası Ekonomik ,Mali ve Siyasal Kuruluşlar**’, Turhan Yayınları, 4.Baskı, Ankara, 1998
- Kırdar, D., ‘**Gümrük Birliği'nin Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri**’, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst.,2005
- Kirişçi, K. “**Turkey and the Transatlantic Trade and Investment Partnership: Boosting the Model Partnership wit the United States. Center On The United States**” and Europe At Brookings, Turkey Project Policy Paper, No:2, ss.1–24 Eylül, 2013.
- Köten A., ‘**Küresel ve Bölgesel Ticari Gelişmeler TTIP ve Türkiye**’, Ankara Sanayi Odası Yayını, Yayın No: 64, Ankara, 2015. <http://www.aso.org.tr/kurumsal/media/kaynak/TUR/yayinlarimiz/ttipveturkiye.pdf>
- Özdemir, G. “**AB-ABD Transatlantik Ticaret Ortaklığı Anlaşması ve Türkiye Toplantısı**”, İstanbul Sanayi Odası (İSO-Odakule) ([ftp://ftp.iso.org.tr/AB/AB\\_ABD\\_STA/AB-ABD\\_STA\\_IMMIB](ftp://ftp.iso.org.tr/AB/AB_ABD_STA/AB-ABD_STA_IMMIB)), 2013.
- Özturak, F. ve Duvar, O. ‘**AB-ABD Arasında Gerçekleştirilecek Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı Anlaşması: Türkiye Ekonomisi Üzerine Olası Etkileri**’, Toplumcu Düşünce Enstitüsü Değerlendirme Raporu; RPR-Ekon/14–001, 2014.

- Pala, A.M., ‘ **The Customs Union Between Turkey and the European Union and Its effect on the Turkish Economy**’, Economics Master’s Theses. Paper 1, 2011
- Salvatore, D., ‘ **International Economics**’, 5th Edition, Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995
- Schott, J. ve Cimino, C. “ **Crafting a Transatlantic Trade and Investment Partnership: What Can Be Done?**”, PIIE Policy Brief, Washington: The Peterson Institute for International Economics, 2013.
- Seyidoğlu, H., ‘ **Uluslararası İktisat**’, 16. Baskı, Beta Yayıncılık, İstanbul, 2013
- Temiz, D., ‘ **Gümrük Birliği ile Birlikte Türkiye’nin Dış Ticaretinde Yapısal Değişimler Oldu mu?**’ Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, Sayı 1, Cilt8, Mart 2009
- TÜRKONFED: Türkiye Girişim ve İş Dünyası Konfederasyonu, “ **Transatlantik Ticaret ve Yatırım Ortaklığı’nın(TTIP) Türkiye’deki Kobi’lere Etkisi ve Politika Önerileri**”. [http://turkonfed.org/Files/ContentFile/turkonfed\\_ttip\\_kitapcık\\_press.pdf](http://turkonfed.org/Files/ContentFile/turkonfed_ttip_kitapcık_press.pdf). (E.T:15.08.2016).
- Uyar, S., ‘ **Ekonomik Bütünleşmeler ve Gümrük Birliği Teorisi**’, Dış Ticaret Dergisi, Sayı:19, Ekim 2000
- Üstün, N. “ **AB-ABD Ticaret ve Yatırım Anlaşması ve Türkiye’ ye Etkileri**”, Konya Ticaret Odası ([www.kto.org](http://www.kto.org)),2013.
- Yazıcı, H., ‘ **Turkey-EU Relations and the Customs Union: Expectations Versus Reality**’, Turkish Policy Quarterly, Vol.11, No.1, 2012, <http://www.turkishpolicy.com/dosyalar/files/2012-1-HayatiYazici.pdf> (Erişim : 12.12.2016)



# TÜRKİYE'DEKİ VE DÜNYADAKİ ÖZEL BÖLGELER VE ÖZEL EKONOMİ BÖLGESİ OLUŞTURULMASI İÇİN DÖNÜŞÜM ÖNERİLERİ

*Emre ÇAKMAK<sup>1</sup>, İsmail ÖNDEN<sup>2</sup>, Mesut SAMASTI<sup>3</sup>*

## ÖZET

*Özel bölgeler, devletlerin sanayi yapılarının bir arada bulunması, çarpık sanayileşmenin önlenmesi ve verilen altyapı hizmetlerinin kalitelerini yükseltmek amacıyla kurulan sanayi bölgeleridir. Bu bölgeler üretimde ve hizmet sanayinde bütünleştirme sağlar ve teknolojik avantajlar da sunar. Bu faydalar sayesinde ülkelerin ve bölgelerin rekabet gücünü yükselterek ekonomik büyümeye yardımcı olur. Sonuç olarak tesisler, bölgeler arası gelişim farklılıklarının azaltılmasında da etkili olur. Dolayısı ile bu üretim üslerinin hizmete alınmasına yönelik değerlendirmeler özellikle büyüyen ve gelişen ekonomilerde, büyümenin sürekliliği için önemlidir. Bu kapsamda, dünyadaki özel bölgelerin sınıflandırılması, faydalarının gösterilmesi, Türkiye'deki özel bölge çeşitlerinin sunulması gerçekleştirilmiştir. Özel bölgelerin günümüz koşullarına uygun hale dönüştürülmesi için atılması gereken temel adımların ortaya konulması da çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, mevcut sistemin bir sonraki aşamaya geçilmesi aşamasında olası edinimlerin karar vericiler ve akademisyenler için ortaya konulması sağlanmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Özel Bölgeler, Özel Ekonomi Bölgeler, Özel Bölge Çeşitleri, Özel Bölgelerinin Avantajları

## SPECIAL ZONES IN TURKEY AND IN THE WORLD, AND TRANSFORMATION RECOMMENDATIONS FOR FORMATION OF SPECIAL ECONOMIC ZONE

## ABSTRACT

*Special zones are the industrial zones established to centralize and combine the industrial structures of the regions, prevention of disorganized industrialization and the upgrading of the quality of the infrastructure services provided. These zones provide integration in the production and service industries and together*

- 
- 1 Yrd. Doç. Dr., Piri Reis Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık, [ecakmak@pirireis.edu.tr](mailto:ecakmak@pirireis.edu.tr)
  - 2 Dr., Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi, TUBİTAK-TÜSSİDE, [ismail.onden@tubitak.gov.tr](mailto:ismail.onden@tubitak.gov.tr)
  - 3 Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi, TUBİTAK-TÜSSİDE, [mesut.samasti@tubitak.gov.tr](mailto:mesut.samasti@tubitak.gov.tr)

*with technological advantages. These benefits gathered from the integration will increase the competitiveness of countries and regions and help to grow economically. As a result, increment of the development rates of the regions can be enhanced by these zones. Therefore, evaluations of establishment of these production bases are important for the sustainability of growth, especially in developing economies. In this context, the classification of the special zones in the world, demonstration of their benefits and the presentation of the special zones in Turkey have been carried out. It is also discussed how to transform the current zones into special zones to enhance competitiveness advantage in today's business environment. In this regard, potential gains from the transformation have been reported for the decision makers and academics.*

**Keywords:** Special Zone, Special Economic Zones, Special Zone Types, Special Zone Advantages

## 1. GİRİŞ

Ekonomik kalkınma literatürde farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen uzun tartışmalara konu olmuştur. Hızlı büyümenin sağlanması için öncü sektörler yatırımın gerçekleştirilmesi stratejilerine karşın, dengeli büyüme stratejileri araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Dengeli büyüme teorisi kapsamında, önemli ekonomik ilişkiler ve tamamlayıcılıklar sayesinde, ekonominin tüm sektörlerinin aynı anda geliştirilmesini önerilmektedir (Cypher ve Dietz, 2008). Ancak, tüm sektörlerin aynı anda geliştirmesi fikrinin en büyük dezavantajlarından birisi, sektörlerden bir veya birkaçının daha yavaş gelişim gösterebilmesidir. Bu durumda, birbirleri ile etkileşim içerisinde olan sektörlerin ve tamamlayıcılık özellikleri gösteren sektörlerin gelişimde geri kalması ve sonuç olarak da hızlı büyümenin olumsuz etkilenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu da istenilen büyüme ve büyüme hızının elde edilememesi demektir. Özellikle yeterli bütçenin olmadığı durumlarda, tüm sektörlerin aynı anda canlandırılmasına yönelik çabalar, sınırlı su kaynağı ile büyük ölçekli bir tarlanın yüksek miktarda hasat vermesi için çabalamaya benzetilebilir. Dolayısı ile bu kısıtlar nedeni ile farklı yaklaşımlar da ortaya çıkmıştır.

Gelişmekte olan bir ülkenin aynı anda tüm sektörlerde büyük yatırım yapmak için yeterli kaynağa sahip olamadığı durumlarda, bir veya birkaç kilit öncü sektörde yatırım yapmak bir başka stratejidir. Bu kapsamda önceliklendirilen lokomotif sektörlerin ekonomiye kaldıraç etkisi yaptığı ve ilişkideki bağımlı sektörlerin de yukarı çekilmesi ile ekonominin güçlenmesi söz konusu olabilir. Bu duruma örnek olarak, Çin kısıtlı kaynaklarını etkin kullanarak, öncelikle ülkenin doğusuna ve kıyı bölgelerine yatırım yaparak o bölgelerde yoğunlaşan bir kalkınma gerçekleştirmiştir. Daha sonra bu kalkınmayı ülkenin batısına ve iç bölgelere yayarak dengesiz kalkınma planlamıştır (Litwack ve Qian,1998). Çin, bu ekonomik gelişmeye ve genişlemeye, öncü sektörleri bir araya getiren özel bölgeler ve özel limanları destekleyen yatırım politikalarıyla ulaşmıştır. Bu erken dönem yatırım politikalar sayesinde özel bölgelerin ve özel limanların değerleri anlaşılmıştır.

Hem gelişmiş, hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından uygulanan politikalarından birisi olan özel bölgelerin oluşturulmasıdır. Bu bölgeler, ekonomik büyümeyi teşvik eder ve yatırımın gerçekleştirdiği bölgenin rekabet gücünü artırmaya yardımcı olur. Bu faydaları

sayesinde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından desteklenen alanlardır. Ancak, literatürdeki çalışmalara ve uygulamalara bakıldığında görülmektedir ki, özel bölge tanımlamaları ve uygulamaları çalışmadan çalışmaya ve uygulamadan uygulamaya farklılık göstermektedir (UNDP, 2015).

Fang'a göre (1994), özel bölgeler toplumsal modernizasyonu inşa etmek için yabancı yatırımcıyı bölgeye yatırım yapmaya ikna etmek ve yabancı yatırımcıların modern teknoloji ve yönetim tecrübelerini bölgeye aktarılmasını sağlamak için kullanılan ekonomik alanlardır. Özel bölgeler toplumcu manevî medeniyetin inşasıyla ilgilenmektedir. Özel bölgeler, manevî medeniyeti ile maddi uygarlığı birleştirerek, eskiden olduğu gibi ekonomik yapıya hizmet ederler. Manevi motivasyon gücü, bilgi ve iyi fikirleri üretirler ve ekonomik kalkınma için elverişli şartlar yaratırlar. Fang'ın (1994) çalışmasında, Çin'deki özel bölgelerin nasıl başladığı, kimlerin sorumluluk aldığı, ekonomiye olan etkisinin ardından bu bölgelerin gelişip başarı elde edilmesiyle yapılan ikincil reformların üzerinde durulmuştur.

Akıncı ve Crittle'ye (2008) göre özel ekonomi bölgeleri, dünya genelindeki modern serbest bölge çeşitlerini kapsayan bölgeler olarak tanımlamıştır. Özel bölge tanımı birçok hali hazırda mevcut olan tesisi kapsayabilir ve tesislerin bütünleşik olarak hizmet vermesi olarak tanımlanabilir. Kapsanabilecek olan tesislerden başlıcaları, serbest ticaret bölgeleri, serbest üretim bölgeleri, yatırım bölgeleri, serbest limanlar, tek fabrika ve ihtisas bölgeleri olarak zikredilebilir. Özel bölgeler, genellikle içindeki işletmelere belirli teşvikler (genellikle gümrüksüz ithalat ve kolaylaştırılmış gümrük işlemleri vb.) sunmaktadır. Ek olarak, tek merkezden yönetilmekte oldukları ve coğrafi olarak sınırlanmış alanlar oldukları da söylenebilir.

Çağlar ve Kurtsal'a göre (2011), bazı bölgeler, diğer bölgelere göre "daha özel" ilan edilmekte ve bu bölgeler için bir takım farklı kurallar uygulanmaktadır. Bu "daha özel" bölgelerdeki kuralların azaltılması ile bu bölgedeki firmaların performanslarının artırılması amaçlanmaktadır. İhracat işletme merkezleri, serbest bölgeler, serbest limanlar, yatırım bölgeleri, sanayi bölgeleri, bilim ve teknoloji bölgeleri ve inovasyon bölgelerinin yanı sıra organize sanayi bölgeleri (OSB'ler), küçük sanayi siteleri ve teknoloji geliştirme bölgeleri, özel ekonomi bölgelerin farklı amaç ve işleyişi için kullanılan yansımalarıdır. Çağlar ve Kurtsal (2011) çalışmasında, Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinin mevcut durumları incelenmiş ve organize sanayi bölgelerinin gelişimlerdeki problemler anlatılarak gelişimi için basit politikalar önermişlerdir.

Dobrogonov ve Farole (2012) göre ülkenin geri kalanından farklı idari, düzenleyici ve mali rejimlerle çalışan ve bir ülkedeki coğrafi olarak sınırlandırılmış bir alan içindeki her tür bölgeye "özel ekonomi bölge" (ÖEB) olarak tanımlanmışlardır. Bu bölgelerde yurtiçi ekonomisinin geri kalanına göre farklı yatırım koşulları, vergilendirme ve uluslararası ticaret düzenlemeleri uygulanmaktadır. Genellikle sınır bölgelerindeki ticari çevrenin hem politika perspektifinden bakıldığında daha liberal olmasını hem de uygulanan kuralların idari perspektiften bakıldığında daha verimli olmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Wang'a göre (2009) ÖEB'ler, sanayi, imalat ve ihracat hizmetlerini teşvik etmek için kullanılan ve genelde bir ülkenin genel ekonomik yasalarından daha serbest yasalar ve ekonomik politikalarla karakterize edilen, belirli bir bölgedeki ayrılmış bir arazidir. Bu çalışmada, ÖEB'lerin yerel yönetime ekonomik olarak gösterilmeye çalışılmıştır. Bu ekonomik etkileri göstermek için Çin'deki tüm özel ekonomi bölgelere sahip ve sahip olmayan bölgeler ekonomik durumları ile yabancı yatırımcı çekme oranlarına göre ekonomik model oluşturularak irdelenmiştir.

Pakdeenurit ve Suthikarnnarunai (2014) göre, ÖEB'ler yabancı yatırımcıları ülkeye yatırım yapmaya çekmek için herhangi bir ülke tarafından özel olarak kurulan ve özel ayrıcalıklara sahip alanlardır. Bu ayrıcalıklar; vergi indirim, finansal destek, yabancı işçiler için çalışma izninin verilmesi gibi özel bir yatırım politikasını, kuralını, yönetmeliği ve altyapı için özel desteklerini içerir. Endüstri, tarım, ticaret, turizm, hizmetler veya bir serbest ticaret alanını destekleyen herhangi bir operasyonu yapanlar da dahil olmak üzere ÖEB politikaları desteklenir.

Bu tanımlara ve çalışmalara bakıldığında farklı tanımlar ile ÖEB konsepti tanımlanır ve bu bölgelere bakış açıları bazı noktalarda benzerlik göstermesine rağmen ortak tanımdan söz etmek mümkün değildir. Ancak, en uygun tanımlama; Dobrogonov ve Farole (2011) tarafından yapılan tanımdır. Bu tanıma göre ülkenin geri kalanından farklı idari, düzenleyici ve mali rejimlerle çalışan ve bir ülkedeki coğrafi olarak sınırlandırılmış bir alan içindeki her tür bölgeye "özel ekonomi bölge" (ÖEB) denmektedir. Bu bölgelerde yurtiçi ekonominin geri kalanına göre farklı yatırım koşulları, vergilendirme ve uluslararası ticaret düzenlemeleri uygulanmaktadır. Genellikle sınır bölgelerindeki ticari çevrenin hem politika perspektifinden bakıldığında daha serbest olmasını hem de uygulanan kuralların idari perspektiften bakıldığında daha verimli olmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Ancak, bu tanımlamada ülkemiz için eksiklikler bulunmaktadır. Bu tanıma ek olarak, daha büyük coğrafi alanları kapsayan, sanayi altyapısına ek olarak liman, havaalanı, meslek okulları ve üniversiteler, yerleşim ve konut alanları, ticaret yapıları ve turistik gibi alt bölgelerden oluşan ve hep birlikte yönetilen sınırlandırılmamış bölgeler olarak tanımlanmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, dünyadaki özel bölgelerin sınıflandırılması, özel bölgelerin faydaları, Türkiye'deki özel bölgelerin çeşitleri ve özel bölgelerin günümüz koşullarına uygun hale dönüştürülmesi için atılması gereken bazı adımların ortaya konulmasıdır. Çalışmanın ikinci bölümünde özel bölgelerin dünyadaki durumu ve özel bölgelerin çeşitleri için örnek uygulamalar ortaya konulacaktır. Üçüncü bölümde özel bölgelerin farklı aktörler için faydaları gösterilecektir. Dördüncü bölümde, Türkiye'deki özel bölgeler sıralanacak ve bu bölgelerin amaçları anlatılacaktır. Sonuç ve öneriler bölümünde Türkiye'deki özel bölgelerin dönüşümleri için bazı önerilerde bulunulacaktır.

## 2. Özel Bölgelerin Dünyadaki Durumu ve Örnek Uygulamalar

Özel bölgeler, ekonomik büyümeyi teşvik etmek ve bir lokasyonun rekabet gücünü artırmak için yerel, bölgesel ve ulusal hükümetler tarafından desteklenen stratejilerdir. Endüstriyel Park '*Industrial Park*' (IP), Özel Ekonomi Bölge '*Special Economic Zone*' (SEZ), Eko-Endüstriyel Park '*Eco-Industrial Park*' (EIP), Teknoloji Parkı '*Technology Park*' (TP) ve İnovasyon Bölgesi '*Innovation District*' (ID) olmak üzere beş tür özel bölge bulunmaktadır. Bir ekonomi bölgesi, bir ülkenin, bir bölgenin veya bir kentsel alanın ekonomik olarak rekabetçi gelişimini teşvik etmek, bölgedeki şirketlere parasal olmayan ve / veya parasal avantajlar sağlayan yukarıdan aşağıya seçilmiş bir arazidir (UNIDO, 2015).

### 2.1. Endüstriyel Park

UNIDO Endüstriyel Park kavramını “Yolları, ulaştırması ve kamu hizmetleri olan (önceden üzerinde) tesisleri olan veya olmayan, bazen ortak tesisleri olan veya ortak tesis olmaksızın bir grup sanayicinin kullanımı için kapsamlı bir plana göre geliştirilmiş ve parseller haline getirilmiş bir arazi” olarak tanımlamıştır (UNIDO, 2002). Bu tür tesislerde bulunan sanayicilerin ve şirketlerin en temel ihtiyaçları karşılanır. Dünyadaki başarılı uygulamalardan birisi ABD'nin en büyük master-planlı demiryolu ve mavnalı servisli endüstri parkı olan Cedar Port endüstri parkıdır.

**Cedar Port Endüstri Parkı:** Cedar Port Endüstri Parkı, 15.000 dönümlük alanın üzerinde 10.000 dönümlük genişleme olanağı olan, hafif veya ağır sanayi kullanımı, her türlü imalat, rıhtım operasyonları ve depo / dağıtım işlemleri için ideal altyapı olanaklarına sahiptir. Endüstriyel parkın, hem demiryolu, hem denizyolu hem de karayolu bağlantısı bulunmaktadır (URL1).



Şekil 1. Cedar Port Endüstri Parkından Bir Görüntü (URL1)

Cedar Port endüstri bölgesindeki demiryolu ve denizyoluna erişim bulunmaktadır. Bu parkta verilen hizmetleri sıralarsak, (URL1).

- Park içinde, Barbours Cut ve Bayport'a erişimi olan iki mavna terminali
- Houston Gemi Kanalındaki Konteyner Terminallerine erişim
- Ağır konteynırları idare edebilme kabiliyeti
- Kıyı cephesinde kalan alanlar gelişim
- Union Pacific ve Burlington Northern Santa Fe demiryolu ağlarından ikili servis hizmeti
- Parkta 57 kilometre alanın sürekli izleme
- 1.750 çalışma vagon depolama alanları
- Tesislere demiryolu hizmetini verilmesi

## 2.2. Özel Ekonomi Bölgesi (Serbest Ekonomi Bölgesi)

Özel ekonomi bölgeleri, birden fazla il ve ilçeyi kapsayan, belirli bir amaca uygun inşa edilmiş alt bölgelerden oluşan, sanayi altyapısı, teknolojik altyapısı, limanı, havaalanı, meslek okulları ve üniversiteleri, yerleşim ve konut alanları, ticaret yapıları, kültür/sanat ve turistik yapıları gibi tesislerden oluşan ve hep birlikte yönetilen, ülkenin geri kalanından farklı idari, düzenleyici ve mali rejimlerle çalışan sınırlandırılmamış bölgeler olarak tanımlanır. Dünyadaki uygulamalarına baktığımızda, Güney Kore'deki Incheon Serbest Ekonomi Bölgesi başarılı bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.

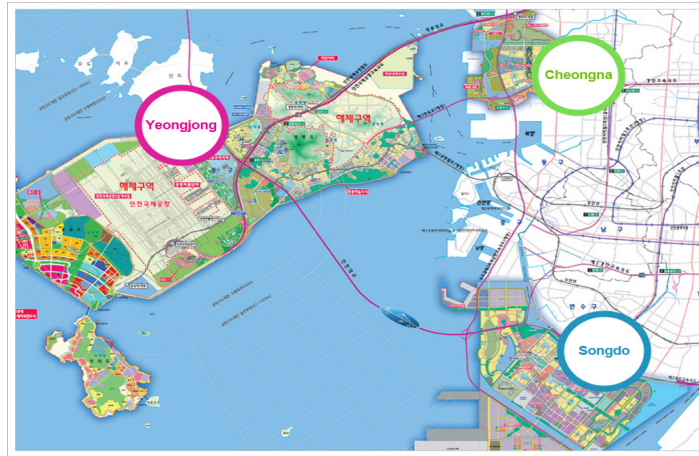
**Incheon Serbest Ekonomi Bölgesi (Incheon Free Economic Zone):** Incheon Serbest Ekonomi Bölgesi, Ağustos 2003'te Songdo, Yeongjong ve Cheongna uluslararası şehirleri (Incheon Uluslararası Havaalanı / Limanlar içine alarak) üzerine kurulmuş ve hükümetin Kuzeydoğu Asya ekonomisinin merkezi haline getirme stratejisinin merkezi olarak 132,9 km<sup>2</sup> alana yayılmıştır. Güney Kore'nin batı kıyısında ve başkent Seoul'un yakınında yer almaktadır. Yeonsu-gu (Songdo uluslararası şehir) 53,45 km<sup>2</sup>, Jung-gu (Yeongjong District) 61,7 km<sup>2</sup>, Seo-gu (Cheongna Songdo uluslararası şehir) 17,8 km<sup>2</sup> bölgelerinden toplam 132,9 km<sup>2</sup> alana kurulmuş bir bölgedir (URL 2).

Incheon serbest ekonomi bölgesi; küresel şirketlere hizmet veren bölgeler, medikal-bio hizmet veren bölgeler, yüksek teknoloji endüstrisi bölgeleri, lojistik için hizmet veren bölgeler, eğitim ve turizm-kültür hizmeti veren bölgeler olarak altı alt sınıfa ayrılmıştır. Bu altı alt-bölgedeki tesisler aşağıdaki listelenmiştir (URL2).

- **Küresel şirketlere hizmet veren bölgeler:** Küresel şirketler için hizmet veren bölgeler daha çok iş kuleleri olarak tasarlanmış binalardır. Ofis, toplantı salonları, sunum alanları ve fuaye alanları gibi özel alanlara sahip binalardır. Bu binalar üç bölgeye yayılmış ve toplamda 8 tesisle hizmet vermektedir. Bu tesislerin en bilinenleri, Songdo Landmark City, G-kulesi, Şehir kulesi ve Yeongjong Sky City olarak gösterilebilir.



- **Medikal-Bio Hizmet Veren Bölgeler:** Medikal ve biyolojik ürün geliştirme için gerekli olan tüm alt yapılar Songdo bölgesinde toplanmıştır.
- **Yüksek Teknoloji Endüstrisi Bölgeleri:** Yüksek teknolojiye ayrılan tesislerde bilgi teknolojileri, havacılık ve yenilenebilir enerji endüstrileri bulunmaktadır. Tüm bu endüstriler üç bölgeye yayılmıştır.
- **Lojistik İçin Hizmet Veren Bölgeler:** Uluslararası taşımacılık ve lojistik için iki bölge mevcuttur. Yeongjong bölgesinde havalimanı ve Songdo bölgesinde liman bulunmaktadır. Daha önceden belirtildiği gibi, Incheon uluslararası havalimanı, dünyanın en iyi ikinci havaalanı (URL3) ve dünyanın en çok kargo taşımacılığı (URL4) yapılan beşinci havalimanı Yeongjong bölgesindedir. Denizyolu taşımacılığında kullanılan liman ve Çin'e gönderilen yüklerin %65'i bu limandan geçmektedir.
- **Eğitim Bölgeleri:** Incheon serbest ekonomi bölgesinin Songdo ve Cheongda bölgelerinde yurtiçi ve yurtdışı eğitim kurumları bulunmaktadır. Amerika'nın ve Avrupa'nın bazı üniversiteleri, Incheon bölgesinde hem yerel hem de uluslararası öğrencilere eğitim vermektedir. Bunun yanı sıra, Güney Kore'nin kurmuş olduğu uluslararası öğrenci kabul eden üniversitelerde yine bu iki bölge içerisindedir. Bu üniversitelerde bilişim teknolojileri, medikal-biyolojik yenilikler ve yeni ürün yenilikleri ile ilgili bilgi tabanlı eğitimler verilmektedir.
- **Turizm-Kültür Hizmeti Veren Bölgeler:** Kültür/sanat ve hobi/turistik için hazırlanmış bölgelerde Incheon'un her bölgesinde mevcuttur. Yüksek tabakaya hizmet veren golf kulüpleri ve yat limanları bulunmaktadır.



Şekil 2. Incheon Serbest Ekonomi Bölgesi

### 2.3. Eko-Endüstriyel Parklar

Lowe'e göre (2001) eko-endüstriyel parklar "Eko-sanayi bölgeleri, enerji, su ve malzemeler de dahil olmak üzere çevre ve yeniden kullanım konularının yönetimiyle işbirliği yaparak, gelişmiş bir çevresel ve ekonomik performans arayan üretim ve hizmet işletmeleri topluluğunun ticaret bölgesi" olarak tanımlamıştır. Birlikte çalışan işletmeler topluluğu, kendi performansını yalnızca optimize ettiği takdirde, her bir şirketin kazanacağı bireysel fayda toplamından daha büyük bir ortak fayda sağlanmasını istemektedir. Bu tür eko-endüstri bölgelerinde üretim süreçlerinde kullanılan enerji ve malzemeler optimize edilmiş ve bir süreçten çıkan atık maddeler diğer sürecin girdisi olarak kullanılmaktadır (Cote ve Hall, 1995).

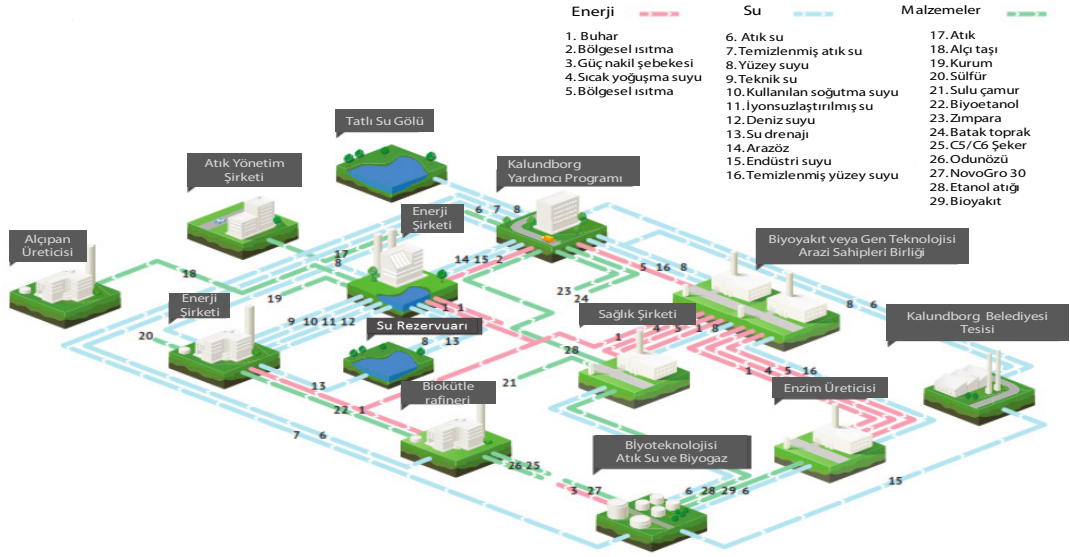
**Kalundborg Ortak Yaşam Eko-Endüstriyel Parkı (Kalundborg Symbiosis):** Kalundborg Ortak Yaşamı, kapalı bir döngüde bir işletmenin yan/artık maddeleri başka bir kuruluş tarafından bir kaynak/girdi olarak kullanıldığı endüstriyel bir ekosistemdir. Endüstriyel ortaklık, kamu ve özel işletmelerin kalıntı ürünleri satın alınıp satıldıkları yerel bir işbirliği ile karşılıklı olarak ekonomik ve çevresel yararlar sağlamaktadır (URL 5). Endüstriyel ortak yaşam Kalundborg alanında, dünyanın en büyük insülin üreticisi, dünyanın en büyük enzim üreticisi, Kuzey Avrupa'nın en büyük atık su arıtma tesisi, Danimarka'nın en büyük enerji santrali ve Baltık Bölgesinin en büyük petrol rafinerisinin aralarında bulunduğu sekiz kamu ve özel işletmeyi içerir. Bu şirketler aşağıda verilmiştir (URL 5).

- Novo Nordisk: Dünyanın en büyük insülin üreticisidir.
- Novozymes: dünyanın en büyük enzim üreticisidir.
- Gyproc: Fransız sahibi olan Gyproc alçıpan üretir.
- Kalundborg Belediyesi: Kalundborg'un yaklaşık 50.000 sakin için su ve ısı tedarikini gerçekleştiriyor.
- DONG Energy: Danimarka'nın en büyük enerji santrali olan Asnæs Tesisi'ne sahip şirkettir.
- Statoil: Danimarka'nın en büyük petrol rafinerisine sahiptir.
- Kara / Novoren: Kalundborg'daki atık değerlendirilmesini sağlayan şirkettir.
- Kalundborg Forsyning A/S: Kalundborg şehrinin vatandaşlarına su ve bölge ısıtması tedarikinin yanı sıra, tüm belediyenin atık suyunun atılmasını sağlar.

Kalundborg ortak yaşamındaki şirketler arasında enerji, su ve atık malzeme geçişleri bulunmaktadır. Bu sayede, aşağıdaki örnek geri dönüşümler kazanılmıştır.

- İnsülin üretiminden sonra ortaya çıkan fazla maya bulamacı ile biyogaz üretilir.
- Novozymes'ten gelen organik atıklar, tarımsal gübrelere dönüştürülür.
- DONG'dan gelen duman, Gyproc'da alçıtaşı (jips) haline getirilir.
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla 3 milyon m<sup>3</sup> su tasarruf edilmiştir.





Şekil 3. Kalundborg Ortak Yaşamı Diyagramı (Symbiosis)

#### 2.4. Teknoloji Parkları

Uluslararası Bilim Parkı (IASP), bir bilim parkını “inovasyon kültürünü ve ilgili işletmelerin rekabet gücünü ve bilgiye dayalı kurumları teşvik ederek topluluğunun zenginliğini arttırmayı amaçlayan uzmanlaşmış profesyoneller tarafından yönetilen bir organizasyon” olarak tanımlıyor. Bu hedeflerin karşılanması için bir bilim parkı, “üniversiteler, AR-GE kurumları, şirketler ve pazarlar arasındaki bilgi ve teknolojinin akışını teşvik eder ve yönetir; kuluçka ve ayrışma süreçleri sayesinde inovasyona dayalı şirketlerin yaratılmasını ve büyümesini kolaylaştırır ve yüksek kaliteli alan ve tesislerle birlikte diğer katma değerli hizmetler sunar” olarak tanımlamıştır (URL 6). En başarılı örneklerinden birisi 2014’te Amerika kıtasının en iyi teknoloji parkı seçilen Zonamerica’dır.

**Zonamerica Teknoloji Parkı:** Uruguay’ın en önemli ticaret ve teknoloji parkıdır. Yeşil alanlarla etkileşime öncelik verilerek tasarlanan bölgede, Uruguaylı serbest bölgeler rejimi altında yaklaşık 350’den fazla şirket faaliyet göstermektedir. 180.000 metrekare olarak tasarlanan teknoloji parkının büyük bir bölümü yeşil alan olarak ayrılmıştır. Bu alanın 28 binadan oluşan 80.000 m<sup>2</sup>’si ofis alanı firmalara sunulmuştur. Yaklaşık 10.000 çalışan istihdam eden Zonamerica’da faaliyet gösteren şirketler, dünyanın dört bir yanındaki müşterilere, bilgi teknolojileri ve lojistik faaliyetleri gibi hizmetler sunulmaktadır. Bölge içinde çalışanlar için her türlü sosyal hizmetler düşünülmüştür. Bölgede kafeler, restoranlar, golf vuruş sahası, yürüyüş alanları ve buna benzer alanlar çalışanların hizmetine sunulmuştur (URL 7).

Zonaamerica’da emlak hizmeti, bilgi teknolojileri hizmeti ve insan kaynağı hizmeti olarak üç farklı hizmet sunulmaktadır. Bu hizmetlere detaylı bakacak olursak;

- **Emlak hizmeti:** İhtiyaca uygun olarak değişebilen ofis alanları ile iş merkezi, modüler ofis düzenlenmesi gibi ofis hizmetleri; depolama servisi için gerekli olan alanlar, güvenlik uygulamaları ve depo yönetim yazılımı gibi hizmetler ve son olarak da data merkezleri ve bulut sistemleri firmalara sunulan hizmetlerdir.
- **Teknoloji hizmetleri:** Bulut sistemleri ve data merkezleri için dış kaynak kullanımı sağlanması gösterilmektedir. Müşteri isteklerine göre bilgi teknolojileri çözümleri sunmanın yanı sıra, doğal afetlerde bilgi kaybını engelleyen Afetten Kurtarma Merkezleri firmalara sunulmuştur.
- **İnsan kaynağı hizmeti:** Şirketlerin iş ilanlarının halka duyurulması, isteğe bağlı olarak insan kaynağının seçilmesi, yerel iş kanunu ile danışmanlığı ve çalışanların eğitimleri için hazırlanmış paket programlar sunulmaktadır.

## 2.5. İnovasyon Bölgesi

İnovasyon bölgeleri kentsel teknoloji parklarıdır. Bilgi yoğun yaklaşımda kentsel alanlar, şehir dışındaki özel bölgedeki teknoloji parklarına göre yenilikleri geliştirmek için daha uygundur. İnovasyon bölgeleri modeli, bölgelerin yenilikçilik ve rekabet gücünü güçlendirmeyi hızlandırmak için nihai hedefleri ile kent planlaması, üretken, işbirlikçi ve yaratıcı, özelliklerini güçlü bir liderlik altında koordine eden, dört katlı ve çok boyutlu inovasyon modelinde tasarlanmış kentsel inovasyon ekosistemleri olarak tanımlanabilir (Morisson, 2014).

**22@Barcelona İnovasyon Bölgesi(22@Barcelona Innovation District):** Barcelona, 22@ Barcelona projesiyle inovasyon bölgeleri kavramına öncülük etti. 2000 yılında 22 ARROBA BCN S.A. belediye şirketi tarafından, 22@ Barcelona inovasyon bölgesinin gelişmesine pilot olması için kuruldu. Proje, bilgi ekonomisine sahip olmak ve Avrupa’da yenilik merkezi haline getirme stratejisinin bir sonucudur. 22@Barcelona inovasyon bölgesi, 198,28 hektar alana yayılmış ve 115 şehir bloğundan oluşmaktadır. 3.200.000 m<sup>2</sup>’lık alan üretim aktiviteleri ve 800.000 m<sup>2</sup>’lık alan konut, tesis ve hizmet alanları için ayrılmıştır. Toplam yatırım maliyeti yaklaşık olarak 180 milyon €’dur (URL 8).

22@Barcelona bölgesinde beş farklı sektör bir arada bulunmaktadır. Bu sektörler, enerji sektörü, medikal teknolojileri sektörü, tasarım sektörü, medya sektörü ve bilişim/haberleşme sektörü inovasyon bölgesinde yer almaktadır. 22@Barcelona inovasyon bölgesi amaçları;

- **Kentsel yenileme projesi olarak,** Poblenou’nun sosyal ve ekonomik dinamizminin iyileştirilmesine, yaşamı ve çalışma kalitesini iyileştiren devlet destekli binalar, ekipmanlar ve yeşil alanlar ile farklı tesislerin bir arada bulunduğu çeşitli ve dengeli bir ortam yaratır.

- **Ekonomik yenileme projesi olarak**, Poblenou'yu önemli bir bilimsel, teknolojik ve kültürel platform haline getirip, Barselona'yı dünyanın en dinamik ve yenilikçi şehirlerinden biri haline getiren benzersiz bir fırsat oluşturmaktadır.
- **Bir sosyal yenileme projesi olarak**, bölgede çalışan farklı meslek mensupları arasındaki ilişkiyi ve ilçenin komşularının bilgi teknolojilerinin sunduğu olanaklara katılımını kolaylaştırır.

### 3. Özel Bölgelerin Faydaları

Özel ekonomi bölgeleri için yapılmış çalışmaları ve özel ekonomi bölgelerin dünyadaki durumları incelendikten sonra, ülkelerin ve hatta coğrafi bölgelerin bu tür bölgelere neden ihtiyaç duyduğunun ve bu tür bölgelerden kimlerin fayda sağladığının gösterilmesi de gerekmektedir. Özel ekonomi bölgelerden hükümetler/yerel yönetimler, yabancı yatırımcılar ve yerel yatırımcılar/girişimciler fayda sağlamaktadır. Özel ekonomi bölgelerinin ülke ekonomisi, yerel yönetimler ve hükümetler için faydaları şu şekilde sıralanabilir (Ge, 1999);

- **İstihdam yaratılması:** Özellikle emek yoğun imalat ve hizmet endüstrilerinin bölgeye yatırım yapması ile bölge halkı ve çevresi için yeni istihdam alanları açılması sağlanabilir. Farklı sektörlerin bu özel bölgeye yatırım yapmasıyla (sektör çeşitliliğinin artmasıyla) bölgede yeni işkolları ve yeni istihdam alanları yaratılmış olur. Bununla birlikte, bu özel bölgeye destek olan ve özel bölge içinde yer almayan diğer sektörlerde işgücü ihtiyacı arttırılmış olur.
- **Doğrudan yabancı yatırımların artması:** Özel Ekonomi Bölgelerinde, yabancı yatırımcılara sağlanan teşviklerle hem bölgeye gelen yatırımcı sayısında hem de yapılan yeni yatırımların büyüklüğü de artmaktadır.
- **İhracat büyümesi ve ekonomik çeşitliliğinin sağlanması:** Özel Ekonomi Bölgeleri aracılığıyla bölgeye yatırım çekilerek küresel tedarik zincirlerine bağlantılar arttırılır. Bu zincirler için önemli bir geçiş noktası olmasıyla ihracat büyümesi ve ekonomik çeşitlilik artar.
- **Sektör çeşitliliğinin yükselmesi:** Bölgede var olan sektörlerin dışında yeni sektörlerin de bölgeye yatırım yapması ile bölge içerisinde gelir sağlayan sektör sayısının artması sağlanır. Bu bölgedeki gelir sağlayan sektörlerin artmasıyla, küresel risklerden kaynaklanan gelir düşme riski azaltılmış olur.
- **Döviz kazancının artması:** Özel Ekonomi Bölgeleri, ihracatın desteklenmesiyle diğer ülkelere mal ve hizmetin satılması elde edilen yabancı para biriminden gelirlerle ve yabancı yatırımların bölgeye yatırım yapmasıyla gelen yabancı parayla, ülkenin ithalat ihtiyaçlarını karşılamak ve hükümetlere gerekli döviz kaynaklarını yaratılmak için önemli rol oynamaktadır.
- **Bölgesel gelişme:** İstihdam yaratılması, işgücünün kalitesinin artması, sektör çeşitliliğinin artması ve ekonomik canlılığının artması gibi birçok faktör bölgede hem ekonomik hem de sosyal anlamda gelişme sağlanabilmektedir.

- **Altyapı tesislerin gelişmesi:** Özel ekonomi bölgelerinde, yerli ve yabancı yatırımı bölgeye çekebilmesi için altyapı tesislerin en az dışarıdaki altyapı tesisleri eşdeğerinde ve hatta daha iyi altyapıya sahip olması beklenmektedir. Bu durumda, bu özel bölgeye yatırım yapanlara daha iyi altyapı hizmeti verildiğini gösterir.
- **Devlet gelirlerinin artması:** Arazinin kiralanması, ÖEB'lerin işletilmesi ve düşük oranlarda olsa da belirli bir vergi geliri elde edilir. Bunun yanı sıra, ÖEB'lerin işletilmesine destek olan diğer firmalardan elde edilecek dolaylı vergiler de artırılmış olur.
- **Doğal kaynakların kullanımı azaltılması:** Özel ekonomi bölgesi sayesinde bölgedeki doğal kaynakların daha etkin ve verimli şekilde kullanımı azaltılabilir. Geri dönüşüm, tekrar kullanma ve etkili imha gibi yöntemlerin geliştirilmesiyle doğa dostu bir çevre elde edilebilir.
- **Ekonomik kalkınma:** ÖEB dışındaki şirketlerin bölge içerisinde tedarikçi şirketlerle birleşmesi ile ekonomik kalkınma sağlanabilir.
- **Siyasi hedefler:** ÖEB'ler siyasi reformların "test merkezleri" olarak. Bu test merkezlerinin başarılı uygulamaları belirlenerek, bu uygulamaları hem bölgedeki diğer ekonomi bölgelerine hem de ülkenin diğer ekonomi bölgelerine uygulama şansı bulunabilir. Diğer taraftan, bu siyasi reformlardaki eksiklikler tespit edilerek yeniden düzenlemeye gidilebilir (Dobrogonov ve Farole, 2012) .
- **Bilgi transfer edilmesi:** Özel Ekonomi bölgelerinde çalışanlar için verilen işyerinde eğitimleri veya daha geniş eğitim olanakları yoluyla bilgi transferi sağlanır. Bunun yanı sıra, yerel şirketlerden daha önce çoğunlukla uluslararası ÖEB şirketleri tarafından istihdam edilen işçilerden veya yöneticilerden işe alınmasıyla uluslararası şirket genel yapısı, işleyişleri ve operasyonları ile değerli bilgi, lokal şirketlere transfer edilir.
- **Teknolojik yenilikler kullanılması ve yayılması:** ÖEB'lerinde yabancıların doğrudan yatırımı ile bilgi transferinin yanı sıra teknolojik yenilikler de kullanılması ve diğer sektörlerde yayılması sağlanmış olur. Teknolojik yenilikler, kullanılan sektörü etkilemekle kalmaz diğer sektörlerde alternatif kullanım şekli geliştirilebilir.
- **Uzmanlaşmanın artışı:** Bölge içerisine taşınan sektör ile doğrudan yabancı yatırımların sektöre girmesi ile rekabet artışı gözlenir. Bu rekabette başarılı olmanın yollarında birisi de o sektörde uzmanlaşmaktan geçmektedir. Bu hem kaliteyi arttıran bir durumdur hem de maliyetlerin düşmesini sağlamaktadır. Uzmanlaşmanın artışıyla çalışanların işgücü kalitesi de artırılmış olur.
- **Maddi olmayan faydalar:** Başarılı bir özel ekonomi bölgesinin başarısını sergileyerek bir ülkenin ekonomisinin uluslararası algısı önemli ölçüde iyileştirilebilir. Bu algının iyi yönetilmesi ile ülke içerisindeki diğer tüm özel bölgelere yerel ve yabancı yatırımcıların çekilmesinin kolaylaştırılması sağlanır.

Özel ekonomi bölgelerinin yabancı yatırımcılar için faydaları (UNIDO, 2015).

- **Düşük maliyetli işgücüne erişim:** Emek yoğun sektörlerde işgücü, en önemli gider kalemi olarak kendisini göstermektedir. Bu neden dolayı, uluslararası yatırımcılar hem düşük maliyetli hem de hacimli işgücüne erişmek isterler.

- **Gümrüksüz İthalat Rejimi:** Hükümetler, bazı sektörler için gümrük vergilerini sıfırlayabilir. Bu durumda, o sektördeki yerel firmaları olumsuz etkilemesine rağmen fiyatların aşırı yükselmesinin –genellikle pazarın manipüle edilmesinin- önüne geçilmesi için ihtiyaç duyulan bir dış ticaret politikasıdır.
- **Piyasalara Erişim:** Özel ekonomi bölgelerine yatırım yapan yabancı yatırımcılar o bölgedeki piyasalara rahatlıkla ulaşabilmektedir. Bu sayede, uluslararası firmaların yeni pazarlara girişleri kolaylaşır.
- **İçpazar rekabet gücü:** Uluslararası yatırımcılar için iç pazara girişteki rekabet biraz daha önde oldukları için düşük rekabet ortamından daha fazla yararlanırlar. Ancak, bu durum hem geçici hem de kalıcı olabilir. Bazı durumlarda, yerel firmalar kendilerini bu değişime ayak uydurdukları zamanlarda bu süreç sancılı geçmemektedir. Fakat, pazara büyük oyuncunun dahil olmasına hazır olamayan yerel şirketler ise bu rekabetten olumsuz etkilenebilmektedir.
- **Dikey entegrasyon artması:** Dikey entegrasyon, şirketlerin tedarik zincirlerindeki kendinden sonraki alıcılara ve kendinden önceki satıcılara birleşmesi ve satın almasıdır. ÖEB'ler sayesinde bu tür birleşmelerin artması için uygun ortam oluşmuş olur.
- **Ürün yaşam döngüsü uzatma:** Özel Ekonomi Bölgelerinde daha düşük maliyetli işgücü sahibi olduğu için ürün yaşam döngüsünün sonuna gelmeye başlamış ürün ve hizmet, bu bölgelere kaydırılarak yaşam döngüleri uzatılmış olur. Ancak, bu durum büyük beklentiler ile hazırlanmış alanlarının düşük değerli üretim merkezlerine dönüşmesi riskini doğurmaktadır (FIAS, 2008) (UNIDO, 2015).

Özel ekonomi bölgelerinin yerel yatırımcılar ve girişimciler için faydaları; (UNIDO, 2015).

- **Gümrüksüz ürün ve hizmet satışı:** Yerel yatırımcılar, Özel Ekonomi bölgelerine yatırım yaptıklarında belirli bir dönem devlet teşviklerinden yararlanarak (gümrüksüz veya indirimli gümrük tarifelerinden yararlanarak) ürünlerini ve hizmetlerini yurtdışına satabilirler. Bu teşvikler sayesinde maliyet avantajı sağlayabilir.
- **Özel teşviklerden yararlanma:** Devletler, ülkelerindeki daha az gelişmiş bölgelerinin ekonomik olarak gelişmesi için o bölgelere özel teşvik programları yayınlayabilir. Yerel yatırımcılar bu sayede diğer bölgelere göre daha fazla maliyet avantajı kazanabilirler. Ancak, az gelişmiş bölgelerdeki yetersiz altyapılar nedeniyle bazı aksaklıklarla karşılaşabilirler.
- **Uluslararası rekabet gücünün artması:** Yerel yatırımcılar özel ekonomi bölgelerin altyapı ve teşviklerinden yararlanarak uluslararası rekabet avantajı sağlamaya başlayabilirler.
- **Çift ekonomi çalışması:** Çift ekonomi, bir ülkede iki farklı gelişme, iki farklı teknoloji ve iki farklı talep düzeyi ile bölünen iki ayrı ekonomik sektörün varlığı söz konusudur. Bir sektör yerel ihtiyaçlar karşılarken, bir diğer sektör ise küresel ihracat pazarıyla ilgilenir.

#### 4. Özel Bölgelerin Türkiye'deki Durumu

Özel bölgeler, devletlerin sanayi yapılarının bir arada bulunması, çarpık sanayinin önlenmesi ve verilen altyapı hizmetlerinin kalitelerini yükseltmek amacıyla hem gelişmiş ülkeler hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından yıllardır uygulanan bir politika aracıdır. Türkiye de bu sanayileşmeyi sağlayan politikayı birçok formda kullanmaktadır. Türkiye'de özel bölgelerin belli başlı yansımalarına baktığımızda; organize sanayi bölgeleri (OSB), teknoloji geliştirme bölgeleri (TGB) ve serbest bölgeler (SB) olarak karşımıza çıkmaktadır.

##### 4.1. Organize Sanayi Bölgesi (OSB)

Ülkemizde OSB'ler, 50 yıllık bir geçmişe sahiptir. 1980'lere kadar şehir yapılanmasında öncü rol üstlenen OSB'ler 1990'lardan itibaren, daha düzenli sanayileşme ve sanayinin farklı bölgelere yayılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Çağlar ve Kurtsal, 2011). Sanayi Bakanlığının verilerine göre Türkiye genelinde, 298 adet Organize Sanayi Bölgesi bulunmaktadır (URL 9). 4562 sayılı Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu, OSB'leri "Sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, çarpık sanayileşme ve çevre sorunlarını önlemek, kentleşmeyi yönlendirmek, kaynakları rasyonel kullanmak, bilgi ve bilişim teknolojilerinden yararlanmak, sanayi türlerinin belirli bir plan dâhilinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla; sınırları tasdik edilmiş arazi parçalarının imar planlarındaki oranlar dâhilinde gerekli idari, sosyal ve teknik altyapı alanları ile küçük imalat ve tamirat, ticaret, eğitim ve sağlık alanları, teknoloji geliştirme bölgeleri ile donatılıp planlı bir şekilde ve belirli sistemler dahilinde sanayi için tahsis edilmesiyle oluşturulan ve bu Kanun hükümlerine göre işletilen mal ve hizmet üretim bölgeleri" olarak tanımlamaktadır (OSBK, 2000).

##### 4.2. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB)

Ülkemizde teknoloji parkların temel taşları 1980 yıllarda başlamıştır. 90'lı yılların başında KOSGEB işbirliği ile üniversitelerde teknoloji merkezleri (TEKMER) kurulmaya başlanmıştır (URL 10). 1996 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Teknoparklar Yönetmeliği'ni yayınlamış ve bu çerçevede başvuruda bulunan ODTÜ Teknokent ve TÜBİTAK MAM Türkiye'nin ilk teknoparkları olarak 1998'de onaylanmıştır (Çilingir, 2011). Günümüzde, Türkiye'de toplam 64 Teknoloji Geliştirme Bölgesi bulunmaktadır ve 52'si faaliyetine devam etmektedir (URL11). Teknoparklar ile yasal düzenlemeler 2001 yılında 4691sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu ile yapılmıştır (TGBK, 2001). Bu kanun amacı, "Üniversiteler, araştırma kurum ve kuruluşları ile üretim sektörlerinin işbirliği sağlanarak, ülke sanayinin uluslararası rekabet edebilir ve ihracata yönelik bir yapıya kavuşturulması amacıyla teknolojik bilgi üretmek, üründe ve üretim yöntemlerinde yenilik geliştirmek, ürün kalitesini veya standardını yükseltmek, verimliliği artırmak, üretim maliyetlerini düşürmek, teknolojik bilgiyi ticarileştirmek, teknoloji yoğun üretim ve girişimciliği desteklemek, küçük ve orta ölçekli işletmelerin yeni ve ileri teknolojilere uyumunu sağlamak, Bilim ve Teknoloji



Yüksek Kurulunun kararları da dikkate alınarak teknoloji yoğun alanlarda yatırım olanakları yaratmak, araştırmacı ve vasıflı kişilere iş imkânı yaratmak, teknoloji transferine yardımcı olmak ve yüksek/ileri teknoloji sağlayacak yabancı sermayenin ülkeye girişini hızlandıracak teknolojik alt yapıyı sağlamaktır.”

### 4.3. Serbest Bölgeler (SB)

Ülkemizde ihracata odaklanmış üretimi ve yatırımı teşvik etmek amacıyla 1985 yılında Mersin serbest bölgesi ve Antalya serbest bölgesi kurulmuştur (URL 12). Serbest bölgeler; ülkenin siyasi sınırlar içinde bulunan ve ülkede geçerli ticari, mali ve iktisadi alanlara ilişkin hukuki ve idari düzenlemelerin uygulanmadığı veya kısmen uygulandığı, sınai ve ticari faaliyetler için daha geniş teşviklerin tanındığı ve fiziki olarak ülkenin diğer kısımlarından ayrılan yerler olarak tanımlanabilir (Fatima, 2006). 3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu’nda serbest bölgelerin kurulması ve işletilmesindeki temel amaçlar; “ihracata yönelik yatırım ve üretimi teşvik etmek, doğrudan yabancı yatırımları ve teknoloji girişini hızlandırmak, işletmeleri ihracata yönlendirmek ve uluslararası ticareti geliştirmektir”(SBK, 1985).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Özel ekonomi bölgeleri, hem gelişmiş ülkeler hem de gelişmekte olan ülkeler için sanayileşme için kullandıkları yatırım politikası olduğu gibi, önemli bir şehircilik politikasıdır. Bunun yanı sıra, sürdürülebilir bir üretim ortamının sağlanması ve çevrenin korunması, ülkedeki bölgeler arasındaki farklılıkların azaltılması ve bölgesel gelişimin artırılması, ülkenin rekabet gücünün artırılması, ihracatın ve kümelenmenin teşvik edilmesi, kar amaçlı arazi geliştirilmesi, teknoloji transferinin artırılması ve yabancı yatırımların çekilmesini sağladıkları faydalar arasında saymak mümkündür. Türkiye’deki özel bölgelerini incelediğimizde üç tipte özel bölgenin olduğu görülmektedir. Bu bölgelerin, sanayileşmeye ayak uydurabilmesi ve özel ekonomi bölgesine evrilebilmesi için çeşitli değişimlere ve dönüşümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu önerilen değişimlerin bazıları, sadece dönüşüm için öneriler değil bölgelerdeki karşılaşılan problemlerin çözümleri için de kullanılabilir.

Öncelikle, ülkemizde en sık rastlanan özel bölgelerden birisi olan OSB için aşağıdaki dönüşümler önerilmiştir.

- OSB’lerdeki şirketlerin ihracatını arttırmak için OSB içindeki serbest bölgelerin sayılarının ve ihracatı teşvik etmek için desteklerin artırılması gerekmektedir.
- OSB’lerin bazılarının Eko-endüstriyel parklar haline dönüştürülmesi hem ülke ekonomisine hem de çevreye katkı sağlayacaktır. Bunun için dönüştürülmesi istenen OSB’deki şirketlerin atıklarının tekrar nasıl kazanılacağı belirlenmeli ve şirketlerin birbirleri ile entegrasyonu sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji kullanım oranının artması, atık suların birden fazla sayıda kullanımı gibi ekolojik faydanın da sağlanacağı uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

- OSB’lerdeki şirketlerin karşılaştıkları problemlerin çözümlerine ulaşabilmek için şirketler farklı karar mercilerine başvurmaları gerekmektedir. Bu durum bürokratik problemlerin çözümleri uzatmakta ve zorlaştırmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için OSB yönetimlerine daha fazla yetki verilmesini ve mevzuatların revize edilmesi gerekmektedir.
- OSB’lerdeki yönetim ve denetleme kurulu müteşebbis heyeti üyelerinin veya genel kurul üyelerinin arasından seçilmektedir. Bu durum, hem yönetenlerin hem de denetleyenlerin genel kuruldaki seçilmesi tarafsızlık ilkesini ortadan kaldırmakta ve yönetsel problemlere yol açmaktadır (Çağlar ve Kurtal, 2011).
- OSB’deki karşılaşılan tüm problemlerin daha hızlı giderilmesi ve çözülmesi için OSB’lerin tek bir yerden yönetilmesi gerekmektedir.

Teknoloji geliştirme bölgeleri için önerilen dönüşümler aşağıda belirtilmiştir.

- Teknoloji geliştirme bölgelerinde yönetici pozisyonunda olan kişilerin mesleki yeterliliğinin, dil yeterliliğinin ve eğitim yeterliliğinin mevzuatta veya yönetmelikte açık şekilde belirtilmemiştir.
- Teknoloji geliştirme bölgelerinde ve teknoparklarda genel müdür ve idari personel olarak çalışanların teknopark, teknoloji üretimi, inovasyon, kuluçka ve Ar-Ge konularını bilen ve süreçlere hakim kişiler olması beklenmektedir. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği’ne bakıldığında ise “Bölge yönetici şirket genel müdürlüğü görevini yürüteceklerde, en az lisans derecesinde üniversite mezunu olma şartı aranır.” ifadesi yer almaktadır (TGBY, 2016). Bu yönetmelikten de görüldüğü gibi teknoloji transferi, inovasyon, Ar-ge gibi konular üzerinde herhangi bir bilgisi olmayan, bu konularda deneyimsiz ve herhangi bir lisans düzeyinden mezun olan kişiler bu derece önemli bir pozisyonda çalışabilir.
- Teknoloji geliştirme bölgeleri inovasyon merkezlerinde olduğu gibi şehir hayatından kopuk bir bölgede değil daha merkezi bölgelerden olmalıdır. Merkezi bölgenin hem sosyal/kültürel faaliyetler artmasına hem de bölgenin iktisadi olarak kalkınmasına katkı sağlar.
- İnovasyon merkezleri bölgenin ekonomik altyapısını geliştirmesinin yanı sıra serbest bölge gibi çalışarak ihracata odaklanılmıştır. İnovasyon merkezleri ile teknoloji geliştirme bölgeleri karşılaştırıldığında teknoloji geliştirme bölgelerinin serbest bölge yeteneği göreceli olarak daha düşüktür.
- Yönetici şirkete seçilen genel müdür ve idari yöneticilerin göreve başlamalarını müteakiben Bakanlık’ta Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü’nün eşgüdümünde, onun yönlendirmesiyle KOSGEB, TÜBİTAK, gibi Ar-Ge desteklerinde ön planda yer alan kuruluşların yetkililerinden/ uzmanlarından bilgi almalarında yarar bulunmaktadır.

Serbest bölgeler için önerilen dönüşümler şunlardır.



- Türkiye'deki ekonomi bölgelerinde tıpkı serbest bölgelerde olduğu gibi bu bölgedeki firmaların çoğu alım-satım işleri ile uğraşmaktadır. İhracat artırılması ve ülkenin dışa bağımlılığının azaltılması için alım-satım işleri yapan firmalar yerine daha çok üretim yapan firmaların bu tür bölgelerden yararlanmasına öncelik verilmeli ve mevzuatlar bu şekilde değiştirilmelidir (Organ, 2003).
- Farklı mevzuatlara referans vermesi nedeniyle bürokratik işlemleri zorlaştırmakta ve süreci karmaşıklaştırmaktadır.
- Mevzuatların değişikliklerine gidilmesi zor olan bürokratik işlemleri daha da zorlaştırmaktadır.

Bu önerilen dönüşümleri bir bütün olarak ele aldığımızda, ihracatın artırılması en önemli adım olmakla birlikte sürdürülebilir bir üretim ortamının sağlanması ve çevrenin korunması, ülkedeki bölgeler arasındaki farklılıkların azaltılması ve bölgesel gelişimin artırılması, ülkenin rekabet gücünün artırılması, kümelenmenin teşvik edilmesi, kar amaçlı arazi geliştirilmesi, teknoloji transferinin artırılması ve yabancı yatırımların çekilmesi olarak sıralanabilir.

Bu önerilen dönüşümleri bir bütün olarak ele aldığımızda, ihracatın artırılması en önemli adım olmakla birlikte, sürdürülebilir bir üretim ortamının sağlanması ve çevrenin korunması, ülkedeki bölgeler arasındaki farklılıkların azaltılması ve bölgesel gelişimin artırılması, ülkenin rekabet gücünün artırılması, kümelenmenin teşvik edilmesi, kar amaçlı arazi geliştirilmesi, teknoloji transferinin artırılması ve yabancı yatırımların çekilmesini saymalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Akinci, G., Crittle, J. (2008), Special Economic Zones: Performance, Lessons Learned, and Implications for Zone Development. The World Bank, Washington.
2. Cote, R., ve Hall, J. (1995). Industrial parks as ecosystems. Journal of Cleaner production, 3(1-2), 41-46.
3. Cypher, J. M., , Dietz, J. L. (2008), The Process Of Economic Development, Routledge.
4. Çağlar, E., Kurtsal, Y. (2011), Bölgesel Sanayi Politikası Aracı Olarak Özel Ekonomi bölgeleri: Türkiye 'de Organize Sanayi Bölgelerinin Etkileri ve Yetkileri. TEPAV, 187.
5. Çilingir C., (2011), Bölgesel Kalkınmada Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, 5. Bölgesel Kalkınma ve Yönetişim Sempozyumu Sanayi Politikasının Yönetişimi, Ankara, pp.203-215.
6. Dobronogov, A., & Farole, T. (2012). An Economic Integration Zone For The East African Community: Exploiting Regional Potential And Addressing Commitment Challenges. World Bank Policy Research Working Paper No. 5967.
7. Fang, S. (1994), Special Economic Zones in China. Global Economic Review, 23(2), 83-92.
8. Farole, T. (2011). Special Economic Zones in Africa: Comparing Performance and Learning from Global Experiences. World Bank Publications.
9. Fatima M., (2006), Dünyada ve Türkiye'de Serbest Bölge Uygulamaları: Ege Serbest

- Bölgesi'nin İzmir Ekonomisine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
10. FIAS, (2008), "Special economic zones. Special Economic Zones Performance, Lessons Learned, and Implications for Zone Development", The World Bank Group, Denver, USA
  11. W. Ge (1999), "Special Economic Zones and the Economic Transition in China.In: Economic Ideas Leading to the 21st Century", Vol. 5.World Scientific.
  12. Litwack, J. M., Qian, Y. (1998), Balanced or Unbalanced Development: Special Economic Zones as Catalysts For Transition, Journal of Comparative Economics, 26(1), 117-141.
  13. Lowe E.A., (2001) Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. A Report to Asian Development Bank, Environment Department, Indigo Development, Oakland, CA.
  14. Morgül, M. B. (2012). Teknoparklar ve Ar-Ge Merkezlerinin Uygulamada Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, 286, 32-35.
  15. Morisson, A. (2014). "Innovation districts: an investigation of the replication of the 22@ Barcelona's Model in Boston" Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Doktora Tezi. Sao Paulo.
  16. Serbest Bölgeler Kanunu (06 Haziran 1985), Resmi Gazete 3218, 18785.
  17. Organ İ., (2003), Serbest Bölgelerle İlgili Türkiye Uygulamasının Avrupa Birliği'ne Uyum Açısından Değerlendirilmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi.
  18. Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu (15 Nisan 2000), Resmi Gazete 4562,24021.
  19. Teknoloji Geliştirme Bölgesi Kanunu (26 Haziran 2001), Resmi Gazete 4691,24454.
  20. Teknoloji Geliştirme Bölgesi Yönetmeliği (10 Ağustos 2016), Resmi Gazete 29797.
  21. United Nations Development Programme (UNDP), (2015), Comparative Study on Special Economic Zones in Africa and China. Working Paper series, No:6.2015.
  22. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO),2002. "Industrial Development Report 2002-2003: Competing Through Innovation and Learning,"
  23. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), (2015), "Economic Zones in the Asean: Industrial Parks, Special Economic Zones, Eco Industrial Parks, Innovation Districts as Strategies for Industrial Competitiveness" Vietnam,2015.
  24. Wang, J. (2013). The Economic Impact of Special Economic Zones: Evidence from Chinese Municipalities. Journal Of Development Economics, 101, 133-147.
  25. URL 1, Cedar Port, Erişim Tarihi: 10 12 2016. <http://www.tgscedarport.com/>
  26. URL 2, Incheon Free Economic Zones, Erişim Tarihi: 15.12.2016. <https://www.ifez.go.kr/eng/main.do>
  27. URL 3, Southwestern Anthropological Association (SWAA), Rating of the World's Top 100 Airports from the customer nominated 2016 World Airport Awards. Skytrax World Airport Awards Erişim: 10 1 20107.
  28. URL 4, ACI, Cargo Traffic for Past 12 Months: 12-MONTHS ENDING DEC 2015". Airports Council International,

29. URL 5, Kalundborg Symbiosis (2015), Erişim Tarihi: 05.01.2017 <http://www.symbiosis.dk/en,>
30. URL 6, The International Association of Science Parks, Erişim Tarihi: 10.01.2017. <http://www.iasp.ws/>, .
31. URL 7, Z. Brochure, A World-class Business Campus for Your Operations in Latin America. Erişim Tarihi: 25.12.2016. <http://web.zonamerica.com/>
32. URL 8, @22 Barcelona Innovation District, Erişim Tarihi: 10.01.2017 <http://www.22barcelona.com/content/blogcategory/29/393/lang/en/> .
33. URL 9, Türkiye Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı OSB bilgi portalı, <https://osbbs.sanayi.gov.tr/default.aspx>
34. URL 10, Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Derneği, <http://www.tgbd.org.tr/WebContent/WebContent/4707>
35. URL 11, Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, <https://teknopark.sanayi.gov.tr/>
36. URL 12, Serbest Bölgeler, <http://www.ekonomi.gov.tr/portal/faces/home/yatirim/serbest-Bolgeler;>

