

LOJİSTİK DERGİSİ

Basılı ISSN: 2564-7245 Elektronik ISSN: 2630-5704
www.lojistikdersisi.org YIL 18 • Sayı 54 • Aralık 2021

LOJİSTİK DERNEĞİ'NİN (LODER) RESMİ YAYIN ORGANI

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE NESNE TAKİP
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ: VAKA ANALİZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR 'SON KİLOMETRE' TESLİMAT
SÜRECİ İÇİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE
MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE GÜNCEL EĞİLİMLER:
LOJİSTİK YETENEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ

KENTSEL LOJİSTİK KAPSAMINDA YÜK
BİRLEŞTİRME MERKEZİ YER SEÇİMİ: KÜTAHYA İLİ
ÖRNEĞİ

LODER adına sahibi

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (LODER Yönetim Kurulu Başkanı)

Editör

Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN (LODER Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı)

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Birdoğan BAKİ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Adil BAYKASOĞLU (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN (Galatasaray Üniversitesi)

Dr. Öğretim Üyesi Haluk Recai CEZAYIRLIOĞLU (Esenyurt Üniversitesi)

Prof. Dr. Orhan FEYZİOĞLU (Galatasaray Üniversitesi)

Prof. Dr. Elif KONGAR (Fairfield Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (Maltepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Okan TUNA (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Prof. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA (Yıldız Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Füsun ÜLENGİN (Sabancı Üniversitesi)

Yayın Türü

Yerel Süreli Yayın

Yılda İki Sayı (Haziran - Aralık)

Basılı ISSN: 2564-7245

Elektronik ISSN: 2630-5704

Yayın Adresi

Lojistik Derneği, Bostan Sokak No:15, 5. ve 6. Kat, Louis Vuitton Orjin Binası,

Teşvikiye Nişantaşı İstanbul 34367 Türkiye

Telefon: 0536 379 80 80

Faks No: 0216 553 80 31

www.lojistikdergisi.org

Lojistik Derneği'nin (LODER'in) yayını olan Lojistik Dergisi,
hakemli bir bilimsel araştırma dergisidir.

Bilimsel makale gönderimi ile ilgili gerekli bilgilere
<https://lojistikdergisi.org> adresinden ulaşabilirsiniz.

Değerli Okuyucular,

Dergimizin Dergimizin bu sayısında biri vaka çalışması, üçü araştırma türünde toplam dört makale yer almaktadır.

Sayın Cemil Çelik, Batuhan Mollaalioğlu, Aysun Yaren Girgin ve Enez Yakıncan, vaka çalışması türündeki makalelerinde, lojistik sektöründeki kritik bir ihtiyaca yönelik ürün bazlı izlenebilirlik için mevzuatlara uygun geliştirdikleri nesne takip sistemini anlatmışlardır.

Sayın Cansu Turan ve Prof.Dr. Yücel Öztürkoğlu, çalışmalarında, son kilometre teslimat sürecini etkileyen dinamikleri, tetikleyicileri ile birlikte tanımlamışlar ve bütüncül bir bakış açısı ile kriterlerin yer aldığı kavramsal bir çerçeve modeli oluşturmuşlardır. Tasarlanan modelin, şirketlerin son kilometre lojistik sürecinin iyileştirilmesi adına alacakları kararlara yol göstermesi amaçlanmıştır.

Dr. Öğretim Üyesi Türkan Müge Özbekler ve Dr. Öğretim Üyesi İsmail Güçlü, Covid-19 salgını ile tedarikçi seçiminde öne çıkan lojistik yetenekleri Bulanık AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. Çalışmada, Sinop ilinde imalat sektöründe faaliyet gösteren üç farklı işletmedeki uzman katılımcılar ile odak grup görüşmesi yoluyla veriler toplanmıştır.

Dr. Öğretim Üyesi Ali Çağrı Buran ve Öğretim Görevlisi Murat Sarıkaya, Kütahya il merkezinde “Şehir Yük Birleştirme Merkezi” olarak ifade edilen bir lojistik tesisin yer seçimini, çok ölçütlü karar verme tekniği AHP ile belirlenmesine odaklanmışlardır.

Makalelerin yazarlarına ve makalelerin değerlendirilme sürecinde kıymetli zamanlarını ayırarak destek veren hakemlere teşekkür ederiz.

Dergimizin tüm okuyuculara yararlı olmasını ve ilgili araştırmacıların bilimsel çalışmalarına katkı sağlamasını dileriz.

Saygılar.

Prof. Dr. Gülçin Büyükoçkan
Lojistik Dergisi Editörü

Hakem Listesi (2021 Yılı)

- Prof. Dr. Birdoğan BAKİ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Gülsen Serap ÇEKEROL (Eskişehir Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan FEYZİOğLU (Galatasaray Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali GÖRENER (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Yavuz GÜNALAY (Bahçeşehir Üniversitesi)
Prof. Dr. Köksal HAZIR (Toros Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Hakan KESKİN (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (Maltepe Üniversitesi)
Prof. Dr. Okan TUNA (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. Gülfem TUZKAYA (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Özalp VAYVAY (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Sinan APAK (Maltepe Üniversitesi)
Doç. Dr. Murat BASKAK (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Arzum BÜYÜKKEKLİK (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Doç. Dr. Mehtap DURSUN (Galatasaray Üniversitesi)
Doç. Dr. Dilşad GÜZEL (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Batuhan KOCAOđLU (Piri Reis Üniversitesi)
Doç. Dr. İskender PEKER (Gümüşhane Üniversitesi)
Dr. Öğretim Üyesi Gülmüş BÖRÜHAN (Yaşar Üniversitesi)
Dr. Öğretim Üyesi Haluk Recai CEZAYIRLIOğLU (Esenyurt Üniversitesi)
Dr. Öğretim Üyesi Pervin ERSOY (Yaşar Üniversitesi)
Dr. Öğretim Üyesi Fethullah GÖÇER (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Dr. Öğretim Üyesi Fatma KUTLU GÜNDOđDU (Hava Harp Okulu)

İÇİNDEKİLER

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE NESNE TAKİP SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ: VAKA ANALİZİ

[Vaka Çalışması Makalesi]

Cemil ÇELİK, Batuhan MOLLAALİOĞLU, Aysun Yaren GİRGİN, Enez YAKINCAN 56

SÜRDÜRÜLEBİLİR 'SON KİLOMETRE' TESLİMAT SÜRECİ İÇİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

[Araştırma Makalesi]

Cansu TURAN, Yücel ÖZTÜRKOĞLU 66

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE GÜNCEL EĞİLİMLER: LOJİSTİK YETENEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ

[Araştırma Makalesi]

Türkan Müge ÖZBEKLER, İsmail GÜÇLÜ 82

KENTSEL LOJİSTİK KAPSAMINDA YÜK BİRLEŞTİRME MERKEZİ YER SEÇİMİ: KÜTAHYA İLİ ÖRNEĞİ

[Araştırma Makalesi]

Ali Çağrı BURAN, Murat SARIKAYA 94

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE NESNE TAKİP SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ: VAKA ANALİZİ

Cemil ÇELİK¹, Batuhan MOLLAALIOĞLU², Aysun Yaren GİRGİN³, Enez YAKINCAN⁴

¹Dinçer Lojistik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, cemil.celik@dincerlojistik.com
ORCID: 0000-0002-1860-4633

²Dinçer Lojistik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, batuhan.mollaalioglu@dincerlojistik.com
ORCID: 0000-0002-0112-6612

³Dinçer Lojistik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, yaren.girgin@dincerlojistik.com
ORCID: 0000-0001-5418-1394

⁴Dinçer Lojistik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, enez.yakincan@dincerlojistik.com
ORCID: 0000-0002-8182-5260

ÖZET

İzlenebilirlik, tedarik zinciri boyunca bir nesnenin üretimden tüketime kadar izlediği yol ile ilgili verilerin süreç boyunca elde edilip raporlanabilmesidir. Son zamanlarda başta insan sağlığını etkileyen nesnelere gibi birçok nesnede; kayıt dışılık, güvensizlik ve nesne kaynaklı tehlikeler sık görülmeye başlanmıştır. Bu nesnelerin kayıt altına alınması, depolanması ve taşınması için riayet edilmesi gereken konular çok büyük önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında bakanlık mevzuatlarına uygun olarak geliştirilmiş olan serileştirme modülü ile ülkemizde üretilen veya ithal edilen tüm nesnelerin tek bir çatı altında takibini sağlamak ve üretim bandından müşteriye ulaşana kadar nesnelere izleyebilmek hedeflenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında; Nesne Takip Sistemi (NTS) analizi yapılmış ve bu kapsamda süreçler, donanımsal ve yazılımsal ihtiyaçlar belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında; serileştirme modülü geliştirilmiştir. Serileştirme modülünde; dinamik bir karekod tasarlanmış ve Pseudorandom algoritması ile tekil seri kod algoritması oluşturulmuştur. Çalışmanın üçüncü aşamasında; Soket programlama sayesinde etiket yazıcı ile entegrasyonu sağlanmıştır. Çalışma kapsamında hazırlanmış olan serileştirme modülünün diğer sistemlerden farkı bitmiş nesnelerin formlarını bozmadan iki eksenli olarak karekodlanmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Sektöründe İzlenebilirlik, Nesne Takip Sistemi (NTS), Pseudorandom Algoritması, Serileştirme ve Soket Programlama.

DEVELOPMENT OF OBJECT TRACKING SYSTEM IN LOGISTICS SECTOR: CASE ANALYSIS

ABSTRACT

Traceability is the ability to obtain and report data about an object's path from production to consumption throughout the supply chain. Recently, many objects such as those that affect human health; Informality, insecurity and object-based dangers have become common. The objects that must be observed for the registration, storage and transportation of these objects are of great importance. The scope of the study, with the serialization module developed in accordance with the ministry regulations, it is aimed to track all the objects produced or imported in our country under a single roof and to track the objects from the production line until they reach the customer. In the first stage of the study, Object Tracking System (NTS) analysis was made and processes, hardware and software needs were determined in this context. In the second stage of the study, serialization module has been developed. In the serialization module, a dynamic data matrix was designed and a single serial code algorithm was created with the Pseudorandom algorithm. In the third stage of the study, Thanks to socket programming, the integration of the label printer and the system has been achieved. The difference of the serialization module, which was prepared within the scope of the study, from other systems is to ensure that the finished objects are coded in two axes without deforming their forms.

Keywords: Traceability in the Logistics Industry, OTS (Object Tracking System), Pseudorandom Algorithm, Serialization and Socket Programming.

1. GİRİŞ

Lojistik sektöründe ürünlerin kayıt altına alınması, depolanması, taşınması ve gerekli kurallara uyulması büyük önem arz etmektedir. Özellikle ürünlerin formül, ambalaj veya bileşimdeki zararlı bir maddenin tespit edilmesiyle piyasadan hızla toplanması gerektiğinde konumlarının ve son kullanıcının bilinmemesi önlenemez sonuçlar doğurabilmektedir. Örneğin; WHO (Dünya Sağlık Örgütü), öksürük şurubunda bulunan Dekstrometorfan maddesinin zararlı olduğunu bildirmiş, Sağlık Bakanlığı ilgili ilaçların acilen toplatılmasına karar vermiştir. Bunun gibi kritik sorunların önüne geçmek için çalışmada geliştirilecek olan serileştirme modülü, Bakanlık mevzuatlarına uygun olarak üretim bandı veya müşteri deposundan gelen ürünlerin etiketlenip okutularak tekrar paketlenmesi ve kayıt altına alınması gibi katma değerli işlemlerin gerçekleştirilmesi için tasarlanan otomasyonel alt-yapı sistemidir.

Geliştirilen sistemle; Pseudrandom algoritması ile eşsiz karekod tasarımı, iki farklı konveyörde aynı ve farklı iş emirlerinin oluşturulması, karekodlama yapan makinenin farklı ürünlerin sistem hafızasına alınarak takip edilebilmesi, konveyör akış ve yerçekimi yönleri ile zıt doğrultularda ve ürünün kendi eksenini etrafında döndürülmesiyle karekodlamanın yapılabilmesi sağlanacak ve uçtan uca hizmet gibi yenilikçi içeriği olan faaliyetler yürütülecektir. Faaliyetler sonucunda üretim bandından veya müşteri deposundan gelen ürünler için oluşabilecek iletişim problemi, verimlilik kaybı ve maliyet artışı başta olmak üzere kayıpların önlenmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışma 2003 yılında depolama, taşımacılık ve katma değerli hizmet alanında faaliyete başlayan bir lojistik firmasının 2018 yılında Bakanlık onayı ile kurulan Ar-Ge Merkezinde yürütülmüştür. Çalışmada küresel ticaret dili standartlarında ve eşsiz karekodların üretilmesi ile serileştirme modülünün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Modülün geliştirilmesi için JSON formatı tabanlı Pseudrandom algoritması ve soket programlama teknikleri hibrid olarak ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında bakanlık mevzuatları ve literatür taraması detaylı analiz edilerek kullanılacak yöntemler belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü adımında kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın dördüncü aşamasında veri tabanı üzerinde bakanlık mevzuatlarına uygun karekodların üretilmesini

sağlayacak yazılım ve portal geliştirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise uygulamanın canlıya alınması ile elde edilen avantajlara ve kazanımlara değinilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Nesne takip sistem süreci kapsamında geliştirilecek serileştirme modülü ile ilgili literatür taraması yapıldığında, çok az sayıda yayına rastlanılmıştır. Araştırma, Ulusal Tez Merkezi, Science Direct, Google Akademik ve DergiPark veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Literatürde yoğun bir şekilde bakanlık tarafından takip edilen bitki koruma ürünlerine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Lojistik sektöründe izlenebilirlik ile ilgili çalışmalar ve serileştirme modülü kapsamında kullanılan yöntemler şu şekildedir.

2.1. Lojistik Sektöründe İzlenebilirlik

Günümüzde kullanımı sürekli artan zirai ilaç, tıbbi cihaz, gübre gibi çevre için kritik birçok ürünün kayıt altına alınma, takip edilme, içerdikleri risk ve olası tehlikeler söz konusu olduğunda hızlı bir şekilde aksiyon alınması, sıkça görülen ürün kaynaklı sorunların giderilmesi için çok önemlidir. Literatür araştırmaları doğrultusunda elde edilen bilgiler; sistem analizi ve serileştirme iş adımlarında kullanılacaktır. Ayrıca bu bilgiler esnek katman yapısının tasarlanması ve sistem entegrasyonu için kullanılacak yazılım dillerindeki ileri düzey uygulamalarının tespit edilmesinde de yardımcı olacaktır.

Literatür araştırması yapıldığında bu alanda kısıtlı sayıda yayın yapıldığı görülmektedir. Yasemin, İlaç Takip Sistemine (İTS) giriş yapmadan önce günümüzde yaşanan mevcut sorunlara değinmiş devamında izleme ve takip kavramlarından bahsederek konuya açıklayıcı bir giriş yapmıştır. Sonrasında İTS'nin ne olduğuna, amaçlarına, içerisinde yer alan temel kavramları ile günümüzde içerisinde yer alan materyal ve metotlar ile zamansal planı ele almıştır. Ayrıca dünyadaki diğer uygulamalara değinerek bu alanda önemli noktalara ışık tutmaktadır. Böylece uygulama çerçevesinde gerçekleştirilen süreçler ile uygulama adımları için açık ve anlaşılır fikirler vermektedir (Yasemin, 2012). Yorulmaz vd., İlaç Takip Sistemi (ITS) hakkında detaylı bilgiler vermekte ve dünyada gerçekleşen uygulamalar ile Karekod sisteminin yapısı, uygulama adımları, hangi amaçlarla

kullanıldığı detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca programlama dili, veri tabanı ve sorgulamaları, sunucu bilgileri bu uygulamada geliştirilen nesne takip sistemine ışık tutmaktadır (Yorulmaz vd., 2012).

Visiott firması, ilaç serileştirme işlemine dair izlenebilecek tüm adımları ayrıntılı bir şekilde aktarmıştır. Karekod, barkod, GS1 standardı ve yasal zorunluluklara ilişkin uluslararası düzeyde bilgiler paylaşılmıştır (URL 1). Onak, hazırlanmış olduğu yazısında serileştirme üzerine eğilerek serileştirmenin önemi, çeşitleri ve teknik özelliklerini ele almaktadır. Yazının amacı tüketicileri bilgilendirmek, sahte ürünlere karşı verilen savaşa yardımcı olmaktır. Ayrıca Sahte İlaç Yönergesine (FMD) vurgu yaparak yeni yönetmelikte serileştirme işleminin zorunluluğundan bahsetmektedir (URL 2). Belirtilen güncel bilgiler gerçekleştirilen çalışmada aktif olarak kullanılmıştır. Serileştirme tekniklerinden Esnek Katman yaklaşımı ÜTS yazılım yapısının geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Özbek ve Fidan, M-Firma Yoğunlaşma Oranı ve Hirschman endeksi yöntemlerini kullanarak Konya ili özelinde buğday üretiminde kullanılan tarım ilaçları piyasa yapısının belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır (Özbek ve Fidan, 2016). Kılıç vd., anket yöntemini kullanarak Giresun ili özelinde fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi çalışmasını yapmışlardır (Kılıç vd., 2018). Ayyıldız ve diğerleri, Türkiye’de pestisitlerin ruhsatlandırılmasının tarihsel değişimi ve gelişimi üzerine değerlendirmeler adlı literatür taraması çalışmasını yapmışlardır (Ayyıldız vd., 2018). Arslan ve Çiçekgil, ARIMA ve çift üstel düzeltme yöntemini kullanarak Türkiye’de tarım ilacı kullanım durumu ve kullanım öngörüsü üzerine çalışma yapmışlardır (Arslan ve Çiçekgil, 2018). Haksevenler ve diğerleri, GC-MSMS analiz yöntemini kullanarak Kütahya ili özelinde zirai mücadele ilaçlarının yerüstü sularında tespit edilmesi, azaltımı ve yönetimi çalışmasını yapmışlardır (Haksevenler vd, 2019). Özyörük vd., anket yöntemini kullanarak Manisa ili Salihli ve Sarıgöl ilçelerindeki zirai ilaç bayilerinin mesleki tutum ve davranışları ve üreticiler ile ilgili gözlemleri üzerine çalışma yapmıştır (Özyörük vd., 2019). Çalışmaları ile projemizin önem derecesinin daha iyi anlaşılmasına ve farklı açılardan değerlendirilmesine katkıda bulunmuşlardır.

Akın, ekran önü çalışmasını detaylı olarak ele almıştır. Kişiler üzerinde oluşan etkiler için şikayetsiz

çalışılabilmesi, fizyolojik ve psikolojik zorlanmaların en aza indirilebilmesi konu kapsamında yapılan çalışmalardır. İlgili çalışma bilimsel metotlar ile desteklenmiştir. Çalışmada ayrıca 250 kişi üzerinden gerçekleştirilen örneklem çalışması ile etkili ve önemli sonuçlar elde etmiştir. Çalışma böylece önemli ve açıklayıcı bilgiler sunmaktadır. Çalışmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda otomasyonel sistem tasarımı ergonomik ve antropometrik tasarım kriterleri elde edilmiştir (Akın, 1999). Koltan, yayınladığı çalışmada kas iskelet sisteminde görülen hastalıklar için önlem alma ve önlemede kullanılacak bir ergonomi modeli öne sürmüştür. Paketleme bölümünde yapılan tekrarlayıcı ve zorlayıcı ağır kaldırma işlerini değerlendirmek üzere Revize Kaldırma Denklemi Yöntemini (NIOSH) kullanmıştır (Koltan, 2009). Ayrıca çalışmada yaşanan rahatsızlıklara, nerelerde olduğu, ne şekilde olduğu, konu ile ilgili riskler ve alınabilecek basit önlemler hakkında detaylı bilgilendirme sunmuştur. Sunduğu öneri ile yapılan birçok çalışmaya doğrudan etki ederek katkıda bulunmuştur.

Ayrıca çalışma kapsamında Bakanlık mevzuatları ve yönetmelikleri incelenerek analiz edilmiş ve Bakanlık mevzuatlarında firmalardan beklenen tüm gereklilikler belirlenmiştir. Bu kapsamda Kozmetik yönetmeliği (URL 3), Tıbbi Cihaz Yönetmeliği (URL 4), Piyasaya Arz Edilen Gübrelerin İzlenmesine Yönelik (URL 5), Beşerî Tıbbi Ürünlerin Ambalaj Bilgileri, Kullanma Talimatı ve Takibi Yönetmeliği (URL 6), Bitki Koruma Ürünleri Takip Sistemi Web Servis Dokümanı (URL 7) ve Bitki Koruma Ürünleri Karekod Uygulama Kılavuzu (URL 8) detaylı incelenerek analiz edilmiştir.

Son olarak literatürde nesne takip sistemi ile ilgili çalışmalar kısıtlı olup, JSON formatı tabanlı Pseudrandom algoritması ve soket programlama teknikleri hibrid olarak birlikte kullanıldığı bir çalışmaya da rastlanmamıştır.

2.2. Kullanılan Yöntemlerin Seçimi

Günümüzde Çalışma kapsamında modülün geliştirilmesine başlamadan önce ilk aşamada kullanılacak yazılım dili ve ikinci aşamada ise kullanılacak yöntemler belirlenmiştir.

Birinci aşamada; kullanılacak yazılım dili olarak C# seçilmiştir. Bu dil, Microsoft firmasının bir ürünü olmakla birlikte, günümüz koşulları dikkate alındığında, yeterli dokümantasyonun olması,

yazılımcılar arasında çok tercih edilen bir dil olması, kolay öğrenilmesi, gramer yapısının basit olması sebebiyle tercih edilmiştir.

İkinci aşamanın birinci adımında; ürünlerin serileştirilmesi ve birleştirilmesi faaliyetleri sırasında oluşturulan barkod ve karekod etiketlerinin üzerindeki tekil ve eşsiz seri kodların oluşturulması için Pseudrandom Algoritması kullanılacaktır. İkinci aşamanın ikinci adımında; GS1 standartlarında barkodlar üretilecektir. GS1 sistemi ile ticari ürünler (mal ve hizmetler), taşıma birimleri, yerler ve demirbaşlar belli standartlara uygun olarak tanımlanırlar. Tanımlama amacıyla kullanılan numara, bütün dünyada geçerlidir ve bir ticari ürünün, yerin ya da demirbaşın tüm dünyada tekrar etmeyen (eşsiz) bir numara ile tanınmasını sağlar (URL 9). İkinci aşamanın üçüncü adımında; etiket yazıcı ile entegrasyon soket programlamasıyla sağlanacak olup, soket programlama ile yazıcıya komutlar gönderilecek ve seri kodların yazıcıya iletilmesi sağlanacaktır. Böylece etiket yazıcısı sisteme dahil edilecektir.

3. MATERYAL ve METOT

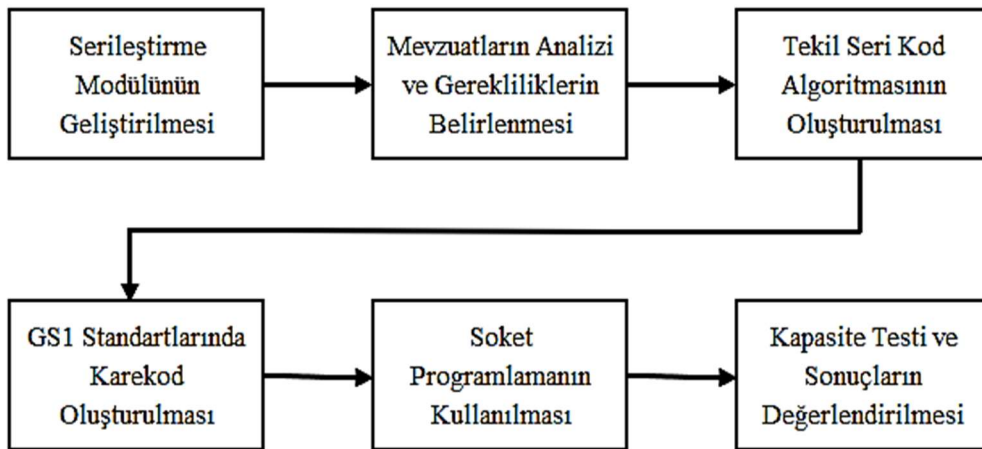
Son zamanlarda başta insan sağlığını etkileyen ürünler olmak üzere birçok üründe; kayıt dışılık, güvensizlik ve ürün kaynaklı tehlikeler sık görülmeye başlanmıştır. Bu ürünlerin kayıt altına alınması ve doğru zamanda doğru bir şekilde bakanlığa bildirimlerinin otomatik yapılması, depolama, taşıma ve serileştirme modüllerinin tek bir çatı altında olması

ve en önemlisi kullanımı iptal edilen tehlikeli ürünlerin toplanması gibi konular çok büyük önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle çalışmanın önemi ve amacı anlaşılmaktadır.

Mevzuatlara uyumlu Global Standart Numara (GS1) standartlarında serileştirme modülünün geliştirilmesinde birçok farklı yöntem birlikte kullanılabilir. Bu yöntemler serileştirme modülünün ön aşamalarını oluşturur. Serileştirme modelinin geliştirilme sürecinde mevzuatlar ve literatür araştırması sonucunda elde edilen veri ve teknikler doğrultusunda tekil seri kod algoritması, GS1 standartlarında karekod oluşturulması ve soket programlama kullanılacaktır. Ayrıca kapasite testleri ile de farklı senaryolar oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır. Serileştirme modülünün geliştirilmesinde izlenen süreç Şekil 1'de gösterilmiştir.

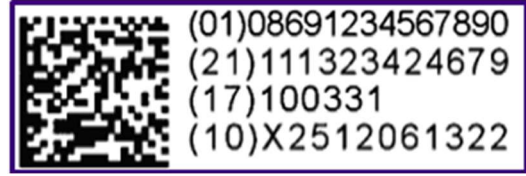
3.1. Tekil Seri Kod Algoritmasının Oluşturulması

Sözde rassal (rastgele) sayı üretici (pseudorandom number generator), öğeleri arasında kolay kolay ilişki kurulamayacak bir sayı dizisi üreten algoritma türlerine verilen genel isimdir. Algoritma sayesinde kodların benzersiz şekilde, mevzuatlara uygun ve ürüne ait tüm bilgileri doğru bir şekilde içermesi sağlanacaktır. Pseudorandom algoritması kullanılarak mevzuatlara uygun seri kod ve bu aşamada karakter sayısı dinamik olarak belirlenerek nümerik seri kodlar oluşturulacaktır. Pseudorandom algoritması kullanılarak mevzuatlara uygun seri kod



Şekil 1: Serileştirme Modelinin Geliştirme Süreci

oluşturulmuş ve karakter sayısı dinamik olarak belirlenerek nümerik seri kodlar oluşturulmuştur. Algoritmanın temelinde tarih ve saat bilgisi kullanılmıştır (Örnek: 198,054,150,000,000). Kullanılan bu numara alfa nümerik bir numaradır. Bir ürün için kullanılan sıra numarası, aynı çeşit üründe bir daha kullanılamaz. 21 ile başlar ve devamında maksimum 20 alfa nümerik karakterden oluşur.



Şekil 2: Mevzuatlara Uygun Karekod

3.2. GS1 Standartlarında Karekod Oluşturulması

GS1 barkod, ticari ürünlerin, yerlerin, taşıma birimlerinin ve demirbaşların standart olarak tanımlanmasını ve bilgi sistemlerine otomatik olarak aktarılmasını sağlayan, barkod teknolojileri temelli küresel veri ve uygulama standartlarıdır. Dünya genelinde ürünlerin tekil olarak numaralandırmasını sağlayan GS1 standartlarında barkodlar üretilecektir.

3.3. Mevzuatların Analizi ve Gerekliliklerin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında Bitki Koruma Ürünleri Takip Sistemi Servis Standardı Kılavuzu ve Bitki Koruma Ürünleri Karekod Uygulama Kılavuzu mevzuatların incelenip analiz edildikten sonra geliştirilecek karekodun yapısal ihtiyaçları belirlenmiştir. Bu kapsamda bitki koruma ürünlerine ait bitki koruma ürünleri takip sistemi detaylı analiz edilerek çalışmada kullanılacak ve geliştirilecek JSON formatları belirlenmiştir.

Ayrıca geliştirilecek karekod kapsamında aşağıdaki parametreler kullanılmış ve Şekil 2 'de gösterilmiştir.

(01) GTIN-Barkod Numarası: Ürünleri dünya genelinde tekil olarak tanımlayan en fazla 14 basamaktan oluşan numaradır.

(21) SN-Sıra Numarası: GTIN ile tanımlanan ürünün her bir birimini tanımlamak için kullanılan numaradır. Bir ürün için kullanılan sıra numarası, aynı çeşit üründe bir daha kullanılamaz.

(17) Son Kullanma Tarihi: Ürünün güvenli olarak kullanılabilir son tarihini belirtir. Verinin formatı YYAAGG şeklindedir.

(10) Parti Numarası: Üretimde, bir partinin diğer partilerden ayırt edilmesi için kullanılan numaradır.

3.4. Soket Programlamanın Kullanılması

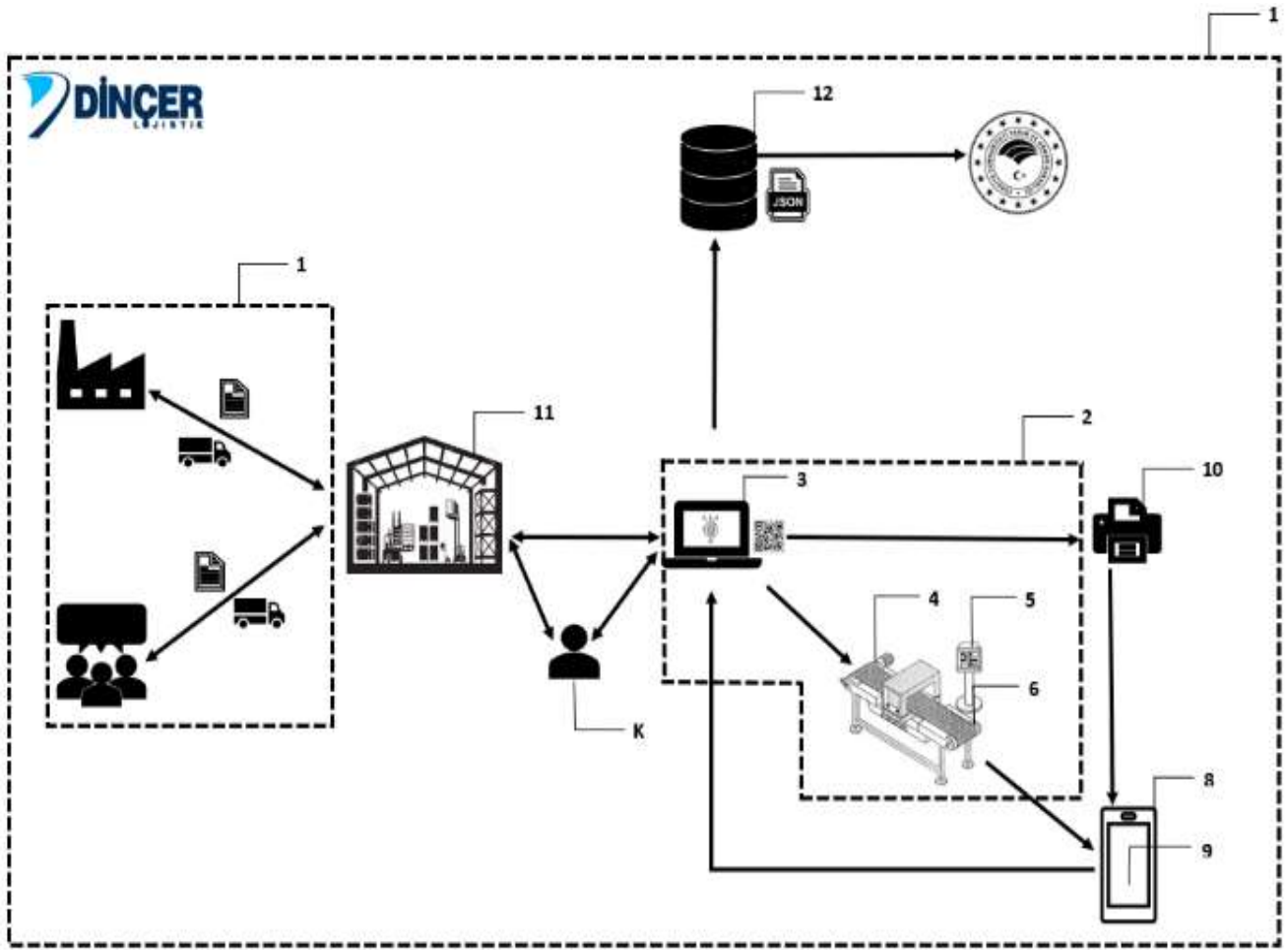
Soket programlama temel olarak alıcı ve gönderici arasındaki iletişimi yönetmek için kullanılan programlama tekniğine denir. Soket programlama alt seviye dillerde sistem çağruları ile yapılırken Java, C#, Node.js, Python gibi dillerde yine sistem çağrılarını kullanarak oluşturan arayüzler ile yapılır. HTTP, FTP, SMTP gibi iletişim protokolleri soket yapısı üzerine inşa edilmiştir (Karasu, 2002).

Çalışma kapsamında portal üzerinde tasarlanan barkodların basılması için etiket yazıcı ile bağlantısı soket programlama ile sağlanmıştır. Soket programlama ile yazıcıya komutlar gönderilmiş ve eşsiz seri kodların yazıcıya iletilmesi sağlanmıştır. Böylece etiket yazıcısı sisteme dahil edilerek yazıcı yönetimi ve iletişimi sağlanmıştır. Sistem uygulamaları üzerinden iletilen talimatlara istinaden etiket/barkod çıktılarının alındığı gözlemlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmaya konu olan NTS 'de (1) kullanıcı (K) üretim bandından veya müşteri deposundan gelen ürünlerin depoya alımı esnasında bazı kontroller gerçekleştirir. Gönderen firma ve ürün bilgileri tanımlı değilse tek seferliğe mahsus olmak üzere tanımlama modülü (10) üzerinde gerekli bilgiler tanımlanır. Tanımlama işlemleri tamamlandıktan sonra ürünün karekod ve etiket bilgileri kontrol edilir. Etiket olan ürün, koli ve paletlere birleştirme işlemi (30) uygulanırken etiket olmayanlara serileştirme işlemi (20) uygulanır.

Serileştirme aşamasında geliştirilen sistem üzerinde ürüne şarj/lot numarası açılır. Arka planda Pseudorandom Algoritması ile GS1 standartlarında eşsiz tekil seri karekod üretimi (21) yapılır ve konveyöre (22) gönderilir. Ayrıca soket programlama (veri birleştirme) ile barkod etiket yazıcı (40) üzerinde basım işlemi de yapılır.



Şekil 3: Nesne Takip Sistemi Yapısı

Kullanıcılar tarafından bir ya da iki farklı iş emri (24) ile iki farklı konveyör üzerinde farklı tip ya da ebatlarda konveyör üzerine yerleştirilen ürünlerin ileri ve geri hareket etmesi ve yerçekimi ve zıt yönünde mürekkep püskürtme cihazının hareketi (23) ile ürünler karekodlanarak serileştirilir (20). Son olarak bu çalışmanın devamında birleştirme işlemi (30) ve ürünlerin Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirlediği formatta tüm bildirimleri (60) otomatik olarak yapılacağı sistem geliştirilecektir. Çalışma kapsamında tasarlanan NTS sisteminin yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir ve şekilde yer alan unsurlar Tablo 1'de detaylı olarak açıklanmıştır.

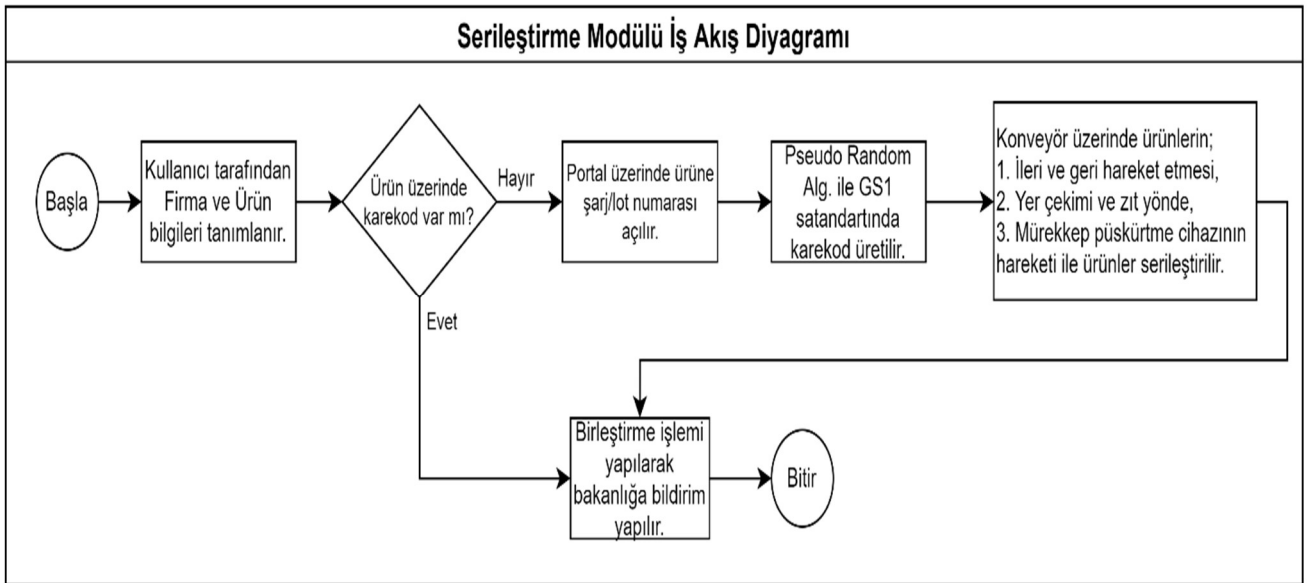
Çalışmanın ilk aşamasında; NTS analizi yapılmış ve bu kapsamda süreçler, yazılımsal ihtiyaçlar, yazılım mimarisi belirlenmiş ve tasarlanmıştır. Ayrıca zor ve karmaşık bir yapıyı ortadan kaldırmak için Web Application projesi oluşturulup C# programlama dili kullanılarak geliştirmeler yapılmış ve aynı anda birden fazla noktadan veri girişinin sağlanabilmesi için web servis kullanılmıştır. Lojistik süreçlerinde sıklıkla karşılaşılan büyük hacimdeki verileri

tutabilmek ve yönetebilmek için veri tabanı olarak MSSQL tercih edilmiştir. Bu sistemin içinde UTS veritabanı oluşturulmuştur. UTS veri tabanında Etiket, Bildirim, Urun, Adres, Sirket ve Lot tabloları oluşturulmuştur. Ayrıca arayüz ASP.NET MVC altyapısında hazırlanan bir web uygulaması geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan serileştirme modülünün iş akış diyagramı Şekil 4'te gösterilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında; bakanlık mevzuatlarına uygun olarak dinamik bir karekod tasarlanmış ve Pseudrandom algoritması ile tekil seri kod algoritması oluşturulmuştur. Pseudrandom algoritması kullanılarak mevzuatlara uygun seri kod oluşturulmuş ve karakter sayısı dinamik olarak belirlenerek nümerik seri kodlar oluşturulmuştur. Algoritmanın temelinde tarih ve saat bilgisi kullanılmıştır. Kullanılan bu numara alfa nümerik bir numaradır. Bir ürün için kullanılan sıra numarası, aynı çeşit üründe bir daha kullanılamaz. 21 ile başlar ve devamında maksimum 20 alfa nümerik karakterden oluşur.

Tablo 1: Önemli Unsurlar Tablosu

No	Unsur Adı	Unsurun İşlevini Gerçekleştirmesini Sağlayan Teknik Özellikler
1.	Tanımlama Modülü	Firma, ürün ve sipariş bilgilerinin tek seferlik tanımlanmasını veya import ile sisteme alınmasını sağlar.
2.	Serileştirme Modülü	Ürünler için Karekod, koli ve Paletler için sevk etiketi tasarım ve basım işlemini sağlar.
3.	Karekodlamaya Yönelik Algoritma	Benzersiz karekodların oluşturulmasını sağlar.
4.	Konveyör sistemi	Ürünlerin hızlı bir şekilde serileştirilmesini (karekodlanmasını) sağlar.
5.	Çoklu Eksende Serileştirme	Yerçekimi yönünde ve kendi eksenini etrafında hareket ederek ürünlerin karekodlanmasını sağlar.
6.	Farklı İş Emirleri Atama	Farklı boyutlardaki ürünlerin aynı anda serileştirilmesini sağlar.
7.	Birleştirme Modülü	Ürünlerin Adet/Koli/Palet hiyerarşisinin kurulmasını sağlar.
8.	El Terminali	Barkodların okutulmasını sağlar.
9.	Mobil Uygulama	Karekod yapısındaki barkodların okutulmasıyla sisteme aktarılmasını ve ürün-koli-palet hiyerarşisinin kurulmasını (birleştirme işlemini) sağlar.
10.	Barkod Etiket Yazıcısı	Ürün-Koli-Palet etiketlerinin basılmasını sağlar.
11.	Depo Yönetim Modülü	Üretim ve satış bildirimi yapılan ürünlerin kayıtlarının tutulmasını, stok bazında giriş ve çıkışlarının yapılmasını sağlar.
12.	Bildirim/Entegrasyon Modülü	Bakanlığın belirlediği formatlarda bildirimlerin otomatik yapılmasını sağlar.



Şekil 4: Serileştirme Modülü İş Akış Şeması

Ayrıca GS1 standartlarında (01) GTIN-Barkod Numarası, SN-Sıra Numarası, (17) Son Kullanma Tarihi, (10) Parti Numarası bilgilerini içeren karekod geliştirilmiş ve Şekil 5 'te ürünlere vurulan karekod gösterilmiştir.



Şekil 5: Ürünler üzerine uygulanan karekodlama işlemine Ait Görseller

Çalışmanın üçüncü aşamasında; serileştirme sisteminin etiket yazıcı ile bağlantısı soket programlamasıyla sağlanmış, soket programlama ile yazıcıya komutlar gönderilmiş ve seri kodların yazıcıya iletilmesi sağlanmıştır. Böylece etiket yazıcısı sisteme dahil edilmiştir. Daha sonra Soket programlama sayesinde etiket yazıcı ile entegrasyonu sağlanmıştır.

Geliştirilen bu sistemin uygulanması ile;

- Firmanın kar oranında artış,
- Lojistiği sağlanan tüm ürünleri kayıt altına alabilmesi,
- Bakanlık mevzuatlarına %100 uyumluluk,
- İki eksenli karekod tasarlanması ile %95 oranında ürünlerin karekodlanmasının yapılması,
- Ürünler daha kısa zamanda serileştirme işlemi yapılarak katma değerli hizmet kapasitesi %30 artırılması,
- Ürünlerin takibi nedeniyle bu ürünlerden çevreye ve canlılara yönelik oluşabilecek olumsuzlukların azaltılması,
- Birden fazla konveyörün eş zamanlı çalışması,
- Yurt dışından karekodlanmış ürün alımının azaltılması sağlanması hedeflenmektedir.

5. SONUÇ

Nesne takip sistemi, mevzuatlara uygun lojistik

sektöründeki ürün bazlı izlenebilirlik gibi kritik ihtiyaçlara yönelik geliştirilmiştir. Özellikle tehlikeli olduğu tespit edilen zirai ve tıbbi maddelerin insan ve çevreye etkileri göz önüne alındığında bu ürünlerin takip edilmesinin önemi daha da artmaktadır. Çalışma kapsamında ürünlerin kayıt altına alınmasını sağlayacak iki eksenli karekod tasarlanması, iki farklı konveyörde aynı veya farklı iş emirlerinin oluşturulması, farklı ürünlerin sistem hafızasına alınarak takip edilebilmesi, konveyör akış ve yerçekimi yönleri ile zıt doğrultularda ve ürünün kendi eksenini etrafında döndürülmesiyle karekodlamanın yapılabilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında hem ülkemiz hem de firmamız için yeni bir ürün olacak şekilde depo yönetim sistemlerine entegre edilebilir modüler yapıda nesne takip sisteminin, Tarım ve Orman Bakanlığı'na bildirim zorunlu olan zirai ilaçlar, gübreler vb. üretim bandı veya müşteri deposundan gelen ürünlerin yine Bakanlığın belirlediği mevzuatlar ve JSON standartlarına uygun olarak, Pseudrandom algoritması temelli GS1 standartlarında karekodun geliştirilerek serileştirilmesi (karekodlanması) sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda mevcut durumda manuel olarak ortalama 45 saniyede 1 koli (20 'li) ürünün serileştirmesi yapılırken geliştirilen sistem ile aynı ürün 31 saniyede serileştirilmiş ve katma değerli hizmet kapasitesi yaklaşık %30 artırılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilecek NTS verileri (özellikle kimyasal ürün taşımacılık alanında) tehlikeli maddelerin taşınmasının girdilerini oluşturacaktır. Veriler sayesinde tahminlemeler ve taşıma planlamaları oluşturularak firmanın stratejik olarak rekabet etme gücü artırılacaktır. Geçmişteki verilerden yola çıkılarak hangi ürünün ne kadar tercih edildiğine dair bilgi kazanılması sağlanacak ve çalışılan firmaların rekabet etme gücü de artırılmış olacaktır. Çalışmanın canlıya alınmasından sonra kazanılan deneyim ve harita altyapısı ile depo uygulamaları ve diğer taşıma süreçlerinde kullanılmak üzere Parent-Child teorik alt yapısında esnek hiyerarşik yapı oluşturularak okutulup tekrar adet-koli-palet olarak birleştirilmesi SSCC standartlarında palet etiketlerinin geliştirilerek kullanılması (Birleştirme Modülü) ve üretim, çıkış, ithalat, iptal vb. tüm süreçlerin kayıt altına alınarak Bakanlığa bildirimlerinin yapılması (Bildirim Modülü) gibi yeni çalışmalar yapılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Akın, G. (1999), "Ekran Önü Çalışmalarında Ergonomi ve Antropometri", Ankara Üniversitesi, Paleoantropoloji Bölümü.
- [2] Arslan S., Çiçekgil, Z. (2018), "Türkiye'de Tarım İlacı Kullanım Durumu ve Kullanım Öngörüsü", Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 2018; 4(1); ss. 1-12.
- [3] Ayyıldız, N., Emekci, M., Ferizli A.G. (2018), "Türkiye'de pestisitlerin ruhsatlandırılmasının tarihsel değişimi ve gelişimi üzerine değerlendirmeler", Türkiye Entomoloji Dergisi, 8(1-2): ss. 35-50.
- [4] Haksevenler, B. H. G., Aytış E. A., Dilaver M. (2019), "Zirai Mücadele İlaçlarının Yerüstü Sularında Tespit Edilmesi, Azaltımı ve Yönetimi, Gediz Havzası Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 21(61), ss. 83-96.
- [5] Karasu, M. (2002), "Soket Yazılımları Geliştirme Teknikleri", Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri, Yüksek Lisans, İstanbul.
- [6] Kılıç, B., Uzundumlu, A. S., Tozlu G. (2018), "Fındık Üretiminde Kimyasal İlaç Kullanımını Etkileyen Faktörlerin Analizi: Giresun İli Örneği", Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(4): ss. 396-405.
- [7] Koltan, A. (2009), "Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıklarını Önlemede Bir Ergonomik Yaklaşım Modeli", Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi.
- [8] Özbek, F., Fidan, H. (2016), "Konya İlinde Buğday Üretiminde Kullanılan Tarım İlaçları Piyasa Yapısının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma", KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 19(2), ss. 147-151.
- [9] Özyörük, A., Erbek, E., Aslan, Ü. (2019), "Manisa İli Salihli ve Sarıgöl İlçelerindeki Zirai İlaç Bayilerinin Mesleki Tutum ve Davranışları ve Üreticiler ile İlgili Gözlemleri", KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22(1): ss. 125-132.
- [10] URL 1, Visiott (2021), Pharma Serialization – The Most Comprehensive Description, <https://www.visiott.com/blog/pharma-serialization-comprehensive-description/?gclid>, 15.05.2021.
- [11] URL 2, Konak, N. (2019), Serileştirme Aracılığıyla İzlenebilirlik, Omron, <https://docplayer.biz.tr/23364944-Serilestirme-araciligıyla-izlenebilirlik.html>, 2.05.2021.
- [12] URL 3, T.C. Sağlık Bakanlığı (2005), Kozmetik Yönetmeliği, T.C. Resmî Gazete, 25823, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=8157&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, 3.05.2021.
- [13] URL 4, T.C. Sağlık Bakanlığı (2011), Tıbbi Cihaz Yönetmeliği, T.C. Resmî Gazete, 27957, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15023&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, 3.05.2021.
- [14] URL 5, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2017), Piyasaya Arz Edilen Gübrelerin İzlenmesine Yönelik Tebliğ, T.C. Resmî Gazete, 30030, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/04/20170406-13.htm>, 5.05.2021.
- [15] URL 6, T.C. Sağlık Bakanlığı (2017), Beşerî Tıbbi Ürünlerin Ambalaj Bilgileri, Kullanma Talimatı ve Takibi Yönetmeliği (2017), T.C. Resmî Gazete, 30048, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/04/20170425-4.htm>, 8.05.2021.
- [16] URL 7, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2019), Bitki Koruma Ürünleri Takip Sistemi Web Servis Dokümanı, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki%20Sa%20g%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20Hizmetleri/bitki_koruma_urunleri/BKU_Takip_Sistemi_Web_Servis_Dokuman_Firma.pdf, 11.05.2021.
- [17] URL 8, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2021), Bitki Koruma Ürünleri Karekod Uygulama Kılavuzu: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Koruma_Urunleri/BKU_Takip_Sistemi_Karekod_Uygulama_Kilavuzu.pdf, 11.05.2021.
- [18] URL 9, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (2007), Ticaretin küresel dili, TOBB Yayın No: 2007 / 53, Eylül-2007 ANKARA, <https://gs1.tobb.org.tr/userfiles/files/Barkoduygulamakilavuzu.pdf>, 15.05.2021.
- [19] Yasemin, A. (2012), "Türkiye'de İlaç Takip Sistemi (İTS) Uygulaması ve Çalışma Biçimi", Akademik Bilişim Konferansı, İlaç ve Eczacılık Genel Müdürlüğü.
- [20] Yorulmaz, M., Altuncan, S. M., Yasemin, A., Keleş, N. (2012), "Türkiye' de İlaç Takip Sistemi (İTS) Uygulaması ve Çalışma Biçimi", 14. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 1-3 Şubat, Uşak Üniversitesi.

Cemil ÇELİK

Cemil Çelik, 1989 Kocaeli doğumludur. Evli ve iki çocuk babasıdır. 2012 yılında Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra Araştırma Görevlisi olarak Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde 4 yıl çalışmıştır. 2016 yılında üniversiteden ayrılıp 2 yıl aile şirketine çalıştıktan sonra 2018 yılında Dinçer Lojistik firmasında Süreç ve Sistem Geliştirme Uzmanı olarak başladığı yolculukta, 2019 yılında Kıdemli Uzman ve 2020 yılı sonu itibarı ile de Araştırma ve Geliştirme Yöneticisi olarak devam etmektedir. Ayrıca Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora tez aşamasındadır.

Batuhan MOLLAALIOĞLU

Batuhan Mollaalioglu, 1994 Kadıköy doğumludur. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra Dinçer Lojistik A. Ş.' de Süreç ve Sistem Geliştirme Uzman Yardımcısı olarak çalışmaya başlamıştır. Halihazırda aynı görevde çalışmaya devam etmektedir. Ayrıca Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümü Endüstri Mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisans öğrenime devam etmektedir.

Aysun Yaren GİRGİN

Aysun Yaren Girgin, 1998 Ümraniye, İstanbul doğumludur. 2021 yılında Doğu Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra Dinçer Lojistik A. Ş.' de Süreç ve Sistem Geliştirme Uzman Yardımcısı olarak çalışmaya başlamıştır. Halihazırda aynı görevde çalışmaya devam etmektedir.

Enez YAKINCAN

Enez Yakincan, 1987 Kocaeli Gebze doğumludur. Evli ve 1 çocuk babasıdır. 2011 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi İşletme Yönetimi bölümünden mezun olmuştur. 2012-2020 yılları arasında Axata Bilişim Sistemlerinde Proje Danışmanı olarak, 2020-2021 yılları arasında Logo Yazılım şirketine Kıdemli Proje Uygulama Uzmanı olarak görev almıştır. Dinçer Lojistik A. Ş.'nde Süreç ve Sistem Geliştirme Kıdemli Uzmanı olarak çalışmaya devam etmektedir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR 'SON KİLOMETRE' TESLİMAT SÜRECİ İÇİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ*

Cansu TURAN¹, Yücel ÖZTÜRKOĞLU²

¹Yaşar Üniversitesi, İşletme Bölümü, İzmir, cakilcicansu@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5271-0579

²Yaşar Üniversitesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, İzmir, yucel.ozturkoglu@yasar.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9569-8178

ÖZET

Coronavirüs (Covid-19) pandemisi ile birlikte gelişen e-ticaret faaliyetleri, artan şehirleşme, değişen tüketici davranışları ve sürdürülebilirliğe olan farkındalığın artması taşımacılığın son adımı olan son kilometre (Last Mile) lojistiğinde bir takım problemlere yol açmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı; son kilometre lojistiğinin performansını etkileyen kriterleri tanımlanmak ve bütüncül bir bakış açısıyla kriterlerin yer aldığı bir kavramsal çerçeve modeli oluşturmaktır. Bu model, e-ticaret, lojistik ve kargo şirketlerine sürdürülebilir bir teslimat süreci konusunda rehberlik etmesi amacıyla tasarlanmıştır. Seçilen kriterlerin önem dereceleri Best-Worst Yöntemi (BWM) kullanılarak belirlenmektedir. Son olarak, son kilometre lojistiğini daha verimli hale getirecek önerilerin verilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, enerji tüketimi çevre kirliliğine sebep olan en önemli dışsal maliyet olarak tanımlanmıştır. İkinci olarak, son kilometre lojistiğinin şirketlere yansıdığı maliyet kalemleri değerlendirilmiştir. Operasyonel maliyetler lojistik ve kargo şirketleri için ilk sırada yer almaktadır. Müşteri memnuniyetini ise en çok teslimat süresinin kısıtlılığı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Best-Worst Yöntemi (BWM), Son kilometre lojistiği, Sürdürülebilirlik.

DEVELOPING A CONCEPTUAL FRAMEWORK MODEL FOR A SUSTAINABLE 'LAST MILE' DELIVERY PROCESS

ABSTRACT

Increasing the amount of online sales with the Coronavirus (Covid-19) pandemic, urban population growth, changing the customer expectations and increasing knowledge and awareness of sustainability cause many issues in the last mile logistics. Therefore, the ultimate goal of this study is to identify potential criteria affecting last mile logistics performance and propose a conceptual framework in order to guide e-commerce and logistics service providers throughout their sustainable last mile logistics decision making process. Next, the Best-Worst Method (BWM) is one of the multi-criteria decision making methods is used to determine the weight among each criteria. Finally, findings are discussed and suggestions for operational implementations are presented. The findings showed that energy consumption is the most important environmental cost and operational cost is extremely critical for logistics firms. The delivery time is major key of customer satisfaction.

Keywords: Best-Worst Method (BWM), Last Mile Logistics, Sustainability.

*10. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunulan "Son Kilometre Teslimat Sürecinin Performans Kriterlerinin Best-Worst Yöntemi İle Değerlendirilmesi" başlıklı bildirinin genişletilmiş halidir.

Yayın Künyesi: C. Turan, Y. Öztürkoğlu, "Sürdürülebilir 'Son Kilometre' Teslimat Süreci İçin Kavramsal Bir Çerçeve Modelinin Geliştirilmesi", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 54, Sayfa 66-81, Aralık 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 04.04.2021 / Kabul: 08.09.2021

Article History: Received: 04.04.2021 / Accepted: 08.09.2021

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, internet ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiş, tüketicilerin alışveriş alışkanlıklarının ve dünya çapında ticaretin icra edilme şeklinin değişmesinde etkin olmuştur. Her türlü ticari işlemlerin, internet ortamında, kolay ve kısa sürede yapılmasının yanı sıra, ürün teslimat hızındaki gelişme, alternatif ödeme yöntemlerinin geliştirilmesi, ürün özelliklerinin ve fiyatının karşılaştırılması gibi etkenlerle e-ticaret hızlı bir şekilde büyümektedir. Özellikle, ilk olarak 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Wuhan şehrinde görülen ve küresel bir salgın olan COVID-19 ile gelen sokağa çıkma yasaklarının uygulanması, insanların kapalı alanda vakit geçirme konusundaki endişeleri ve fiziki temastan kaçınma istekleri dünyada ve ülkemizde e-ticarete olan yönelimi giderek arttırmıştır. Dünya genelinde perakende satışlar içinde e-ticaretinin payının, 2019 yılında %14,1 iken 2023 yılında %22 oranına ulaşacağı öngörülmektedir (URL 2).

Geleneksel lojistik ile karşılaştırıldığında, e-ticaret üzerinden her gün dünya çapında farklı lokasyonlarda yaşayan çok sayıda müşteriden yüksek miktarda ürün çeşidine sahip siparişler alınmaktadır. Müşteriler, ihtiyaçlarını karşılama konusunda e-ticarete yönelirken, siparişin beklenen nicelik ve nitelikte gelmesi, güzel yönetilmiş müşteri hizmetleri yönetimi ve teslimatın zamanında gerçekleşiyor olması memnuniyet duymaları için yeterli değildir (Luk vd., 2018). Günümüzün bilinçli tüketicileri, yaşam tarzlarına uygun daha fazla teslimat seçeneği ve teslimat süresinin kısaltılmasını talep etmektedir. Diğer bir yandan, müşterilerin bir kısmı, paketin kapıya bırakılmasından, imza karşılığında teslim edilmesini talep etmekte (Gevaers vd., 2009) ancak tüm gün ürün siparişini de beklemek istememektedir. Bu noktada, müşteri perspektifinden bakıldığında, son kilometre lojistiğinin, zaman duyarlı olduğunu ve güvenli koşullarda teslim edilmesinin önemli olduğunu söylemek mümkündür.

Son kilometre (Last Mile) teslimat, lojistik ağının son aşaması olup, bir ürünün depo rafından veya perakendeciden nihai müşterinin kapısına kadar olan yolculuğunu ifade etmektedir (Bates vd., 2018). Bu yolculuğun sonunda, paket müşteriye teslim edilmiş olur. Bir ürünün siparişinden teslimatına kadar olan süreçler düşünüldüğünde, müşterinin bire bir iletişimde olduğu ilk aşamadır ve yaşanabilecek

herhangi bir problem lojistik performansının geneli olarak algılanmaktadır. Son yıllarda, özellikle gelişmiş pazarlarda, aynı gün teslimat seçeneği müşteriler için standart bir hizmet haline gelmişken, teslimatın daha düşük bir seviyede gerçekleştiği durumlarda, tüketicilerin alışveriş tercihleri değişiklik gösterecektir (URL 3). Müşterilerin artan ihtiyaçları ve sipariş teslimatı hususundaki beklentileri doğrultusunda, e-ticaret şirketleri için lojistik ve taşımacılık alanlarında verimlilik önemli hale gelmektedir.

Son kilometre teslimat, müşteri memnuniyeti için bir anahtar olmasının yanı sıra, işletmelerin tedarik sürecinin hem en maliyetli hem de en problemliliği ve zaman alıcı parçasıdır (Juhász ve Bányai, 2018). Bu aşama, toplam taşıma mesafesinin uzunluğunun küçük bir kısmını oluştursada, toplam tedarik zinciri maliyetinin %41'ne tekabül etmektedir (Moshref-Javadi vd., 2020, aktaran Jacobs vd., 2019). Değişkenlere bağlı olarak, toplam maliyetin %75'ne kadar gelebileceği de vurgulanmıştır (Gevaers vd., 2009). Küreselleşme ve dijital dünyanın varoluşu, taşımacılık sektörünün gelişimine öncülük etmiştir. Bugün, dünyanın dört bir yanına dağılmış büyük bir müşteri portföyünün, yüksek miktarda ürün çeşidine sahip siparişlerinin doğru bir şekilde, tek seferde ve hızlı gerçekleştirilmesi kolay değildir ve şirketlere bir takım maliyetlere mal olmaktadır. Tedarik zincirinin en verimsiz aşaması olarakta nitelendiren son kilometre lojistik, toplam nakliye maliyetinin %28'ni oluşturmaktadır (URL 4, Ranieri vd., 2018). Bu oran %53'e kadar da çıkabilmektedir (Garcia ve Santoso, 2019).

Sürekli artan dünya nüfusu ve kentleşme, son kilometre lojistiği için bir diğer önemli problemdir. Bugün, dünya nüfusunun 4 milyardan fazlası kentlerde yaşamaktadır. 2050 yılına gelindiğinde ise dünya nüfusunun 9.8 milyara ulaşması ve 7 milyardan fazla insanın şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir (URL 7). Bu durumda, son kilometre lojistiğinin yarattığı ve iklim değişikliğine etkisi olan sera gazı emisyonu (Arvidsson ve Pazirandeh, 2017), hava kirliliği (Gürel ve Asan, 2018) gürültü kirliliği (Korzhenyevych vd., 2014), atıklar (Slabinac, 2015), trafik sıkışıklığı (Allen vd., 2017), trafik kazaları (Aljohani ve Thompson, 2018), alan işgali ve altyapı aşınması (Aljohani ve Thompson, 2016) gibi dışsal maliyetler gelecekte daha da önemli hale gelecektir. Son kilometre teslimat sürecinin meydana getirdiği olumsuz etkileri sınırlandırarak ekonomik ve çevresel

sürdürülebilirliği sağlayabilmek ve yaşam kalitesini korumak için gerekli olan uygulamaların hayata geçirilmesi esastır.

Son kilometre lojistiğinin artan önemi ve farkındalığına paralel olarak, literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Son kilometre teslimat sorunlarına ilişkin uygulanmış veya uygulanmakta olan teknolojik gelişmelere odaklanan çalışmalar mevcuttur (Melo vd., 2014; Verlinde vd., 2014; de Mello Bandeira vd., 2019). Bazı çalışmalar, gelecekte teslimat opsiyonu olarak çok daha yüksek miktarda uygulanması potansiyel olan teknolojileri ele almıştır (Aurambout vd., 2019; Nabıkoğlu, 2020). Kimileri, yüksek maliyetli olma sebebiyle teknolojik gelişmelere alternatif olabilecek çözümleri incelemiştir (Iwan vd., 2016; Kin vd., 2018; Rosenberg vd., 2021). Ranieri vd. (2018) kentsel alanlarda, son kilometre lojistiğinin meydana getirdiği dışsal maliyetlerin azaltılmasına yönelik inovatif çözüm önerilerini değerlendirmiştir. Literatür araştırması sonucuna göre, son kilometre lojistik süreci performansını etkileyen dinamikleri, tetikleyicileriyle birlikte sınıflandıran ve kriterlerin önem derecelerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmayla, son kilometre lojistik sürecinin performansını etkileyen temel kriterler alt kriterleri ile birlikte tanımlanmakta ve bütüncül bir bakış açısıyla kavramsal bir çerçeve modeli oluşturulmaktadır. Tanımlanan kriterlerin ağırlıkları, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Best-Worst Yöntemi (BWM) kullanılarak, gelecekte şirketlerinin lojistik hedeflerine katkı sağlamak amacıyla analiz edilmektedir. Best-Worst Yöntemi, ikili karşılaştırma yapan diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla, ikili karşılaştırmanın yapıldığı aşamada, araştırmada yer verilmiş tüm kriterleri birbirleriyle tek tek karşılaştırmak yerine, yalnızca en yüksek ve en düşük düzeyde önemli olan kriterleri belirleyip, onları diğer kriterlerle karşılaştırarak, soruna yönelik optimum çözüme ulaşmayı kolaylaştırmakta, daha az karşılaştırma yaparak daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Yöntemin güvenilirliği bir tutarlılık oranı ile de test edilmektedir. Ayrıca, yöntem bu yönü ile amaca ulaşabilmek için iyileştirme yapılmaya hangi kıstas üzerinden başlanması gerektiği konusunda da bize yardımcı olmaktadır. Tamsayı değerlerinin kullanılması değerlendirme sürecini pratik kılmakta, daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılması değerlendirme yapan uzman kişilerin

odaklanmalarını sağlamaktadır. Böylece hata oranı minimize edilebilmektedir. Bu çalışma, beş ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün devamında sürdürülebilir son kilometre lojistiğine dair literatürde yapılan çalışmalar detaylı bir biçimde anlatılmaktadır. Araştırmanın metodolojisi üçüncü bölümde yer almaktadır. Dördüncü bölüm, son kilometre lojistik sürecinin performansına dair yapılan literatür taraması, internet araştırması ve uzman görüşlerinin sonucunda tanımladığımız ana ve alt kriterlerin yer aldığı kavramsal yapıyı ve çalışmanın analizini içermektedir. Sonuç bölümünde ise çalışmanın kısa bir özeti ile birlikte araştırmanın bulguları tartışılmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son kilometre lojistik sürecinde, göndericiler (üreticiler, toptancılar, perakendeciler), lojistik hizmet sağlayıcılar (lojistik ve paket dağıtım şirketleri), ikamet edenler (kent sakinleri ve tüketiciler) ve kamu yöneticileri (yerel yönetimler ve merkezi idareler) olmak üzere dört paydaş bulunmaktadır (Savrun ve Mutlu, 2019, aktaran Taniguchi vd., 2001). Her paydaşın kendi hedefleri ve beklentileri vardır. Aşağıdaki tabloda son kilometre lojistik sürecine dâhil olan paydaşların hedefleri ve beklentileri detaylı bir şekilde verilmiştir (Aljohani ve Thompson, 2018).

Lojistik ve kargo şirketleri, perakendecilerden alınan müşteri siparişlerini, zamanında, güvenli, yüksek hizmet seviyesinde ve daha ekonomik koşullarda teslim etmeyi amaçlamaktadır. Ama bu o kadar da kolay değildir. Son kilometre lojistik, zaman duyarlı bir süreç olmasının yanı sıra, siparişlerin miktarı, büyüklüğü, ağırlığı ve homojenliği, kargoların aynı araç içerisinde taşınabilirliği, teslimat noktalarının farklı lokasyonlarda olması, kargo toplama ve dağıtım adreslerinin uzaklığı ve çok sık aralıklarla dağılmış olması gibi nakliye sürecinin planlamasını zorlaştıran birçok kısıt içermektedir (Nabıkoğlu, 2020). Tüketicilerin talepleri ise, ücretsiz teslimat seçeneğiyle, düşük maliyetli, uygun koşullarda ve hızlı teslimata yöneliktir. Ancak, kendi talepleri doğrultusunda meydana gelen hava kirliliği, gürültü kirliliği, trafik kazaları, trafik yoğunluğu gibi çevre sorunlarından da rahatsızlık duymakta ve daha yüksek kaliteli bir yaşam için bu sorunların en aza indirilmesini istemektedir. Göndericiler ve lojistik hizmet sağlayıcıların amaçları bir noktada kesişmesine rağmen, hem tüketicilerin hem de e-

Tablo 1: Son Kilometre Lojistik Sürecinin Paydaşlarının Hedefleri

Paydaşlar	Amaçlar/Hedefler
Lojistik Hizmet Sağlayıcılar	Göndericiler ve alıcılar için yüksek hizmet kalitesini sağlamak Düşük maliyet Toplama ve dağıtım arasındaki toplam süreyi azaltmak Siparişi uygun nicelik ve nitelikte teslim etmek Konsolide taşımacılıkta, taşıyıcıların birbirlerinin sevkiyat durumunu görebileceği bir bilgi sistemi
Hizmet Alıcılar (Tüketiciler)	Zamanında ve düşük maliyetli teslimat Siparişlerinin durumuyla ilgili sürekli olarak güncelleme alma isteği Güvenli teslimat
Göndericiler	Başarılı ve zamanında teslimat Tüketiciler için düşük maliyetli teslimat sürecinin sağlanması Lojistik hizmet sağlayıcıların esnekliği
Kamu Yöneticileri	Çevre sorunlarını sınırlandırarak kent sakinleri için yaşanabilir bir kent alanı yaratmak Ulaşım ağını ve kentsel çevreyi geliştirici düşük maliyetli tedbirler uygulamak Mevcut altyapıyı geliştirmek
Kent Sakinleri	Evlere ve alışveriş merkezlerine yakın olan bölgelerde kazaların önlenmesi Mağazalarda ürüne erişilebilirlik Çevre problemlerini azaltarak yaşam kalitesinin korunması

ticarete karşı talepkar olmayan kent sakinlerinin beklentileriyle çatışmaktadır. Kamu yöneticileri, her paydaşın çıkarlarını gözetmenin yanı sıra, ekonomik faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinden ve kent alanının yaşanabilirliğinden sorumludur (Savrun ve Mutlu, 2019). Bu noktada, mümkün olduğunca, ilgili paydaşların, kendi aralarında koordinasyon ve entegrasyon içinde olarak, dağıtımın ve ulaşımın en uygun şekilde planlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesi yararlı olacaktır (Amaral ve Aghezzaf, 2015).

Son kilometre lojistik sürecinin yarattığı dışsal maliyetleri azaltmaya yönelik dağıtım ve ulaşımdaki gelişmelerin yer aldığı çalışmalar mevcuttur. İçten yanmalı motorla çalışan araçların meydana getirdiği olumsuz etkilere karşı olarak, alternatif yakıt kullanımı ve sıfır emisyonu sahip araçlar, trafiğin ve dur-kalk hareketinin yoğun olduğu bölgelerde enerji verimliliği sağlamak ve hava kirliliğini önlemektedir (Cagliano vd., 2017). Toplama ve dağıtım faaliyetleri boyunca sık aralıklarla dur-kalk hareketlerini gerçekleştiren ve düşük sayılabilecek bir ortalama hızla seyreden paket dağıtım araçları, elektrikli olmaları durumunda, dizel veya benzin ile

çalışan alternatiflerine kıyasla %28 daha az enerji tüketimine ve %38 daha az sera gazı emisyonu salınımına katkıda bulunmaktadır (URL 5). Özellikle, Avrupa'da çevre-dostu yük taşıma araçları ve kargo bisikletleri, solunan havanın kalitesini iyileştirme, gürültü kirliliği ve karbon salınım miktarını azaltma amacıyla tercih edilmektedir (Quak vd., 2016). Ancak, elektrikli teslimat araçları son kilometre lojistiğinin meydana getirdiği bir takım çevre sorununun üstesinden gelmiş olsa da, gelişen online satış miktarına bağlı olarak artan araç sayısı ve araçların teslimat sırasında toplama ve dağıtım noktalarında beklenmesi trafiği sektöre uğratmakta ve yol işgaline sebep olmaktadır. Diğer bir yandan, sahip olduğu boyut ve hacim nedeniyle, oldukça dar olan sokak aralarına veya taşıt-yük boyutlarına yönelik erişim kısıtlamalarının geçerli olduğu kent içinde bölgelere erişememe gibi problemler yaşamaktadır. Bu durum, son kilometre teslimat aracı olarak elektrikli kargo bisikletlerini makul bir alternatif haline getirmektedir. Bu bağlamda, Melo vd. (2014) küçük boyutlu üç tekerlekli kargo bisikletlerinin şehir lojistiği faaliyetlerinde kamyonet ve tır gibi araçlara seçenek olarak nasıl kullanılabileceğini analiz etmiştir.

Araştırma, Porta şehri içerisinde yer alan elektrikli kargo bisikletlerinin trafik, çevre, ekonomik ve operasyonel açıdan etkilerini incelemeye yöneliktir. Sonuç olarak, elektrikli kargo bisikletlerinin trafik yoğunluğu ve sera gazı salınım miktarının azalmasında pozitif bir etkisi olurken, yalnızca küçük ve hafif paketleri taşıyabildiğinden ve teslimat noktalarının kısa mesafelerde olması gerektiğinden, operasyonel açıdan uygunluk sağlayamamıştır. Bunlara ek olarak, yakıt doldurma tesislerin eksikliği, bakım maliyeti, ikinci el pazarının elverişsizliği, satın alma maliyeti gibi kalemlerde operasyonel maliyetlere ek olarak sayılabilecek kısıtlardır. de Mello Bandeira vd. (2019) ise, Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde bir posta dağıtım şirketinin dağıtım operasyonlarını, fosil yakıtlı araçların yerine kullanılabilir alternatif araçları ele alarak incelemiştir. Yazarlar sistematik literatür taraması yaparak araç türlerini enerji kaynaklarına ve kapasitelerine göre sınıflandırmış ve engeller ile birlikte sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan yararlarını değerlendirmiş ve araştırmanın sonucunda elektrikli üç tekerlekli bisikletler, sosyal, ekonomik, çevresel ve hizmet kalitesi açısından en iyi alternatif olarak seçilmiştir.

Bányai (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0 teknolojisindeki gelişmelerin, daha verimli enerji tüketimi sağlayan ve küresel seviyede ekonomik ayak izini azaltan gerçek zamanlı ve hiper-bağlantılı lojistik çözümler sunduğuna değinmiştir. E-ticaret kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte, işletmeden müşteriye (B2C) teslimat dinamikleri etkin bir rol oynamakta, günümüzde B2C teslimat operasyonları, nakliye araçlarının kapasitesi tam olarak dolmadan, genellikle küçük boyutlu ve optimize edilememiş müşteri siparişlerini çok sayıda destinasyona ulaştırma amacıyla gerçekleştirilmektedir. Ürünün çeşitliliği, ağırlığı, hacmi, ürünün araçta kalabileceği süre, farklı birçok müşteriden alınan siparişlerin beraber taşınabilirliği, müşterilerin ürünün teslimatı konusunda saat dilimini belirlemesi, araç erişiminin kısıtlandığı alanlar ve zaman dilimleri, taşıtların kat edeceği mesafe ve mevcut rotanın sebep olacağı emisyon miktarı gibi faktörler düşünüldüğünde, dinamik rota optimizasyonu yazılımları kullanılarak, operasyonel, ekonomik ve çevresel iyileştirmeye katkı sağlamak mümkündür (URL 5). İnsansız hava araçları (İHA) veya dronlar, e-ticaretin etkinliğini artırıcı bir unsur olarak ortaya konmaktadır (Nabıkoğlu, 2020). Son yıllarda, Amazon, DHL, FedEx gibi birçok e-ticaret ve lojistik şirketi tarafından dron kullanımıyla ilgili

çeşitli testler yapılmış (Garcia ve Santoso, 2019), dronun kargo taşımacılığı yolculuğu ise ilk kez Dünyanın en büyük online alışveriş platformu olan Amazon tarafından geliştirilen Amazon Prime teknolojisi ile kırsal alana konumlandırılmış bir eve 13 dakikalık bir teslimat süresiyle gerçekleştirilmiştir (URL 1). Enerji verimliliği, erişimi zor olabilecek yerlere ulaşılabilirliği, teslimat maliyetini düşürme konusundaki potansiyeli ve teslimat hızı gibi avantajlarının yanı sıra, dronların, teslimat sürecinde, cep telefonlarıyla rota izlenebilirliği sağlaması önemli bir diğer avantajdır (Aurambout vd., 2019). Lakin boyut olarak küçük ve ağır olmayan paketleri sadece yakın lokasyonlara teslim edebilme özelliği ve uygun donatılmış iniş alanının olmayışı şehir içi teslimatlarda yaygın olarak kullanımını kısıtlamaktadır. Bir başka Endüstri 4.0 teknolojisi ise sanal gerçeklik (VR). Sürücü tarafından takılan VR kaskları yardımıyla, siparişlerin hangi sırayla yükleneceği bildirilmektedir. Bu da, teslimat süresini doğrudan etkilemektedir (URL 3).

Aljohani ve Thompson (2016) dağıtım depolarının kent alanının dışına konumlandırılmasının, dağıtım ve taşıma faaliyetlerinin etkinliğine ve kentsel çevreye olan etkilerini incelemiştir. Tesislerin şehir içerisinden şehir dışına yerleşmesi, nakliye coğrafyasında bir takım değişikliklere, yük taşıma araçlarının kat ettiği mesafenin artmasına, olumsuz çevre etkilerine neden olmakla birlikte, lojistik çalışanlarının işe geliş-gidiş hareketlerini de etkilemiştir. Yeniden konumlandırmanın olumsuz etkileri göz önüne alındığında, kamu yöneticileri ve şehir planlayıcıları tarafından şehir içerisinde depoların konumlandırabileceği uygun endüstriyel alanlar yaratılmalıdır. Öte yandan, şehir alanı dışına yerleştirilen, sabit depoların aksine şehir içerisinde konumlandırılabilen, toplama ve dağıtım merkezi olarak kullanılan mobil depolar mevcuttur. Mobil depolar, yükleme depolama ve ofis alanı ile donatılmış özel tasarım bir treylerdir ve Dünya'nın önde gelen uluslararası paket dağıtım şirketlerinden biri olan TNT Express tarafından son kilometre teslimat operasyonlarının etkinliğini artırmak ve tüketicilere daha iyi bir hizmet verebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Nihai kullanıcıya ulaştırmak için gönderen tarafın kapısından alındıktan sonra depoda toplanan paketlerin teslimatı, elektrikli kargo bisikletleriyle gerçekleştirilmektedir. TNT Express, çevre dostu olan bu mobil depo modelini, Brüksel'in Schaerbeek, Etterbeek ve Saint-Josse-ten-Noode belediyelerine yerleştirerek, mobil depoların

performansını on iki hafta boyunca gözlemlemiştir. Paket dağıtımında mobil depoların kullanılması, çevre açısından olumlu bir etki yaratmış, kamyonetlerin trafikten kalkması daha az hava ve gürültü kirliliği anlamına gelmekle birlikte, mobil depolar, hava kirliliğinin temel sebeplerinden biri olan salınımların oranını %22-59 arasında değişen oranlarla düşürmüştür (Verlinde vd., 2014). Teslimat zamanının performansına bakıldığında, mobil depoların kullanıldığı dağıtım sürecinde, dakiklik konusunda bir düşüş söz konusudur (Verlinde vd., 2014). Ama kargolar zamanında teslim edilememiş olmasına rağmen, hizmet kalitesiyle ilgili müşterilerden herhangi bir şikâyet gelmemiştir. Operasyonel açıdan değerlendirildiğinde ise, kargoları toplamak ve dağıtmak için mobil depoların kullanıldığı model, kamyonetlerle yapılan teslimata göre iki katı daha maliyetlidir (Verlinde vd., 2014). Ayrıca, kargonun büyüklüğü ve ağırlığının yaratacağı ek maliyet, aşınma payı, temizlik harcamaları, park yerinin kiralanması ve mobil depolarının geliştirilmesiyle ilgili maliyetlerde dikkate alınmalıdır.

Yukarıda bahsedilen son kilometre lojistik sürecinin iyileştirilmesine yönelik yüksek maliyetli teknolojik gelişmelerin haricinde, pandemi döneminde e-ticaret kullanıcı sayısının artışıyla kargo şirketlerinde yaşanan yoğunlukların giderilmesi, artan maliyetlerin önüne geçebilmek ve hizmet kalitesini arttırmak amacıyla daha az maliyetli alternatif çözümler de geliştirilmiştir. Iwan vd. (2016) son kilometre lojistik sürecinin meydana getirdiği trafik yoğunluğunun önüne geçebilmek adına kilitli dolapları önermiştir. Benzer bir şekilde, de Oliveira vd. (2017) Brezilya'nın Belo Horizonte şehrinde online tüketicilere yaptığı bir ankette eve teslimat seçeneğine kıyasla kilitli dolapların alternatif teslimat opsiyonu olarak potansiyelini araştırmıştır. Bulgular, eve teslimatın tercih edilen opsiyon olmasına rağmen, kilitli dolaplara olan talebinde yüksek olduğunu göstermektedir. Konsolide taşımacılık, son kilometre lojistik sorunlarının çözümüne yönelik alternatif bir teslimat yaklaşımı olarak önerilmiştir (Kin vd., 2018).

Bu aşamaya kadar, son kilometre lojistik sürecinin paydaşları beklentileri ile birlikte açıklanmış, teslimat sürecini iyileştirmeye yönelik dağıtım ve ulaşım alanındaki gelişmeler aktarılmaya çalışılmıştır. Yapılan araştırmalar kadariyle son kilometre teslimat sürecinin performansını etkileyen kriterleri tetikleyicileriyle birlikte tanımlayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile mevcut literatürdeki

boşluk doldurulmaktadır. Çalışmamızın temel amacı; son kilometre teslimat sürecinin performansını etkileyen ana ve alt kriterleri tanımlamak ve bütüncül bir bakış açısıyla kriterlerin yer aldığı kavramsal bir çerçeve modeli oluşturmaktır. Bu model, şirketlere sürdürülebilir bir teslimat süreci konusunda rehberlik edebilmesi adına tasarlanmıştır. Seçilen kriterlerin önem dereceleri Best-Worst Yöntemi (BWM) kullanılarak değerlendirilmektedir. Son olarak, araştırmamızın bulguları temelinde, son kilometre lojistiğini daha verimli hale getirecek önerilerin verilmesi amaçlanmaktadır.

Aşağıdaki bölümde, BW Yöntemi'nin aşamaları tanımlanmaktadır.

3. BEST-WORST YÖNTEMİ

MCDM yöntemlerinden biri olan En Kötü Yöntem (BWM), bir optimizasyon modeli kullanılarak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Rezaei (2015) tarafından geliştirilmiştir. Bu nedenle, bu yöntem, bir dizi karar kriterine göre bir dizi alternatifi değerlendirmek için kullanılır. BWM, diğer MCDM'lere kıyasla bazı farklı özelliklere sahiptir. İlk olarak, yöntem daha az karşılaştırma verisine ihtiyaç duyar ve daha güvenilir çözümlere yol açar (Rezaei, 2016). Ek olarak, uzmanlar en iyi ve en kötü kriterleri belirler, böylece en çok etkilenen boyut kolayca belirlenebilir. Ayrıca bu yöntem, ikili karşılaştırmalarda bir azalma sağlar. Bu nedenle BWM, diğer MCDM yöntemlerine kıyasla sorunun genel tutarlılığını önemli ölçüde artırır. En önemlisi, karar vericilerin algılarına yönelik sezgisel bir bağlantı nedeniyle uygulamada tutarlılık artar. Bu yöntemin anlaşılması ve uygulanması kolaydır. Ayrıca yöntem, teknolojik yenilikte anahtar başarı faktörlerini değerlendirmek için kullanılabilir en önemli ve etkili MCDM yöntemlerinden biridir (Ghaffari vd., 2017). BWM'de önce en iyi ve en kötü kriter seçilir, ardından en iyi kriter diğer kriterlerle karşılaştırılır ve diğer kriterler en kötü kriterlerle karşılaştırılır.

Formülasyon için model karar değişkenlerinin ve parametrelerinin tanımı aşağıdaki gibidir;

w_b : en iyi kriterin ağırlığı

w_w : en kötü kriterin ağırlığı

w_j : ölçüt ağırlıkları

a_{bj} : diğer kriterlere sahip en iyi kriter vektörü j

a_{wj} : diğer kriterlere sahip en kötü kriter vektörü j

ξ_j : karşılaştırmaların tutarlılığının göstergesi

BWM yöntemi beş farklı adımdan oluşmaktadır, her bir adımda yapılması gerekenler şu şekilde sıralanır;

A1: Bir dizi karar kriteri belirlenir.

A2: Karar verici, Adım 1'de belirlenen mevcut kriterler arasından en iyi kriteri ve en kötü kriteri seçer. Bu adımda hiçbir karşılaştırma yapılmaz.

A3: Karar verici, en iyi kriter ve diğer kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapar. Matris, bir tamsayı ölçeğinin bir ile dokuz arasında sıralandığı (sırasıyla eşit derecede önemli ve çok daha önemli) dokuz düzey ölçeğine dayalı olarak oluşturulmalıdır. Elde edilen En İyi-En Kötü (BO) vektörü;

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, a_{B3}, \dots, a_{Bn})$$

A4: Karar verici, en kötü kriter üzerinden tüm kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapar. Matris, bir tamsayı ölçeğinin bir ile dokuz arasında sıralandığı (sırasıyla eşit derecede önemli ve çok daha önemli) dokuz düzey ölçeğine dayalı olarak oluşturulmalıdır. Ortaya çıkan Diğer-En Kötü (OW) vektörü;

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, a_{3W}, \dots, a_{nW})$$

A5: Kriterlerin optimal ağırlıklarını bulun.

$$(w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$$

Yukarıdaki parametreler ve karar değişkenleri kullanılarak bu problem aşağıdaki matematiksel doğrusal modele aktarılır;

$$\min \max \varepsilon_j \quad (1)$$

st.

$$|w_B - a_{Bj}w_j| \leq \varepsilon \quad (2)$$

$$|w_j - a_{jw}w_w| \leq \varepsilon \quad (3)$$

$$\sum_j W_j = 1 \quad (4)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j \text{ için} \quad (5)$$

Denklem (1), bu sorunun maksimum mutlak farkları en aza indirmek olduğu anlamına gelir.

Kısıtlamalarda (2) ve (3), ikili karşılaştırmaların tutarlılık göstergelerini sırasıyla en iyi ve en kötü kriterlerle belirleyin. Denklem (4) kriterlerin toplam ağırlıklarının bire eşit olduğunu göstermektedir. Son kısıt (5), karar değişkenlerinin ikili olduğunu ve diğer tüm değişkenlerin negatif olmadığını gösterir.

Çalışmanın bir sonraki bölümde, BW yöntemi kullanılarak uygulama yapılacaktır.

4. UYGULAMA

4.1. Kavramsal Çerçeve Modeli

Bilgi ve İletişim Teknolojisindeki (ICT) gelişmeler e-ticaret perakende sektörünün gelişimine öncülük etmiştir. Özellikle, pandemi döneminde mağazaların kapatılması, sokağa çıkma yasakları, insanların temastan kaçınma istekleri, kentlerde ikamet eden hane halkını, e-ticaretin önde gelen satış kategorilerinden biri olan moda ve elektronik ürünlerin yanı sıra eczacılık ürünleri, yiyecek ve içecek ürünleri, temizlik malzemeleri, spor malzemeleri, güzellik ve kozmetik ve ev dekorasyonu dâhil olmak üzere diğer kategorilerde de ihtiyaçlarını karşılamaları için e-ticarete yöneltmiştir. E-ticaret perakende sektörünün öncü ülkelerinden olan Amerika Birleşik Devletlerinin (ABD) ve Dünyanın en büyük paket teslimat ve lojistik şirketlerinden biri olan United Postal Service (UPS)'in son kilometre paket teslimatlarının %50'sini e-ticaret siteleri üzerinden verilen siparişler oluşturmaktadır (URL 6). Bu da, e-ticaret dinamiklerinin son kilometre lojistik süreçlerinde belirleyici bir rolü ve önemi olduğunu kanıtlar.

E-ticaret ve kapıya teslimat seçeneğine rağbet oranının giderek artması, hane başına sipariş edilen daha az nitelikli, boyutu küçük ama paket adet miktarının yüksek olduğu kargolara sebep olmuştur. Bu da, bütüncül ve konsolide edilmiş bir teslimat rejimi yerine, kent coğrafyası boyunca daha yayılmış ve sık aralıklarla dağılmış teslimat noktalarına işaret etmektedir (URL 5). Her gün, toplam yük kapasitesinin altında kalmış lojistik ve paket teslimat şirketlerinin teslimat araçları, müşteri siparişlerini zamanında yetiştirme baskısı altında hareket etmektedir. Günün sonunda ise sabit maliyetlerinde azalma olmadan gittikçe azalan ürün miktarıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu durum, son kilometre lojistiğinin verimliliğinin ve maliyet etkinliğinin düşmesine sebep olmaktadır. Doğru, hasarsız ve zamanında yapılan

teslimatlar müşteriye mutlu ederken, gecikme yaşanan teslimatlar, yüksek teslimat ücretleri, ürünün hasarlı olması gibi durumlar ise müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır (URL 3). Bunlara ilaveten, büyük ölçüde ulaşım faaliyetlerinden kaynaklı çevre problemleri ise kent sakinlerinin yaşam kalitelerini etkilemekte ve doğal yaşama zarar vermektedir. Sonuç olarak, paydaşlarının lehine olacak şekilde daha etkin ve sürdürülebilir son kilometre lojistik süreci büyük önem arz etmektedir.

Çalışmanın amacı, bir ürünün son kullanıcıya ulaştırma aşaması olan son kilometre lojistiğinin, müşteri memnuniyeti seviyesini, ekonomik ve çevresel performansını etkileyen kriterleri belirlemek ve lojistik şirketlerinin yöneticilerine rehberlik etmesi amacıyla kriterlerin yer aldığı kavramsal bir çerçeve oluşturmaktır. Yapılan literatür taraması neticesinde, dışsal maliyet, ekonomik performans ve müşteri memnuniyeti olmak üzere 3 ana kriter ve söz konusu ana kriterlerin altında 15 alt kriter belirlenmiştir.

Tablo 2: Son Kilometre Lojistik Sürecinin Paydaşlarının Hedefleri

Ana Kriterler	Alt-kriterler	Yazarlar
Dışsal Maliyet (C1)	Enerji tüketimi (C11)	Kelen (2014), Korzhenevych vd. (2014), Bányai, (2018), Bıyık ve Civelekoğlu (2018)
	Yol işgali ve altyapı aşınması (C12)	Aljohani ve Thompson (2016), Ranieri vd. (2018)
	Alan kullanımı (C13)	Aljohani ve Thompson (2016), Çalışkan vd. (2017)
	Trafik sıklığı (C14)	Korzhenevych vd. (2014), Amaral ve Aghezzaf (2015), Iwan vd. (2015), Slabinac (2015), Çalışkan vd. (2017)
	Trafik güvenliği (C15)	Korzhenevych vd. (2014), Çalışkan vd. (2017), Kolat vd. (2019)
	Hava Kirliliği-Gürültü Kirliliği-Atıklar (C16)	Kelen (2014), Korzhenevychvd (2014), Slabinac (2015), Çalışkanvd. (2017), Aljohani ve Thompson (2018), Bıyık ve Civelekoğlu (2018), Ranieri vd. (2018)
	Emisyon (C17)	Edwards vd. (2009), Kelen (2014), Aljohani ve Thompson (2016), Arvidsson ve Pazirandeh (2017), Aljohani ve Thompson (2018), Aurambout vd. (2019)
Ekonomik Performans (C2)	Satış vadeleri (C21)	Allen vd. (2017)
	Teknoloji altyapı maliyeti (C22)	Genç (2020) (URL 3), Özbekler (2021)
	Operasyonel maliyetler (C23)	Gevaers vd. (2009), Slabinac (2015), Aljohani ve Thompson, (2016), Cagliano vd. (2017), Hochfelder (2017) (URL 4), Ranieri vd. (2018), Tiwapat vd. (2018), Moshref-Javadi vd.(2020)
	Yüksek sermaye yatırımı (C24)	Melo vd. (2014), Cagliano vd, (2017)
Müşteri Memnuniyeti (C3)	Hızlı/Zamanında/Eve Teslimat (C31)	Allen vd. (2017), Joerss vd. (2017), de Mello Bandeira vd. (2019), Karaoglu vd. (2020)
	Güvenli teslimat (C32)	Gevaers vd. (2009), Çakılcı ve Öztürkoğlu (2020)
	Müşteri uygunluğuna göre kargo teslimat seçenekleri (C33)	Aljohani ve Thompson (2018), Özbekler (2021)
	Paket takip sisteminin doğruluğu ve yeterliliği (C34)	Sanal ve Öztürkoğlu (2017), Aljohani ve Thompson (2018), Aurambout vd. (2019), Genç (2020) (URL 3)

Enerji tüketimi (C11): Ulaşım için harcanan enerjinin büyük bir kısmı (%95'ten fazlası) fosil yakıtlarla çalışan motorlu araçlardan elde edilmektedir (Biyık ve Civelekoğlu, 2018).

Yol işgali ve altyapı aşınması (C12): Teslimat yapan araçların ulaşım altyapısında kapladığı alan ve yol üzerinden geçiş sıklıklarına doğrudan yıpranma oranını etkilemektedir. Park alanının yetersizliği ve uygun olmayan yol üstü yükleme alanları son kilometre lojistiğini verimsiz bir hale dönüştürmektedir (Aljohani ve Thompson, 2016).

Alan kullanımı (C13): Günümüzde, alan kullanımının oranı ağırlıklı olarak otomobil ve bina yapımına aittir (Kılıç, 2020: 19). Online sipariş miktarına bağlı olarak, lojistik ve kargo şirketlerinin yeni teslimat şubeleri açmak veya büyütmek için ihtiyaç duyduğu alan ve araç sayısındaki artış bu oranı desteklemektedir.

Trafik sıkışıklığı (C14): Trafikte geçirilen zamanı arttırarak teslimat gecikmelerine ve yüksek yakıt tüketimine sebep olmaktadır (Ranieri vd., 2018).

Trafik güvenliği (C15): Trafik kazalarına, düzensiz altyapı çalışmaları, araç sayılarında artış (Kılıç, 2020) ve sürücünün zamanında sipariş yetiştirme baskısından kaynaklanan dikkatsizliği sebep olmaktadır.

Hava kirliliği (C16): Fosil kökenli yakıtların içten yanmalı motorlarda temel enerji kaynağı olarak kullanılması sonucunda ortaya çıkan egzoz emisyonları hava kirliliğinin oluşumun temel kaynağıdır (Kelen,2014). Solunan havanın kirliliği, insan sağlığını etkilemektedir.

Gürültü kirliliği (C16): Kentin tamamına yayılmış olan motorlu araçlar gürültünün kaynağıdır.

Atıklar (C16): Ulaşım faaliyetleri, kullanılmış lastikler, hurda araçlar, fren balataları, akü, motor yağı gibi sıvılar ve diğer malzemeler gibi çok sayıda çeşitli atıklara sebep olmaktadır (Slabinac, 2015). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmaya göre, ulaşım sonrası meydana gelen sıvı atıkların %46'sı zehirli atıklardan ve zehirli atıkların %30 ile %40 kullanılmış motor yağlarından meydana gelmiştir (Kılıç, 2020, aktaran Nixon ve Jean, 2003).

Emisyon (C17): Ulaşım faaliyetleri için harcanan yakıtlardan ortaya çıkan egzoz emisyonları insan

sağlığını ve çevre kalitesini tehdit etmektedir. Aracın ve motorun karakteristik yapısı (Aljohani ve Thompson, 2018), başarısız teslimatlar (Aurambout vd., 2019), taşıt-kilometre kat edilen mesafe (Aljohani ve Thompson,2016; Aljohani ve Thompson, 2018) gibi etkenler emisyon oranını etkilemektedir. Son kilometre lojistiği, ulaşım kaynaklı egzoz emisyonlarının yaklaşık %16-50'sini oluşturmaktadır (Arvidsson ve Pazirandeh, 2017). Ulaşım aktivitelerinin yarattığı emisyonlar aynı zamanda küresel sera gazlarının %20'sini oluşturmaktadır (Çalışkan vd., 2017).

Satış iadeleri (C21): Özellikle sınır ötesi iadeler, şirketler için daha maliyetlidir (URL 3). İadesi yapılan ürün kargo şirketleri tarafından tekrardan yollamak durumunda kalmakta ve iade ürünleri tutmak için ek alana ihtiyaç duyulmaktadır.

Teknoloji altyapı maliyetleri (C22): Bilgi ve İletişim Teknolojisindeki gelişmeler, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Endüstri 4.0'ın öncülüğünde olan tüm yöntem, araç ve çözümleri kapsamaktadır.

Operasyonel maliyetler (C23): Yakıt, araç amortismanı ve personel maliyetini içermektedir. Depoların konumu, lojistik firmalarının nakliye maliyetlerine ve operasyonlarının verimliliğine olumsuz etki etmektedir (Aljohani ve Thompson, 2016). Günün sonunda, paket dağıtımının tamamlanıp, sabit maliyetin değişmemesi son kilometre lojistikte eve teslimatın yarattığı önemli bir maliyet problemidir (Gevaers vd., 2009).

Sermaye yatırımı (C24): Operasyon verimliliği için yüksek sermaye yatırımı gerekmektedir.

Hızlı/Zamanında/Eve teslimat (C31): Teslimat seçeneklerinin çeşitliliği online müşterilerin satın alma kararını etkileyen ana kriterdir. Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Çin'de ikamet eden 4700 kişiye yapılan anket sonucunda, %70'i eve teslimat seçeneğini tercih etmektedir. Katılımcıların %25'i aynı gün ve anında teslimat ayrıcalığı için prim ödemeye gönüllü olanlardan oluşmaktadır. Diğerleri ise verilen zaman aralığında gelmesinin onları mutlu edeceğini belirtmiştir (Joeress vd., 2017). Walmart, Amazon ve Alibaba gibi küresel e-ticaret şirketleri aynı gün teslimat konusunda sürekli gelişim göstermektedir (Savrun and Mutlu, 2019). Kısıtlı park yeri alanı, belirli saat aralığında park yasağının olması, yanlış rota planlaması teslimat zamanını etkileyen diğer

faktörlerdir.

Güvenli teslimat (C32): Müşteriler siparişlerinin hasarsız ve güvenli koşullarda teslim edilmesini isterler. Evde olmadıkları durumda, komşularına veya talep ettikleri kişiye paketin bırakılması alternatif bir çözüm olabilir. Ürünün hasarsız teslimatı ise ne kadar iyi pakettendiğiyle ve ürünlerin araç içerisine boyut ve ağırlıklarına göre uygun yerleşmesiyle doğrudan ilgilidir.

Müşteri uygunluğuna göre kargo teslimat seçenekleri (C33): Çalışma saatine ve günlük ritüeline göre alternatif teslimat seçeneklerinin sunulması hem müşteriye mutlu edecek hem de çalışan ve operasyonel verimliliği arttıracaktır.

Paket takip sisteminin doğruluğu ve yeterliliği (C34): Müşteriler siparişlerini gerçek zamanlı olarak internet ve mobil tabanlı izlenmek isterler.

4.2. Best-Worst Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bir önceki bölümde kriterler tanımlanmış ve kriterlerin son kilometre teslimat süreciyle ilişkisi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu bölümde, müşteri memnuniyeti seviyesini, lojistik ve kargo şirketlerinin ekonomik performansını ve çevresel sürdürülebilirliği etkileyen kriterlerin önem dereceleri çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Best-Worst Yöntemi ile belirlenmiştir. Kriterlerin değerlerini belirlemek için ilk olarak kriterler ile ilgili soruların yer aldığı bir anket oluşturulmuştur. Anket soruları, Türkiye’de kargo ve lojistik şirketlerinde çalışan, en az beş yıl tecrübesi olan ve son kilometre teslimat süreci konusunda bilgili ve deneyimli kişiler tarafından değerlendirilmek üzere elektronik posta (e-mail) yoluyla sekiz kişiye gönderilmiştir. Yedi kişiden 1 hafta içerisinde dönüş alınmıştır. Karar vericiler soruları doğru bir şekilde yanıtlamışlardır.

Tablo 3: Karar Vericilerin Özellikleri

Katılımcı sayısı	Yaş Aralığı	Eğitim	Uzmanlık Alanı	İş Tecrübesi
K1	25-34	Üniversitesi	Satın Alma	5
K2	25-34	Üniversitesi	Yurtiçi lojistik	5
K3	25-34	Üniversitesi	Yurtiçi lojistik	6
K4	25-34	Üniversitesi	Lojistik operasyon	5
K5	25-34	Üniversitesi	Lojistik operasyon	5
K6	25-34	Üniversitesi	Finans	7
K7	35-44	Üniversitesi	Lojistik	23

Tablo 4: Karar verici 1’e Ait Alt Kriter Değerlendirmesi

Dışsal Maliyet (C1)	En iyi kriter: C17		En kötü kriter: C13						
	En İyi Kriterden (C17) Diğer Kriterlere Göre Tercih Oranı		C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
			2	4	7	4	5	3	1
Ekonomik Performans (C2)	En iyi kriter: C23		En kötü kriter: C21						
	En İyi Kriterden (C23) Diğer Kriterlere Göre Tercih Oranı		C21	C22	C23	C24			
			6	4	1	4			
Müşteri Memnuniyeti (C3)	En iyi kriter: C31		En kötü kriter: C34						
	En İyi Kriterden (C31) Diğer Kriterlere Göre Tercih Oranı		C31	C32	C33	C34			
			1	3	5	6			
			C31	C32	C33	C34			
			7	6	5	1			

Tablo 5: Her Bir Karar Vericiye Ait Dışsal Maliyetler Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları, Tutarlılık Oranları ve Nihai Ağırlıkları

	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	ε
KV1	0,1476	0,0633	0,0326	0,0886	0,1107	0,2215	0,3357	0,1072
KV2	0,1589	0,0681	0,0681	0,3848	0,1192	0,0418	0,1589	0,0920
KV3	0,2620	0,0502	0,0345	0,3310	0,0879	0,1172	0,1172	0,0896
KV4	0,3504	0,0683	0,0319	0,0956	0,0956	0,1195	0,2389	0,1274
KV5	0,1807	0,0602	0,0361	0,2892	0,0723	0,1807	0,1807	0,0723
KV6	0,2931	0,0942	0,0349	0,1256	0,0754	0,1884	0,1884	0,0837
KV7	0,2059	0,1030	0,0361	0,1030	0,0824	0,1373	0,3324	0,0795
ORT.	0,2284	0,0725	0,0392	0,2025	0,0919	0,1438	0,2218	0,0931

Tablo 6: Her Bir Karar Vericiye Ait Ekonomik Performans Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları, Tutarlılık Oranları ve Nihai Ağırlıkları

	C21	C22	C23	C24	ε
KV1	0,0547	0,2344	0,5703	0,1406	0,1328
KV2	0,1111	0,0741	0,6667	0,1481	0,2222
KV3	0,1185	0,2074	0,5704	0,1037	0,2593
KV4	0,0624	0,1514	0,5969	0,1893	0,1604
KV5	0,1292	0,1507	0,6531	0,0670	0,2512
KV6	0,0655	0,1485	0,6004	0,1856	0,1419
KV7	0,0709	0,1318	0,5777	0,2196	0,0811
ORT.	0,0875	0,1569	0,6051	0,1506	0,1784

Tablo 7: Her Bir Karar Vericiye Ait Müşteri Memnuniyeti Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları, Tutarlılık Oranları ve Nihai Ağırlıkları

	C31	C32	C32	C34	ε
KV1	0,4159	0,4159	0,1150	0,0531	0,0442
KV2	0,5460	0,2255	0,1691	0,0593	0,1306
KV3	0,1923	0,5769	0,0769	0,1538	0,1923
KV4	0,5417	0,2222	0,0694	0,1667	0,1250
KV5	0,2951	0,4918	0,0656	0,1475	0,0984
KV6	0,3898	0,4407	0,0508	0,1186	0,0847
KV7	0,4919	0,3226	0,0565	0,1290	0,1532
ORT.	0,4104	0,3851	0,0862	0,1183	0,1184

Tablo 8: Kriterlerin Ağırlık Sıralaması

C1	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
	1	6	7	3	5	4	2
C2	C21	C22	C23	C24			
	4	2	1	3			
C3	C31	C32	C33	C34			
	1	2	4	3			

Karar vericiler tarafından kriterler eşit derecede önemli (1) ve son derece daha fazla önemli (9) arasında değişen dokuz değerlendirilmeli Likert tipi bir ölçek kullanılarak belirlenmiştir. Değerlendirme sonucunda, toplanan veriler Best-Worst Metodu ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, son kilometre teslimat sürecinin meydana getirdiği dışsal maliyetlerden en önemlisi enerji tüketimidir. İkinci sırada emisyon salınımı yer almaktadır. Sonrasında ise trafik sıklığı gelmektedir. Maliyet açısından ise, operasyonel maliyetler diğer maliyet kalemlerine kıyasla daha önemlidir. Teslimat süresinin kısalığı ise müşteri memnuniyetini sağlayan en önemli kriterdir. Güvenli teslimat ise çok az bir farkla ikinci sırada yer almaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışma, son kilometre teslimat sürecini etkileyen dinamikleri, tetikleyicileri ile birlikte tanımlamakta ve bütüncül bir bakış açısı ile kriterlerin yer aldığı kavramsal bir çerçeve modeli oluşturmaktadır. Bu model, şirketlerin son kilometre lojistik sürecinin iyileştirilmesi adına alacakları kararlar konusunda yol göstermesi amacıyla tasarlanmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda, dışsal maliyet, ekonomik performans ve müşteri memnuniyeti olmak üzere üç ana kriter ve bu kriterlerin altında on beş alt kriter tespit edilmiştir. Her bir kategoriye ait en güçlü ve daha az güçlü olan kriterler ve bu kriterlerin diğer kriterlere göre tercih oranı uzman bir grup tarafından değerlendirilmiş ve kriterlerin ağırlıkları öznel değerlendirme yöntemlerinden biri olan Best-Worst Yönetimi (BWM) kullanılarak, ilerleyen dönemlerde şirketlerin lojistik hedeflerine katkı sağlaması amacıyla hesaplanmıştır.

Araştırmanın sonucuna göre, dışsal maliyet için belirlediğimiz yedi kriterden ilk üçünün ağırlıkları sırasıyla enerji tüketimi, sera gazı emisyonu ve trafik yoğunluğudur. Kent nüfusunun artışına ve son yıllarda özellikle de Covid-19 pandemisi ile birlikte tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılama noktasında e-ticaret sitelerine yoğun ilgi göstermesine bağlı olarak artan teslimat araçlarının sayısı düşünüldüğünde bu beklediğimiz bir sonuçtur.

Ağırlıklı olarak ulaşım faaliyetlerinden kaynaklı artan sera gazı salınımı, iklim değişikliğine ve soluduğumuz havanın kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Dünya'nın dört bir yanına yayılmış müşterilerden gelen siparişlerin teslimat adreslerinin farklı oluşu ve

dağınık bir şekilde yayılması, trafik sıklığına sebebiyet vermekte ve personelin zamanında müşteri siparişini yetiştirme baskısı ile hareket etmesi toplum sağlığını tehdit edip ve yaşanabilirliği zorlaştırmaktadır. Paket teslimat sürecinin çevre-dostu araçlarla gerçekleştiriliyor olması, teslimat sürecinin meydana getirdiği temel çevre sorunlarına etkin bir çözüm olarak sunuluyor olsa da, günümüzde maliyetli oluşundan ve şarj edilme tesislerinin yetersizliğinden dolayı çok fazla kullanılamamaktadır. Alternatif olarak, elektrikli kargo bisikletlerinin kapasitesi düşünüldüğünde ise, operasyonel açıdan şirketlere kayda değer bir fayda sağlamamakla birlikte, gün içi dağıtılması planlanan müşteri siparişlerini tamamlayamama veya geciktirme potansiyeli taşımaktadır.

İkinci olarak, son kilometre lojistiğinin şirketlere yansıdığı maliyet kalemleri değerlendirilmiştir. Operasyonel maliyetlerin lojistik ve kargo şirketleri için en önemli maliyet kalemi olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle de, son kilometre teslimat sürecinin popüler ve yaygın teslimat opsiyonlarından olan eve teslimat, müşterinin evde olmamasından veya yanlış teslimat adresi girmesinden dolayı başarısız teslimatların sayısının artmasıyla hem müşteriler hem de firmalar için önemli bir problem haline gelmiştir. Yapılan bir araştırmaya göre, ev sakinlerinin % 50 ile % 70'e yakını gün içerisinde evde değildir (URL 3). Durum böyle olunca, siparişler müşterinin beklediği günde teslim edilememekte ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Ücretsiz teslimatın yarattığı maliyetin yanı sıra, her bir başarısız teslimatın oluşturduğu, ek yakıt tüketimi maliyeti, depo alanı ihtiyacı, araç amortisman maliyeti ve günlük operasyon planlarının kayması gibi maliyetlerde lojistik ve kargo şirketlerini zora sokmaktadır. Üçüncü ana değerlendirme kriterimiz olan müşteri memnuniyetini ise en çok teslimat süresinin kısalığı sağlamaktadır. Müşteriler ise, ücretsiz teslimat opsiyonuyla birlikte, fiyat esnekliğine ve en hızlı şekilde güvenli koşullarda ürüne sahip olmak isterler.

Sonuç olarak, son kilometre lojistik sürecinde yer alan paydaşların beklentilerini aynı oranla karşılamak zordur. Şirketler satış hacimlerini arttırmak, rekabet üstünlüğü elde etmek ve müşteri memnuniyetini sağlamaya çalışırken, bir yandan düşük maliyetli bir süreç izlemeyi hedeflemektedirler. Teknolojik gelişmeler bu süreçte yarar sağlasa da, yüksek maliyetli olma sebebiyle büyük şirketler tarafından

kullanılmaktadır. Araştırmamızın sonuçlarına bağlı olarak, son kilometre lojistik sürecinin meydana getirdiği sorunları iyileştirmeye, lojistik performansını arttırmaya ve süreci daha verimli kılmaya yönelik üç uygun teslimat alternatifi sunulmuştur. Bunlar; konsolide taşımacılık, Tıkla&Topla seçeneği ve kilitli dolaplardır. Parçalı ve hızlı siparişlerin artan miktarı, kargo teslimatı yapan şirketlerin operasyonel süreçlerini zora sokmaktadır. Bu yüzden, lojistik hizmet sağlayıcı firmalar, aynı bölgede olan müşterilerin sevkiyatlarını bir araçta birleştirerek daha ekonomik ve etkili bir dağıtım süreci gerçekleştirmeyi tercih edebilmektedir. Kilitli dolaplarla teslimat ise kargo ve lojistik şirketlerini, siparişi eve teslim etme zorunluluğundan kurtaran ve maliyeti araç opsiyonuna göre daha az olan alternatiflerden biridir. Kilitli paket dolapları sayesinde, bir grup müşteri siparişi tek bir yere bırakılmakta, müşteriler çalışma saatlerine veya gün içi yoğunluklarına göre uygun oldukları zamanda kilitli dolaplara 7/24 erişim sağlayarak, paketlerini teslim alabilmektedir. Bu da, eve teslimat seçeneğinde, müşterinin evde olmamasından kaynaklı oluşan maliyeti ve olumsuz çevre etkileri yok etmektedir. Son alternatifimiz ise Tıkla&Topla teslimat seçeneğidir. Tıkla&Topla seçeneğinde, müşteriler online olarak satın aldığı bir ürünü evine en yakın ve mevcutta var olan fiziksel mağazadan herhangi bir ek ücret ödemediği teslim alabilmektedir.

Teslimat zamanını müşterinin kendisinin belirlediği bu seçenekte, kilitli dolaplar ile teslimattan farklı olarak, her fiziksel mağazanın kendisine ait bir depolama alanının olduğu düşünülerek, kilitli paket dolapların inşası için gerekli olan alana ihtiyaç duyulmamakta ve alan kiralama ücreti ödenmemektedir. Ekonomik, sosyal, çevresel ve operasyonel açıdan değerlendirildiğinde, Tıkla&Topla seçeneği diğer iki teslimat alternatifine göre daha sürdürülebilir olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda yedi kişilik uzman bir gruptan görüş alınarak, Best-Worst Yöntemi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Covid-19 pandemisinden dolayı kriterlerin yer aldığı değerlendirme tablosunu katılımcılara elektronik posta (e-mail) yoluyla yollayabildik. Dönüş alabildiğimiz uzman kişi sayısı çalışmamızın kısıtlarındadır. Gelecekteki çalışmalarda, kriterler aynı kalarak son kilometre lojistik sürecinin her bir paydaşının karar verici grup olarak ele alındığı bir çalışma yürütülebilir. BW yöntemi harici daha farklı kriter ağırlandırma

yöntemleri tercih edilebilir. Birden fazla yöntem kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Aljohani, K. ve Thompson, R.G. (2016), "Impacts of Logistics Sprawl on the Urban Environment and Logistics: Taxonomy and Review of Literature", *Journal of Transport Geography*, 57, pp. 255-263.
- [2] Aljohani, K. ve Thompson, R.G. (2018), "A Stakeholder-Based Evaluation of the Most Suitable and Sustainable Delivery Fleet for Freight Consolidation Policies in the Inner-City Area", *Sustainability*, 11(1), pp. 1-27.
- [3] Allen, J., Bektas, T., Cherrett, T., Friday, A., McLeod, F., Piecyk, M., Piotrowska, M. ve Zaltz Austwick, M. (2017), "Enabling a Freight Traffic Controller for Collaborative Multidrop Urban Logistics Practical and Theoretical Challenges", *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, 2609, pp. 77-84.
- [4] Amaral, R. R. ve Aghezzaf, E. H. (2015), "City Logistics and Traffic Management: Modelling the Inner and Outer Urban Transport Flows in a Two-tiered System", *Transportation Research Procedia*, 6, pp. 297-312.
- [5] Arvidsson, N. ve Pazirandeh, A. (2017), "An Ex Ante Evaluation of Mobile Depots in Cities: A Sustainability Perspective", *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(8), pp. 623-632.
- [6] Aurambout, J.P., Gkoumas, K. ve Ciuffo, B. (2019), "Last Mile Delivery by Drones: An Estimation of Viable Market Potential and Access to Citizens Across European Cities", *European Transport Research Review*, 11(1), pp. 1-21.
- [7] Bányai, T. (2018), "Real-Time Decision Making in First Mile and Last Mile Logistics: How Smart Scheduling Affects Energy Efficiency of Hyperconnected Supply Chain Solutions", *Energies*, 11(1833), pp. 1-25.
- [8] Bates, O., Friday, A., Allen, J., Cherrett, T., McLeod, F., Bektas, T., Nguyen, T., Piecyk, M., Piotrowska, M., Wise, S. ve Davies, N. (2018), "Transforming Last-Mile Logistics: Opportunities for More Sustainable Deliveries", *Conference on Human Factors in Computing Systems, Montréal, QC, Canada*, pp. 1-14.
- [9] Bıyık, Y. ve Civelekoğlu, G. (2018), "Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi", *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), ss. 157-166.
- [10] Cagliano, A.C., Carlin, A., Mangano, G. ve Rafele, C. (2017), "Analyzing the Diffusion of Eco-Friendly Vans for Urban Freight Distribution", *International Journal of Logistics Management*, 28(4), pp. 1218-1242.

- [11] Çakılıcı, C. ve Öztürkoğlu, Y. (2020), "Analysis of Sustainable E-Logistics Activities with Analytic Hierarchy Process", *Journal of Business Research-Turk*, 12(1), pp. 489-497.
- [12] Çalışkan Doğan, Z., Kurt, Ü. ve Timur, M.C. (2017), "İklim Değişikliği ve Ulaşım Sektörü İlişkinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği", *International Congress of Energy, Economy and Policy*, 25-26 Mart, İstanbul, ss. 1-11.
- [13] Çalışkan, A., Kalkan, M. ve Ozturkoglu, Y. (2017), "City Logistics: Problems and Recovery Proposals", *International Journal of Logistics Systems and Management*, 26(2), pp. 145-162.
- [14] De Mello Bandeira, R.A., Goes, G.V., Schmitz Gonçalves, D.N., D'Agosto, M.D.A. ve de Oliveira, C.M. (2019), "Electric Vehicles in the Last Mile of Urban Freight Transportation: A Sustainability Assessment of Postal Deliveries in Rio de Janeiro-Brazil". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 67, pp. 491-502.
- [15] De Oliveira, K. L., Morganti, E., Dablanc, L. ve Lúcia, R. (2017), "Analysis of the Potential Demand of Automated Delivery Stations for E-Commerce Deliveries in Belo Horizonte", *Brazil. Research in Transportation Economics*, 65, pp. 34-43.
- [16] Edwards, J., McKinnon, A., Cherrett, T., McLeod, F. ve Song, L. (2009), "The Impact of Failed Home Deliveries on Carbon Emissions: Are Collection/Deliveries Points Environmentally-Friendly Alternative?", *Proceedings of the 14th Annual Green Logistics Conference*, Cardiff, UK, 9-11 September, pp. 1-7.
- [17] Garcia, O.S. ve Santoso, A. (2019), "Comparative Evaluation of Drone Delivery Systems in Last-Mile Delivery", *Yüksek lisans Tezi*, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, Cambridge, pp.1-59.
- [18] Gevaers, R., Van de Voorde, E. ve Vanelslender, T. (2009), "Characteristics of Innovations in Last Mile Logistics-Using Best Practices, Case Studies and Making the Link with Green and Sustainable Logistics", *European Transport Conference*, Netherlands, pp. 1-21.
- [19] Ghaffari, S., Arab, A., Nafari, J. ve Manteghi, M. (2017), "Investigation and Evaluation of Key Success Factors in Technological Innovation Development Based on BWM", *Decision Science Letters*, 6(3), pp. 295-306.
- [20] Gürel, Ö. ve Asan, S.Ş. (2018), "Şehir Lojistiği ve Endüstri 4.0 Entegrasyonu", *IRDITECH 2018 Kongresi Bildiriler Kitabı*, ss. 225-238.
- [21] Iwan, S., Kijewska, K. ve Lemke, J. (2016), "Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution-The Results of the Research in Poland", *Transportation Research Procedia*, 12, pp. 644-655.
- [22] Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C. ve Mann, F. (2016), "McKinsey & Company: Parcel Delivery: The Future of Last Mile", pp. 1-32.
- [23] Juhász, J. ve Bányai, T. (2018), "Last Mile Logistics: An Integrated View", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Kecskemét, Macaristan, pp. 1-10.
- [24] Karaoglu, P., Mert, T., Kork, M. B., Türkmen, F. B., Özkan-Özen, Y. D. ve Öztürkoğlu, Y. (2020), "Improving the Operations in a Logistics Company: A Case Study in Turkey", *The International Symposium for Production Research*, Springer, Cham, pp. 876-887.
- [25] Kelen, F. (2014), "Motorlu Taşıt Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Etkileri". *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), ss. 80-87.
- [26] Kılıç, O. (2020), "Kentsel Lojistik Faaliyetlerinin Çevresel Etkileri", *Mezuniyet Projesi*, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, ss.1-50.
- [27] Kin, B., Spoor, J., Verlinde, S., Macharis, C. ve Van Woensel, T. (2018), "Modelling Alternative Distribution Set-Ups for Fragmented Last Mile Transport: Towards More Efficient and Sustainable Urban Freight Transport", *Case Studies Transport Policy*, 6, pp. 125-132.
- [28] Kolat, D., Kökçü, H. A., Kiranli, M., Özbiltekin, M. ve Öztürkoğlu, Y. (2019), "Measuring Service Quality in the Logistic Sector by Using SERVQUAL and Best Worst Method", *Proceedings of the International Symposium for Production Research*, Springer, Cham, pp. 720-731.
- [29] Korzhenevych, A., Dehnen, N., Brocker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A. ve Cox, V. (2014), "Update of the Handbook on External Costs of Transport". *Final Report for the European Commission*, 1, pp. 1-139.
- [30] Luk, C.C., Choy, K.L. ve Lam, H.Y. (2018), "Design of an Enhanced Logistics Service Provider Selection Model for e-Commerce Application", *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, Honolulu, 1-7.
- [31] Melo, S., Baptista, P. ve Costa, A. (2014), "Comparing the Use of Small Sized Electric Vehicles with Diesel Vans on City Logistics", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111, pp. 1265-1274.
- [32] Moshref-Javadi, M., Hemmati, A. ve Winkenbach, M. (2020), "A Truck and Drones Model for Last-Mile Delivery: A Mathematical Model and Heuristic Approach", *Applied Mathematical Modelling*, 80, pp. 290-318.

- [33] Nabıkoğlu, G. (2020), "Drone Taşımacılığı ve Son-Adım Teslimatta Kullanımı". Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 24(2), ss. 285-298.
- [34] Özbekler, T.M. (2021), "Kentsel Lojistiğin Son Kilometre Dağıtım Ağ Yapısında Mikro Tesis Yer Seçimi ve Çok Aktörlü Yaklaşımla Teslimat Alternatiflerinin Belirlenmesi", İşletme Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [35] Quak, H., Nesterova, N., van Rooijen, T. ve Dong, Y. (2016), "Zero Emission City Logistics: Current Practices in Freight Electromobility and Feasibility in the Near Future", Transportation Research Procedia, 14, pp. 1506-1515
- [36] Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B. ve Roccotelli, M. (2018), "A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision", Sustainability, 10(3), pp. 1-18.
- [37] Rezaei, J. (2016), "Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method: Some Properties and A Linear Model", Omega, 64, pp. 126-130.
- [38] Rosenberg, L.N., Balouka, N., Herer, Y.T., Dani, E., Gasparin, P., Dobers, K., Rüdiger, D., Pete Pättiniemi, P., Portheine, P. ve van Uden, S. (2021), "Introducing the Shared Micro-Depot Network for Last-Mile Logistics", Sustainability, 13(4), pp. 1-21.
- [39] Sanal, A. ve Öztürkoğlu, Y. (2017). "Evaluation of Usage and Application Areas Of QR Codes in Service Industry", Business & Management Studies: An International Journal, 5(4), pp. 172-189.
- [40] Savrun, B. ve Mutlu, H.M. (2019), "Kent Lojistiği Üzerine Bibliyometrik Analiz". Kent Akademisi, 12(2), ss. 364-386.
- [41] Slabinac, M. (2015), "Innovative Solutions for a "Last Mile" Delivery-A European Experience", International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, Osijek, Hırvatistan, pp. 111-129.
- [42] URL 1, Amazon Inc (2018), "Amazon Prime Air", <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011,3003>. 29.03.2021.
- [43] URL 2, Coppola, D. (2020), "E-Commerce Share of Total Global Retail Sales from 2015 to 2023", <https://www.statista.com/statistics/534123/e-commerce-share-of-retail-sales-worldwide/>, 06.03.2021.
- [44] URL 3, Genç, B. (2020), "E-Ticaret ile Gelişmekte olan Lojistik ve Teslimat Süreçleri", <https://www.linkedin.com/pulse/e-ticaret-ile-geli%C5%9Fmekte-olan-lojistik-ve-teslimat-s%C3%BCre%C3%A7leri-gen%C3%A7,11.03.2021>.
- [45] URL 4, Hochfelder, B. (2017), "What Retailers Can Do To Make the Last Mile More Efficient." <https://www.supplychaindive.com/news/last-mile-spotlight-retail-costs-fulfillment/443094/>, 14.03.2021.
- [46] URL 5, ISSD (2020), "Son Kilometre Teslimat Sürecini İyileştirmeye Dönük Yaklaşımlar-1", <https://www.issd.com.tr/tr/41468/Son-Kilometre-Teslimat-Surecini-Iyilestirmeye-Donuk-Yaklasimlar-I>, 07.03.2021.
- [47] URL 6, Kearney (2020), "US E-Commerce Trends and the Impact on Logistics", <https://www.kearney.com/article/?/a/us-e-commerce-trends-and-the-impact-on-logistics,23.03.2021>.
- [48] URL 7, Ritchie, H. ve Roser, M. (2019), "Urbanization", <https://ourworldindata.org/urbanization>, 15.03.2021.
- [49] Verlinde, S., Macharis, C., Milan, L. ve Kin, B. (2014), "Does a Mobile Depot Make Urban Deliveries Faster, More Sustainable and More Economically Viable: Results of a Pilot Test in Brussels", Transportation Research Procedia, 4, pp. 361-373.

Cansu TURAN



Cansu Turan, Lisans eğitimini Yaşar Üniversitesi, İşletme Fakültesi'nde 2012-2016 yılları arasında Uluslararası Ticaret ve Finansman ve 2014-2017 yılları arasında Lojistik Yönetimi Bölümü'nde tamamladı. Ana bölümü olan Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü'nden bölüm ikincisi olarak bitirmiştir. Bir yıl sonra, çift anadal öğrencisi olduğu Lojistik Yönetimi Bölümü'nden mezun olmuştur. Eğitim süresi boyunca, her iki bölümünde 'Akademik Başarı Bursu' ile okumuştur. 2017 yılında Yaşar Üniversitesi, İşletme Bölümü'nde 'Lisansüstü Öğrenim Bursu' ile başladığı yüksek lisans eğitimini 2020 yılında tamamlamıştır. Yüksek lisans tez dönemi boyunca Yaşar Üniversitesi İşletme Bölümü'nde yarı zamanlı akademik kadroda araştırma görevlisi olarak görev almıştır. Şu anda özel bir şirketin Lojistik Departman'ında Lojistik Süpervizörü olarak çalışmaktadır.

Prof Dr. Yücel ÖZTÜRKOĞLU



Yücel Öztürkoğlu, Çankaya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimini 2003 yılında tamamladıktan sonra, Erciyes Üniversitesi İşletme Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimini 2006 yılında bitirmiştir. Amerika Birleşik Devletlerinde, Auburn Üniversitesi'nde ise Yüksek Lisans (2008) ve Doktora (2011) eğitimlerini Endüstri ve Sistem Mühendisliği alanında tamamlamıştır. 2011 yılından beri Yaşar Üniversitesi, Lojistik Yönetimi Bölümü'nde görev almaktadır. Özellikle sürdürülebilirlik, lojistik ve tedarik zinciri konularında uluslararası ve ulusal birçok yayını bulunmaktadır.

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE GÜNCEL EĞİLİMLER: LOJİSTİK YETENEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ

Türkan Müge ÖZBEKLER¹, İsmail GÜÇLÜ²

¹Sinop Üniversitesi, Ayancık Meslek Yüksekokulu, Lojistik Programı, Sinop, tozbekler@sinop.edu.tr
ORCID: 0000-0003-1127-4325

²Sinop Üniversitesi, Ayancık Meslek Yüksekokulu, Lojistik Programı, Sinop, iguclu@sinop.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9196-7844

ÖZET

COVID-19 salgını, küresel ölçekte neredeyse tüm işletmeleri çeşitli ticari ve lojistik risklerle karşı karşıya getirerek hammadde tedarikinden bitmiş ürünlerin teslimine kadar geçen tüm süreçlerde sıkıntılar yaşanmasına sebebiyet vermiştir. Bu durum firmalar için bir uyanış çağırısına dönüşmüş ve müşteri ve pazar odaklı olarak ürün, bilgi, para akışlarının sürdürülebilmesi oldukça önemli bir hale gelmiştir. İşletmelerin özellikle tedarikçi seçimindeki beklentileri daha talepkar bir yapıya bürünerek, karşılaşılan sıkıntıların üstesinden gelecek etkili ve inovatif çözümler yaratan iş ortakları arayışına evrilmiştir. Bu çalışmada, Sinop ilinde imalat sektöründe faaliyet gösteren üç farklı işletmedeki uzman katılımcılar ile odak grup görüşmesi yoluyla veriler toplanmış ve Covid-19 salgını ile tedarikçi seçiminde öne çıkan lojistik yetenekler Bulanık AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, yeni normal düzeninde işletme beklentilerinin önceki iş yapış biçimlerinin ötesinde yakın işbirliği, operasyonel esneklik ve bilgi teknolojilerinin entegrasyonu gibi konularda yoğunlaştığı görülmüştür. Ayrıca, tedarikçi seçim önceliğinde salt düşük fiyat vurgusunun literatürde yer alan önceki çalışmalara oranla önem derecesinin azaldığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP, Covid-19, Lojistik Yetenek, Tedarikçi Seçimi.

CURRENT TRENDS IN SUPPLIER SELECTION: TRANSFORMATION OF LOGISTICS CAPABILITIES

ABSTRACT

The COVID-19 outbreak has caused almost all businesses globally to face various commercial and logistics risks, causing difficulties in all processes, from raw material procurement to delivery of finished products. This situation has turned into a wake-up call for companies, and it has become essential to maintain the product, information, and money flows with a customer and market focus. The expectations of businesses, especially in supplier selection, have become more demanding and have evolved into the search for business partners who create effective and innovative solutions to overcome the problems encountered. In this study, data were collected through focus group interviews with expert participants in three different companies operating in the manufacturing sector in the province of Sinop, and the logistics capabilities that stood out in supplier selection with the Covid-19 epidemic were evaluated with the Fuzzy AHP method. As a result of the study, it has been seen that business expectations in the new normal focus on issues such as close cooperation, operational flexibility, and integration of information technologies beyond the previous ways of doing business. Also, the emphasis on pure low price has decreased its importance compared to earlier studies in the literature.

Keywords: Fuzzy AHP, Covid-19, Logistic Capability, Supplier Selection.

*10. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunulan "Tedarikçi Seçiminde Değişen Öncelikler: Yeni Normale Doğru Lojistik Yetenekler" başlıklı bildirinin genişletilmiş halidir.

Yayın Künyesi: T.Ozbekler, I. Güçlü, "Tedarikçi Seçiminde Güncel Eğilimler: Lojistik Yeteneklerin Dönüşümü", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 54, Sayfa 82-93, Aralık 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 05.04.2021 / Kabul: 14.10.2021

Article History: Received: 05.04.2021 / Accepted: 14.10.2021

1. GİRİŞ

COVID-19 salgını, tüm dünyayı etkileyen sosyo-ekonomik bir gerçek olarak daha önce planlanan tüm kriz senaryolarının ötesinde siyah kuğu olarak tabir edilen ve hızlı ve hayati çözümlere olan ihtiyaçlar ile tecrübe ettiğimiz bir süreci gözler önüne sermektedir. Küresel bir düzende mal ve hizmet akışının belkemiğini oluşturan tedarik zincirleri, son müşteriden ilk tedarikçiye kadar uzanan ve kamçı etkisi adını verdiğimiz bozulmalara işaret eden verimlilik ve çeviklik konusundaki optimizasyon eksiklerinden dolayı neredeyse tüm sektörlerde büyük aksamalara sebep olmaktadır (Araz vd., 2020). Özellikle 200'den fazla Fortune 500 firmasının, salgının ortaya çıktığı ve son derece sanayileşmiş şehri olan Wuhan'da bulunması ve bu anlamda Çin'in "dünyanın fabrikası" olarak baskın rolü, zincirlerin işleyişinin ilk kilometresi olan hammadde ve bitmiş ürünlerin akışını durdurma noktasına getirmiş ve zamanla katlanarak tüm dünyada zincirlerin kırılmasından bahsedilmeye başlanmıştır. Bu durum küresel olarak faaliyet gösteren firmalar dışında eklemelenmeler gösteremeyen bir tedarik ağına sahip tüm diğer firmalar için bir uyanış çağrısına dönüşmüş ve müşteri ve pazar odaklı olarak ürün, bilgi, para akışlarının sürdürülebilmesi ve bunun bilişim teknolojileri tarafında sinir sisteminin kurgulanması adına oldukça önemli bir hale gelmiştir. Tedarik zincirlerinin esnekliği, arz-talep dengesi, operasyonların sürdürülebilirliği, dağıtım kanallarının planlaması ve son kilometre lojistik ağı tasarımı gibi stratejik konuların detaylı ele alınışı ve küresel eğilimler perspektifinde getirilecek yeni nesil çözüm önerileri, ülkelerin ve ekonomilerin kısa, orta ve uzun vade kalkınma sürecinde katalizör görevi üstlenecek başlıca konulardır. Bu bakımdan öncelikli olarak var olan tedarik zinciri yapılarının dinamiklerini ortaya koymak, salgının etkisini zincirin tedarik, üretim ve dağıtım süreçleri açısından analiz etmek ve geleceğe yönelik dönüşüm planlamalarına yönelik proaktif öngörülerde bulunmak oldukça kritik bir yapı teşkil etmektedir (URL1).

Tedarik zincirinin ilk kademesini oluşturan tedarik süreci, etkili ve uyumlu bir tedarikçi seçimi gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Bir işletme için tedarikçi seçimi, faaliyetler için kaynak bulma amacının bir sonucu olarak firmanın stratejik hedeflerinin desteklenmesi ve rekabetçiliğinin sürdürülebilir kılınması adına önemli bir etkiye sahiptir (Singh ve Modgil, 2020). İşletmenin tedarik

zinciri genel performansını doğrudan etkileyen ve çoğunlukla uzun vadeli iş ortakları olarak görülen tedarikçiler, tedarik sürecinin kazan-kazan temelinde gelişmesi adına belirli kriterler temelinde değerlendirilmektedir. Literatür incelendiğinde, ürün kalitesi, fiyat, teslimat hızı ve firmanın bilinirliği kriterlerinin sıklıkla tedarikçi seçiminde önem verilen unsurlar olarak değerlendirildiği görülmektedir (Su ve Gargeya, 2016). Geleneksel tedarikçi seçim kriterleri olarak adlandırılabilen bu kriterler, Dickson (1966) tarafından önerilen ve literatürde kabul görmüş 23 temel tedarikçi seçim kriteri arasında geçmişten günümüze en çok önem verilen tedarikçi yeteneklerini oluşturmaktadır (Liu vd., 2000; Kar ve Pani, 2014).

Bunlara ek olarak, işletmenin özel taleplerine cevap verebilirlik ve uzun vadeli stratejik uyum kriterleri de tedarikçi ile kurulan ilişkideki beklentiler arasında yer almaktadır (Wang vd, 2009). Simpson vd. (2002) tarafından 299 satın alma yöneticisi üzerinden toplanan verilerle yapılan çalışmada, bünyesinde resmi bir tedarikçi değerlendirme sürecine sahip firmaların sayıca azlığına dikkat çekilmiştir. Buna ek olarak çalışmada, tedarikçi seçiminde dikkat edilen en önemli unsurların ise kalite, fiyat, tedarikçi sertifikasyonu, tesislerin mevcudiyeti, sürdürülebilir iyileştirmeler ve etkili fiziksel dağıtım faktörleri olduğuna işaret edilmiştir. Su ve Gargeya (2016) tarafından yapılan çalışmaya göre; küçük ve orta ölçekli firmalar tarafından genel müşteri hizmeti seviyesini olumlu yönde etkileyen ürün kalitesinin mevcudiyeti, tedarikçinin stratejik hedeflerle uyumlu bir yaklaşıma sahip olması ve duyarlılığı gibi unsurlar tedarikçinin değerlendirilmesi adına vurgulanan noktalardır. Fehr ve Rocha'ya (2018) göre, tedarikçi ile olan ilişkide ekonomik açıdan sürdürülebilir ve karşılıklı yarar sağlayan bir yapının sağlanabilmesi için tedarikçinin, sürekli bilgi paylaşımı ve güven temelinde, katılımcı iş süreçleri, yetkinlik ve etkili iletişim gibi yeteneklere sahip olması beklenmektedir. Özbekler ve Öztürkoğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada, ise organizasyonların pazarın değişen koşullarına uyum sağlaması ve sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesi adına algılanan hizmet kalitesini sürdürülebilirlik boyutları olan ekonomik, sosyal ve çevresel alt alanlarında zenginleştirmesi gerektiğini önerilmiştir. Çalışmaya göre organizasyonlar, tedarik zinciri dâhilinde kuracakları ilişkilerde salt kısa vadeli ekonomik yararlara odaklanmaktan ziyade, sürdürülebilir performansı sağlayacak sosyal ve çevresel faydaları yaratacak sağlam ilişkiler temelinde hareket etmelidir.

Günümüzde hemen hemen tüm sektörlerde artan rekabet koşulları, tedarik zincirlerinin kırılma riskini azaltma konusunda stratejiler üretmeye odaklanan işletmelerin tedarikçi seçiminde önem verdiği kriterleri değişen koşullar paralelinde dönüştürmeye zorlamaktadır. Buna ek olarak, COVID-19 salgınının gerektirdiği dönüşüm ve yeni normal düzende iş yapış biçimlerinin yeniden kurgulanması gerekliliği ile beraber, tedarik zinciri bütününe etkileyebilecek güncel tedarikçi seçim eğilimlerinin irdelenmesi ihtiyacı hiç olmadığı kadar önem kazanmıştır (Chen vd, 2021). COVID-19 salgını ile beraber ürün kaynaklarına ulaşmada zorluk yaşayan işletmeler, üretim süreçlerinde aksaklıklar yaşamış, tedarik zinciri yapılarının olağan akışının bozulmasına yol açacak kırılmalarla karşı karşıya kalmıştır. Küresel, ulusal ya da yerel ölçekte olmasına bakılmaksızın iş süreçlerinin çeşitli bozulmalara maruz kaldığı ve günü kurtaran çözümler ile hizmet vermeye çalışılan bu dönem dâhilinde, tedarikçiden beklenen geleneksel yetenekler yerini belirsiz süreçlerde hayat kurtaran yeteneklerin mevcudiyeti beklentisine bırakmıştır (URL4). Salgın sonrası yeni düzende kurgulanacak tedarikçi ilişkileri, yakın işbirliği temelinde kısa vadeli ticaret yapısından uzun vadeli stratejik ilişkilere dönüşecek ve alternatif tedarikçilerin sınırlı kapasitesi için işletmeler arası rekabet hiç olmadığı kadar yoğunlaşacaktır (URL2). Bir çeşit stratejik ortaklık yapısına dönüşecek olan tedarikçi ilişkileri, işletmelerin belirsizlik anında sürdürmeye çalıştığı mevcut iş süreçlerini etkili lojistik yetenekler üzerinden yükselen çözümler aracılığıyla destekleyebilecek bir ilişki yapısı ile yeni normal düzenine doğru ilerlemektedir (Chen vd, 2021). Bu açılarından, COVID-19 salgını ile beraber değişen öncelikler doğrultusunda uygun alternatif tedarikçilerin nasıl seçileceği kilit bir soru haline gelmiş ve bu çalışma kapsamında temel araştırma sorusu olarak ele alınmıştır.

Geleneksel tedarikçi seçim kriterlerinin COVID-19 salgını kapsamındaki cevap verebilirliğinin incelenmesi ve ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar kapsamında çeşitlendirilerek belirsizliklere uyumlaştırılması fikri çalışmanın temel motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu bakımdan çalışma, belirsizliklerin yoğun olduğu bir ortamda tedarikçilerin lojistik yeteneklerine yönelik işletme beklentilerini durumsallık teorisi kapsamında ele almaktadır. Bu yönüyle çalışma, literatürde yer alan önceki çalışmalardan farklı olarak değişen durumlarda işletmenin uyumlu bir süreç inşa

edebilmesi ve olası riskleri tolere etme yeteneğinin artırılması adına durumsallık teorisini tedarikçi seçim kriterleri kapsamında pratik hayata uygulanabilecek şekilde sentezlemiştir. Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde yer alan giriş bölümünü, ikinci bölümdeki durumsallık teorisi kapsamında lojistik yeteneklerin dönüşümü konusu izlemektedir. Üçüncü bölümde, Bulanık AHP yönteminin çalışma yöntemi olarak belirlenmesinin gerekçeleri ve yöntem uygulama adımlarının yanı sıra çalışmanın veri toplama süreçleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölüm, uygulama ve veri analizinin sonucunda ulaşılan bulguları içermektedir. Beşinci bölüm, ulaşılan bulguların tartışılması sonucunda çalışmanın temel sorusunun cevabını sunan bir iç görü sağlamaktadır. Altıncı ve son bölüm ise çalışma sonucunun değerlendirilmesi ve gelecek çalışmalar için öneriler sunan bir temelde ele alınmıştır.

2. DURUMSALLIK TEORİSİ PERSPEKTİFİNDEN LOJİSTİK YETENEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ

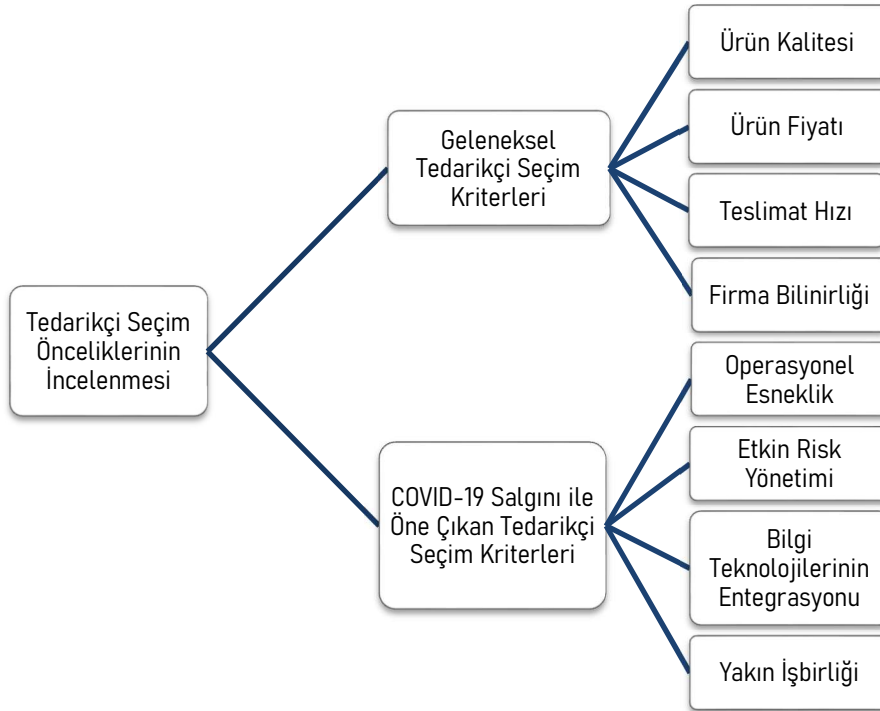
COVID-19 salgını küresel anlamda yüksek belirsizlikler içeren ve bu belirsizliklere uyumlu bir ağ planlaması yapısı gerektiren bir süreci gözler önüne sermiş ve özellikle tedarikçi ile olan ilişkilerde karşılaşılan aksaklıkların giderilmesi adına işletmeleri yeniden düşünmeye zorlamıştır (Ivanov, 2021). Bu bakımdan yeni normal adı verilen ve salgın sonrası olan sürece işaret eden düzende, tedarikçi seçiminde öne çıkan başlıkların belirsizlik yaratan değişkenliklere uyum gösterecek şekilde belirlenmesi ve organizasyonların sürdürülebilir performansını çevresel değişkenliklerden en az etkilenen bir yapı ile düzenlemesi gerekmektedir. Ivanov (2020) tarafından COVID-19 salgını etkisinde tedarik zinciri yapısının dönüşümüne ilişkin ortaya konulan çalışmada, organizasyonel yapıların "Yaşayabilen Tedarik Zinciri" (Viable Supply Chain) yapısı dâhilinde yeni normal düzenine adaptasyon yeteneğinin artırılması gerekliliği ele alınmıştır. Buna göre bir organizasyon, faaliyetlerini yürüteceği tüm tedarik zinciri üyeleri ile olan ilişkilerinde dinamik olarak uyarlanabilir ve yapısal olarak değiştirilebilir nitelikte olan süreçleri hayata geçirmelidir (Ivanov ve Dolgui, 2020). Bu kapsamda özellikle tedarik zinciri üyelerinin zincir genel performansı için ortaya koydukları yeteneklerinin çevik, dirençli ve sürdürülebilir olması gerektiğini öne sürmüş ve belirsizliğin yarattığı olumsuz etkilere cevap verebilirliğin bu şekilde arttırılabileceğini savunmuştur. Hoek (2020) tarafından COVID-19 salgını sürecinde tedarik zinciri

risklerinin azaltılması konusunun ele alındığı çalışmada, kriz dönemlerinde etkin risk yönetimi yetkinliğine sahip ve belirsiz süreçleri esnek iş yapış biçimleri ile tolere edebilme yeteneği gösterebilen alternatif tedarikçi seçimlerinin gerçekleşmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Sharma vd. (2020) tarafından tedarik zincirlerinin COVID-19 salgını içinde ve sonrasında performansını sürdürülebilirliği ve güçlendirilmesi adına zincir üyeleri arasındaki ilişkilerde aranması gereken faktörlerin incelendiği çalışmada, belirsizlik altında sürdürülebilir performans, esnek yapılandırma, katılımcılık, yakın işbirliği ve dijital veri odaklı süreçlerin mevcudiyeti unsurlarının öne çıktığını vurgulanmıştır. Bir başka çalışmada, COVID-19 salgını sırasında tedarik zinciri üyeleri arasındaki ilişkilerin gereklilikleri noktasında karar verirken dikkate alınması gereken kriterler üç kategori altında incelenmiştir (URL3). Buna göre geleneksel iş değerleri kategorisi altında ürün kalitesi, fiyat ve teslimat hızı gibi alt kriterler, kriz yönetimi kategorisi altında güvenilirlik, çeviklik, dayanıklılık gibi alt kriterler ve sosyal değerler kategorisinde ise etik iş yapış biçimi, yakın işbirliği, bilgi paylaşımı gibi alt kriterlerin yer alması gerektiğini ifade etmiştir.

Buna ek olarak, Chen vd. (2021) tarafından COVID-19 salgını sürecinde bir organizasyonun tedarikçiden beklentilerine odaklanılan çalışmada, geleneksel beklentiler olarak kabul edilen ürün kalitesi, fiyat, teslimat hızı, şirket itibarı faktörlerine ek olarak, salgın kontrol performansı, direnç seviyesi ve aşılma hızı faktörlerinin öne çıktığı ifade edilmiştir. Majumdar vd. (2021) yaptıkları çalışmada, COVID-19 salgını sonrası yeni normalde tedarikçi dayanıklılığını riskleri benimseme yeteneği, uyarılma yeteneği ve onarma yeteneği açılarından ele alarak, tedarikçi seçim kriterlerinin geleneksel kriterlerden farklılaşması gerektiğini öne sürmüştür. Buna göre, etkin risk yönetimi ve sosyal açıdan sürdürülebilirlik başlıkları güncel tedarikçi yeteneklerine yönelik beklentilerin başında gelmektedir. Pereira vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada ise, COVID-19 salgınının tedarikçi yeteneklerine yönelik ortaya çıkardığı beklentiler kapsamında bilgi teknolojilerinin üstün kullanma yeteneği, sürekli bilgi paylaşımı, yakın işbirliği, sosyal ve çevresel sorumlulukları benimseme başlıklarının öne çıktığı görülmektedir.

Bu çalışma, Durumsallık Teorisi kapsamında ele alınarak COVID-19 salgınında yaşanan belirsizlik sürecine karşı etkili tedarikçi seçim kriterlerini



Şekil 1: Yeni Normalde Tedarikçi Seçimi İçin Önerilen Kriterler

değerlendirmek ve geleneksel seçim kriterlerindeki var olan dönüşümleri inceleme odağı üzerinde durmaktadır. Bir organizasyon yapısı için evrensel yani her koşula uyumlu bir 'en iyinin' olmadığı düşüncesi temelinde yükselen Durumsallık Teorisi, birçok değişkenin organizasyonu ve içinde bulunduğu ağı etkilediğini ortaya koymaktadır (Rosenzweig, 2009). Teoriye göre asıl önemli olan, organizasyonun bu değişkenlerin yarattığı belirsizliklere ne derecede uyan bir eğilim gösterdiğini anlamak ve belirsizlikler karşısında en uygun sonucu elde etmeye yarayacak organizasyonel yapının kurgulanabilmesidir (Lawrence ve Lorsch, 1967). Geleneksel düzende tedarik zincirinde tasarım ve farklılaştırma konusu firmalar tarafından öncelikli yatırım yapılan bir alan değildir. Ayrıca, COVID-19 salgını sırasında önceden planlanan tedarik zinciri risk senaryolarının işe yaramayan bir yapı sergilemesi, birçok belirsizliğin organizasyonlar tarafından iyi yönetilemediğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, COVID-19 salgını beraberinde daha esnek ve çevik zincirler için planlamalar ve stratejiler geliştirilmesi fikrini göz önünde bulundurarak belirsizliklere daha iyi cevap verebilecek bir tedarikçi seçimi yapılandırması önermeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, COVID-19 salgınına ilişkin ele alınan çalışmalar ve ilgili gündem incelenerek Şekil 1'de verilmiş kriterlerin tedarikçi seçimi için uygulanabilirliği önerilmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen Şekil 1'de, tedarikçi seçim kriterlerinin COVID-19 salgını ile beraber işletmelerin aldığı dersler göz önünde bulunarak, geleneksel ve salgın ile öne çıkan kriterler olarak iki başlık üzerinden değerlendirilmesi önerilmektedir. Ürün kalitesi, ürün fiyatı, teslimat hızı ve firma bilinirliği tedarikçi seçimi konusunda literatürde en sık değerlendirilen geleneksel kriterlerdir. Mevcut risk yönetimi stratejileri temel olarak riski yıkıcı olayların meydana gelme olasılığı ve aksaklıkların iş üzerindeki etkisi ile ilişkilendirilmektedir (Brindley, 2014). Bu tür stratejiler, var olan performansın korunmasına yönelik 'tahmin et ve uyarla' yaklaşımlarını sunarken, pandemi gibi bilinmezlik içeren durumlar, zincirdeki kırılma olasılığının önceden değerlendirilemediği belirsizliklere uyum sağlamayı ve bu anlamda esnek bir tedarik zinciri (supply chain resilience) yapısı oluşturmayı gerektirmektedir (Scholten vd., 2019). Bu anlamda COVID-19 salgını ile ortaya çıkan tedarikçi önceliklerinin farklılaşabileceği ortaya çıkmaktadır.

Operasyonel esneklik, tedarikçi tarafından beklenmedik sorunlarla başa çıkılması ve operasyonların ve işletmeye olan teslimatların sürekliliğinin sağlanması anlamına gelmektedir (Stone ve Rahimifard, 2018). Yine COVID-19 salgını beraberinde risk ortamının detaylı olarak anlaşılması, risklerin etkilediği alanların belirlenmesi ve bu risklerle yüzleşmeye yardımcı olan bileşenlerin güçlendirilmesi anlamına gelen etkin risk yönetimi diğer bir önemli kriter olarak değerlendirilebilmektedir (Van der Vegt vd., 2015). Taraflar arası tüm iletişimin ve kullanılan dijital kaynakların şeffaf ve katılımcı şekilde paylaşımı ve yenilikler ile sürekli gelişimin tedarikçi tarafından destekleniyor oluşu, bilgi teknolojilerinin entegrasyonu kriteri altında değerlendirilebilmektedir. Bunlara ek olarak yakın işbirliği ise, tedarik zincirinin iki veya daha fazla üyesi arasındaki paylaşılan bilgi, bilgi ve kararların düzeyi ve derecesi anlamına gelmekte ve stratejik iş ortaklığı seviyesinde başarı ve başarısızlığın paylaşılmasını ifade etmektedir (Scholten ve Schilder, 2015).

3. YÖNTEM

Literatür incelendiğinde tedarikçi seçimi ile ilgili kriterlerin incelenmesine yönelik çalışmalarda yararlanılan başlıca yöntemin Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri olduğu görülmektedir. Bu kapsamda tedarikçi seçimi çalışmalarında kullanılan analizlerin başlıcaları, AHP (Navarro vd., 2020), ANP (Gencer ve Gürpınar, 2007), TOPSIS (Boran vd., 2009), Bulanık TOPSIS (Chen vd., 2021), Bulanık AHP (Özfarat vd., 2014) ve Veri Zarflama (Pratap vd., 2021) analizleri olarak görülebilmektedir. COVID-19 salgınının tedarik zinciri süreçlerinde birçok belirsizliğe neden olması ve karar alma süreçlerinin de bu belirsiz ortamdan etkilenmesi nedeni ile bu çalışmada tedarikçi seçiminde öne çıkan lojistik yetenekler Bulanık AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. İnsan doğasında var olan belirsizlikleri anlamlandırma konusunda en etkili analizlerden biri olan Bulanık AHP karar vericilere esneklik sunarken, ele alınan konu için daha hassas sonuçlara ulaşma konusunda yardımcı olmaktadır (Lee vd., 2008).

Çalışmada, Sinop ilinde imalat sektöründe faaliyet gösteren üç farklı işletmedeki toplamda 7 uzman katılımcı ile odak grup görüşmesi yapılarak veriler toplanmıştır. Çalışmaya dâhil edilen işletmelerin üretim yaptığı alanlar plastik ambalaj, tekstil ve makina olmak üzere birbirinden farklı sektörel

alanlardır. Çalışmaya katılan uzmanların her biri 5 yıl ve üzerinde deneyime sahip olmakla birlikte satın alma bölümü yönetim pozisyonlarında (müdür, müdür yardımcısı ve şef) çalışmaktadır. Bu kapsamda önerilen kriterlerin önceliklendirilmesine ilişkin veriler, Bulanık AHP soru formu ile katılımcılara yöneltilen ikili karşılaştırma soruları aracılığıyla elde edilmiş ve analize ilişkin gerekli adımlar takip edilerek değerlendirilmiştir. Saaty ve Özdemir (2014: 360) tarafından yapılan çalışmada, AHP analizi ve benzer ÇKKV tabanlı yöntemlerde hata minimizasyonu ve tutarlı karşılaştırma matrisleri elde ederek sonuçların yüksek doğruluk oranına sahip olması adına örneklem büyüklüğünün ne olması gerektiği konusu ele alınmıştır. Buna göre, çalışmaya dâhil edilecek karar verici uzmanlar eğer homojen sayılabilecek bir uzmanlık alanına sahipse kişi sayısının 7 kişiyi geçmemesi gerektiği ifade edilmiştir. Bu anlamda çalışmadaki örneklem büyüklüğü, öne sürülen yeterliliği sağlamaktadır.

3.1. Bulanık AHP

Bulanık AHP analizi, ikili karşılaştırma esnasında kullanılan sözel (dilsel) ifadenin bulanık sayılar ile karakterize edilmesi mantığı üzerine dayanmakta ve karar vericilere esneklik sağlamaktadır (Lee vd., 2008). Bu çalışma kapsamında Bulanık AHP analizinde Buckley'in Geometrik Ortalama Tekniği yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşımın benimsenmesinde analiz uygulama adımlarının diğer yaklaşımlara göre daha az zaman ve hesaplama gerektirmesi ön plana çıkmıştır.

Tablo 1: Bulanık AHP İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi (Dilsel İfadeler)	Üçgensel Bulanık Sayılar (<i>l,m,u</i>)	Üçgensel Karşılık Bulanık Sayılar (<i>1/u, 1/m, 1/l</i>)
Eşit Önemli	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
Biraz Önemli	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Önemli	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Oldukça Önemli	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Mutlak Önemli	(8,9,9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Kaynak: Kazancoglu ve Ozturkoglu (2018)

Bulanık AHP analizi kapsamında karşılaştırılan kriterlerin dilsel ifadelerine karşılık olarak üçgensel bulanık sayılar (triangular fuzzy numbers)

kullanılmakta ve bu sayılar, *l* en düşük *m* orta, *u* ise üst sınır olmak üzere üç reel sayı ile ifade edilmektedir. Bulanık AHP değerlendirme ölçeği Tablo 1'de görülebilir. Çalışmada kullanılan Buckley'in Geometrik Ortalama Tekniği doğrultusunda Bulanık AHP analizinin uygulama adımları şu şekildedir (Buckley, 1985):

Adım 1 Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması:

Karar vericiler tarafından dilsel değişkenler üzerinden yapılan ikili karşılaştırmalar bulanık sayılara dönüştürülür ve bulanık karşılaştırma matrisi (\tilde{A} $n \times n$) oluşturulur.

$$\begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bu aşamada eğer birden çok karar vericinin söz konusu olduğu bir çalışma yürütülüyorsa, ortak matris oluşturularak işlemlere devam edilmesi gerekmektedir. Her bir karar verici için oluşturulan matrislerin birleştirilmesi işlemi, her bir hücredeki bulanık değerlerin sırasıyla tüm uzmanlar tarafından veriler değerler kapsamında geometrik ortalamasının alınması işlemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde matrislerin uzman grubuna ilişkin ortak bir (\tilde{A}) matrisine dönüştürülmesi ve böylece tek (*lij*, *mij* ve *uij*) değerlerinin oluşturulması (2) işlemindeki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} l_{ij} &= \left(\prod_{k=1}^k (l_{ijk}) \right)^{1/k}, & m_{ij} &= \left(\prod_{k=1}^k (m_{ijk}) \right)^{1/k}, \\ u_{ij} &= \left(\prod_{k=1}^k (u_{ijk}) \right)^{1/k} \end{aligned} \quad (2)$$

Adım 2 Bulanık Değerlerin Geometrik Ortalamasının Alınması:

Bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalaması (\tilde{r}_i) (3) işleminde hesaplanmaktadır.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \times \dots \times \tilde{a}_{ij} \times \dots \times \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (3)$$

Adım 3 Geometrik Ortalamaların Bulanık Ağırlıklara Dönüştürülmesi:

Öncelikli olarak her bir \tilde{r}_i değeri için vektör toplamı hesaplanır. Daha sonra toplanan vektörlerin (-1)'inci

kuvveti alınır. Daha sonra ortaya çıkan sonuçlar artan bir sıralama oluşturacak şekilde düzenlenir. Ve son olarak bulanık ağırlık değeri (\tilde{w}_i) için, her bir \tilde{r}_i değerinin bu ters vektör ile çarpımı gerçekleştirilir. Bu adımlara ilişkin olarak yapılan işlem (4) işleminde görülebilir.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \times [\tilde{r}_1 + \dots + \tilde{r}_i + \dots + \tilde{r}_n]^{-1} \quad (4)$$

Adım 4 Bulanıklıktan Arındırma:

Adım 3 sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları hala bulanık üçgen sayılar olduğundan, Alan Merkezi (Center of Area) yöntemiyle bulanıklıktan arındırılmaları ve En İyi Bulanık Olmayan Performans değerlerinin (Best Non-fuzzy Performance value-BNP) hesaplanması gerekmektedir (Kazancoglu ve Ozturkoglu, 2018). Bu hesaplama işlemi (5) işlem adımıyla görülebilir.

$$BNP_{wi} = [(U_{wi} - L_{wi}) + (M_{wi} - L_{wi})]/3 + L_{wi} \quad (5)$$

Adım 5 Değerlerin Normalize Edilmesi:

Adım 4'de elde edilen değerler bulanıklıktan arındırılmış değerler olmasına rağmen normalize edilmesi gerekmektedir. (6) işlemi ile normalize edilmiş olan ağırlık değerleri, Bulanık AHP analizi sonucunda ulaşılmak istenen normalize edilmiş asıl değerleri (N_i) vermektedir.

$$N_i = \frac{BNP_{wi}}{\sum_{i=1}^n BNP_{wi}} \quad (6)$$

4. UYGULAMA VE BULGULAR

Şekil 1'de gösterilen kriterlere ilişkin Bulanık AHP yöntemi kapsamında ele alınan adımlar sırasıyla şu şekilde özetlenebilir:

- Öncelikle katılımcılara ait ortak karar matrisinin oluşturulabilmesi adına bireysel katılımcı cevaplarının geometrik ortalaması alınmıştır.
- Buckley'in Geometrik Ortalama Tekniği kullanılan analizde, katılımcılara ilişkin oluşturulan ortak matristeki bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalaması (\tilde{r}_i) alınması işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra bu ortalamalar bulanık ağırlıklara (\tilde{w}_i) dönüştürülmüştür.

• Son olarak bulanıklıktan arındırma işlemi adına En İyi Bulanık Olmayan Performans (BNP_{wi}) değerleri hesaplanmış ve normalize edilerek Bulanık AHP analizi sonucunda ulaşılmak istenen normalize edilmiş asıl değerler (N_i) elde edilmiştir.

Tablo 2'de görüleceği gibi bireysel katılımcıların ortak fikirlerinin incelenmesi adına geometrik ortalama alınarak yeni bir ortak bulanık matris oluşturulmuştur. Bu işlemi takiben normalize edilmiş asıl değerlere ulaşma adına işlemler gerçekleştirilmiş ve Tablo 3'de görülen tedarikçi seçimindeki öncelik değerleri elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Tablo 3 incelendiğinde, imalat sektöründeki uzman katılımcıların COVID-19 salgını beraberinde en çok önem verdikleri tedarikçi seçim kriterinin %29'luk bir oran ile teslimat hızı olduğu görülmektedir. Su ve Gargeya (2016) tarafından tedarikçinin proaktif cevap verebilirliği ve zamanında teslimat eğilimi altında kategorileştirilen bu kriter, tedarik zincirinin çevikliği ve iş yapış performansının kesintisiz sürdürülebilirliğini sağlaması adına Ivanov (2021) tarafından yapılan çalışmada en önemli kriter olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Alikhani vd. (2019) ve Hosseini vd. (2019) tarafından yapılan salgın sırasında işletmenin tedarikçisinden beklentileri arasında en çok üzerinde durulan konu yine ürünlerin zamanında teslimatının sağlanarak üretim akışının bozulmaması ve bu şekilde işletmenin bulunduğu tedarik zincirinde olası aksaklıklara maruz kalınmaması olduğu görülmektedir. Bunu takiben çalışmada, %28'lik bir oran ile ikinci sırada yakın işbirliği en önemli kriter olarak bulunmuştur. Buna göre, tedarikçinin işletme ile yakın ilişkiler geliştirmesi, uzun vadeli stratejik ortaklık yapısına dönüşmüş bir bilgi paylaşım seviyesi ve birlikte hareket etme eğilimi gereklilikleri bu kriterin önemini ortaya koymaktadır. Önceki çalışmalar (Navarro vd., 2020; URL3) ile benzer sonuçlara ulaşılan çalışma dâhilinde, COVID-19 salgını ile yeni normal düzeninden bahsettiğimiz günümüzde tarafların birbirini algılama biçiminin müşteriden ziyade iş ortağına dönüşmesi ve iki taraflı güven üzerinden ilişkilerin geliştirilmesi fikrinin öne çıktığı söylenebilmektedir.

Üçüncü olarak, %17'lik bir oran ile operasyonel esneklik kriteri önemli bulunmuş ve tedarikçinin olası dalgalanmalara veya değişimlere dayanma ve buna uyum sağlama, hatta kırılmalardan sonra yeni ve

Tablo 2: Katılımcılara İlişkin Ortak Bulanık Matris

Yakın İşbirliği	Bilgi Teknolojilerinin Entegrasyonu	Etkin Risk Yönetimi	Operasyonel Esneklik	Firma Bilinirliği	Teslimat Hızı	Ürün Fiyatı	Ürün Kalitesi
4,90	0,17	0,50	4,00	0,12	4,90	2,00	1,00
5,92	0,20	0,58	5,00	0,13	5,92	3,00	1,00
6,93	0,25	0,71	6,00	0,14	6,93	4,00	1,00
6,00	0,25	0,25	4,00	0,13	4,00	1,00	0,25
7,00	0,33	0,33	5,00	0,14	5,00	1,00	0,33
8,00	0,50	0,33	6,00	0,17	6,00	1,00	0,50
0,50	0,14	0,17	0,50	0,12	1,00	0,17	0,14
0,58	0,17	0,20	0,58	0,13	1,00	0,20	0,17
0,50	0,20	0,25	0,71	0,14	1,00	0,25	0,20
8,00	4,00	4,00	6,00	1,00	6,93	6,00	6,93
9,00	5,00	5,00	7,00	1,00	7,94	7,00	7,94
9,00	6,00	6,00	8,00	1,00	8,49	8,00	8,49
2,00	0,25	0,25	1,00	0,13	1,41	0,17	0,17
3,00	0,33	0,33	1,00	0,14	1,73	0,20	0,20
4,00	0,50	0,50	1,00	0,17	2,00	0,25	0,25
4,00	1,00	1,00	2,00	0,17	4,00	2,00	1,41
5,00	1,00	1,00	3,00	0,20	5,00	3,00	1,73
6,00	1,00	1,00	4,00	0,25	6,00	4,00	2,00
4,00	1,00	1,00	2,00	0,17	4,90	2,00	4,00
5,00	1,00	1,00	3,00	0,20	5,92	3,00	5,00
6,00	1,00	1,00	4,00	0,25	6,93	4,00	6,00
1,00	0,17	0,17	0,25	0,11	2,00	0,13	0,14
1,00	0,20	0,20	0,33	0,11	1,73	0,14	0,17
1,00	0,25	0,25	0,50	0,13	2,00	0,17	0,20

Tablo 3: Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

	\hat{r}_i			\hat{w}_i			BNP_{wi}	Ni	Sıralama
Ürün Kalitesi	0,655	0,776	0,924	0,047	0,065	0,092	0,068	0,07	5
Ürün Fiyatı	0,799	1,010	1,233	0,058	0,085	0,123	0,089	0,09	4
Teslimat Hızı	3,052	3,466	3,945	0,220	0,291	0,394	0,302	0,29	1
Firma Bilinirliği	0,169	0,186	0,215	0,012	0,016	0,021	0,016	0,02	8
Operasyonel Esneklik	1,622	2,043	2,521	0,117	0,172	0,252	0,180	0,17	3
Etkin Risk Yönetimi	0,493	0,580	0,677	0,035	0,049	0,068	0,051	0,05	6
Bilgi Teknolojilerinin Entegrasyonu	0,422	0,498	0,610	0,030	0,042	0,061	0,044	0,04	7
Yakın İşbirliği	2,799	3,357	3,710	0,201	0,282	0,371	0,285	0,28	2

daha arzu edilen bir duruma geçme' kapasitesinin önemini ortaya koymuştur (Christopher ve Peck, 2004). Dinamik ve çevik yetenekler, belirsizlik süreçlerinde operasyonların esnek iş yapış biçimleri ile yönetilmesi ile işletmelerin karlarını artırmada desteklemektedir (Fadaki vd., 2020). Dördüncü olarak önemli bulunun tedarikçi seçim kriterinin, %9'luk oran ile ürün fiyatı olduğu görülmektedir. Bu sırayı takiben ise %7'lik oran ile ürün kalitesi gelmektedir. Geleneksel tedarikçi seçim kriterlerinin temelini oluşturan bu iki faktör, işletmelerin kar etme temelinde maliyetlerini minimize ve müşteri memnuniyetini ise maksimize etme eğilimi temelinde açılabilir bir sonucu ortaya koymaktadır (Özbekler ve Karaman Akgül, 2020). COVID-19 salgını öncesinde tedarikçi seçimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, ürün fiyatı ve ürün kalitesi kriterlerinin önceliklendirmesi anlamında ilk sıraları paylaştığı görülmektedir (Dickson, 1966; Ecer ve Küçük, 2008; Kapar, 2013). COVID-19 salgını ile beraber, ürün fiyatı ve kalitesi unsurları tedarikçi seçim sürecindeki mutlak önemini yitirmiş ve tedarik zincirinin dayanıklılığını arttırmaya yönelik çabaların etkili olduğu öncelikler gündeme gelmiştir. İşletmenin satın alma sürecinin finansal açıdan karlılığı ve başarısı, kararlar üzerindeki etkisini korusa da belirsizlik sürecinde iş yapış biçiminin sürdürülebilirliği için bu kriterlerin tek başına bir yeterliliği kalmadığı anlaşılmaktadır.

Tedarikçi seçim kriterlerinin önemine yönelik sıralamayı %5'lik bir oran ile etkin risk yönetimi ve %4'lük bir oran ile de bilgi teknolojilerinin entegrasyonu izlemektedir. Özellikle mal akışına yönelik operasyonların aksamaması adına hem işgücü hem de tedarik sürecinin direncini arttırmak ve belirsizlik durumunda anlık müdahale etme konusunda profesyonel bir kriz yönetim planına sahip

olma konusu COVID-19 salgını ile beraber tüm işletmelerin gündeminde yer edinmiştir (Fonseca ve Azevedo, 2020). Bu anlamda İşletmelerin tedarikçilerinden beklentileri öngörülen ya da mevcut olan krizlerin reaktif yaklaşımdan ziyade proaktif olarak çözümlenmesine yönelik etkin risk yönetimi yeteneğine sahip olunmasıdır. Günümüzde bilgi iletişim teknolojilerinin iş süreçlerini destekleyen güçlü etkisi, iş ortakları olan taraflar arasındaki iletişimin dijital ortama adapte edilerek ürün, bilgi ve para akışlarının şeffaf ve kesintisiz akışına imkan tanıyacak şekilde entegre edilmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda tedarik sürecinin sorunsuz işlenmesi ve kontrol edilebilirliğinin artırılması adına bilgi teknolojilerinin entegrasyonu kriterinin önemli bulunduğu düşünülmektedir. Son olarak, %2'lik bir oran ile firma bilinirliği kriterinin tedarikçi seçim kararları arasında yer bulduğu ortaya konmuştur. COVID-19 salgını, geleneksel düzenin çok ötesinde bir belirsizlik ortamı yaratmış ve önceden en güvenilir ve dayanıklı olarak görülen işletmelerin yaşadığı zorluklar ile gündeme gelmiştir. Bu kapsamda işletmelerin, değerlendirme sürecinde en çok önem verdikleri teslimat hızı, yakın işbirliği ve operasyonel esneklik gibi kriterlerin yerine getirilmesi üzerinden uzun vadeli ilişkiler kurma ve firma güvenilirliğini deneyimleyerek öğrenme yolu ile yeni normal düzende konumlanmayı planladıkları ifade edilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

COVID-19 salgını ile beraber, işletmelerin içinde buldukları tedarik zincirlerinin yapısı ürün bulunabilirliği, teslimat süreleri ve müşteri hizmetleri seviyeleri açısından büyük bir belirsizlik süreci içerisinde çeşitli aksaklıklara maruz kalmıştır. Özellikle işletmelerin tedarik sürecinde yaşadığı başarısızlıklar, uzun vadeli kanal ilişkileri kurmaya

artan vurgu ile beraber birçok firmayı tedarikçi seçiminde son derece seçici olmaya teşvik etmiştir. Tedarikçi seçimini konu alan literatür incelendiğinde çok sayıda ilgili çalışma bulunduğu gözlenmektedir. Bu çalışmanın literatüre kattığı özgün değer, COVID-19 salgını beraberinde yükselen işletme beklentileri ve ihtiyaçları doğrultusunda tedarikçi seçim kriterlerindeki dönüşümü ele almak ve mevcut literatüre güncel bir bakış açısı sunmaktır. Çalışma, belirsizlik ortamında karar vermeyi gerektiren bir ihtiyaç temelinde Bulanık AHP yöntemi ile incelenmiş ve ekonominin belkemiği olan imalat sektörü dinamikleri içerisinde değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak çalışma, durumsallık teorisi kapsamında ele alınarak küresel anlamda yüksek belirsizlikler içeren ve bu belirsizliklere uyumlu bir ağ planlaması yapısı gerektiren güncel eğilimleri tedarikçi seçim problemine adapte etmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre yeni normal düzeninin gerektirdiği iş yapış biçimlerine uygun olarak tedarikçi seçim kriterlerinde dönüşümler yaşanmaktadır. Buna göre, teslimat hızı, yakın işbirliği ve operasyonel esneklik gibi kriterlerin yanı sıra etkin risk yönetimi ve bilgi teknolojilerinin entegrasyonu gibi kriterlerin günümüzün yeni lojistik yetenekleri olarak değerlendirildiği ve salt düşük fiyat vurgusunun literatürde yer alan önceki çalışmalara oranla önem derecesinin azaldığı ortaya konmuştur. Bu çalışmanın, bir organizasyonun değişen durumlara ve belirsizliklere uyum sağlayabilme yeteneğinin geliştirilmesi ile genel performansının mevcut durumdaki olumsuzluklar ile baş edebilmesine yönelik ulaştığı bulgular ile akademik literatüre, orta ve uzun vadeli efektif kararların alınması açısından ise sektördeki karar vericilere önemli iç görüler sunması beklenmektedir. Konu ile ilgili gelecek çalışmalar için, imalat sektörü haricinde farklı sektör alanları özelinde tedarikçi seçim kriterlerinin incelenmesi ve farklı ÇKKV yöntemleri ile yöntem zenginliği sunulması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Alikhani, R., Torabi, S. A. ve Altay, N. (2019), "Strategic Supplier Selection Under Sustainability and Risk Criteria", *International Journal of Production Economics*, 208, pp.69-82.
- [2] Araz, O. M., Choi, T. M., Olson, D. L. ve Salman, F. S. (2020), "Data Analytics for Operational Risk Management", *Decision Sciences*, 51(6), pp.1316-1319.

[3] Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M. ve Akay, D. (2009), "A Multi-criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Supplier Selection with TOPSIS Method", *Expert Systems with Applications*, 36(8), pp.11363-11368.

[4] Brindley, C. (2014), "Supply Chain Risk", Ashgate Aldershot: Farnham, United Kingdom.

[5] Buckley, J. J. (1985), "Ranking Alternatives Using Fuzzy Numbers", *Fuzzy Sets and Systems*, 15(1), pp.21-31.

[6] Chen, T., Wang, Y. C. ve Wu, H. C. (2021), "Analyzing the Impact of Vaccine Availability on Alternative Supplier Selection Amid the COVID-19 Pandemic: A cFGM-FTOPSIS-FWI Approach", *In Healthcare*, 9(1), s.71.

[7] Christopher, M. ve Peck, H. (2004), "Building The Resilient Supply Chain", *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), pp.1-14.

[8] Dickson, G. W. (1966), "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", *Journal of Purchasing*, 2(1), pp.5-17.

[9] Ecer, F. ve Küçük, O. (2008), "Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), ss.355-369.

[10] Fadaki, M., Rahman, S. ve Chan, C. (2020), "Leagile Supply Chain: Design Drivers and Business Performance Implications", *International Journal of Production Research*, 58(18), pp.5601-5623.

[11] Fehr, L. C. F. D. A. ve Rocha, W. (2018), "Open-book Accounting and Trust: Influence on Buyer-supplier Relationship", *RAUSP Management Journal*, 53(4), pp.597-621.

[12] Fonseca, L. M. ve Azevedo, A. L. (2020), "COVID-19: Outcomes for Global Supply Chains", *Management and Marketing*, 15(1), pp.424-438.

[13] Gencer, C. ve Gürpınar, D. (2007), "Analytic Network Process In Supplier Selection: A Case Study In An Electronic Firm", *Applied Mathematical Modelling*, 31(11), pp.2475-2486.

[14] Hoek, R.V. (2020), "Responding to COVID-19 Supply Chain Risks—Insights from Supply Chain Change Management, Total Cost of Ownership and Supplier Segmentation Theory", *Logistics*, 4(4), pp.23.

[15] Hosseini, S., Morshedlou, N., Ivanov, D., Sarder, M. D., Barker, K. ve Al Khaled, A. (2019), "Resilient Supplier Selection and Optimal Order Allocation Under Disruption Risks", *International Journal of Production Economics*, 213, pp.124.

- [16] Ivanov, D. (2020), "Viable Supply Chain Model: Integrating Agility, Resilience and Sustainability Perspectives – Lessons from and Thinking Beyond the COVID-19 Pandemic", *Annals of Operations Research*, pp.1-21.
- [17] Ivanov, D. (2021). "Lean Resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) Framework for Post-COVID-19 Supply Chain Management", *The International Journal of Logistics Management*.
- [18] Ivanov, D. ve Dolgui, A. (2020), "Viability of Intertwined Supply Networks: Extending the Supply Chain Resilience Angles Towards Survivability. A Position Paper Motivated by COVID-19 Outbreak", *International Journal of Production Research*, 58(10), pp.2904-2915.
- [19] Kapar, K. (2013), "Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci ile Tedarikçi Seçimi". *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(1), ss.197-231.
- [20] Kar, A. K. ve Pani, A. K. (2014). "Exploring the importance of different supplier selection criteria", *Management Research Review*, 37(1), pp.89-105.
- [21] Kazancoglu, Y. ve Ozturkoglu, Y. (2018), "Integrated Framework of Disassembly Line Balancing with Green and Business Objectives Using a Mixed MCDM", *Journal of Cleaner Production*, 191, pp.179-191.
- [22] Lawrence, P. R., Lorsch, J. W. (1967), "Organization and Environment", MA: Harvard Business School.
- [23] Lee, A. H., Chen, W. C. ve Chang, C. J. (2008), "A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in The Manufacturing Industry in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, 34(1), pp.96-107.
- [24] Liu, J., Ding, F. Y. ve Lall, V. (2000). "Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement", *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3), pp.143-150.
- [25] Majumdar, A., Jeevaraj, S., Kaliyan, M. ve Agrawal, R. (2021). "Selection of resilient suppliers in manufacturing industries post-COVID-19: implications for economic and social sustainability in emerging economies", *International Journal of Emerging Markets*.
- [26] Navarro, N., Valverde, P. D. F., Quesada, H. J. ve Madrigal-Sánchez, J. (2020). "A Supplier Selection Model for the Wood Fiber Supply Industry", *BioResources*, 15(1), pp.1959-1977.
- [27] Özbekler, T. M. ve Karaman Akgül, A. (2020), "An Ex-Ante Assessment of City Distribution Alternatives Based on Multi Actor Multi Criteria Framework", *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(5), pp.4241-4272.
- [28] Özbekler, T. M. ve Özturkoğlu, Y. (2020), "Analysing the Importance of Sustainability-oriented Service Quality in Competition Environment", *Business Strategy and the Environment*, 29(3), pp.1504-1516.
- [29] Özfirat, P. M., Tasoglu, G. T. ve Memis, G. T. (2014), "A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Methodology for the Supplier Selection Problem", *Journal of Enterprise Information Management*, 27(3), pp.292-301.
- [30] Pereira, M. M. O., Silva, M. E., & Hendry, L. C. (2021). "Supply chain sustainability learning: the COVID-19 impact on emerging economy suppliers", *Supply Chain Management: An International Journal*.
- [31] Pratap, S., Daultani, Y., Dwivedi, A. ve Zhou, F. (2021), "Supplier Selection and Evaluation in E-commerce Enterprises: A Data Envelopment Analysis Approach", *Benchmarking: An International Journal*.
- [32] Rosenzweig, E. D. (2009), "A Contingent View of e-Collaboration and Performance in Manufacturing", *Journal of Operations Management*, 27(6), pp.462-478.
- [33] Saaty, T. L. ve Özdemir, M. S. (2014), "How many judges should there be in a group?", *Annals of Data Science*, 1(3-4), pp.359-368.
- [34] Scholten, K. ve Schilder, S. (2015), "The Role of Collaboration in Supply Chain Resilience", *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(4), pp.471-484.
- [35] Scholten, K., Stevenson, M. ve Van Donk, D. P. (2019), "Dealing with The Unpredictable: Supply Chain Resilience", *International Journal of Operations & Production Management*, 40(1), pp.1-10.
- [36] Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S. ve Kumar, A. (2020), "Developing a Framework for Enhancing Survivability of Sustainable Supply Chains During and Post-COVID-19 Pandemic", *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp.1-21.
- [37] Simpson, P.M., Siguaw, J.A. ve White, S.C. (2002), "Measuring the Performance of Suppliers: An Analysis of Evaluation Processes", *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), pp.29-41.
- [38] Singh, R. K. ve Modgil, S. (2020), "Supplier selection using SWARA and WASPAS—a case study of Indian cement industry", *Measuring Business Excellence*, 24(2), pp.243-265.
- [39] Stone, J. ve Rahimifard, S. (2018), "Resilience in Agri-food Supply Chains: A Critical Analysis of The Literature and

Synthesis of A Novel Framework”, Supply Chain Management: An International Journal, 23(3), pp.207-238.

[40] Su, J. ve Gargeya, V. B. (2016), “Supplier Selection in Small-and Medium-sized Firms: The Case of the US Textile and Apparel Industry”, American Journal of Business, 31(4), pp.166-186.

[41] URL 1, Dun ve Bradstreet (2020), “Blindsided on the Supply Side”, <https://foreignpolicy.com/2020/03/04/blindsided-on-the-supply-side/>, 20.03.2021.

[42] URL 2, Howorth, D. (2020), “Will COVID-19 Spark a New Approach to Retailer/Supplier Relationships?”, <https://www.foodmanufacture.co.uk/Article/2020/11/13/Will-COVID-19-spark-a-new-approach-to-retailer-supplier-relationships>, 20.03.2021.

[43] URL 3, Panetta, K. A. (2020), “Framework for Executive Decision Making During COVID-19”, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/a-framework-for-executive-decision-making-during-covid-19/>, 20.03.2021.

[44] URL 4, Weissman, R. (2020), “Navigating Supplier Relationships in the COVID-19 Era”, <https://www.supplychaindive.com/news/coronavirus-supplier-contracts-relationships/576132/>, 20.03.2021.

[45] Van Der Vegt, G. S., Essens, P., Wahlström, M., & George, G. (2015). “Managing Risk and Resilience: From the Editors”, Academy of Management Journal, 58(4), pp.971-980.

[46] Wang, J., Cheng, C.H. ve Kun-Cheng, H. (2009), “Fuzzy Hierarchical TOPSIS for Supplier Selection”, Applied Soft Computing, 9(1), pp.377-386.

Dr.Öğr.Üyesi Türkan Müge ÖZBEKLER



Türkan Müge Özbekler, 2014 yılında Yaşar Üniversitesi Tam Burslu İngilizce Uluslararası Ticaret ve Finansman bölümünü derece ile bitirmiş, aynı üniversitede 2016 yılında Uluslararası Lojistik Yönetimi Yüksek Lisans Programını da yine Tam Burslu olarak tamamlamıştır. 2016 yılında Beykent Üniversitesi'nde Lojistik Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya başlamış ve Lojistik alanına ilişkin çok sayıda yurtiçi ve yurtdışı konferans ve eğitimlere katılmıştır. 2017 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi SBE İşletme Yönetimi Üretim Yönetimi ve Pazarlama Programında Doktora başlamış ve 2021 yılı itibarıyla ‘Kentsel Lojistiğin Son Kilometre Dağıtım Ağ Yapısında Mikro Tesis Yer Seçimi ve Çok Aktörlü Yaklaşımla Teslimat Alternatiflerinin Belirlenmesi’ adlı tezi ile doktorasını tamamlamıştır. 2018 yılında Sinop Üniversitesi Ayancık Meslek Yüksekokulu Lojistik Programına Öğretim Görevlisi olarak atanmış ve 2021 yılı itibarıyla Doktor Öğretim Üyesi ve Lojistik Bölüm Başkanı olarak çalışmaya devam etmektedir. Uzmanlık alanları kentsel lojistik, sürdürülebilir son kilometre lojistiği ve tedarik zinciri yönetimi konularıdır.

Dr.Öğr.Üyesi İsmail GÜÇLÜ



İsmail Güçlü, 1980 yılı Çankırı doğumlu olup, evli ve 3 çocuk sahibidir. 1999 yılında bilişim alanında lise eğitimini tamamladıktan sonra 2001 yılında bilgisayar programcılığından ön lisans derecesiyle mezun olmuştur. Lisansını Anadolu Üniversitesi İşletme bölümünde 2009 yılında tamamlamıştır. İnönü üniversitesinde Yüksek lisansını Yönetim ve Organizasyon bilim dalında (2013) ve doktorasını ise Üretim Yönetimi ve Pazarlama bilim dalında (2019) yapmıştır. Bilişim sektöründe özel bir firmada yazılımcı olarak 3 yıl, ilçe belediyesinde tekniker olarak 5 yıl görev almıştır. Şırnak Üniversitesinde 7 yıl öğretim görevlisi olarak çalışmış, 2017 yılından itibaren de Sinop Üniversitesi Lojistik Programında Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaya devam etmektedir. Lojistik, tedarik zinciri yönetimi, üretim yönetimi, ERP sistemleri, işletme bilgi sistemleri ve girişimcilik üzerine araştırma ve çalışmalar yürütmektedir.

KENTSEL LOJİSTİK KAPSAMINDA YÜK BİRLEŞTİRME MERKEZİ YER SEÇİMİ: KÜTAHYA İLİ ÖRNEĞİ

Ali Çağrı BURAN¹, Murat SARIKAYA²

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Sosyal Bilimler MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Kütahya, acagri.buran@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8676-4831

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Sosyal Bilimler MYO, Toptan ve Perakende Satış Bölümü, Kütahya, murat.sarikaya@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7020-092X

ÖZET

Kentsel lojistik kent içi taşımacılar nedeniyle oluşan hareketliliğin ortaya çıkardığı çeşitli sorunların çözümüne ilişkin bir çalışma alanıdır. Kentsel lojistiğin en önemli amaçlarından biri de kent içi yük hareketinin azaltılması ve verimli hale getirilmelidir. Bu sayede kentlerin yaşanabilirliğine ve sürdürülebilirliğine katkı yapması hedeflenmektedir. Kentsel lojistik kapsamında önemli kavramlardan biri de kentsel lojistik merkezlerdir. Kentsel lojistik merkezler kentlerin ulusal ve uluslararası çevre ile lojistik bağlantısını kuran yapılardır. Buradan hareketle bu çalışmada Kütahya il merkezinde bir kentsel lojistik merkez olarak "Yük Birleştirme Merkezi" nin Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile yer seçiminin yapılması amaçlanmıştır. Araştırmada Kütahya ili için uzman görüşlerine göre belirlenen üç alternatif lokasyon Yakınlık, Maliyet, Coğrafi Özellik ve Sosyo-Ekonomik Etki kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda kriterler önem derecelerine göre Yakınlık, Maliyet, Coğrafi Özellikler, Sosyo Ekonomik etki olarak belirlenmiş ve Alternatif A en uygun lokasyon olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Kentsel Lojistik, Lojistik, Lojistik Merkez.

URBAN CARGO CONSOLIDATION CENTER LOCATION SELECTION WITHIN THE SCOPE OF URBAN LOGISTICS: EXAMPLE OF KUTAHYA PROVINCE

ABSTRACT

Urban logistics is a field of study related to the solution of various problems caused by the mobility caused by urban transportation. One of the most important aims of urban logistics is to reduce the movement of freight within the city and to make it efficient. In this way, it is aimed to contribute to the livability and sustainability of cities. One of the important concepts within the scope of urban logistics is urban logistics centers. These facilities, which are expressed as urban logistics centers, are the structures that establish the logistics connection of cities with the national and international environment. From this point of view, the aim of this study is to select the location of the "Load Consolidation Center" as an urban logistics center in the city center of Kütahya with the Analytical Hierarchy Process method. In the study, three alternative locations evaluated according to the four criterias namely Distance, Cost, Geographical Feature end Socio-Economic economic impact which are determined by the expert opinions. According to the results First Alternative determined as the most suitable location.

Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP), City Logistics, Logistics Centers.

Yayın Künyesi: A.Ç. Buran, M. Sarıkaya, "Kentsel Lojistik Kapsamında Yük Birleştirme Merkezi Yer Seçimi: Kütahya İli Örneği", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 54, Sayfa 94-105, Aralık 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 04.07.2021 / Kabul: 01.11.2021

Article History: Received: 04.07.2021 / Accepted: 01.11.2021

1. GİRİŞ

Kentler trafik sıkışıklıkları, çevresel olumsuzluklar, yüksek enerji tüketimi gibi birçok sorunla karşı karşıyadır. Bunun yanında kentler, tüketim malları, perakende malzemeleri, ev eşyaları, atıklar ve kargo gibi pek çok farklı tipte yükün sürekli olarak taşıma durumunda olduğu bölgelerdir. Günümüzde kentlerde yaşayan nüfusun artması dolayısıyla kentlerin büyümesi birçok konuda sorunları daha da arttırmıştır. Bu sorunların içerisinde en önemlilerinden biri de kent içi ulaşım ile ilgili konulardır. Kent içi ulaşımında hem yolcu hem de yük hareketlerinin payı bulunmaktadır. Bu anlamda kentsel lojistik, şehir alanlarında yük ve yolcu hareketleriyle ilgili konuları ele alan bir kavramdır. Kentsel lojistik genel olarak, şehir içi taşıma akışlarının geliştirilmesine yönelik rotalamalar, taşımaların re-organizasyonu, lojistik merkezler gibi konuların yanında tesis ve yapılar, yasal düzenlemeler gibi konuları ele almaktadır (Quak vd., 2008).

Son dönemde özellikle perakende alanında artan elektronik ticaret hacminin de etkisiyle şehir içi mal akışlarında ciddi yoğunluklar oluşmuştur. Bu yoğunluk nedeniyle hem şehir içi trafiğinde aksamalar meydana gelmiş hem de ilgili siparişlerin tesliminde gecikmeler, yanlış teslimatlar, teslimatların gerçekleşmemesi gibi durumlar sıkça yaşanmıştır. Bu sorunların temelinde genelde lojistik alt yapısının ve sisteminin yetersizliği yatmaktadır. Ticaret Bakanlığının yayınlamış olduğu e-ticaret verilerine göre 2019 yılında 136 milyar TL olan e ticaret hacmi 2020 yılında %66 artarak 226,2 milyar TL'ye ulaşmış, sipariş sayısı da benzer şekilde 1,36 milyar adetten 2,29 milyar adete çıkmıştır (URL 1). Gene 2019 yılında TUSİAD tarafından yayınlanan e-ticaret raporunda Türkiye'de elektronik ticaret alanında yaşanan en önemli sorunlardan birinin de lojistik alanında olduğu belirtilmiştir. 2020 yıl için 17 milyon metrekare depolama alanı ihtiyacı olduğu belirtilmiş ve özellikle kentlerde merkez olarak kullanılacak depolama çözümlerine dikkat çekmiştir (URL 2). Lojistik merkezlerle ilişkin literatürde farklı tanımlamalar yapılmakla beraber genel olarak farklı taşıma modları (karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu) ile doğrudan bağlantısı olan tedarik, dağıtım vb. lojistik süreçlerde belirli alan veya bölgelere düşük maliyet ve yüksek hızla lojistik hizmetlerin verildiği tesisler olarak ifade edilebilir (URL 3). Bunun yanında literatürde lojistik merkezlerle ilişkin, lojistik köy,

dağıtım merkezi, intermodal terminal, aktarma merkezi, yük birleştirme merkezi vb. farklı isimler kullanılmaktadır. Bu farklılığın nedeni genel olarak bu merkezlerde verilen hizmetlerin içerikleri, hizmet verdikleri bölge, tedarik zinciri içerisindeki işlevleri gibi konulardan kaynaklanmaktadır. Ülkemizde lojistik merkezlerle ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak lojistik köy, dağıtım merkezi gibi yüksek hacimli yük akışlarının gerçekleştirildiği merkezler ele alınmıştır. Öte yandan doğrudan şehir merkezlerine yönelik lojistiğin ve dağıtımın ele alındığı nispeten küçük hacimli yüklerin esas olduğu lojistik merkezlerle yönelik çalışmalar ise daha çok büyük şehirlere yönelik gerçekleştirilmiştir.

Ancak kentlerde lojistiğe ilişkin sorunlar ve gelişmeler metropol olarak ifade edilen büyük şehirlerde etkisini daha da fazla hissettirse de küçük ve orta büyüklükte şehirler de bu gelişmelerden etkilenmektedir. Şehir büyüklüklerine ilişkin farklı kriterlere göre farklı sınıflandırmalar söz konusu olsa da en objektif kriterlerden biri şehir nüfusedir. EUROPOLIS tarafından yapılan sınıflandırmaya göre nüfusu 50.000 ile 350.000 arasında olan şehirlere "Orta Büyüklükte Şehirler", Eurotowns Network'un sınıflandırmasına göre ise 50.000-250.000 arasında nüfusa sahip olan şehirler "Orta Büyüklükte Şehirler" olarak sınıflandırılmıştır (URL 4). Bu anlamda bu çalışmaya konu Kütahya il merkezi 250.000 nüfusu ile orta büyüklükteki şehirler kategorisine girmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada Kütahya il merkezi baz alınarak bir lojistik merkez yer seçimi problemi üzerinde durulacaktır. Buna göre çalışmada öncelikle kentsel lojistik ve kentsel lojistik merkez kavramları açıklanacak ardından Kütahya il merkezinde bir lojistik merkez olarak "Yük Birleştirme Merkezi" yer seçimi çok kriterli karar verme tekniklerinden (ÇKKVT) analitik hiyerarşi prosesi (AHS) ile gerçekleştirilecektir.

2. KENTSEL LOJİSTİK MERKEZLER

Şehir lojistiği, kentsel alanlardaki yük ve yolcu hareketleriyle ilgili konulara sistematik bir bakış açısına duyulan ihtiyacı vurgulamak için ortaya çıkmıştır. Kentsel lojistik olarak da ifade edilen şehir lojistiği genel itibarıyla kentlerdeki hareketliliği, yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliği sağlamak adına verimli, güvenli ve çevre dostu kent içi taşımacılığını ele alan bir kavramdır (Benjelloun ve Crainic, 2009; Taniguchi vd., 2014; Savrun ve Mutlu, 2019).

Taniguchi vd. (2001) kentsel lojistiği, ekonomik bir anlayış kapsamında, şehirlerde trafik durumu, trafik sıklığı, trafik güvenliği ve enerji tasarrufları dikkate alınarak şehir alanlarında gelişmiş bilgi sistemleri desteğiyle şirketler tarafından lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin optimize edilmesi süreci olarak tanımlamışlardır. Büyüközkan vd. (2012) kentsel lojistiğin ana amaçlarını, hareketlilik, sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik kavramları çerçevesinde trafiğin azaltılması, çevrenin korunması ve enerji tasarrufunun sağlanması olarak belirtmişlerdir.

Kentsel lojistiğe ilişkin çalışmaların göndericiler, taşıyıcılar, yöneticiler ve şehir sakinleri olmak üzere dört tarafı vardır. Dolayısıyla kentsel lojistik, şehirlerin daha yaşanabilir hale getirmek ve sürdürülebilirliklerine katkı vermek adına şehirlerdeki yük hareketlerinin ilgili tarafların beklenti ve hedeflerine uygun bir şekilde koordineli olarak planlaması, sürdürülebilir hale getirilmesi ve iyileştirilmesinin üzerinde durmaktadır (Taniguchi, 2014, Amaral ve Aghezzaf, 2015). Bu açıdan gerek yabancı gerek yerli literatürde kentsel lojistik konuları üzerine birçok çalışma yapılmış olmakla beraber genel olarak kentsel lojistiğin temelde dört çalışma alanı söz konusudur. Bu çalışma alanları ve içerdikleri konular şu şekildedir (Quak vd., 2008);

- Şehir içi taşıma akışının geliştirilmesi;
 - a) işletmeler arası iş birlikleri,
 - b) Lojistik merkezler (toplama, dağıtım, konsolidasyon merkezleri),
 - c) taşımaların re-organizasyonu,
 - d) rotalama geliştirmeleri,
 - e) e-ticaret
- Donanım;
 - a) yapılar, park ve yük boşaltma tesisleri,
 - b) teknolojik yenilikler
- Politika;
 - a) lisanslama ve yasal düzenlemeler
- Araştırma alanları;
 - a) modellemeler,
 - b) incelemeler ve tartışmalar,
 - c) veri

Kentsel lojistiğe ilişkin gerek uluslararası gerekse de ulusal literatürde birçok çalışma yapılmıştır dolayısıyla çok geniş bir literatür söz konusudur. Ancak genel olarak ele aldığımızda bu çalışmaların en önemli amaçlarından biri de şehir içi yük hareketinin mümkün olduğunca azaltılması ve verimli hale getirilmesidir.

Bu anlamda şehir lojistiğine ilişkin çalışmaların ilk dönemlerinde daha çok dağıtım ve teslimat operasyonları ile rotalama konuları üzerinde durulmuştur. Bunun yanında şehir lojistiğine ilişkin çalışmaların artmasıyla, özellikle yük birleştirme merkezleri, dağıtım tesislerinin lokasyonu, emisyon, şehir lojistiğine ilişkin yasal düzenlemeler, trafik yönetimi ve teslimat teknolojileri gibi alanlarda çalışmalar yapılmıştır (Arviato vd., 2021).

Crainic vd. (2009) kentsel lojistik sistemlerin planlanması ve modellemesi üzerine çalışmışlar, şehir lojistiğinde kısa vadeli operasyonların planlanması ve buna yönelik kaynakların yönetimine yönelik iki aşamalı bir rotalama problemini ele almışlardır. Taniguchi ve Van der Heijden. (2000) şehir içi taşımalarında en uygun rotalama üzerinde durmuşlar toplam maliyetleri ve karbondioksit emisyonlarını en aza indirecek bir model ortaya koymuşlardır. Tadic vd. (2014) de yapmış oldukları çalışmada Belgrad şehri ele alınmış, farklı şehir lojistiği konseptlerini çok kriterli karar verme teknikleriyle oluşturdukları bir hibrit modelle değerlendirmişlerdir. Awashti vd. (2011) ise Bulanık Topsis yöntemi belirsizlik ortamında şehir dağıtım merkezi yer seçimini ele almışlardır. Ljungberg ve Gebresenbet (2004) Uppsala'yı ele aldıkları vaka çalışmasında yüklerin koordineli dağıtımı üzerinde durmuşlardır. Öte yandan Van Duin, Quak ve Munuzuri (2010) şehir yük birleştirme merkezlerinin kurulum ve işletim zorluklarına ilişkin Hollanda'nın Den Haag şehrinde bir vaka çalışması yapmışlar, Allen vd. (2012) şehir yük birleştirme merkezlerinin sürdürülebilir taşımaya etkisini incelemişler, Björklund vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada şehir yük birleştirme merkezleri için en uygun iş modeli üzerinde durmuşlar, Taniguchi (2014) kavram olarak şehir yük birleştirme merkezlerini ele almış, Verlinde vd. (2012) şehir yük birleştirme merkezlerinin şehir yük akışlarının üzerinde etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada ise kentsel lojistik merkez olarak "Yük Birleştirme Merkezi" üzerinde durulacaktır.

Genel olarak lojistik merkezler farklı taşıma modları (karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu) ile doğrudan bağlantısı olan tedarik, dağıtım vb. lojistik süreçlerde belirli alan veya bölgelere düşük maliyet ve yüksek hızla lojistik hizmetlerin verildiği tesisler olarak ifade edilebilir. Lojistik merkezler basit hizmetlerden karmaşık hizmetlere kadar farklı düzeylerde lojistik hizmetlerin verildiği tesisler olarak karşımıza çıkmaktadır (URL 3).

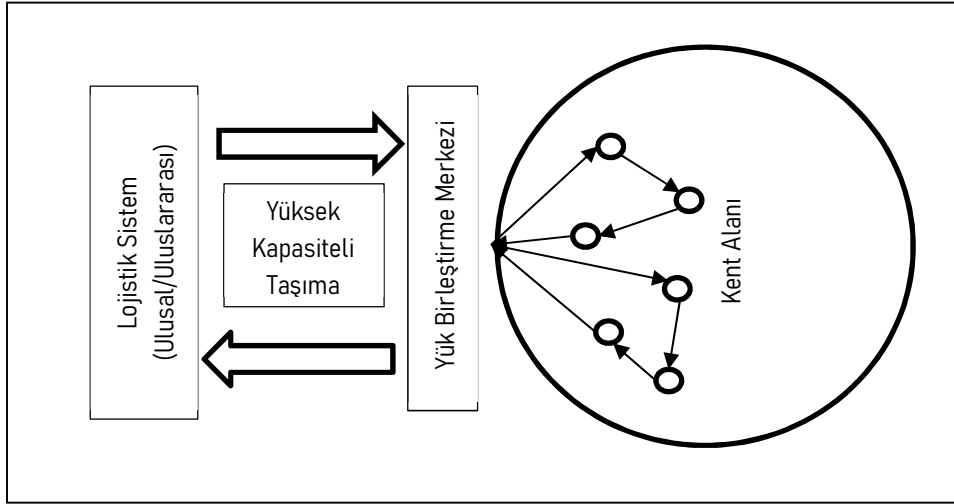
Akademik yazında lojistik merkezlere yönelik çok çeşitli tanımlamalar yapılmış ve lojistik köy, aktarma/dağıtım merkezi, entegre yük merkezi, intermodal terminal, kuru liman, toplama merkezi vb. gibi farklı kavramlarla ifade edilmiştir. Bunun sebebi kavramın ilk ortaya çıktığı 1970'li yıllardan itibaren lojistik merkez olarak ifade edilen tesislerde verilen hizmetlerin içerikleri, hizmet verilen bölgeler/alanlar, elleçlenen yük tipleri, taşıma modları ile bağlantılar, lojistik hizmet veren firmalar (3PL, 4PL) vb. unsurların yıllar içinde değişmesi, çeşitlenmesi ve farklılaşması olarak ifade edilebilir. Dolayısıyla lojistik merkezlere yönelik yapılan sınıflandırmalar bakış açılarına göre değişmektedir.

Higgins ve Ferguson (2011) lojistik merkezleri, tesis büyüklüğü, etki, bölgesel fonksiyonu ve katma değerli hizmetlerin içeriğine göre hiyerarşik bir sınıflandırma önermişlerdir. Rimiene ve Grundey (2007) lojistik merkezleri amaç ve verdikleri hizmetlerin kapsamına göre tarihsel gelişim süreçlerini esas alan 3 seviyeli bir sınıflandırma önermişlerdir. Wiegman vd. (1999) tesis sahipliği ve hizmet içeriklerine göre ikili bir sınıflandırma önermişlerdir. Ünal ve Erdal (2014) lojistik merkezlere ilişkin yapılan tanımlara göre lojistik merkezleri uluslararası taşımacılığa ve şehir içi dağıtıma göre olmak üzere iki kategoride değerlendirmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında Kentsel Lojistik Merkezler şehir içi dağıtıma yönelik olarak ele alınmaktadır. Bu anlamda Kentsel Lojistik Merkezler hizmet verdiği bölgeye nispeten yakın olarak konumlandırılan, farklı göndericilere ait yüklerin birleştirildiği, ayrıştırıldığı ve teslimatların bu merkezlerden gerçekleştirildiği tesislerdir. Kentsel lojistik merkezlerinin temel amacı hem kent alanlarındaki trafik sıkışıklığını azaltarak dağıtım noktalarına erişilebilirliği arttırmak hem de emisyonları azaltarak kentsel yük taşımacılığını daha verimli hale getirmektir (Quak vd., 2008). Bu tesisler, verilen hizmetin içeriğine göre şehir dağıtım merkezleri, şehir toplama merkezleri, şehir aktarma merkezleri vb. isimlerle anılmakla beraber uluslararası literatürde genel olarak "Urban Consolidation Centres-Şehir Yük Birleştirme Merkezleri" olarak ifade edilmektedir. Şehir içi yük akışında ağırlıklı olarak temelde iki tip yük söz konusudur. Bunlar; üreticilere ve satıcılara (perakende, toptancı, bayi, acente vb.) ait yükler ve kargo teslimatlardır.

Üreticilere ve satıcılara ait yükler kargo teslimatlarına göre genelde daha hacimli yüklerdir. Bu tarz yüklerde farklı teslimat noktalarına çok sayıda araç teslimat gerçekleştirilmektedir. Öte yandan kargo teslimatları küçük hacimli ve çok teslim noktası olan yükler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle teslimat için çıkan bir kargo aracı çok daha fazla noktaya uğramak ve şehir içi trafiğinde daha uzun süreler dağıtım yapmak durumundadır. Ancak bu noktada şehirlerde yük akışının tek yönlü olmadığını da belirtmek gerekmektedir. Bu anlamda şehir içi noktalardan alınması gereken satışa veya iadelere ilişkin yükler de tam tersi bir akış oluşturmaktadır. Dolayısıyla Şehir Yük Birleştirme Merkezleri çift yönlü olarak hem dağıtım hem de toplama işlevleri görebilmektedirler. Bu yönüyle bu merkezler ilgili şehrin ulusal ve uluslararası lojistik sistem ile bağlantısını da oluşturan merkezler olarak değerlendirilmektedir (Şekil 1).

Şehir Yük Birleştirme merkezleri tedarik zinciri içerisinde önemli bir hizmet noktasıdır (URL 3). Özellikle son kullanıcıya yönelik son kilometre taşımaların daha verimli ve etkin yapılmasını sağlayan ana tesis görevini üstlenirler. Yüksek kapasiteli taşıma araçlarıyla bu tesislere getirilen ürünler bu tesislerde birleştirme ve ayrıştırma işlemleri yapılarak teslim noktalarına göre daha düşük kapasiteli araçlarla teslimatları gerçekleştirilir. Bu sayede yüksek kapasiteleri araçların şehir içi trafiğine dahil olmalarının önüne geçilmiş olur. Bu da teslimat hızını arttırırken, taşıma maliyetlerinin düşürerek teslimat sürecinin daha verimli hale gelmesini sağlar. Öte yandan teslimat süreçlerinin bu şekilde gerçekleşmesi şehirler açısından son derece önem arz eden çevre kirliliğinin ve trafik sıkışıklığının azaltılması gibi konulara büyük katkı sağlar (Nataraj vd., 2019). Nitekim Avrupa'da faaliyet gösteren 24 "Şehir Yük Birleştirme Merkezi"nde gerçekleştirilen araştırmada araç yükleme süreçlerinde %15-%100 arasında değişen oranlarda, araçların şehir içlerinde kat ettikleri mesafelerde %60-%80 arasında değişen oranlarda, taşıma kaynaklı emisyon oranlarında ise %25-%80 oranlarında iyileştirmeler kaydedilmiştir (Allen vd. 2012). Ancak "Şehir Yük Birleştirme Merkezleri"nden beklenen faydanın bu seviyelerde olabilmesi açısından bu tesislerin konumlamaları büyük önem arz eder. Dolayısıyla diğer bütün lojistik tesislerde olduğu gibi bu tesisler içinde doğru yer seçimi yapılabilmesi gerekir.



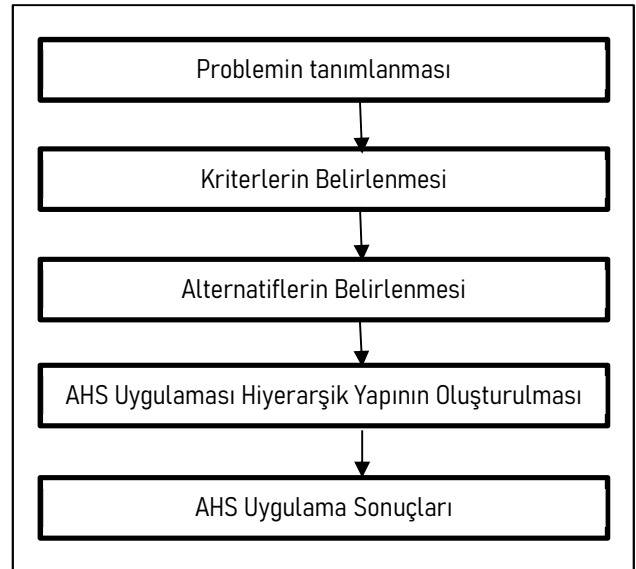
Şekil 1: Şehir Yük Birleştirme Merkezi (Kaynak: Jacyna (2013)'den uyarlanmıştır.)**

3. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Bu araştırmada temel olarak genel karar verme süreci esas alınmakla beraber araştırma kapsamında çok kriterli karar verme tekniklerinden (ÇKKV) biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmıştır. Thomas L. Saaty tarafından 1970'li yıllarda geliştirilen AHS birden fazla seçeneği ve kriteri bulunan karmaşık problemlerin çözümünde karar vericiye alternatifler arasında daha doğru seçimler yapmasını sağlayan bir yöntemdir. AHS yönteminin adımları şu şekildedir;

1. Amacın, ana ve alt kriterlerin ve alternatif belirlenerek hiyerarşik yapının kurulması,
2. Kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılması,
3. Ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin öz vektör değerlerinin/ önem ağırlıklarının hesaplanması,
4. En iyi alternatifin belirlenmesi.

Buna göre araştırma sürecinin temel adımları Şekil 2'de gösterilmektedir. Kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi aşamalarında hem mevcut literatürden hem de üniversite ve farklı sektörlerden 10 uzmanın görüş ve değerlendirilmelerinden yararlanılmıştır. İlgili uzmanların 4'ü işletme (lojistik alanında çalışmalar yapan), lojistik, şehir bölge planlama ve kentleşme ve çevre sorunları alanlarından akademisyenler, 3'ü kargo acenta yöneticileri, 3'ü taşımacılık ve üretim sektöründen (çini, porselen ve seramik) yönetici ve firma sahipleridir.



Şekil 2: Araştırma Sürecinin Adımları

3.1. Problemin Tanımlanması

Türkiye'de lojistik merkez seçimine yönelik ulusal, bölgesel ve şehir odaklı birçok çalışma mevcut olmakla beraber bu çalışmaların birçoğu şehir dağıtımına yönelik lojistik tesislerden ziyade özellikle uluslararası taşımacılığa yönelik daha büyük kapsamlı lojistik tesislere odaklanmıştır (Tanyaş ve Bamyacı, 2008; Erkayman vd., 2011; Eryürük vd., 2011; Güneş ve Esmer, 2016; Peker vd., 2016; Yapraklı ve Ünalın, 2017; Zaralı vd., 2018; Bediroğlu ve Yıldırım, 2020; Yapraklı ve Kara, 2020).

Bunun yanında şehir dağıtımına yönelik lojistik merkezlere yönelik çalışma sayısı kısıtlı olmakla beraber bu çalışmaların odak noktasını daha büyük şehirler ve metropoller oluşturmaktadır. Ancak Günümüzde özellikle e-ticaret hacminin de artmasıyla şehirlerdeki yük trafiği daha da artmış ve artık sadece metropol olarak ifade edilen büyük şehirleri değil tüm şehirleri ilgilendiren bir sorun haline gelmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada nüfus itibarıyla nispeten orta büyüklükte şehir kategorisinde yer Kütahya (250.000) il merkezine yönelik bir "Şehir Yük Birleştirme Merkezi" olarak ifade edilen bir lojistik tesis yer seçiminin yapılması amaçlanmıştır.

Bunun yanında Kütahya konum itibarıyla de bulunduğu bölgede önemli bağlantı noktalarından biridir. Kütahya konum itibarıyla Türkiye'nin batısında, Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgelerinin kesişim noktasında yer almaktadır. Ayrıca Türkiye'nin en büyük şehirleri olan İstanbul, Ankara ve İzmir'e aynı mesafede yer alırken bu şehirlere uzaklığı ortalama 350 km'dir. Bunun yanında Bursa, Kocaeli, Eskişehir, Konya gibi Türkiye'nin sanayi ve ticaret anlamında gelişmiş olan bölgelerine de 100 km-300 km arasında değişen nispeten yakın mesafelerde yer almaktadır. Kütahya bu konumu itibarıyla İstanbul, Kocaeli, Sakarya ve Bursa gibi gelişmiş ekonomik ve ticari bölgelerin İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin Antalya ve Konya gibi önemli ticari ve ekonomik merkezleriyle olan ana güzergahında yer almaktadır. Ayrıca İzmir başta olmak üzere Manisa, Denizli, Aydın gibi Ege bölgesinin önemli ekonomik ve ticari merkezlerinin İç Anadolu, Karadeniz ve Doğu Anadolu ile bağlantısını sağlayan alternatif güzergahların üzerinde yer almaktadır.

3.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Gerek ulusal gerekse de uluslararası akademik yazında lojistik merkez yer seçiminde farklı yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda tesis yer seçimine ilişkin genel kriterlerin yanında farklı kriterlerinde ele alındığı görülmektedir. AHS hiyerarşisinin oluşturulmasında da en önemli noktalardan biri olan seçime esas kriterlerin (ana/alt) belirlenmesi amacıyla öncelikle bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatürde lojistik merkezlere yönelik yer seçimine ilişkin birçok yayın bulunmaktadır. Bu noktada Uyanık vd. (2018) ve Keleş ve Pekkaya (2021) tarafından gerçekleştirilen

literatür tarama çalışmalarından da faydalanılarak söz konusu çalışmalardan bazıları ve kriterler Tablo 1'de görüldüğü üzere belirlenmiştir. Ardından uzman görüşlerine de dayanarak en uygun ana ve alt kriterler belirlenmiştir. Buna göre Coğrafi Özellikler, Maliyet, Yakınlık ve Sosyo-Ekonomik durum olmak üzere dört ana kriter ve bu ana kriterlerin altında on beş alt kriter belirlenmiştir. Tablo 2'de bu kriterler ve açıklamaları verilmiştir.

3.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Yük Birleştirme Merkezine yönelik alternatif lokasyonlar uzman görüşlerinin değerlendirmelerine ve kargo firmalarının ve farklı sektörlerde yer alan orta ölçekli firmaların hali hazırda faaliyet gösteren düşük kapasiteli depolarının buldukları yerlere göre belirlenmiştir. Buna göre 3 alternatif lokasyon belirlenmiştir. 1. Alternatif Kütahya'nın tüm karayolu ana güzergahlarının kesişim noktasında yer almakta ve şehir merkezine en yakın konumda bulunmaktadır.

2. Alternatif Kütahya-Afyon-Antalya ana yoluna bağlantı mesafesi diğer alternatiflere göre uzak ancak 1. Organize sanayi bölgesine yakın bir mesafededir. 3. Alternatif şehir merkezine diğer alternatiflere göre daha uzak, Kütahya Tavşanlı ana yol güzergahına yakın bir mesafede yer alırken bazı orta ve küçük ölçekli firmaların küçük depolarına yakın mesafededir. Bu lokasyonlar şu şekildedir;

1. Vefa Mah. Çiniciler Çarşısı Mevki;
2. Sinerköy Mevki
3. Bölcek Mevki

3.4. AHS Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Yukarıda belirlenen alternatif ve kriterlere göre araştırmanın hiyerarşik yapısı Şekil 3'te verilmiştir. AHS yönteminde hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterler arasında değerlendirme yapılmasına imkan veren ikili değerlendirme matrisleri oluşturulur. Bu değerlendirmede Saaty (1994) tarafından geliştirilen ölçekten faydalanılmaktadır (Tablo 3). Buna göre ilgili uzmanlar tarafından kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmış ve önem değerlerine göre ikili matrisler oluşturulmuştur.

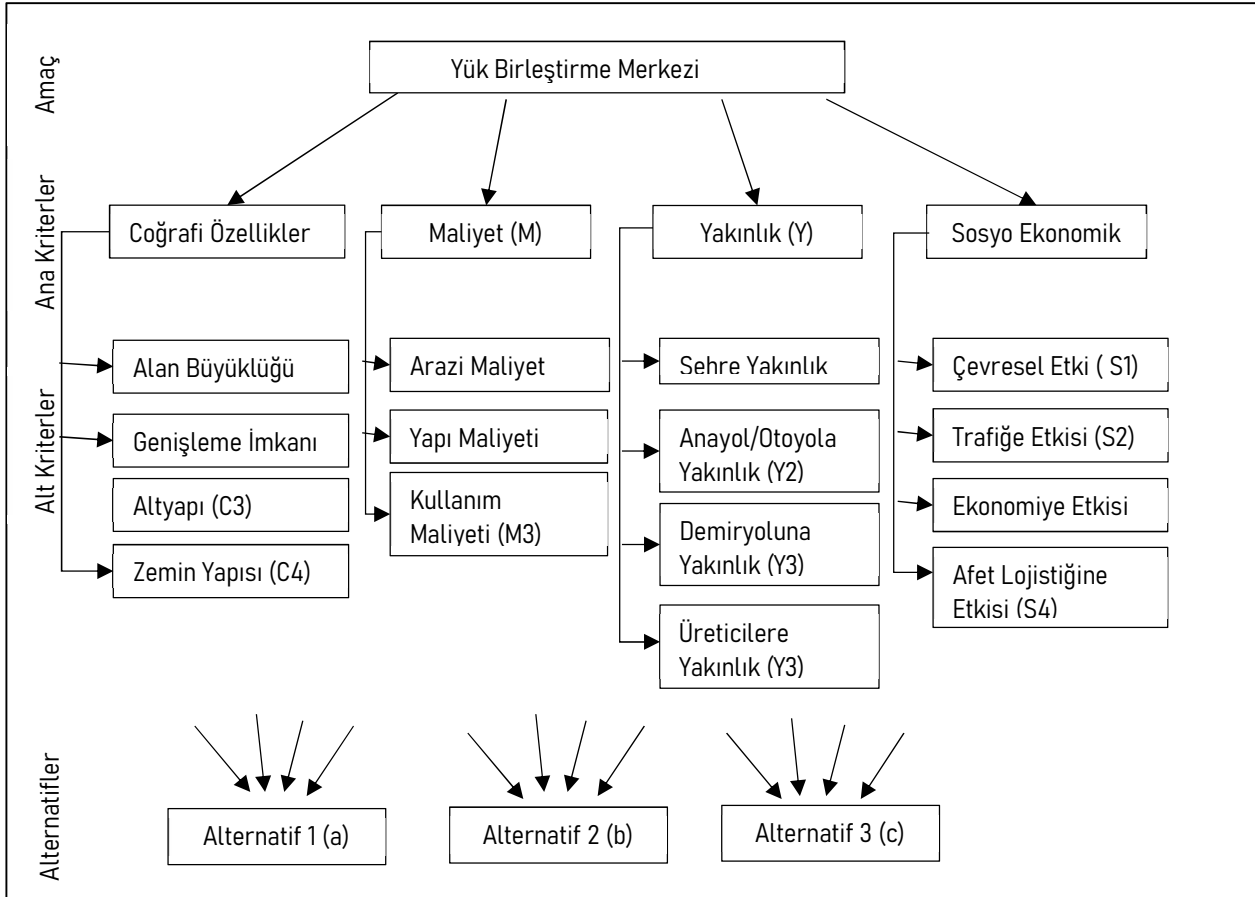
Tablo 1: Lojistik Merkez Yer Seçimine İlişkin Çalışmalar

Yazar	Tesis Özelliği	Yöntem	Kriterler
Chen ve Qu (2006)	Lojistik Merkez	TOPSIS	Çevre, Ulaşım Durumu, Altyapı Hizmetleri, Arazi Özellikleri, Yönetim Ortamı
Tanyaş ve Bamyacı (2008)	Organize Lojistik Bölgesi	AHS-SAW	Coğrafi Özellikler, Yakınlık, Sos Ekonomik faktörler, Maliyet
Yu vd. (2009)			Doğal Ortam, İş Ortamı, Altyapı, Çevresel Durum
Kayıkci (2010)	Lojistik Merkez	Fuzzy-AHS ve Yapay Sinir ağları	Ekonomik ölçek, intermodal operasyon ve yönetim, ulusal istikrar, uluslararası Pazar konumu, çevresel etki
Elgün ve Elitaş (2011)	Lojistik Köy Merkezi	Çok Kriterli Ağırlıklandırma	Ulaşım bağlantısı, arazi koşulları, konum ve ticari faaliyetler, fiziksel koşullar
Eryürük vd. (2011)	Lojistik Merkez	AHS	Fiziksel etüt, konum durumu, altyapı hizmetleri, ulaştırma imkanları, işgücü temini, bölgesel ekonomik kalkınma
Erkayman vd. (2011)	Lojistik Merkez	Bulanık AHS	Coğrafi özellikler, Fiziksel özellikler, sosyo-ekonomik özellikler, maliyetler
Regmi ve Hanaoka (2013)	Lojistik Merkez	AHS	Geliştirme ve operasyon maliyetleri, taşıma zamanı, intermodal taşıma bağlantısı, çevresel etki, bölgesel ekonomik gelişme
Tomic vd. (2014)	Lojistik Merkez	AHS	Fiziksel akış, ekonomik akış, kurumsal yapı, yük akışı, bilgi akışı
Demiroğlu ve Elener (2014)	Lojistik Köy	AHS ve Promethee	Bölgesel, kapasite, ticari, demografik, ulaşım
Peker vd. (2016)	Lojistik Merkez	ANP/BOCR	Sosyo ekonomik faktörler, konum, tesis ve işletme maliyeti, arazi özellikleri, demiryolu taşımacılığı, karayolu ulaşımı
Zaralı vd. (2018)	Lojistik Merkez	AHS ve VIKOR	Arazi ve genişleme alanı, arazi maliyetleri, altyapı imkanları, şehre, ticaret merkezlerine, limana ve demiryoluna yakınlık
Uyanık vd. (2020)	Lojistik Merkez	Dematel-If-Topsis	Konum, maliyet, çevre, kargo kapasitesi, ekonomik etki ve sosyal faktörler
Murayev vd. (2020)	Lojistik Merkez	Dematel-Mairca	Nüfus, ekonomik faktörler, dış ticaret hacmi, taşımacılık imkanları, ulaşım altyapısı, yatırım maliyeti, lojistik rekabet gücü, çevresel faktörler, emniyet ve güvenlik, demiryolu ve karayolu taşımacılığı

(Kaynak: Uyanık vd. (2018), Keleş ve Pekkaya (2021)'den uyarlanmıştır.)**

Tablo 2: Yük Birleştirme Merkezi Yer Seçimine Esas Kriterler

	Kriterler	Açıklama
	Coğrafi Özellikler (C)	Tesisin kurulacağı alanın coğrafi özellikleri
1	Alan Büyüklüğü (C1)	Tesisin kurulacağı alanın büyüklüğü
2	Genişleme İmkanı (C2)	Tesisin kurulacağı alanın ileride genişleme imkanları
3	Altyapı (C3)	Tesisin kurulacağı alanın altyapı imkanları
4	Zemin Yapısı (C4)	Tesisin kurulacağı alanın zemin şartları
	Maliyet (M)	Tesisin kurulum ve işletimine ilişkin maliyetler
1	Arazi Maliyeti (M1)	Tesisin kurulacağı arazinin maliyeti
2	Yapı Maliyeti (M2)	Tesisin toplam inşaat maliyeti
3	Kullanım Maliyeti (M3)	Tesisin kullanıcılar açısından maliyeti
	Yakınlık (Y)	Tesisin ilgili noktalara uzaklığı
1	Şehre Yakınlık (Y1)	Tesisin şehir alanına olan uzaklığı
2	Anayol/Otoyola Yakınlık (Y2)	Tesisin anayollara uzaklığı
3	Demiryoluna Yakınlık (Y3)	Tesisin demiryoluna uzaklığı
4	Üreticilere Yakınlık (Y3)	Tesisin hedef kullanıcılara uzaklığı
	Sosyo Ekonomik Etki (S)	Tesisin şehrin sosyal ve ekonomik yapısına etkisi
1	Çevresel Etki (S1)	Tesisin şehrin çevresel unsurlarına etkisi
2	Trafiğe Etkisi (S2)	Tesisin şehir trafiğine etkisi
3	Ekonomiye Etkisi (S3)	Tesisin şehir ekonomisine etkisi
4	Afet Lojistiğine Etkisi (S4)	Tesisin şehrin afet durumunda lojistiğe etkisi



Şekil 3: AHS Hiyerarşik yapı

Tablo 3: Önem Skalası

Önem	Açıklama
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması
3	1.faktörün 2. faktörden daha önemli olması
5	1.faktörün 2. faktörden çok önemli olması
7	1.faktörün 2. faktöre göre çok güçlü bir öneme sahip olması
9	1.faktörün 2. faktöre göre mutlak üstün bir öneme sahip olması
2,4,6,8	Ara değerler

4. BULGULAR

AHS yönteminde ikili matrislerin oluşturulup önem skalasına göre değerlendirilmeleri yapıldıktan sonra analiz aşamasına geçilir. Bu aşamada çalışmada SuperDecision 2.10 programından yararlanılmıştır. Tablo 4'te kriterlerin ağırlık değerleri ve matrislerin tutarlılık oranları verilmiştir. AHS yönteminde kriterlere ilişkin değerlendirmelerin tutarlılık oranları hesaplanmaktadır. Bu oranın %10'un altında olması matrislerin tutarlı olduğu anlamına gelmektedir. Eğer bu oran %10'dan fazla ise değerlendirmelerin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Tablo 4'te de görüleceği üzere Coğrafi Özellikler ana kriterinin alt kriterlerine ilişkin değerlendirme matrisinin tutarlılık oranı $0,07 < 0,10$, Maliyet ana kriterinin alt kriterlerine ilişkin değerlendirme matrisinin tutarlılık oranı $0,03 < 0,10$, Yakınlık ana kriterinin alt kriterlerine ilişkin değerlendirme matrisinin tutarlılık oranı $0,05 < 0,10$ ve Sosyo-Ekonomik Etki ana kriterinin alt kriterlerine ilişkin değerlendirme matrisinin tutarlılık oranı $0,08 < 0,10$ olarak hesaplanmıştır. Alt kriterlerin ağırlık değerlerine göre değerlendirmesinde Coğrafi Özellikler ana kriterinin alt kriterlerinde Alan Büyüklüğü (0,50), Maliyet ana kriterinin alt kriterlerinden Arazi Maliyeti (0,63), Yakınlık ana kriterinin alt kriterlerinden Şehre Yakınlık (0,55), Sosyo-Ekonomik Etki ana kriterinin alt kriterlerinden Trafiğe Etkisi (0,54) öncelik değerleri diğer alt kriterlere göre daha önemli kriterler olarak belirlenmiştir.

Öte yandan ana kriterlere göre oluşturulan ikili değerlendirme matrisinin sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre ana kriterlere ilişkin değerlendirme matrisinin tutarlılık oranı $0,08 < 0,10$ olarak hesaplanmıştır. Kriterler arasında ağırlık değerlerine göre Yakınlık Ana Kriteri 0,51 ile en fazla önem değerine sahip olurken, diğer ana kriterler Maliyet (0,5), Coğrafi Özellikler (0,15) ve Sosyo-Ekonomik Etki (0,04) şeklinde sıralanmışlardır.

Analizin son aşamasında ise Yük Birleştirme Merkezine yönelik 3 alternatif konumun ana kriterlere göre değerlendirme matrisi hesaplanmıştır. Buna göre değerler Tablo 6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre alternatiflerin ağırlık değerlerine göre sıralama $A > B > C$ şeklinde oluşmuştur. Alternatif A diğer alternatiflerle karşılaştırıldığında 0,56 ağırlık değeri ile en uygun alternatif olarak karşımıza çıkmıştır.

Tablo 4: Analiz Sonuçları (Alt Kriterler)

	Kriterler	Tutarlılık Oranları	Ağırlık Değerleri
	Coğrafi Özellikler (C)	0,07418	
1	Alan Büyüklüğü (C1)		0,50
2	Genişleme İmkanı (C2)		0,15
3	Altyapı (C3)		0,26
4	Zemin Yapısı (C4)		0,075
	Maliyet (M)	0,03703	
1	Arazi Maliyeti (M1)		0,63
2	Yapı Maliyeti (M2)		0,25
3	Kullanım Maliyeti (M3)		0,10
	Yakınlık (Y)	0,05233	
1	Şehre Yakınlık (Y1)		0,55
2	Anayol/Otoyola Yakınlık (Y2)		0,27
3	Demiryoluna Yakınlık (Y3)		0,0,05
4	Üreticilere Yakınlık (Y3)		0,11
	Sosyo Ekonomik Etki (S)	0,08544	
1	Çevresel Etki (S1)		0,31
2	Trafiğe Etkisi (S2)		0,54
3	Ekonomiye Etkisi (S3)		0,09
4	Afet Lojistiğine Etkisi (S4)		0,04

Tablo 5: Analiz Sonuçları (Ana Kriterler)

Kriterler	Tutarlılık Oranları	Ağırlık Değerleri
Coğrafi Özellikler (C)	0,085	0,15
Maliyet (M)		0,2
Yakınlık (Y)		0,51
Sosyo Ekonomik Etki (S)		0,04

Tablo 6: Alternatiflerin Karşılaştırılması

Alternatifler	Öncelik Değerleri
Alternatif A	0,56
Alternatif B	0,20
Alternatif C	0,17

5. SONUÇ

Bu çalışmada “Yük Birleştirme Merkezi”, ulusal ve uluslararası lojistik sistemle şehrin iki yönlü ve nispeten küçük hacimli yük akışı bağlantısını kuran bir tesis olarak ele alınmaktadır. Buna göre bu çalışmanın amacı Kütahya il merkezine yönelik bir “Şehir Yük Birleştirme Merkezi” olarak ifade edilen bir lojistik tesis yer seçiminin çok kriterli karar verme tekniklerinden AHS ile yapılmasıdır. Bu anlamda çalışmada öncelikle ilgili kavramlar açıklanmış ardından Coğrafi Özellikler, Maliyet, Yakınlık ve Sosyo-Ekonomik Etkisi olmak üzere dört ana kriter ve bunlara bağlı on beş alt kriterle beraber Alternatif A: Vefa Mahallesi (Çiniciler Çarşısı Mevki), Alternatif B: Sinerköy Mevki, Alternatif C: Bölcek Mevki olmak üzere üç alternatif konum uzman görüşlerine göre belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda Yakınlık kriterinin önem ağırlığı diğer kriterlere göre daha yüksek çıkmıştır. Yer seçimine ilişkin analiz sonucunda da Alternatif A: Vefa Mahallesi (Çiniciler Çarşısı Mevki) 0,56 ağırlık oranı ile diğer alternatiflere göre en uygun yer olarak belirlenmiştir. Alternatif A konum itibarıyla ana karayolu güzergahların kesişim noktasında yer alması sayesinde her yöne doğru giden araçların giriş çıkışlarında hızlı bir şekilde giriş çıkış yapabilecekleri bir noktada bulunmaktadır. Bunun yanında şehre olan yakınlığı ve yol bağlantısı gerek ulaşım hızı açısından gerekse de ulaşım kolaylığı açısından dikkat çekmektedir.

Bu çalışma sonuçları itibarıyla hem Kütahya ili özelinde hem de yöntem ve model itibarıyla diğer bölgelerde lojistik merkez yer seçiminde karar vericilere örnek bir çerçeve sunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre AHS yöntemi yeterli ve uygun bir sonuç elde edilmesini de sağlamıştır. Bu yönüyle de sonraki çalışmalar açısından uygun bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Bunların yanında çalışmanın bazı kısıtlamaları söz konusudur. Özellikle pandemi ve zaman kısıtlamaları nedeniyle uzman görüşü 10 ile sınırlandırılmıştır. Daha fazla uzman görüşüne başvurulması hem lokasyon açısından hem de kriterler açısından daha farklı değerlendirmeleri beraberinde getirecektir. Buna göre gelecek çalışmalarda farklı uzmanlık gruplarından yararlanılması, farklı kriterlerle konuyu ele alınması söz konusu olabilir. Ayrıca farklı çok değişkenli karar verme tekniklerinden ve farklı metodolojilerden yararlanılması faydalı olabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Allen, J., Browne, M., Woodburn, A. & Leonardi, J. (2012), “The Role of Urban Consolidation Centers in Sustainable Freight Transport”, *Transport Reviews*, 32-4, pp. 473-490
- [2] Amaral, R.R., Aghezzaf E. (2015), “City Logistic and Traffic Management: Modelling the Inner and Outer Urban Transport Flows in Two-Tiered System”, *Transportation Research Procedia*, pp. 297-312
- [3] Arvianto, A., Sopha, B.M, Asih, A.M.S., Imron, M. A.. (2021), “City Logistics Challenges and Innovative Solutions in Developed and Developing Economies: A Systematic Literature Review”, *International Journal of Engineering Business Management*, 13, pp.1-8
- [4] Awashti, A., Chauhan S.S., Goyal, S.K. (2011), “A Multi-Criteria Decision Making Approach for Location Planning Urban Distribution Centers Under Uncertainty”, *Mathematical and Computer Modelling*, 53, pp. 98-109
- [5] Björklund, M., Abrahamsson, M., Johanson, H. (2017), “Critical Factors Viable Business Models For Urban Consolidation Centers”, *Research in Transportation Economics*, 64, pp.36-47
- [6] Benjelloun, A., Crainic. T. G. (2008), “Trends, Challenges, And Perspectives in City Logistics. Transportation and Land Use Interaction”, *Proceedings TRANSLU'08*, Editura Politehnica Press, Bucharest, Romania, pp.269-284.
- [7] Bediroğlu, Ş., Yıldırım, V. (2020), “Lojistik Merkez Yer Seçimi için CBS&ÇÖKV Ara Yüzü Geliştirilmesi ve Ordu İli Pilot Bölge Çalışması”, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1). ss. 323-334.

- [8] Braysy O, Dullaert W, Nakari P. (2009), "The Potential of Optimization in Communal Routing Problems: Case Studies from Finland", *Journal of Transport Geography*; 17, pp. 484-490.
- [9] Chen, Y., Qu, L. (2006), "Evaluating the Selection of Logistics Centre Location Using Fuzzy MCDM Model Based on Entropy Weight", 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, Dalian, China.
- [10] Crainic, T. G., Ricciardi, N., Storchi, G. (2009), "Models for evaluating and planning city logistics systems", *Transportation Science*, 43(4), pp. 432-454.
- [11] Demiroğlu, Ş., Elener, A. (2014), "Küresel Lojistik Köyleri ve Türkiye'de Kurulması Planlanan Lojistik Köy Bölgelerinin ÇKKV Yöntemleriyle Belirlenmesi", *Dumlupınar University Journal of Social Sciences*, 42, ss. 189-202
- [12] Elgün M., Elitaş C. (2011), "Yerel Ulusal ve Uluslararası Taşıma ve Ticaret Açısından Lojistik Köy Merkezlerinin Seçiminde Bir Model Önerisi", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Celal Bayar Üniversitesi Manisa, 9 (2), ss.630-645.
- [13] Erkayman, B., Gündođar, E., Akkaya, G., İpek, M. (2011), "A Fuzzy TOPSIS Approach for Logistics Center Location Selection", *Journal of Business Case Studies*, 7 (3), pp. 49-55.
- [14] Eryürük, S., H., Kalaođlu, F., Baskak, M. (2011), "A Site Selection Model for Establishing a Clothing Logistics Center", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 22 (1), pp. 40-47.
- [15] Güneş, H, Esmir, S. (2016), "Liman Merkezli Lojistik: Ege Bölgesi için Bir Değerlendirme", *Journal of ETA Maritime Science*, 4(4), ss. 303-316.
- [16] Higgins, C.D., M.R. Ferguson (2011), "An Exploration of the Freight Village Concept and its Applicability to Ontario", *McMaster Institute of Transportation and Logistics Hamilton*.
- [17] Jacyna, M. (2013), "The Role of The Cargo Consolidation Center in Urban Logistics System", *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 8 (1), pp.100-113.
- [18] Kayıkci, Y. (2010), "A Conceptual Model For Intermodal Freight Logistics Centre Location Decisions", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, (2), pp. 6297-6311.
- [19] Keleş, N. Pekkaya, M. (2021), "Lojistik Köy Yer Seçiminde Dikkate Alınana Değişkenlerin Kıyaslama Yaklaşımı ile Belirlenmesi", *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (23), ss. 15-38.
- [20] Ljungberg D, Gebresenbet G. (2004), "Mapping out the Potential for Coordinated Goods Distribution in City Centres: the Case of Uppsala", *International Journal of Transport Management*, 2, pp. 161-172.
- [21] Muravev, D., Hu, H., Zhou, H., Pamucar, D. (2020), "Location Optimization of CR Express International Logistics Centers", *Symmetry*, 12 (1), pp.143.
- [22] Nataraj, S., Feorne, D., Quintero-Araujo, C., Juan, A.A., Festa, P. (2019), "Consolidation Centers in City Logistics: A Cooperative Approach Based on The Location Routing Problem", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 10, pp. 393-404.
- [23] Peker, I., Baki, B., Tanyaş, Ar, I. M. (2016), "Logistics Center Site Selection By ANP/BOCR Analysis: a Case Study of Turkey", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30, pp. 2383-2396.
- [24] Quak, H., Van Duin, R., Visser J. (2008), "Innovations in City Logistics", *NOVA Science Publisher, Inc. New York*, pp. 37-54.
- [25] Regmi, M. B. , Hanaoka, S. (2013), "Location Analysis of Logistics Centers in Laos", *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(3). pp. 227-242.
- [26] Rimiene, K., Grumdey, D. (2007), "Logistics Centre Concept through Evolution and Definition", *Engineering Economics*. 4 (54). pp. 87-95.
- [27] Savrun, B., Mutlu, H.M. (2019), "Kent Lojistiği Üzerine Bibliyometrik Analiz", *Kent Akademisi*, Volume, 12 (38), Issue 2, ss. 364-386.
- [28] Tadic, S., S. Zecevic, ve M. Krstic. (2014), "A Novel Hybrid MCDM Model Based on Fuzzy DEMETAL, Fuzzy ANP and Fuzzy VIKOR for city Logistics Concept Selection", *Expert Systems with Applications*, 41 (18), pp. 8112-8128.
- [29] Taniguchi, E., (2014), "Concepts of City Logistics for Sustainable and Livable Cities", *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 151, pp. 310-317.
- [30] Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T. (2014), "Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 125, pp. 4-14.
- [31] Taniguchi, E., Van der Heijden, R.E.C.M. (2000), "An Evaluation Methodology for City Logistics", *Transport Reviews*, 20 (1), pp. 65-90.
- [32] Tomić V., Marinković D., Marković D. (2014), "The Selection of Logistic Centers Location Using Multi-Criteria Comparison: Case Study of The Balkan Peninsula", *Acta Polytechnica Hungarica*, 11(10), pp. 97-113.
- [33] URL 1, E-Ticaret İstatistikleri (2021), <https://www.eticaret.gov.tr/istatistikler>, 17.08.2021

[34] URL 2, Deloitte Digital (2019), "E-Ticaretin Gelişimi, Sınırların Aşılması ve Yeni Normlar", <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/consumer-business/e-ticaretin-gelisimi-sinirlarin-asilmasi-ve-yeni-normlar.pdf> , 17.08.2021

[35] URL 3, Lojistik Terimler Sözlüğü (LODER), <http://loder.org.tr/> , 17.08.2021

[36] URL 4, Best Urban Freight Solutions II (2006). Urban Freight in small and medium sized cities, Urban waste logistics, http://www.bestufs.net/workshops/2005-09-29_kaposvar.html, 17.08.2021

[37] Uyanık, C., Tuzkaya, G., Oğuztimur, S. (2018), "A Literature Survey on Logistics Centers' Location Selection Problem", Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 36 (1), pp. 141-160.

[38] Van Duin, R, Quak, H., Munuzuri, J. (2010), "New Challenges For Urban Consolidation Centers: A Case Study in the Hague", The Sixth International Conference on City Logistics, Procedia Social and Behavioral Sciences, pp. 6177-6188

[39] Verlinde, S., Macharis, C., Witlox, F. (2012), "How to Consolidate Urban Flows of Goods without Setting an Urban

Consolidation Centre?", The Seventh International Conference on City Logistics, Procedia-Social and Behavioral Science, 39, pp. 687-701.

[40] Wiegmans, B.W., Masurel, E., Nijkamp, P. (1999), "Intermodal Freight Terminals: An Analysis of The Terminal Market", Transportation Planning and Technology. 23. pp.105-128.

[41] Yapraklı, Ş. T., Ünalın, M. (2017), "Lojistik Merkez Olabilmesi Açısından Erzurum'un Swot Analizi ile Değerlendirilmesi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 31 (3), ss. 677-700.

[42] Yapraklı, Ş.T., Kara, E.(2020), "Kahramanmaraş'ın Lojistik Potansiyelinin SWOT Analizi ile İncelenmesi", Journal of Emerging Economies and Policy, 5(1), ss. 34-42.

[43] Yu, X., Zhang, X., Mu, L. (2009), "A Fuzzy Decision Making Model to Select the Location of the Distribution Center in Logistics", International Conference on Automation and Logistics, Shenyang, China, August 2009.

[44] Zaralı, F., Yazgan, H. R., Delice, Y. (2018), "AHS ve VIKOR Bütünleşik Yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri İli Örneği", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 34 (3), ss.1-9.

Dr.Öğr.Üyesi Ali Çağrı BURAN



Ali Çağrı Buran, 1980 yılında Eskişehir'de dünyaya gelen Dr. Öğr. Üyesi Ali Çağrı BURAN, ilk, ortaokul ve lise öğrenimini Kütahya'da tamamladı. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İşletme bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe Finans Anabilim Dalında yüksek lisans programını tamamladı. 2016 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında doktora derecesi aldı. Dr. Öğr. Üyesi BURAN, halen Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Lojistik programında görevini sürdürmektedir.

Öğr. Görevlisi Murat SARIKAYA



Murat Sarıkaya, 1982 yılında Erzincan'da dünyaya gelen Öğretim Görevlisi Murat SARIKAYA, ilk, ortaokul ve lise öğrenimini Kütahya'da tamamladı. 2004 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik bölümünden, 2005 yılında Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye bölümünden mezun oldu. 2006 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim dalı ve 2005 yılında da Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim dallarında yüksek lisans programlarını tamamladı. Öğretim Görevlisi Murat SARIKAYA, halen Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Toptan ve Perakende Satış Bölümünde görevini sürdürmektedir.

