LOJİSTİK DERGİSİ

www.loder.org.tr Basılı ISSN: 2564-7245 Elektronik ISSN: 2630-5704
YIL 20 • Sayı 57 • Haziran 2023
LOJİSTİK DERNEĞİ'NİN (LODER) RESMİ YAYIN ORGANI

Yayın Türü

Yerel Süreli Yayın
Yılda İki Sayı (Haziran - Aralık)
Basılı ISSN: 2564-7245
Elektronik ISSN: 2630-5704

Dizinlenme

Lojistik Dergisi 2021 yılı itibari ile TUBİTAK-ULAKBİM TR Dizin Veri Tabanında dizinlenmektedir.

Yayın Adresi

Lojistik Derneği, Barbaros Mah. Ihlamur Bul. Ağaoğlu My Newwork No:3/15 Ataşehir 34746 İstanbul, Türkiye
Telefon: 0536 379 80 80
Faks: 0850 522 34 03
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/makale-gonder adresinden ulaşabilirsiniz.

Değerli Okuyucular,

Dergimizin bu sayısının ilk iki makalesi Afet Lojistiği konularına odaklanmaktadır. Bu vesileyle tüm Türkiye'yi derin bir üzüntüye boğan Kahramanmaraş Depremlerinden etkilenen herkese sabır, güç ve başsağlığı dileklerimizi iletiyoruz.

Araştırma türündeki birinci makalede, Dr. Öğretim Üyesi Ramazan Eyüp Gergin, olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından İstanbul'daki ilçelerde oluşabilecek enkazların en az maliyet ve belirli bir hizmet düzeyinde taşınacağı enkaz döküm sahalarının belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda çalışmada talep noktaları ile enkaz döküm sahalarının arasındaki uzaklık toplamını en aza indirerek döküm sahalarının lokasyonlarının belirlenmesine olanak sunan P-Medyan yöntemi kullanılmıştır.

Derginin ikinci makalesinde, Dr. Öğretim Üyesi Gülşah Ayvazoğlu ve Öğretim Görevlisi Gökhan Çaybaşı, deprem sonrası çadır lojistik ve envanter yönetimi süreçlerinde güncel blokzincir teknolojisinin etkisinin incelenmesine odaklanmışlardır. Değerlendirme sürecinde bütünleşik bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı uygulanan çalışmanın sonuçlarına göre blokzincir teknolojisinin şeffaflık ve güvenlik özellikleri en önemli kriterler olarak tespit edilirken, çadır lojistiği süreçleri içerisinde yer alan Depolama ve Stok Yönetimi ile envanter yönetimi süreçleri arasında olan Satın Alma Sürecinin blokzincir teknolojisinin en etkili olabileceği aşamalar olduğu belirlenmiştir.

Doç.Dr. Ayhan Demirci, araştırma türü çalışmasında, bir lojistik ağının başarısı için kritik önemi olan tesis yeri seçimi probleminin çözümünde çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak karar vericilere destek sağlamayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın ilk aşamasında yapılan literatür taraması ile tesis yeri seçim kriterleri belirlenmiş ve ROC tekniğiyle ağırlıklandırılmış; ikinci aşamada ise PROMETHEE ve ORESTE teknikleri birlikte kullanılarak dört farklı karar alternatifi arasında bir seçim yapılmıştır.

Öğretim Görevlisi Ramazan Yıldız makalesinde, GSYİH oranı en yüksek 4 Avrupa ülkesi ve Türkiye'nin, gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarlarının imalat sanayilerine olan etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmada EUROSTAT açık erişim sitesinden derlenen 2012-2021 yıllarını kapsayan veriler kullanılmıştır. Birim kök ve spesifikasyon testlerine göre kurulan modellerin analizlerinde, en küçük kareler yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonucuna göre ülkelerdeki denizyolu taşımacılığının imalat sanayilerinin gelişimine pozitif yönde etkisinin olduğu belirtilerek elde edilen bulgular tartışılmıştır.

Makalelerin yazarlarına ve makalelerin değerlendirilme sürecinde kıymetli zamanlarını ayırarak destek veren hakemlere teşekkürlerimizi sunar, dergimizin yeni bilimsel çalışmalar için esin kaynağı olmasını temenni ederiz.

Saygılar.

Prof. Dr. Gülçin Büyüközkan
Lojistik Dergisi Editörü

İÇİNDEKİLER

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 1-18 ■ Haziran 2023

ARAŞTIRMA MAKALESİ

AFET LOJİSTİĞİ KAPSAMINDA ENKAZ KALDIRMA FAALİYETİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ

Ramazan Eyüp GERGİN

Gümüşhane Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Gümüşhane, gergin@gumushane.edu.tr
ORCID: 0000-0002-0968-9188

ÖZET

Son yıllarda dünya genelinde meydana gelen afetlerin sayısında var olan artışlar önemli hacimlerde enkaz ve atık oluşum problemini ortaya çıkarmaktadır. Afetlerin ardından ortaya çıkan enkaz ve atıklar bir takım lojistik problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada temel amaç olası bir yıkıcı İstanbul depreminde İstanbul'un ilçelerinde meydana gelebilecek enkazların hangi enkaz döküm sahalarına taşınması gerektiğinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada olası bir 7.5 şiddetindeki depremin ardından İstanbul'un ilçelerinde oluşacabilecek enkaz miktarı ve ilçelerin enkaz döküm sahalarına olan uzaklık verileri kullanılmıştır. Söz konusu verilerin değerlendirilmesinde P-Medyan yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, İstanbul'daki otuz dokuz ilçenin ikisinin Silivri Büyükkılıçlı, beşinin Eyüp Akpınar, birinin Şile Ahmetli, on ikisinin Şile Avcıkoru ve on dokuzunun ise Arnavutköy Boğazköy enkaz döküm sahalarında enkaz döküm faaliyetlerini gerçekleştirmeleri gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Afet lojistiği, Deprem, Enkaz kaldırma, P-Medyan, Yer seçimi

ACTIVITY OF DEBRIS REMOVAL AS PART OF DISASTER LOGISTICS: EXAMPLE OF ISTANBUL

ABSTRACT

The increase in the number of disasters that have occured worldwide in recent years raises the problem of the formation of debris and waste in significant volumes. Debris and wastes which reveals after disasters bring along a set of logistical problems. The main objective of this study is to designate which debris dump sites should be transported after possible a destructive Istanbul earthquake will the debris' which in the districts of Istanbul. In line with this purpose, after a possible 7.5 magnitude earthquake the amount of debris that may occur in the districts of Istanbul, and the distance of the districts to the debris dump sites datas were used in the study. P-Median method is utilized to evaluating of the relevant datas The findings indicated that two of the thirty nine districts from the Silivri Büyükkılıçlı debris dump site, five of the thirty nine districts from Eyüp Akpınar debris dump site, one of the thirty nine district from Şile Ahmetli debris dump site, twelve of the thirty nine districts from Şile Avcıkoru debris dump site and, nineteen of the thirty nine districts from Arnavutköy Boğazköy debris dump site should be carry out their debris dumping activities.

Keywords: Disaster logistics, Earthquake, Debris removal, P-Median, Site selection

Yayın Künyesi: R.E. GERGİN, "Afet Lojistiği Kapsamında Enkaz Kaldırma Faaliyeti: İstanbul Örneği", Lojistik Dergisi, Yıl 20, Sayı 57, Sayfa 1-18, Haziran 2023.

Makale Geçmişi: Geliş: 21.11.2022 / Kabul: 26.02.2023
Article History: Received: 21.11.2022 / Accepted: 26.02.2023

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 1-18 ■ Haziran 2023

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünya genelinde meydana gelen afetlerin sayısında artış bulunmaktadır. Meydana gelen afetler genellikle önemli hacimlerde enkaz ve atık oluşturmakta, bazı durumlarda ise mevcut atık yönetim kapasitesini zora sokmaktadır. Meydana gelen bu tür büyük ölçekli afetlerin ardından çok büyük miktarlarda enkaz ve atıkların yanı sıra can ve mal kayıpları da oluşmaktadır. 2011 yılında Japonya'da gerçekleşen 8.9 şiddetindeki deprem ve ardından meydana gelen tsunami felaketinin sonucunda 28 milyon ton atık meydana gelmiştir (Ide, 2015; Watanabe ve Kusukawa, 2015). 1900-2017 yılları arasında Türkiye'de şiddeti 6.0 ve üzerinde gerçekleşmiş can kaybına ve hasar oluşmasına neden olmuş 210 deprem kayıt altına alınmış, bu depremler 86.802 kişinin yaşamını yitirmesine, 597.865 konutta ise ağır hasara sebep olmuştur (URL 1). 6 Şubat 2023 tarihinde ise Kahramanmaraş Pazarcık ve Kahramanmaraş Elbistan merkezli sırasıyla 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde peş peşe iki büyük ölçekli deprem yaşanmış ve bu depremlerde 50.000'den fazla insan hayatını kaybetmiştir.

Afet atıkları plastik eşyalar, metaller, araçlar, elektronik aletler ve beton artıkları gibi geri dönüştürülebilen birçok malzemeyi içerisinde barındırmaktadır. Bu tür malzemelerin geri dönüştürülerek yeniden kullanılması çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından oldukça faydalıdır. Afet atıklarının geri dönüştürülmesi düzenli depolama kullanımını azaltarak daha fazla istihdamın gerçekleşmesine fırsat sağlamaktadır (Brown ve Milke, 2016). Gerçekleşen afetlerin sonucunda oluşan enkaz ve atıklar afetlerin türüne göre farklılık gösterebilmektedir. Evsel tehlikeli atıklar, çamur ve tortu, hayvan leşleri, metaller, beyaz eşyalar, bitkiler, tehlikeli maddeler, özel mülkler, inşaat malzemeleri ya da bunların karışımından oluşan enkaz ve atıklar şeklinde olabilir (URL 2).

Afet atıklarının işlenmesinde yüksek geri dönüşüm oranlarının elde edilmesi için bu atıkların plastik, kâğıt, ahşap ve metal gibi kategorilere ayrıştırılması gerekmektedir. Fakat bazı durumlarda yerinde atık ayrıştırma işlemi uygun olmayabilmektedir. Örneğin mega felaketler kategorisinde yer alan sırasıyla 2004 ve 2011 yıllarından gerçekleşen Hint Okyanusu ve Japon tsunamileri çok karmaşık ve büyük miktarlarda afet atıklarının oluşmasına sebep olduğu için yerinde atık ayrıştırma işlemi uygulanamamıştır (Habib ve Sarkar, 2017).

Afetlerin ardından hem afet müdahale ve iyileştirme aşamalarının hızlıca gerçekleştirilmesi hem de geri dönüşüm programlarının genel verimliliğinin arttırılması için enkaz döküm sahaları hayati bir öneme sahiptir. Afetlerden etkilenen bölgelerde oluşan enkazlar, daha önceden belirlenmiş enkaz döküm sahalarına taşınmaktadır. Afetlerin karmaşık ve dinamik doğası, oluşabilecek enkaz miktarlarının tahminini oldukça zorlaştırmaktadır. Afetlerin ardından oluşabilecek enkazın miktarının meydana gelen afetin türü, şiddeti, bölgenin topografik ve demografik yapısı gibi birçok farklı değişkene bağlı olması nedeniyle yüksek derecede belirsizlik içermektedir.

Bu çalışmada temel amaç olası bir yıkıcı İstanbul depreminde İstanbul'un ilçelerinde meydana gelebilecek enkazların hangi enkaz döküm sahalarına taşınması gerektiğinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada P-Medyan yönteminden faydalanılmıştır. Böylece İstanbul'daki ilçelerin İstanbul'da yer alan enkaz döküm sahalarından hangisinden faydalanacağı tespit edilmiştir.

Beş bölüm olarak tasarlanan çalışmanın takip eden bölümünde literatür araştırmasına yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde çalışmada kullanılan P-Medyan yöntemine yönelik teorik bilgiler sunulmuştur. Dördüncü bölümde çalışmada gerçekleştirilen uygulamanın analiz sonuçları yer almıştır. Son bölümde ise çalışmada gerçekleştirilen uygulamanın sonuçlarından hareketle sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Rosing ve Hodgson (2002) yapmış oldukları çalışmada sezgisel konsantrasyonun tek seçenekli bir değişim probleminde sonuçları nasıl ve neden iyileştirdiğini göstermişlerdir. Klose ve Drexl (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada dağıtım sistemi tasarımı için tesis yerleşim modelleri geliştirilmiştir. Patel vd. (2006) yaptıkları çalışmada

hava kargosu için en uygun alım sürelerinin belirlenmesi ve yerel bir dağıtım merkezine teslim edilmesi için çeşitli deterministik modeller sunmuşlardır. Arbib ve Marinelli (2007) bir otomotiv cam fabrikasında trim kaybı minimizasyonu için bir optimizasyon modeli önermişlerdir. Doerner vd. (2007) yaptıkları çalışmada gelişmekte olan bir ülkedeki mobil sağlık hizmetleri için çok kriterli bir rota planlaması gerçekleştirmişlerdir. Mladenovic vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada P-Medyan problemi ile bütünleştirilen Metasezgisel yaklaşımlar araştırılmıştır. Salcedo-Sanz vd. (2008) yaptıkları çalışmada bir mobil iletişim ağının en uygun şekilde konumlandırılması, maliyetlerin azaltılabilmesi ve ağın performansının iyileştirilebilmesini sağlayan bir model önermişlerdir. Teixeira ve Antunes (2008) Portekiz'in Coimbra şehrinde var olan ilkokul ağının yeniden konuşlandırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bischoff vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada çok tesisli yer tahsisi problemine çözüm aramışlardır. Kuby vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yakıt ikmali yapmak için hidrojen istasyonlarını konumlandıran bir model geliştirmişlerdir. Sambola vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yeni tesis kurmanın amaçlandığı çok dönemli artımlı hizmet tesisi yerleşim problemi ele alınmıştır. Smith vd. (2009) yaptıkları çalışmada Hindistan'ın kırsal bölgesinde sürdürülebilir toplum sağlığının konumlandırılabilmesi için bir model geliştirmişlerdir. Upchurch ve Kuby (2010) Florida'daki yol ağlarında konumlandırılan alternatif yakıt istasyonlarının performanslarını analiz etmişlerdir. Xu vd. (2010) yaptıkları çalışmada su dağıtım sistemlerinde sensörlerin konumlarının belirlenmesine yönelik bir model önermişlerdir.

Bell vd. (2011) gerçekleştirdikleri çalışmada, stratejik uyarı alanlarının konumlarının optimizasyonu amaçlamışlardır. Ye vd. (2011) Tayvan'da bulunan mevcut geri dönüşüm merkezlerinin sayısının azaltılması için yeni bir lokasyon planlama ve atama modeli geliştirmişlerdir. Burkey vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada hastanelerin sağladığı coğrafi erişilebilirlikteki verimlilik ve eşitlik incelenmiştir. Delmelle vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada otobüs duraklarının fazlalığının belirlenmesi için bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) içine entegre edilmiş bir optimizasyon çerçevesi geliştirilmiştir. Özçakar ve Bastı (2012) tarafından yapılmış olan çalışmada kuruluş yeri seçimi için p-medyan problemi ile parçacık sürü optimizasyonu algoritması yaklaşımı bütünleştirilerek kullanılmıştır. Baray ve Cliquet (2013) gerçekleştirdikleri çalışmada Fransa'daki doğum hastanelerinin konumlarını optimize etmeyi amaçlamışlardır. Belien vd. (2013) tarafından yapılan araştırmada, organ nakli merkezlerinin tesis yerleşim tasarımlarının optimize edilmesi amaçlanmıştır. Li vd. (2013) yapmış olduğu çalışmada güvenilir dağıtım ağlarının tasarımı için iki ilişkili bir model sunmuşlardır.

Batta vd. (2014) yaptıkları çalışmada dağılım, nüfus ve eşitlik kriterlerini kullanarak yerel yönetim tesislerinin konumlarını tespit etmeye çalışmışlardır. Segura vd. (2014) tarafından yapılmış olan çalışmada talebin değişkenliği ve düşük yatırım maliyetleri nedeniyle dağıtım merkezlerinin yerinin zaman içinde değişebileceğinin örneklendirilmesine odaklanılmıştır. Carling vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada p-medyan ile gravity p-medyan modelleri ampirik olarak test edilerek elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Comber vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada arz kaynaklarının mekansal dağılımını ve potansiyel tesis konumlarına göre rekabeti dikkate alan yeni bir model önermişlerdir. Durak ve Yıldız (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Düzce ilinde faaliyet gösteren bir gıda işletmesinin ilde ve ilçelerde bulunması gereken en uygun depo sayısının ve yerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Halper vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada müşteriler ile tesisler tarafından kat edilen mesafelerin ağırlıklı toplamını en aza indirecek bir model önerisi sunmuşlardır. Janacek ve Kvet (2015) yapmış oldukları çalışmada kamu hizmeti sistem tasarımına yönelik bir yaklaşım oluşturmuşlardır. Çetinkaya vd. (2016) yaptıkları çalışmada Türkiye'de bulunan Suriyeliler için oluşturulmuş geçici barınma merkezlerinin senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir. Djenic vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada otobüs terminali konumlandırma problemine çözüm aranmıştır. Janacek ve Kvet (2016) tarafından yapılmış olan çalışmada kamu hizmeti sisteminin optimal yapısını tasarlama problemi ele alınmıştır. Ko vd. (2016) yapmış oldukları çalışmada belirli bir

bölgedeki acil tıp merkezlerinin yeri, tahsisi ve kapasite tasarımını incelemişlerdir. Vecchi vd. (2016) Brezilya'nın Campo Mourao şehrinde katı atık toplama için kullanılan kamyonların rotalarının optimizasyonu için bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Zhang vd. (2016) yaptıkları çalışmada kamu ve özel hizmetleri konumlandırmak için yaygın olarak kullanılan tesis yerlerini belirlemek için kentsel sokak ağlarını karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Fredriksson (2017) yaptığı çalışmada kamu hizmetlerinin yer tahsisini gerçekleştirmek için P-medyan yönteminden faydalanmıştır. Önden vd. (2018) yaptıkları çalışmada güzergâhı belli olan bir hızlı otobüs taşımacılığı sisteminde durak alanları için alternatif noktaların tespit edilmesine odaklanmışlardır. Zhao vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada metro hatlarıyla bütünleşik bir lojistik sistem oluşturabilmek için uygun dağıtım merkezlerinin konumlarının bulunması amaçlanmıştır.

Abareshi ve Zaferanieh (2019) yaptıkları çalışmada en olası tahsis çözümü kapasitesine sahip tesis yerleşimi problemini değerlendirmek için iki seviyeli bir model tasarlamışlardır. Erdoğan vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada tesis yeri analizi için bir karar destek sistem modeli geliştirilmiştir. Güden ve Süral (2019) yaptıkları çalışmada mobil tesislerin güzergâhları ile tesis lokasyonlarının belirlenmesine odaklanmışlardır. Church ve Wang (2020) yaptıkları çalışmada düzenli ve kafes ağlarda P-Medyan probleminin çözümüne odaklanmışlardır. Erşen ve Sel (2020) yaptıkları çalışmada taşıma maliyetleri ve karbon salınım miktarlarını en aza indirecek en uygun bayi lokasyonlarının tespit edilmesini hedeflemişlerdir. Lin vd. (2020) yaptıkları çalışmada Pekin'deki hidrojen istasyonlarının konum şemasının optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Aboolian vd. (2021) yaptıkları çalışmada, tesis konumları ve tasarım kararlarınının eşzamanlı olarak optimizasyonu için genelleştirilmiş yeni bir metodoloji önermişlerdir. Chang vd. (2021) yaptıkları çalışmada her müşteri ile açılan tesisler arasındaki mesafelerin en uygun toplamını belirlemeyi amaçlamışlardır. Kara ve Yurdakul (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yapılması planlanan bir metro projesi kapsamında, en uygun istasyon sayısı ile istasyonların bulunması gereken yerlerin belirlenmesi problemine çözüm aranmıştır. İlbahar vd. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada Türkiye'nin İç Anadolu bölgesindeki enerji santralleri için en uygun yerlerin belirlenmesine odaklanmışlardır. Franco vd. (2021) yaptıkları çalışmada belediye katı atık depolama ağı için en uygun konfigürasyonu bulmaya odaklanmışlardır. Fadda vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada genel hizmet tesislerinin yerlerinin belirlenmesi için çeşitli yer seçim modelleri uygulanarak elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır.

Chouksey vd. (2022) yaptıkları çalışmada Hindistan'da anne sağlığı tesislerinin planlaması için hiyerarşik bir kapasiteye sahip tesis konum tahsis modeli geliştirmişlerdir. Deng vd. (2022) yaptıkları çalışmada ücretlendirme planlarının maliyet açısından elektrikli araç filosu operasyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Geçici vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada hidrojen ikmal istasyonlarının çok dönemli planlaması için bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Jones vd. (2022) yaptıkları çalışmada İngiltere'nin güneyindeki tedavi merkezlerine verilecek robotik cihazların tahsisi için bir metodoloji sunmuşlardır. Kalczynski ve Drezner (2022) gerçekleştirdikleri çalışmada arzu edilmeyen tesislerin topluluklardan minimum mesafe gereksinimine bağlı olarak işletme maliyetlerini en aza indirmeye odaklanmışlardır. Kılıç ve Uncu (2022) yaptıkları çalışmada nöbetçi eczaneler arasındaki mesafe kısıtlamasını sağlayan bir model önerisi geliştirmişlerdir. Önden ve Eldemir (2022) tarafından yapılan çalışmada metropol alanlarda lojistik merkez konumlarının belirlenmesine yönelik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Oteng vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada Avustralya'da güneş fotovoltaik atık yönetimi için bir atık toplama tesisleri sistem ağı tasarlamışlardır.

Literatürde P-Medyan yöntemiyle farklı alanlarda gerçekleştirilmiş uygulamalı ve teorik bir çok çalışma bulunmaktadır. P-Medyan yöntemiyle gerçekleştirilmiş bazı çalışmalara ilişkin bilgiler, bu çalışmalarda üzerinde durulan konular ve kullanılan yöntemler Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1a: P-Medyan Yönteminden Faydalanılan Çalışmalara İlişkin Literatür Araştırması

Yıl	Yazar(lar)	Araştırma Konusu	Kullanılan Yöntem(ler)
2002	Rosing ve Hodgson	P-medyan ile sezgisel yöntemlerin bütünleştirilmesi	P-Medyan/Sezgisel Konsantrasyon
2005	Klose ve Drexl	Dağıtım sistemi tasarımı problemi	P-Medyan
2006	Patel vd.	Hava kargosu dağıtım ağı tasarımı	P-Medyan
2007	Arbib ve Marinelli	Trim kaybı optimizasyonu	Assortment Expansion Procedure/P-Medyan
2007	Doerner vd.	Mobil sağlık hizmetleri için rotalama	P-Medyan/P-ACO/VEGA/MOGA
2007	Mladenovic vd.	P-medyan probleminin metasezgisel yaklaşımlarla çözümü	Literatür Araştırması
2008	Salcedo-Sanz vd.	Mobil iletişim ağlarının tasarımı	P-Medyan/Genetik algoritma
2008	Teixeira ve Antunes	Kamu tesisleri için yerleşim modeli	P-Medyan
2009	Bischoff vd.	Çok tesisli konum tahsisi problemi	P-Medyan
2009	Kuby vd.	Hidrojen istasyonlarının optimizasyonu	P-Medyan
2009	Sambola vd.	Hizmet tesisi yerleşim problemi	P-Medyan/Lagrange Dual
2009	Smith vd.	Sürdürülebilir toplum sağlığı planlaması	P-Medyan
2010	Upchurch ve Kuby	Akış yakıt ikmali konum modeli	P-Medyan/Greedy Substitution Algoritması
2010	Xu vd.	Su dağıtım sistemi tasarımı	P-Medyan/Dal ve Sınır Algoritması/ Serra ve Marianov's algoritması
2011	Bell vd.	Uçak uyarı bölgelerinin seçilmesi	P-Medyan
2011	Ye vd.	Atık kaynak geri dönüşüm merkezleri atama problemi	P-Medyan/TABU Search/Greedy Algoritması/GRASP Algoritması
2012	Burkey vd.	Sağlık hizmetlerinin lokasyon bazlı karşılaştırması	P-Medyan
2012	Delmelle vd.	Otobüs duraklarının lokasyonunun belirlenmesi	P-Medyan/Coğrafi Bilgi Sistemleri
2012	Özçakar ve Bastı	Kuruluş yeri seçim problemi	P-Medyan/Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması
2013	Baray ve Cliquet	Doğum hastanelerinin konum optimizasyonu	Miyopik Algoritma/Lagrangian Relaxation Algoritması/P-Medyan
2013	Belien vd.	Organ nakil merkezlerinin tasarımı	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama/P-Medyan
2013	Li vd.	Dağıtım ağlarının tasarımı	P-Medyan
2014	Batta vd.	Yerel yönetim tesislerinin konumu	P-Medyan
2014	Segura vd.	Dağıtım merkezlerinin konum problemi	P-Medyan/Miyopik algoritma
2015	Carling vd.	En yakın tesise en kısa yol seçiminin test edilmesi	P-Medyan/ Gravity P-Medyan
2015	Comber vd.	Arz kaynaklarının potansiyel tesis konumlarına göre dağılımı	P-Medyan/Coğrafi Bilgi Sistemleri
2015	Durak ve Yıldız	En uygun depo sayısının ve yerlerinin tespiti	P-Medyan
2015	Halper vd.	Mobil tesis yer problemi	P-Medyan/ Local Search
2015	Janacek ve Kvet	Kamu hizmet sistemleri tasarımı	P-Medyan
2016	Çetinkaya vd.	Geçiçi barınma merkezleri	P-Medyan/Küme Kapsama
2016	Djenic vd.	Otobüs terminali konum problemi	P-Medyan/paralel değişken komşuluk arama algoritması

Tablo 1b: P-Medyan Yönteminden Faydalanılan Çalışmalara İlişkin Literatür Araştırması

Yıl	Yazar(lar)	Araştırma Konusu	Kullanılan Yöntem(ler)
2016	Janacek ve Kvet	Kamu hizmeti sisteminin optimal yapısının tasarlanması	P-Medyan
2016	Ko vd.	Acil tıp merkezlerinin yer, kapasite ve yetenek tasarımı	P-Medyan/Genetik algoritma
2016	Vecchi vd.	Kamyon rotalarının optimizasyonu	P-Medyan/Hierholzer's/Kapasiteli Ark Yönlendirme
2016	Zhang vd.	Kamu ve özel hizmet tesislerinin konumlandırılması	P-Medyan
2017	Fredriksson	Kamu hizmetlerinin mekânsal tahsisi	P-Medyan
2018	Önden vd.	Hızlı otobüs taşımacılığı istasyonlarının belirlenmesi	P-Medyan/CBS
2018	Zhao vd.	Şehir içi dağıtım merkezleri yer seçimi	P-Medyan/TOPSIS
2019	Abareshi ve Zaferanieh	Tesis yerleşimi	AHP/P-Medyan
2019	Erdoğan vd.	Tesis yeri analizi	P-Medyan
2019	Güden ve Süral	Mobil tesislerin güzergahlarının belirlenmesi	P-Medyan/Şube ve Fiyat Algoritması
2020	Church ve Wang	Ağ problemleri	P-Medyan/CARS
2020	Erşen ve Sel	Tesis yeri seçimi	P-Medyan
2020	Lin vd.	Hidrojen istasyonu konum optimizasyonu	P-Medyan
2021	Aboolian vd.	Tesis tasarımı	P-Medyan
2021	Chang vd.	Müşteri tesis arası mesafenin optimizasyonu	P-Medyan/TABU Search
2021	Fadda vd.	Hizmet tesisleri konumlarının belirlenmesi	P-Medyan/P-Merkez/P-Centdian/BACOP1/BACOP2
2021	Franco vd.	Belediye katı atık depolama ağı	P-Medyan/Dal ve Sınır Algoritması
2021	Ilbahar vd.	Enerji tesisleri yer seçimi	P-Medyan/Bulanık Doğrusal Programlama
2021	Kara ve Yurdakul	Raylı sistemlerin istasyon yerlerinin belirlenmesi	P-Medyan/Küme Örtme
2022	Chouksey vd.	Anne sağlığı tesisi	P-Medyan/Hiyerarşik Kapasiteli Tesis Yeri Tahsisi
2022	Deng vd.	Elektrikli araç yönlendirme modeli	P-Medyan
2022	Geçici vd.	Hidrojen ikmal istasyonlarının planlaması	P-Medyan
2022	Jones vd.	Tedavi merkezlerine robotik cihazların tahsis edilmesi	P-Medyan/P-Merkez/Bulanık Mantık
2022	Kalczynski ve Drezner	Arzu edilmeyen tesis problemi	P-Medyan
2022	Kılıç ve Uncu	Eczane görev çizelgeleme problemi	P-Medyan/Sürü zekası algoritmaları
2022	Önden ve Eldemir	Lojistik merkez konumlarının belirlenmesi	P-Medyan/CBS/Bulanık AHP
2022	Oteng vd.	Atık toplama tesisleri sistem ağı tasarımı	P-Medyan/CBS

2.1. P-Medyan Yönteminden Faydalanılmış Afet Çalışmaları

Jia vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada büyük ölçekli acil durumlara müdahale edebilmek için tıbbi malzemelerin tesis konumlarının belirlenmesine yönelik modeller önerilmiştir. Campbell ve Jones (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kasırga veya terör saldırısı gibi bir felakete hazırlıklı olmak için

erzakların nereye yerleştirilmesi gerektiği araştırılmıştır. Geroliminis vd. (2011) Yunanistan'ın Atina şehrinin kentsel ulaşım ağında acil müdahale biriminin optimal konuşlandırılması ve mobil onarım birimleri için bir model geliştirmişlerdir. Wang vd. (2014) deprem sonrası yardım dağıtım problemi için bir model önerisi geliştirmişlerdir. Ye vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada Çin ulusal acil durum depo yeri problemi için bir model önermişlerdir. Şahin ve Altın (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Isparta şehrinde meydana gelebilecek bir depremin ardından afetzede vatandaşların geçici barınma ihtiyacını karşılayabilmek için oluşturulacak çadır kent alanları ile bu çadır kentlerden hizmet sağlayacak mahallelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Xu vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kent planlamasına yardımcı olmak için deprem tahliye barınaklarının konumlarının belirlenmesine yönelik bir model geliştirilmiştir.

Noham ve Tzur (2018) tarafından yapılmış olan çalışmada yaşanılmış afetlerin ardından alınan kararların da dâhil edildiği insani tedarik zincirlerini tasarlamak için bir model geliştirilmiştir. Hazırcı ve Şahin (2019) Burdur şehrinde oluşabilecek olası bir depremin ardından kullanılabilecek geçici iskân alanlarının belirlenmesi ve belirlenen bu alanlardan hizmet alacak mahallelerin tespit edilmesini amaçlamışlardır.

Temur vd. (2019) yaptıkları çalışmada İstanbul şehrinin Ümraniye ilçesinde meydana gelecek bir depremin sonrasındaki süreç için insani yardım dağıtım merkezlerinin kurulmasına yönelik bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Kılıçarslan ve Macit (2020) tarafından yapılan çalışmada depremin ardından gerçekleştirilen arama kurtarma işlemleri ile tıbbi yardımda kullanılacak yardım konteynerlerine ait yerleşim yerlerinin tespit edilmesi için bir model önerilmiştir. Karataş ve Yakıcı (2021) yapmış oldukları çalışmada afet durumlarında geçici acil servis merkezi konum kararları için çok amaçlı bir konum modeli geliştirmişlerdir.

Literatürde P-Medyan yönteminden faydalanılarak afet ile ilgili gerçekleştirilmiş uygulamalı ve teorik çalışmalar bulunmaktadır. P-Medyan yöntemiyle gerçekleştirilmiş afet çalışmalarına ilişkin bilgiler, bu çalışmalarda üzerinde durulan konular ve kullanılan yöntemler Tablo 2'de özetlenmektedir.

P-Medyan yönteminden faydalanılan afet çalışmaları genel olarak incelendiğinde P-Medyan yönteminin afet çalışmalarında kullanıldığı fakat enkaz lojistiği kapsamında P-Medyan yöntemiyle gerçekleştirilmiş herhangi bir çalışma olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2: P-Medyan Yönteminden Faydalanılan Afet Çalışmalarına İlişkin Literatür Araştırması

Yıl	Yazar(lar)	Araştırma konusu	Kullanılan Yöntem(ler)
2007	Jia vd.	Tıbbi malzemelerin tesis yeri seçimi	P-Medyan/Genetik Algoritma
2011	Campbell ve Jones	Afetlere hazırlık için malzemelerin konumlandırılması	P-Medyan
2011	Geroliminis vd.	Acil müdahale mobil birimlerinin dağılımı	P-Medyan/Genetik Algoritma
2014	Wang vd.	Deprem sonrası yardım dağıtımı	P-Medyan/Genetik Algoritma
2015	Ye vd.	Acil durum depo yeri problemi	P-Medyan/Değişken komşu arama
2016	Şahin ve Altın	Çadırkent yer seçimi problemi	P-Medyan
2016	Xu vd.	Deprem tahliye barınaklarının konum problemi	P-Medyan/CBS
2018	Noham ve Tzur	İnsani tedarik zinciri tasarımı	P-Medyan/TABU Search
2019	Hazırcı ve Şahin	Geçici iskan alanı seçimi	P-Medyan/AHP
2019	Temur vd.	Lojistik ağ tasarımı optimizasyonu	P-Medyan/AHP
2020	Kılıçarslan ve Macit	Arama kurtarma konteynerlerinin yerleşim yerinin tespiti	P-Medyan/Genetik Algoritma
2021	Karataş ve Yakıcı	Geçici acil servis merkezi konum kararı	P-Medyan

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 1-18 ■ Haziran 2023

3. P-MEDYAN YÖNTEMİ

P-Medyan problemi, ayrık konum teorisinde araştırmacıların en çok dikkatini çeken problemlerden birisidir. P-Medyan problemi ilk kez 1964 yılında Hakimi tarafından tanıtılmıştır (Alcaraz vd. 2012). Genel olarak P-Medyan probleminden, bir dizi müşteriye ya da talep noktasına hizmet sunmak için hangi fabrika veya tesislerin açılması gerektiğinin belirlenmesinde faydalanılmaktadır. NP-Hard problemleri arasında yer alan P-Medyan problemi (Ay vd. 2022), toplam taşıma maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

P-Medyan problemine ait matematiksel gösterim aşağıda sunulmaktadır (Afsharian, 2022; Fadda vd. 2021):

$$Min \sum_i \sum_j a_i u_{ij} t_{ij}$$

$$\sum_j t_{ij} = 1 \quad \forall i$$

$$\sum_j y_j = P$$

$$t_{ij} - y_j \leq 0 \quad \forall i,j$$

$$t_{ij} = \{0,1\} \quad \forall i,j$$

$$y_j = \{0,1\} \quad \forall j$$

P-Medyan probleminde yer alan notasyonlara ait tanımlamalar aşağıda açıklanmaktadır;

İndisler:
i: Talep yada müşteri noktaları
j: Aday fabrika veya tesis yeri

Parametreler:
a_i: i. noktada yer alan talep yada müşteri noktasının ağırlığı
u_{ij}: i noktasındaki talep veya müşteri noktası ile j lokasyonundaki fabrika veya tesis arasındaki en az mesafe
P: Açılacak fabrika veya tesis sayısı

Karar Değişkenleri:

t_{ij}: i.talep yada müşteri noktası j fabrika veya tesisine atanmış ise,1
Aksi durumda, 0

y_j: j lokasyonunda bir fabrika veya tesis açılmış ise, 1
Aksi durumda, 0

4. UYGULAMA

Çalışmada gerçekleştirilen uygulamada olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından İstanbul'un ilçelerinde oluşabilecek enkazların döküleceği enkaz döküm sahalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaç ekseninde çalışmada İstanbul'da yer alan ilçelerde olası yıkıcı bir depremin ardından oluşacak enkazların İstanbul'da yer alan enkaz döküm sahalarına taşınması işleminin minimum mesafeyi sağlaması ve ilgili ilçenin mesafe açısından kendisine en uygun enkaz döküm sahasından döküm işlemini gerçekleştirecek biçimde atanması yapılmıştır.

4.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmada, olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından İstanbul'un ilçelerinde oluşabilecek enkazların kaldırılmasında ilçelerin İstanbul'da yer alan enkaz döküm sahalarının hangisinden hizmet sağlayacağının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç için çalışmada P-Medyan modelinden faydalanılmıştır.

Olası bir yıkıcı İstanbul depreminin ardından İstanbul'daki ilçelerde oluşabilecek enkazların taşınması işleminde hangi ilçenin hangi enkaz döküm sahasından hizmet sağlayacağının belirlenmesi, depremin ardından ilçelerde gerçekleştirilecek afet sonrası müdahale ve iyileştirme çalışmalarının hızının arttırılmasını sağlayacaktır. Bu durum, ilçelerde oluşan enkazlardan kaynaklanan problemlerin çözülmesine olanak sağlayıp depremden etkilenen vatandaşların toplumsal yaşama geri dönüş süreçlerini hızlandıracaktır.

4.2. Verilerin Derlenmesi

Bu çalışmada kullanılan verilerde ikincil kaynaklardan yararlanılmıştır. P-Medyan modelinin çözümünde faydalanılan ilçelerin enkaz döküm sahalarına olan uzaklıkları Google Haritalar'dan elde edilmiştir. Modelin çözümünde kullanılan bir diğer veri olan olası yıkıcı bir İstanbul depremi sonucunda ilçelerde oluşabilecek enkaz miktarları ise 2021 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı (URL 3)" raporundan elde edilmiştir. Çalışmada yer alan veriler Tablo 3'te, talep noktalarının dağılım haritası ile enkaz döküm sahaları sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir.

Şekil 1: Enkaz Noktalarının Dağılım Haritası

Şekil 2: Enkaz Döküm Sahalarının Dağılım Haritası

Tablo 3: İlçelerin Tahmini Enkaz Miktarları ve Enkaz Döküm Sahalarına Olan Mesafeleri (Kaynak: URL 3, URL 4)

İlçelere Ait Bilgiler			İlçelerin Enkaz Döküm Sahalarına Olan Uzaklıkları (Km)						
İlçeler	Muhtemel Ağır Hasarlı Bina Sayısı	Tahmini Oluşacak Enkaz Miktarı	Silivri Ecemoba	Silivri Büyükkılıçlı	Eyüp Akpınar	Arnavutköy Boğazköy	Şile Ahmetli	Şile Avcıkoru	Şile Sahilköy
Adalar	413	3.510.500	132	125	100	68	80	72	77
Arnavutköy	41	348.500	78	70	16	9	99	82	87
Ataşehir	123	1.045.500	122	114	90	58	68	54	64
Avcılar	233	1.980.500	100	69	51	42	110	104	108
Bağcılar	796	6.766.000	84	82	44	24	102	73	92
Bahçelievler	796	6.766.000	87	91	50	40	99	90	96
Bakırköy	782	6.647.000	91	95	53	44	93	74	79
Başakşehir	115	977.500	88	81	28	30	99	81	90
Bayrampaşa	614	5.219.000	91	84	42	32	87	71	74
Beşiktaş	64	544.000	103	105	58	46	74	57	73
Beykoz	113	960.500	119	112	54	57	58	39	44
Beylikdüzü	321	2.728.500	69	72	57	48	113	97	110
Beyoğlu	410	3.485.000	99	100	47	42	83	75	72
Büyükçekmece	439	3.731.500	61	56	70	51	116	100	101
Çatalca	63	535.500	58	45	57	49	123	104	114
Çekmeköy	16	136.000	126	118	61	63	36	18	34
Esenler	391	3.323.500	89	87	40	25	87	69	85
Esenyurt	563	4.785.500	98	67	58	47	107	87	103
Eyüp	300	2.550.000	89	82	18	29	92	74	85
Fatih	2.083	17.705.500	94	86	44	34	87	71	74
Gaziosmanpaşa	129	1.096.500	90	82	40	31	82	63	80
Güngören	342	2.907.000	93	91	43	34	93	75	80
Kadıköy	209	1.776.500	113	116	64	56	72	53	69
Kağıthane	94	799.000	99	97	43	45	78	60	75
Kartal	199	1.691.500	133	149	100	88	80	63	68
Küçükçekmece	1.240	10.540.000	87	91	49	40	103	90	95
Maltepe	237	2.014.500	132	133	84	87	76	62	65
Pendik	274	2.329.000	138	153	96	98	70	53	67
Sancaktepe	84	714.000	142	135	77	80	47	29	44
Sarıyer	102	867.000	105	98	40	42	75	68	73
Silivri	444	3.774.000	31	15	86	77	143	126	132
Sultanbeyli	109	926.500	130	126	77	80	49	44	46
Sultangazi	61	518.500	94	94	41	44	88	70	90
Şile	22	187.000	160	153	95	101	7	26	23
Şişli	68	578.000	102	99	49	40	82	63	69
Tuzla	446	3.791.000	154	147	89	92	69	45	59
Ümraniye	105	892.500	116	108	84	57	62	45	51
Üsküdar	146	1.241.000	108	113	59	51	69	50	66
Zeytinburnu	510	4.335.000	93	96	43	35	87	69	73

Tablo 3'te yer alan tahmini enkaz miktarları olası bir 7.5 şiddetinde deprem sonucunda İstanbul'un ilçelerinde oluşabilecek çok ağır hasarlı binaların durumundan elde edilmiştir. Bir binadan ortalama 8.500 ton enkaz çıkmaktadır (URL 3). Bu bilgi doğrultusunda ilçelerde oluşabilecek enkaz miktarı ton cinsinden belirlenerek her bir ilçeden olası bir 7.5 şiddetinde gerçekleşecek depremin ardından oluşabilecek enkaz miktarı hesaplanmıştır.

4.3. Uygulama Süreci

Bu çalışmada gerçekleştirilen uygulama dört aşamada tasarlanmıştır. Uygulama sürecinde izlenen dört aşama Şekil 3'te sunulmaktadır.

aracılığıyla olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından İstanbul'un ilçelerinde oluşabilecek enkazların taşınması gereken enkaz döküm sahaları tespit edilmiştir.

4.4. Enkaz Döküm Sahalarının Belirlenmesi

Araştırmanın bu kısmında, olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından İstanbul'da bulunan ilçelerin hizmet alacağı enkaz döküm sahalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, İstanbul'da yer alan otuz dokuz ilçenin yedi farklı enkaz döküm sahasına olan uzaklıkları ile bu ilçelerin olası enkaz miktarları kullanılarak model çözümlenmiştir.

Şekil 3: Uygulamanın Dört Aşaması

Çalışmanın uygulama süreci dört aşamalı olarak tasarlanmıştır. Birinci aşamada çalışmada ilgilenilen problem gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda tespit edilmiştir. Problemin tespit edilmesinin ardından araştırmanın temasına uygun olan modele, gerçekleştirilen literatür araştırması çerçevesinde karar verilmiştir.

Modelin belirlenmesinin ardından üçüncü aşamada çalışmada faydalanılan modelin çözümünde kullanılacak veriler olan ilçelerin enkaz miktarları ile ilçelerin enkaz döküm sahalarına olan uzaklıkları sırasıyla "Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı (URL 3)" ve "Google Haritalar (URL 4)"dan elde edilmiştir. Son aşamada ise üçüncü aşamada belirlenen veriler doğrultusunda P-Medyan modeli

Araştırmada kullanılan modelin çözümünde GAMS 23.5 paket programından faydalanılmıştır. İstanbul'da yer alan otuz dokuz ilçenin yedi farklı enkaz döküm sahasına olan uzaklıkları ve olası enkaz miktarları Tablo 3'te sunulmuştur.

Çalışmada yapılan analiz doğrultusunda İstanbul'da yer alan otuz dokuz ilçe için *Silivri Ecemoba*, *Silivri Büyükkılıçlı*, *Eyüp Akpınar*, *Arnavutköy Boğazköy*, *Şile Ahmetli*, *Şile Avcıkoru* ve *Şile Sahilköy* enkaz döküm sahalarından faydalanacağı belirlenmiştir.

İstanbul'daki ilçelerin olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından hizmet alacakları enkaz döküm sahalarının atamaları ve enkaz döküm sahaları (Δ) Şekil 4'te gösterilmektedir.

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 1-18 ■ Haziran 2023

Şekil 4: İstanbul'daki İlçelerin Hizmet Alacağı Enkaz Döküm Sahaları

Tablo 4: İstanbul'daki İlçelerin Hizmet Alacağı Enkaz Döküm Sahaları

Enkaz Döküm Sahası	Hizmet Verilecek İlçeler	Enkaz Döküm Sahası	Hizmet Verilecek İlçeler
Silivri Büyükkılıçlı	Çatalca	**Arnavutköy Boğazköy**	Adalar
	Silivri		Arnavutköy
Eyüp Akpınar	Başakşehir		Avcılar
	Eyüp		Bağcılar
	Kâğıthane		Bahçelievler
	Sarıyer		Bakırköy
	Sultangazi		Bayrampaşa
Şile Ahmetli	Şile		Beşiktaş
Şile Avcıkoru	Ataşehir		Beylikdüzü
	Beykoz		Beyoğlu
	Çekmeköy		Büyükçekmece
	Kadıköy		Esenler
	Kartal		Esenyurt
	Maltepe		Fatih
	Pendik		Gaziosmanpaşa
	Sancaktepe		Güngören
	Sultanbeyli		Küçükçekmece
	Tuzla		Şişli
	Ümraniye		Zeytinburnu
	Üsküdar		

Şekil 4'te gösterilen İstanbul haritasına göre, *Silivri Büyükkılıçlı* enkaz döküm sahasından iki (Çatalca ve Silivri) ilçe hizmet alacaktır. *Eyüp Akpınar* enkaz döküm sahasından beş (Başakşehir, Eyüp, Kağıthane, Sarıyer ve Sultangazi) ilçe hizmet sağlayacaktır. *Şile Ahmetli* enkaz döküm sahası bir (Şile) ilçeye hizmet sunacaktır. *Şile Avcıkoru* enkaz döküm sahasından on iki (Ataşehir, Beykoz, Çekmeköy, Kadıköy, Kartal, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sultanbeyli, Tuzla, Ümraniye ve Üsküdar) ilçe hizmet alacaktır. *Arnavutköy Boğazköy* enkaz döküm sahasından on dokuz (Adalar, Arnavutköy, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beylikdüzü, Beyoğlu, Büyükçekmece, Esenler, Esenyurt, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Küçükçekmece, Şişli ve Zeytinburnu) ilçe hizmet alacaktır. İstanbul'daki enkaz döküm sahalarından hizmet alacak ilçeler genel olarak Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4'e göre sonuç olarak; İstanbul'daki otuz dokuz ilçenin ikisinin Silivri Büyükkılıçlı, beşinin Eyüp Akpınar, birinin Şile Ahmetli, on ikisinin Şile Avcıkoru ve on dokuzunun ise Arnavutköy Boğazköy enkaz döküm sahalarında enkaz döküm faaliyetlerini gerçekleştirmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afetlerden kaynaklanan inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümlerinin gerçekleştirilerek ekonomik sisteme tekrar kazandırılması için enkaz döküm sahaları büyük önem arz etmektedir. Gündelik hayatın olağan akışına uygun olarak kullanılan enkaz döküm sahaları aynı zamanda olası bir afet zamanında da ihtiyaçları karşılayabilecek durumda ve pozisyonda tutulmalıdır. İstanbul ilinde meydana gelecek bu depremler çok büyük can ve mal kayıplarına sebep olmasının yanı sıra sahip olduğu nüfusa paralel olarak içerisinde barındırdığı konut miktarı büyük miktarlarda enkaz oluşumuna da neden olacaktır. Olası yıkıcı bir İstanbul depreminin ardından ortaya çıkabilecek enkazlar afet sonrasında gerçekleştirilecek afet sonrası müdahale faaliyetlerinin maliyetlerinin artmasına sebep olacak, müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinin gecikmesine yol açacak ve afet sonrası iyileştirme çalışmalarını geciktirerek toplumsal refahın sağlanmasını zorlaştıracaktır. İstanbul şehrinde yaşanması beklenen olası yıkıcı bir depremin ardından meydana gelecek enkazların kaldırılması afet müdahale ve iyileştirme aşamalarının başarılı bir şekilde yürütülmesi için temel unsurlardan biridir. Bu sebeple İstanbul afet yönetim planında meydana gelebilecek depremler dikkate alınmalı, afet yönetim planlama kararları deprem unsuru göz önünde bulundurularak verilmelidir.

Bu çalışmada, İstanbul'da olası yıkıcı bir depremin ardından İstanbul'daki ilçelerde oluşabilecek enkazların en az maliyet ve belirli bir hizmet düzeyinde taşınacağı enkaz döküm sahalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada talep noktaları ile P tesislerinin arasındaki uzaklık toplamını en aza indirerek P tesislerinin lokasyonlarının belirlenmesine olanak sunması nedeniyle P-Medyan yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre İstanbul'daki enkaz döküm sahalarından faydalanacak olan ilçeler; Çatalca ve Silivri ilçeleri Silivri Büyükkılıçlı enkaz döküm sahasından, Başakşehir, Eyüp, Kağıthane, Sarıyer ve Sultangazi ilçeleri Eyüp Akpınar enkaz döküm sahasından, Şile ilçesi Şile Ahmetli enkaz döküm sahasından, Ataşehir, Beykoz, Çekmeköy, Kadıköy, Kartal, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sultanbeyli, Tuzla, Ümraniye ve Üsküdar ilçeleri Şile Avcıkoru enkaz döküm sahasından, Adalar, Arnavutköy, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beylikdüzü, Beyoğlu, Büyükçekmece, Esenler, Esenyurt, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Küçükçekmece, Şişli ve Zeytinburnu ilçeleri ise Arnavutköy Boğazköy enkaz döküm sahasından hizmet sağlayacaklardır. Silivri Ecemoba ve Şile Sahilköy enkaz döküm sahalarına ise çalışmada uygulanan model tarafından hiçbir atama gerçekleştirilmemiştir. Tüm ilçelerin enkaz döküm sahalarından faydalanma maliyeti ise 4.474.748.500 ton/km olarak belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışmanın bünyesinde bazı kısıtlar bulunmaktadır. Çalışmadaki ilk kısıt, çalışmada kullanılan parametrelerden biri olan ilçelerin enkaz miktarları değerlerinin tahmin temelli olmasıdır. Enkaz miktarlarında meydana gelecek artış veya azalışlar çalışmanın sonuçlarını

farklılaştırabilecektir. Çalışmadaki diğer kısıt, uygulamada gerçekleştirilen analizin karayolu taşımacılığının temel alınarak yapılmasıdır. Taşımacılık türünün farklılaşması veya afet sonrasında enkaz ile döküm yeri arasındaki güzergahın kısmen veya tamamen kapanması durumunda alternatif güzergahlar nedeniyle kat edilen mesafelerin farklılaşabilecek olması çalışmanın sonuçları değişebilecektir. Çalışmanın bir diğer kısıtı ise enkaz, döküm ve atık ayrıştırma alanlarının birlikte değerlendirilmiş olmasıdır. Çalışmadaki son kısıt ise yapılan araştırmanın yalnızca deprem temelli gerçekleştirilmiş olması sebebiyle diğer afet çeşitlerine genellenememesidir.

Gelecek çalışmalarda kullanılacak olan P-Medyan çalışmalarında enkaz taşımacılığı ile ilgili gerçek veriler ile araştırmalar yapılarak elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile kıyaslanabilir. Yapılan uygulamalar bölgesel çapta geliştirilerek sezgisel çözüm yöntemleriyle bütünleştirilebilir. Son olarak gelecek çalışmalarda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri (DEMATEL, SWARA, VIKOR, vb.) P-Medyan yöntemiyle bütünleştirilerek bölgesel ve ulusal ölçekli çalışmalar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Abareshi, M., Zaferanieh, M. (2019), " A Bi-Level Capacitated P -Median Facility Location Problem with the Most Likely Allocation Solution", Transportation Research Part B, 123, pp. 1–20.

[2] Aboolian, R., Berman, O., Krass, D. (2021), "Optimizing Facility Location and Design", European Journal of Operational Research, 289, pp. 31-43.

[3] Afsharian, M. (2022), "The P-Efficient Problem in Location Analytics: Definitions, Formulations, Applications, and Future Research Directions", Healthcare Analytics, 2, pp.1-14.

[4] Alcaraz, J., Landete, M., Monge, J.F. (2012), "Design and Analysis of Hybrid Metaheuristics for the Reliability P-Median Problem", European Journal of Operational Research, 222, pp. 54-64.

[5] Arbib, C., Marinelli, F. (2007), "An Optimization Model for Trim Loss Minimization in an Automotive Glass Plant", European Journal of Operational Research ,183, pp. 1421-1432.

[6] Ay, M., Akdoğan, B., Fidan, E.M., Özbakır, L. (2022), "Yerleştirme-Rotalama Problemi için İki Aşamalı Bir Model: Covid-19 Aşılarının Dağıtımı", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28 (4), ss. 559-568.

[7] Baray, C., Cliquet, G. (2013), "Optimizing Locations Through a Maximum Covering/P-Median Hierarchical Model: Maternity Hospitals in France", Journal of Business Research, 66, pp. 127–132.

[8] Batta, R., Lejeune, M., Prasad, S. (2014), "Public Facility Location Using Dispersion, Population, and Equity Criteria", European Journal of Operational Research, 234, pp. 819–829.

[9] Belien, J., Boeck, L.D., Colpaert, J., Devesse, S., Bossche, F.V.D. (2013), "Optimizing the Facility Location Design of Organ Transplant Centers", Decision Support Systems, 54, pp. 1568–1579.

[10] Bell, J.E., Griffis, S.E., Cunningham, W.A., Eberlan, J.A. (2011), "Location Optimization of Strategic Alert Sites for Homeland Defense", Omega, 39, PP. 151-158.

[11] Bischoff, M., Fleischmann, T., Klamroth, K. (2009), "The Multi-Facility Location-Allocation Problem with Polyhedral Barriers", Computers & Operations Research, 36, pp. 1376-1392.

[12] Brown, C., Milke, M. (2016), "Recycling Disaster Waste: Feasibility, Method and Effectiveness", Resources, Conservation and Recycling, 106, pp. 21-32.

[13] Burkey, M.L., Bhadury, J., Eiselt, H.A. (2012), "A Location-Based Comparison of Health Care Services in Four U.S. States with Efficiency and Equity", Socio-Economic Planning Sciences, 46, pp. 157-163.

[14] Campbell, A.M., Jones, P.C. (2011), "Prepositioning Supplies in Preparation for Disasters", European Journal of Operational Research, 209, pp. 156-165.

[15] Carling, K., Han, M., Hakansson, J., Rebreyend, P. (2015), "Testing the Gravity P-Median Model Empirically", Operations Research Perspectives, 2, pp. 124–132.

[16] Chang, J., Wang, L., Hao, J.K., Wang, Y. (2021), "Parallel Iterative Solution-Based Tabu Search for the Obnoxious P-Median Problem", Computers and Operations Research, 127, pp. 1-10.

[17] Chouksey, A., Agrawal, A. K., Tanksale, A.N. (2022), "A Hierarchical Capacitated Facility Location-Allocation Model for Planning Maternal Healthcare Facilities in India", Computers & Industrial Engineering, 167, pp. 1-19.

[18] Church, R.L., Wang, S. (2020), "Solving The P-Median Problem on Regular and Lattice Networks", Computers and Operations Research, 123, pp. 1-11.

[19] Comber, A., Dickie, J., Jarvis, C., Phillips, M., Tansey, K. (2015), "Locating Bioenergy Facilities Using a Modified GIS-Based Location-Allocation-Algorithm: Considering the Spatial Distribution of Resource Supply", Applied Energy, 154, pp. 309–316.

[20] Çetinkaya, C., Erbaş, M., Özceylan, E. (2016), "Türkiye'deki Suriyeli Geçici Barınma Merkezlerinin Durumu ve Senaryo Analizleri", Birey ve Toplum, 6 (12), ss. 5-21.

[21] Delmelle, E.M., Li, S., Murray, A.T. (2012), "Identifying Bus Stop Redundancy: A GIS-Based Spatial Optimization Approach", Computers, Environment and Urban Systems, 36, pp. 445-455.

[22] Deng, J., Hu, H., Gong, S., Dai, L. (2022), "Impacts of Charging Pricing Schemes on Cost-Optimal Logistics Electric Vehicle Fleet Operation", Transportation Research Part D, 109, pp. 1-22.

[23] Djenic, A., Radojicic, N., Maric, M., Mladenovic, M. (2016), "Parallel VNS for Bus Terminal Location Problem", Applied Soft Computing, 42, pp. 448–458.

[24] Doerner, K., Focke, A., Gutjahr, W.J. (2007), "Multicriteria Tour Planning for Mobile Healthcare Facilities in a Developing Country", European Journal of Operational Research, 179, pp. 1078-1096.

[25] Durak, İ., Yıldız, M.S. (2015), " P- Medyan Tesis Yeri Seçim Problemi: Bir Uygulama", Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 7 (2), ss. 43-64.

[26] Erdoğan, G., Stylianou, N., Vasilakis, C. (2019), "An Open Source Decision Support System for Facility Location Analysis", Decision Support Systems, 125, pp. 1-12.

[27] Erşen,, M.A., Sel, Ç. (2020), "Türkiye'de Otomotiv Yan Sanayinde Çevreci Tesis Yeri Seçimi Problemi", Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 12 (1), ss. 202-209.

[28] Fadda, E., Manerba, D., Cabodi, G., Camurati, P.E., Tadei, R. (2021), "Comparative Analysis of Models and Performance Indicators for Optimal Service Facility Location", Transportation Research Part E, 145, pp. 1-34.

[29] Franco, D.G.B., Steiner, M.T.A., Assef, F.M. (2021), "Optimization in Waste Landfilling Partitioning in Parana State, Brazil", Journal of Cleaner Production, 283, pp. 1-17.

[30] Fredriksson, A. (2017), "Location-Allocation of Public Services-Citizen Access, Transparency and Measurement. A Method and Evidence from Brazil and Sweden", Socio-Economic Planning Sciences, 59, 1-12.

[31] Geçici, E., Güler, M.G., Bilgiç, T. (2022), "Multi-Period Planning of Hydrogen Refuelling Stations Using Flow Data: A Case Study for Istanbul", International Journal of Hydrogen Energy,

[32] Geroliminis, N., Kepaptsoglou, K., Karlaftis, M.G. (2011), "A Hybrid Hypercube-Genetic Algorithm Approach for Deploying Many Emergency Response Mobile Units in an Urban Network", European Journal of Operational Research, 210, pp. 287-300.

[33] Güden, H., Süral, H. (2019), "The Dynamic P-Median Problem with Mobile Facilities", Computers & Industrial Engineering, 135, pp. 615–627.

[34] Habib, M.S., Sarkar, B. (2017), "An Integrated Location-Allocation Model for Temporary Disaster Debris Management under an Uncertain Environment", Sustainability, 9 (5), pp. 1-26.

[35] Halper, R., Raghavan, S., Sahin, M. (2015), "Local Search Heuristics for the Mobile Facility Location Problem", Computers & Operations Research, 62, pp. 210–223.

[36] Hazırcı, M., Şahin, Y. (2019), "Geçici İskân Alanlarının Seçimi için AHP Temelli P-Medyan Modeli: Burdur Örneği", Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7 (2), ss. 403-417.

[37] Ide, K. (2015), "Treatment of Disaster Waste Generated by the Great East Japan Earthquake", The 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 09-13 November, Fukuoka, Japan, pp. 135-142.

[38] Ilbahar, E., Kahraman, C., Cebi, S. (2021), "Location Selection for Waste-to-Energy Plants by Using Fuzzy Linear Programming", Energy, 234, pp. 1-9.

[39] Janacek, J., Kvet, M. (2015), " Public Service System Design by Radial Formulation with Dividing Points", Procedia Computer Science, 51, pp. 2277-2286.

[40] Janacek, J., Kvet, M. (2016), "Sequential Approximate Approach to the P-Median Problem", Computers & Industrial Engineering, 94, pp. 83-92.

[41] Jia, H., Ordonez, F., Dessouky, M.M. (2007), "Solution Approaches for Facility Location of Medical Supplies for Large-Scale Emergencies", Computers & Industrial Engineering, 52, pp. 257-276.

[42] Jones, D., Firouzy, S., Labib, A., Argyriou, A.V. (2022), " Multiple Criteria Model for Allocating New Medical Robotic Devices to Treatment Centres", European Journal of Operational Research, 297, pp. 652–664.

[43] Kalczynski, P., Drezner, Z. (2022), " The Obnoxious Facilities Planar p-Median Problem with Variable Sizes", Omega, 111, pp. 1-12.

[44] Kara, S.S., Yurdakul, G. (2021), "Raylı Sistem İstasyon Yeri Belirleme Problemi İçin Küme Kapsama ve Alternatif Servis Seviyeli P-Medyan Modelleriyle Çözüm Arayışı: Gebze-Darıca Metro Hattı Uygulaması", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 23 (69), ss. 845-856.

[45] Karatas, M., Yakıcı, E. (2021), "A Multi-Objective Location Analytics Model for Temporary Emergency Service Center Location Decisions in Disasters", Decision Analytics Journal, 1, pp. 1-12.

[46] Kılıç, F., Uncu, N. (2022), "Modified Swarm Intelligence Algorithms for the Pharmacy Duty Scheduling Problem", Expert Systems With Applications, 202, pp. 1-15.

[47] Kılıçarslan, B., Macit, İ. (2020), "Deprem Sonrası Arama Kurtarma Konteynerleri Yerleşim Yerinin Şans Kısıtlı Programlama Modeli ile Belirlenmesi", Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39 (14), ss. 98-103.

[48] Klose, A., Drexl, A. (2005), "Facility Location Models for Distribution System Design", European Journal of Operational Research, 162, pp. 4-29.

[49] Ko, Y.D., Song, B.D., Hwang, H. (2016), "Location, Capacity and Capability Design of Emergency Medical Centers with Multiple Emergency Diseases", Computers & Industrial Engineering, 101, pp. 10-20.

[50] Kuby, M., Lines, L., Schultz, R., Xie, Z., Kim, J.G., Lim, S. (2009), "Optimization of Hydrogen Stations in Florida Using the Flow-Refueling Location Model", International Journal Of Hydrogen Energy, 34, pp. 6045-6064.

[51] Li, Q., Zeng, B., Savachkin, A. (2013), "Reliable Facility Location Design under Disruptions", Computers & Operations Research , 40, 901–909.

[52] Lin, R., Ye, Z., Guo, Z., Wu, B. (2020), "Hydrogen Station Location Optimization Based on Multiple Data Sources", International Journal of Hydrogen Energy, 45, pp. 1-10.

[53] Mladenovic, N., Brimberg, J., Hansen, P., Perez, J.A.M. (2007), "The P-Median Problem: A Survey of Metaheuristic Approaches", European Journal of Operational Research, 179, pp. 927-939.

[54] Noham, R., Tzur, M. (2018), " Designing Humanitarian Supply Chains by Incorporating Actual Post-Disaster Decisions", European Journal of Operational Research, 265, pp. 1064-1077.

[55] Oteng, D., Zuo, J., Sharifi, E. (2022), " Environmental Emissions Influencing Solar Photovoltaic Waste Management in Australia: An Optimised System Network of Waste Collection Facilities", Journal of Environmental Management, 314, pp. 1-11.

[56] Önden, İ., Doğan, N., Eldemir, F. (2018), "Hızlı Otobüs Taşımacılığı İçin İstasyon Lokasyonlarının Belirlenmesine Yönelik Yaklaşımlar", Istanbul Management Journal, 29 (85), ss. 41-58.

[57] Önden, İ., Eldemir, F. (2022), " A Multi-Criteria Spatial Approach for Determination of the Logistics Center Locations in Metropolitan Areas", Research in Transportation Business & Management, 44, pp. 1-15.

[58] Özçakar, N., Bastı, M. (2012), "P-Medyan Kuruluş Yeri Seçim Probleminin Çözümünde Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması Yaklaşımı", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 41 (2), ss. 241-257.

[59] Patel, M.H., Dessouky, Y., Solanki, S., Carbonel, E. (2006), "Air Cargo Pickup Schedule for Single Delivery Location", Computers & Industrial Engineering, 51, pp. 553-565.

[60] Rosing, K.E., Hodgson, M.J. (2002), "Heuristic Concentration for the P-Median: An Example Demonstrating How and Why it Works", Computers & Operations Research, 29, pp. 1317-1330.

[61] Salcedo-Sanz, S., Portilla-Figueras, J.A., Ortiz-Garcia, E.G., Perez-Bellido, A.M., Thraves, C., Anta, A.F., Yao, X. (2008), "Optimal Switch Location in Mobile

Communication Networks Using Hybrid Genetic Algorithms", Applied Soft Computing, 8, pp. 1486-1497.

[62] Sambola, M.A., Fernandez, E., Hinojosa, Y., Puerto, J. (2009), "The Multi-Period Incremental Service Facility Location Problem", Computers & Operations Research, 36, pp. 1356-1375.

[63] Segura, E., Benitez, R.B.C., Lozano, A. (2014), "Dynamic Location of Distribution Centres, a Real Case Study", Transportation Research Procedia, 3, 547-554.

[64] Smith, H.K., Harper, P.R., Potts, C.N., Thyle, A. (2009), "Planning Sustainable Community Health Schemes in Rural Areas of Developing Countries", European Journal of Operational Research, 193, pp. 768-777.

[65] Şahin, Y., Altın, F.G. (2016), "Çadırkent Yer Seçimi Problemi için Bir Atama Modeli: Isparta Örneği", Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8 (16), ss. 323-336.

[66] Teixeira, J.C., Antunes, A.P. (2008), "A Hierarchical Location Model For Public Facility Planning", European Journal of Operational Research, 185, pp. 92-104.

[67] Temur, G.T., Turgut, Y., Yılmaz, A., Arslan, Ş., Camcı, A. (2019), "Deprem Sonrası Planlamaya Yönelik Lojistik Ağ Tasarımı: Ümraniye Bölgesinde Farklı Deprem Senaryoları için Bir Uygulama", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25 (1), ss. 98-105.

[68] Upchurch, C., Kuby, M. (2010), "Comparing the P-Median and Flow-Refueling Models for Locating Alternative-Fuel Stations", Journal of Transport Geography, 18, pp. 750-758.

[69] URL 1, AFAD (2018), Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf.

[70] URL 2, İMO, https://eskiantalya.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3909.pdf

[71] URL 3, İBB (2021), Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı, https://8luvomezzzsk.merlincdn.net/wp content/uploads/2022/01/ENKAZ-YONETIM-PLANI-RAPOR.pdf.

[72] URL 4, Google Haritalar (2022), İlçelerin Mesafeleri, https://www.google.com.tr/maps/place/%C4%B0stanbul/@41.0049806,28.7312985,10z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x14caa7040068086b:0xe1ccfe98bc01b0d0!8m2!3d41.0082376!4d28.9783589?hl=tr.

[73] Vecchi, T.P.B., Surco, D.F., Constantino, A.A., Steiner, M.T.A., Jorge, L.M.M., Ravagnani, M.A.S.S., Paraiso, P.R. "A Sequential Approach for the Optimization of Truck Routes for Solid Waste Collection", Process Safety and Environmental Protection, 102, pp. 238-250.

[74] Wang, H., Du, L., Ma, S. (2014), "Multi-Objective Open Location-Routing Model with Split Delivery for Optimized Relief Distribution in Post-Earthquake", Transportation Research Part E, 69, pp. 160–179.

[75] Watanabe, N., Kusukawa, E. (2015), "Optimal Ordering Policy in Dual-Sourcing Supply Chain Considering Supply Disruptions and Demand Information", Industrial Engineering & Management Systems, 14 (2), pp.129-158.

[76] Xu, J., Johnson, M.P., Fischbeck, P.S., Small, M.J., Van Briesen, J.M. (2010), "Robust Placement of Sensors in Dynamic Water Distribution Systems", European Journal of Operational Research, 202, 707-716.

[77] Xu, J., Yin, X., Chen, D., An, J., Nie, G. (2016), "Multi-Criteria Location Model of Earthquake Evacuation Shelters to Aid in Urban Planning", International Journal of Disaster Risk Reduction, 20, pp. 51–62.

[78] Ye, F., Zhao, Q., Xi, M., Dessouky, M. (2015), "Chinese National Emergency Warehouse Location Research based on VNS Algorithm", Electronic Notes in Discrete Mathematics, 47, pp. 61-68.

[79] Ye, L., Ye, C., Chuang, Y.F. (2011), "Location Set Covering for Waste Resource Recycling Centers in Taiwan", Resources, Conservation and Recycling, 55, pp. 979-985.

[80] Zhang, T., Zeng, Z., Jia, T., Li, J. (2016), "Examining the Amenability of Urban Street Networks for Locating Facilities", Physica A, 457, pp. 469-479.

[81] Zhao, L., Li, H., Li, M., Sun, Y., Hu, Q., Mao, S., Li, J., Xue, J. (2018), "Location Selection of Intra-City Distribution Hubs in the Metro-Integrated Logistics System", Tunnelling and Underground Space Technology, 80, pp. 246-256.

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 1-18 ■ Haziran 2023

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Eyüp GERGİN

Ramazan Eyüp GERGİN, Lisans eğitimini Karadeniz Teknik Üniversitesi İşletme bölümünde tamamladıktan sonra aynı üniversitenin İşletme Anabilim Dalında yüksek lisansını tamamlamıştır. 2016 yılında Gümüşhane Üniversitesi İrfan CAN Köse Meslek Yüksekokulu Ulaştırma Hizmetleri bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlayan Dr. GERGİN, 2020 yılında Gümüşhane Üniversitesi İşletme Anabilim Dalında doktorasını tamamlayarak mezun olmuştur. 2021 yılından itibaren Gümüşhane Üniversitesi İrfan CAN Köse Meslek Yüksekokulu Ulaştırma Hizmetleri bölümünde Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapan Dr. GERGİN 2016 yılından itibaren farklı akademik dönemlerde Lojistik Yönetimi, Stok ve Envanter Yönetimi, Tedarik Zinciri Yönetimi, Kentsel Lojistik, Girişimcilik, Uluslararası Lojistik ve Sigortalama, Depolama Yönetimi derslerini vermektedir. Çalışma alanları içerisinde olan Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi, Çok Kriterli Karar Verme vb. konularda bildiri ve makalelere sahiptir.

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

ARAŞTIRMA MAKALESİ

ÇADIR LOJİSTİK VE ENVANTER YÖNETİM SÜREÇLERİNDE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülşah AYVAZOĞLU[1], Gökhan ÇAYBAŞI[2]

[1]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Hatay, gulsahayvazoglu@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0830-4570

[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Adalet MYO, Erzincan, gokhan.caybasi@erzincan.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5068-9841

ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında ihtiyaç duyulan insani yardımın hızlı ve eksiksiz bir şekilde sunulmasının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Söz konusu depremler sonrasında Kızılay'ın çadır lojistik ve envanter yönetiminde yaşamış olduğu sorunlar, günlerce ülkenin gündemini meşgul etmiş ve Kızılay'a olan güvenin azalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetiminin daha şeffaf bir sistem ile takip edilmesine imkân kılan bir sisteme olan ihtiyaç tekrar belirmiştir. Bu doğrultuda mevcut çalışmanın amacı, afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin etkisinin bütünleşik bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımıyla değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Bu amaçla blokzincir teknolojisinin faydaları çalışmanın kriterlerini oluştururken çadır lojistik süreçleri ve envanter yönetimine dair süreçler ise alternatifleri simgelemektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Bulanık Analitik Ağ Süresi (Bulanık ANP- Fuzzy Analytic Network Process) alternatiflerin sıralanmasında ise Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Bulanık TOPSIS) yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre çadır lojistik süreçlerinde blokzincir teknolojisinin şeffaflık ve güvenlik özelliği en önemli kriterler olarak tespit edilmiştir. Çadır lojistiği süreçleri içerisinde yer alan Depolama ve Stok Yönetimi'nin ve envanter yönetimi süreçleri arasında olan Satın Alma Süreci'nin ise blokzincir teknolojisinin en etkili olabileceği aşamalar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Bulanık ANP, Bulanık TOPSIS, Çadır Lojistiği.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN TENT LOGISTICS AND INVENTORY MANAGEMENT PROCESSES

ABSTRACT

On February 6, 2023, the Kahramanmaraş earthquakes once again highlighted the importance of providing humanitarian aid quickly and completely. The problems experienced by the Red Crescent in tent logistics and inventory management after the earthquakes in question occupied the agenda of the country for days and led to a decrease in trust in the Red Crescent. In this context, the need for a system that enables a more transparent monitoring of tent logistics and inventory management after disasters has re-emerged. Accordingly, the aim of the current study is to evaluate the impact of blockchain technology on tent logistics and inventory management processes after disasters with an integrated fuzzy multi-criteria decision making approach. For this purpose, the benefits of blockchain technology constitute the criteria of the study, while tent logistics processes and inventory management processes symbolize alternatives. Fuzzy Analytic Network Process (Fuzzy ANP- Analytic Network Process) was used to weight the criteria and Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Fuzzy TOPSIS) was used to rank the alternatives. According to the results of the study, transparency and security features of blockchain technology were determined as the most important criteria in tent logistics processes. It has been determined that Storage and Stock Management, which is among the tent logistics processes, and the Purchasing Process, which is among the inventory management processes, are the stages where blockchain technology can be most effective.

Keywords: Blockchain, Fuzzy ANP, Fuzzy TOPSIS, Tent Logistics.

Yayın Künyesi: G. AYVAZOĞLU, G. ÇAYBAŞI, "Çadır Lojistik ve Envanter Yönetim Süreçlerinde Blokzincir Teknolojisinin Etkisinin Değerlendirilmesi", Lojistik Dergisi, Yıl 20, Sayı 57, Sayfa 19-42, Haziran 2023.

Makale Geçmişi: Geliş: 02.04.2023 / Kabul: 29.05.2023
Article History: Received: 02.04.2023 / Accepted: 29.05.2023

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

1. GİRİŞ

İnsani yardım operasyonları, afetzedelere yardım sağlamak için bağışçılar, yararlanıcılar, tedarikçiler ve insani yardım kuruluşları arasında taşınan "malzemelerin, bilgilerin ve finansmanın koordinasyonu" afet ve acil durumlarda insanların çektiği acılarla ilgilenen operasyonların yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Gunasekaran vd., 2018). İnsani yardım lojistik hizmetleri daha çok iyileşme yapıldığı, hasarın giderilmeye çalışıldığı faaliyetlerdir (Balcık ve Beamon, 2008; Balcık vd., 2010). Bu aşama insani bir kriz sonrası normalleşmeye dönüşün hızlandırılması ve yaraların sarılması açısından önemlidir. Bu yaklaşımda acil durum envanteri içerisinde yer alan erişilebilirlik (yollar, köprüler), ısıtma/soğutma, barınma, gıda, su ve sağlık hizmetlerinin sağlanması gibi yardımların doğru yerde, doğru zamanda ve doğru miktarda konumlandırılabilmesi yardım kuruluşları ve hükümetler için afetler sonrasında kritik, acil ve çoğu zaman maliyetlidir (Apte, 2010; Keren, 2023). Bunlar arasında barınak sağlamak, diğer yardımların anlamlı ve uzun vadeli bir etki yaratmasına da katkı sağlayan en bariz ve kritik olanıdır (Koç vd., 2022).

Deprem kuşağında olan ülkemizde birçok deprem meydana gelmiştir. Son olarak, 6 Şubat 2023 Pazartesi günü yaşadığımız Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) depremleri 11 ildeki yerleşim merkezlerini etkilemiş ve elli binden fazla insanımızın ölmesine, yüz yirmi binden fazla yakın insanımızın yaralanmasına sebep olmuştur. Yürütülen çalışmalar kapsamında 883 bin bağımsız bölümden oluşan 17.491 bina acil yıkılacak, 179.786 bina ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir. Afet sonrası 2 milyon 273 bin 551 kişi barınma sorunu yaşarken en az 5 milyon kişinin bölgeden farklı kentlere göç ettiği tahmin edilmektedir. Tüm bu depremler sonrasında evsiz kalan milyonlarca insan barınma ihtiyacını öncelikli olarak çadır ile sağlamıştır. Afetler sonrasında konut ve yaşam yerleri zarar gören afetzedelerin, insan onuruna yaraşır bir şekilde toplulukların refahı da gözetilerek bir süre hayatlarını idame etmeleri için geçici barınma alanları (çadır, konteyner ve prefabrik gibi) oluşturulmaktadır (Topçu, 2000). İnsanların barınma amaçlı kullandıkları çadır, kolayca kurulup sökülebilen, taşınabilen bir iskeletin esnek bir örtüyle kaplanmasından oluşan, geleneklere göre değişik biçimlerde yapılan barınaktır (Topçu, 2000). Çadırlar gerek tedarik ve işletme maliyetlerinin az olması gerekse kurulum ve kullanım kolaylığı sağlaması, taşınabilirliği, depolanabilirliği ve lojistik avantajlarından dolayı, afet sonrasında geçici barınma ihtiyacının giderilmesinde tercih edilen çözümlerin başında gelmektedir (Ervan, 1996).

Afet lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde izlenebilirlik ve yolsuzluk gibi konular temel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu süreçlerde blokzincir teknolojisinin uygulanabilmesi; yolsuzluk, yardım kuruluşları arasında ortaklıkların kurulması, doğru bilginin temini, hayati kaynakların ve değerli verilere güvenli erişim gibi konularda avantaj sağlamaktadır. Blokzincir adını bir ödeme sistemi olan Bitcoin (BTC) ile duyurmuş olsa da sigorta işlemleri, noter uygulamaları, dijital kimlik gibi birçok alana uygulanabilir yapıdır (Usta ve Doğantekin, 2017). Blokzinciri, farklı düğümler arasında yapılan değiş tokuşları/işlemleri içeren merkezi olmayan bir merkeziyetsiz bir veri tabanı olarak çalışır. Bu veritabanı farklı kullanıcılar tarafından aracılar olmadan güvenli bir şekilde paylaşılmaktadır. Herhangi bir düğüm, işlem zincirinin geçerliliğini kontrol etme olanağına sahiptir (Chaabane vd., 2022; Kaveri vd., 2023). Blokzincir temelli bir sistem, bir ürünün üretiminden teslimine kadar geçen tüm yaşam döngülerini saklayarak silinmez ürün geçmiş izi oluşturur. Bu da zaman gecikmelerinden kaynaklanan çevresel, ekonomik vs. nedenli operasyonları sekteye uğratan insan hatalarını önemli ölçüde azaltabilir. Ayrıca akıllı sözleşmeler sayesinde, bir ürünün blokzincir üzerindeki hareketi sırasında otomatik kontrol ve eylem akışları üçüncü bir tarafın müdahalesine gerek kalmadan gerçekleştirilir (Usta ve Doğantekin, 2017). Bu yeni teknolojinin afetlerde kullanımı son dönemlerde daha yaygın ve ilgi çekici hale gelmiştir (Panesir 2018; Siemon vd., 2020; Hunt vd., 2022). Bu konuda gerçekleştirilen yazın çalışması Bölüm 2.2. de verilmektedir.

Yakın tarihimizde yaşadığımız Maraş merkezli deprem gibi büyük bir bölgeyi etkileyen şiddetli sarsıntılarda barınma sorunu yaşayan çok sayıda afetzedeye yeterli miktarda çadır temin etme zorluğu yaşanmış ve halen devam etmektedir.

Nitekim 6 Şubat depremlerinin ardından Kızılay özelinde çadır tedarik ve dağıtım sürecinde yaşanılan problemler buna örnek olarak ifade edilebilir. Tedarik zinciri ve hizmet operasyonları ile barınma faaliyetlerinin yürütüldüğü ağda devlet, süreçte rol oynayacak aktörleri sisteme dahil edecek organizasyondan sorumludur. Böyle bir sistemin potansiyel faydaları arasında yardım tedarik zincirinde artan şeffaflık, zamanında afet iletişimi ve kurtarma hizmetlerinin sunumunda artan verimlilik gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Ancak geleneksel sistemler, deprem sonrası yardım operasyonlarında şeffaflık, izlenebilirlik ve verimlilik sağlamada sıklıkla zorluklarla karşılaşmaktadır. İşte bu noktada blokzincir teknolojisinin faydaları devreye girmekte ve blokzincirin özellikleri çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bağlamda mevcut çalışmanın amacı afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin etkisinin bütünleşik bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımıyla değerlendirilmesidir. Bu çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma sorularına (AS) cevap aranmaktadır.

AS 1: Blokzincir teknolojisinin afet lojistiğine faydaları nelerdir?

AS 2: Blokzincir teknolojisinin faydaları afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreci göz önünde bulundurulduğunda nasıl önceliklendirilebilir?

AS 3: Blokzincir teknolojisi çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinin hangi aşamalarına ne düzeyde katkı sunmaktadır?

İlgili çalışma yukarıda ifade edilen araştırma sorularına entegre bir yapı içerisinde cevap sunabilecek nitelikteki ilk çalışma olması ile literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Gerek blokzincir teknolojisinin özellikleri gerekse çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde yer alan işlemler, nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlendirmeyi gerekli kılan konulardır. Bu özellikler göz önünde bulundurularak karar probleminin nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlendirilmesi gereken, ayrıca uzman görüşlerinin mutlaka sürece dahil edilmesine ihtiyaç duyan çok kriterli bir karar problemi olduğu söylenebilir. Karar vericiler bulanık analitik ağ süreci (ANP) ve bulanık TOPSIS yaklaşımını uygulayarak blokzincir teknolojisinin faydalarını etkileşimli bir şekilde niceliksel olarak analiz edebilir ve deprem sonrası yardım operasyonlarında lojistik ve envanter yönetimi süreçlerinde kullanılabilirliğine dair bilinçli kararlar verebilirler. Söz konusu yöntemler blokzincir teknolojisinin etkisini değerlendirmek için bir çerçeve sunmaktadır.

Bu çalışmanın takip eden aşamasında ilgili konuda öncül araştırmaların yer aldığı literatür araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde bulanık analitik ağ süreci (ANP) ve bulanık TOPSIS yöntemleri anlatılmış ve ardından uygulama yer almıştır. Son olarak, gelecek çalışmalara ışık tutan önerilerin yer aldığı sonuç ve öneriler bölümü ile çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür araştırması araştırma sorularına ışık tutabilecek şekilde; barınma sorunu özelinde lojistik ve envanter yönetim süreçlerini dikkate alan çalışmalar, insani yardım faaliyetlerinde blokzincir teknolojisini dikkate alan çalışmalar ve ilgili alanda çok kriterli karar verme tekniklerini konu edinen çalışmalar şeklinde üç başlık altında incelenmiştir.

2.1. Barınma Sorunu Özelinde Lojistik ve Envanter Yönetim Süreçlerini Dikkate Alan Çalışmalar

Doğal veya insan kaynaklı bir afetten etkilenen binlerce insanın hayatı ve güvenliği, kısa sürede ulaşabilecekleri insani yardıma bağlıdır. İnsani yardım lojistiği operasyonlarının etkinliği ve verimliliği, yardım envanterlerinin başarılı bir şekilde yönetilmesini gerektirir (Coşkun vd., 2019). Balcık vd. (2016), insani yardım tedarik zincirlerinde envanter yönetimine ilişkin bir literatür taraması ile insani tedarik zincirlerinin geleneksel tedarik zincirlerine benzer olduğunu ve "doğru zamanda, doğru yerde, doğru kalitede, doğru malzemeleri" sağlamak üzere tasarlanması gerektiği vurgulamışlardır. Kriz ortamlarının benzersiz özelliklerinden dolayı, ticari tedarik zincirleri için geliştirilen politikalar ve modeller, insani yardım envanterlerinin yönetimine doğrudan uygulanmasında sorunlar yaşanabilir. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda; insani yardım lojistik

dağıtımdaki gecikmeler ve kesintiler (Kebriyaii vd., 2021; Manopiniwes ve Irohara, 2021; Nezhadroshan vd., 2021), bir afet durumunda belirsizlikler ve talep (Bozorgi-Amiri vd., 2013; Maharjan ve Hanaoka, 2020), yüksek dağıtım maliyeti (Barzinpour ve Esmaeili, 2014; Abazari vd., 2021; Alem vd., 2021) gibi çeşitli sorunların mevcut olduğunu göstermektedir. Bu sorunlar, yardımların lojistik dağıtımında gecikmelere neden olmaktadır.

Afetler sonrasında hızlı, düşük maliyetli, uzun ömürlü ve hava koşullarına dayanıklı barınak sağlamak çok büyük ve acil bir gerekliliktir. Çadırlar, modüler yapılar, taşınabilir barınaklar ve diğer çözümler bu amaçla ihtiyaç sahiplerine gönderilmektedir. Literatürde afetlerden sonra oluşacak barınma sorununu konu edinen çeşitli çalışmalar vardır. Pek çok ampirik çalışma, doğa kaynaklı afetlerden sonra hangi koşulların afetzedelerin yerinden olmasına sebep olduğunu araştırmıştır (Voskanyan ve Cahill, 2016; Ahmad vd., 2017; Hong, 2017). Bazı araştırmalar, afetlerden hemen sonra geçici barınma sağlama (Anhorn ve Khazai, 2015; Kotani vd., 2020) ve afetlerden sonra geçici barınmanın planlanması (Johnson, 2007; Félix vd., 2013; Félix vd., 2015) gibi konuları kapsamaktadır. Çalışmaların birçoğu özellikle ciddi barınma ihtiyacına neden olan depremlere odaklanmıştır (Wright ve Johnston, 2010; Giovinazzi vd., 2011; Khazai vd., 2012; Franchin ve Cavalieri, 2015; Vecere vd., 2017).

Afetler sonrasında ortaya çıkan barınma sorununa çözüm olarak çadır dünyanın her yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Topçu (2000) klasik çadırların temininde yaşanan sorunlarda ferrocement çadırların kullanılmasının büyük rahatlık sağlayabileceğini; yoğun işçilik gerektirmemesi, maliyetin düşük olması ve malzemelerin kolaylıkla bulunabilir olması gibi nedenlerden dolayı özellikle gelişmekle olan ülkelerde son yıllarda oldukça fazla ilgi gördüğünü ifade etmiştir. Nappi ve Souza (2015), çalışmalarında acil durum barınaklarını seçerken kriter olarak güvenlik ve çevresel konforu ele almışlardır. Kotani vd. (2020), Nepal'deki 2015 Gorkha depreminden etkilenen kırsal bölgedeki depremzedelerin toparlanma sürecini geliştirmek için acil ihtiyaçların belirlenmesi ve koşulların dikkate alarak destek sağlamanın önemini vurgulamışlardır. Wang ve Xu (2022), çalışmalarında konum modelini oluştururken acil durum barınaklarının hizmet mesafesini göz önünde bulundurmuş ve her bir talep noktasına yalnızca hizmet mesafesindeki sığınaklar tarafından hizmet verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Lines vd. (2022), 2018 Lombok Depremi'nde hasar gören yedi köyde yerleşim yerleri değiştirilmiş 195 hane ile yapılan görüşmelerde ankete katılan %88'lik bölümün ilk geceyi dışarıda geçirdiği, yine ortalama olarak 2,4 gecenin dışarıda geçirildiği ve ortalama 3,6 ay geçici bir barınakta yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu tespitte depremler sonrası barınma ihtiyacının önemini vurgulamaktadır.

Barınma sorununa farklı çözümler sunan güncel çalışmalar incelendiğinde; Cavaleri vd. (2022), acil durumlarda ve doğal afetlerde kullanılabilecek modüler, düşük maliyetli ve lojistik açıdan verimli (taşınması ve yerine konulması kolay) Cam Elyaf Takviyeli Polimerler (GFRP) yapının tasarım sürecini ortaya koymuşlardır. Koç vd. (2022), afet ve acil durumların en önemli dönemlerinde; kritik sivil yapılar, sığınaklar ve konutlar inşa etmek için otonom 3-D baskı (3DP) sisteminin kavramsal tasarımını önermişlerdir. Avlar vd. (2023), deprem sonrası kurulacak geçici barınma birimlerinin tasarımına, üretimine ve sürecin planlanmasına yönelik modüler yapılar ve çapraz tabakalı ahşap (CLT) ürünlerin geçici barınma birimlerinde kullanım olanakları araştırmışlar, birim için tasarım parametreleri belirlenmiş ve daha sonra tasarım parametrelerine göre geçici barınma birimi (CLT E-BOX) tasarlamışlardır.

2.2. İnsani Yardım Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisini Dikkate Alan Çalışmalar

Literatür incelendiğinde insani yardım operasyonlarında blokzincir teknolojisinin araştırma ve uygulamaların ele alındığı çalışmalar gözlemlenmiştir.

Blokzincir'in tedarik zinciri, lojistik ve operasyon yönetimindeki diğer uygulamaları arasında fiyat takibi (Yoo ve Won, 2018), ödemeleri otomatikleştirmek için akıllı sözleşmeler (Dutta vd., 2020; Pournader vd., 2022), envanter yönetimi ve ikmal (Cole vd., 2019; Babich ve Hilary, 2020) örnek

olarak gösterilebilir. Tedarik zinciri, lojistik ve envanter yönetimindeki blokzincir uygulamaları literatürde görülmektedir. Diğer başlıca çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

barınma konusu gelişmekte olan ülkelerde sıklıkla karşılaşılan sorunların başında gelmekle, Ülkemiz açısından afetlere müdahale konusunda literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Tablo 1: İnsani Yardım Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisini Dikkate Alan Çalışmalar

Yıl	Yazar(lar)	Uygulama Alanı	Kullanılan Yöntem(ler)
2015	Davies	Blokzincirin teknolojisinin insani yardım alanına değer katan özelliklerin araştırılması	Literatür araştırması
2015	Ojetunde vd.	Bir afet durumunda temel ihtiyaç maddelerini satın almak için blok zinciri tabanlı bir mobil ödeme sisteminin irdelenmesi	Mimari tasarım
2018	Panesir	Afetler sonrası ulusal güvenliğe yönelik sınır güvenlik tedbirlerinin araştırılması	Araştırma
2019	Saberi vd.	Afet tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin etkinliğinin belirlenmesi	Mimari tasarım
2020	Dubey vd.	Afetlerde blokzincir etkinliğinin belirlenmesi	Araştırma
2020	Siemon vd.	Blokzincirin afet müdahalesinde bilgi güvenliği konusundaki gereksinimleri nasıl karşılayacağının tespiti	Mimari tasarım
2020	Badarudin vd.	Afetlerde gerekli olabilecek ekipmanların blokzincir temelli bir sistem ile bağışlanması	Vaka çalışması
2022	Hunt vd.	İnsani yardım süreçlerinde blokzincirin benimsenmesi	Literatür araştırması
2022	Hunt ve Zhuang	Afetlerden sonra vatandaşları, hizmet sağlayıcıları ve devlet kurumlarını birbiri ile etkin iletişimi	Mimari tasarım
2022	Wang ve Chen	Afetlerde karar verme, kaynakların dağıtımı ve acil durum operasyonunun koordinasyonuna blokzincir teknolojisinin etkinliği	Mimari Tasarım

Dünya, son yıllarda insani yardım faaliyetlerinde blokzincir teknolojisinin araştırılması ve uygulanması konusunun ilerlemesine tanıklık etmiştir. Literatür taramasında tanıtılan makalelere göre, çadır vb. barınma problemlerinin afet lojistik süreçleri açısından dikkate alındığı çalışmalar yer alsa da bu süreçler içerisinde blokzincir teknolojisinin etkisinin irdelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yeni teknolojinin dünyanın her yerinde devam eden afetlerde barınma ihtiyacını gideren çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerine sağlayacağı faydalar değinilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin faydalarına ÇKKV yöntemleri ile kullanılarak odaklanılması bu çalışmanın bir özgünlüğü olarak ifade edilebilir. Afetlerden sonra

2.3. İnsani Yardım Faaliyetlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Konu Edinen Çalışmalar

Literatürde afetlerden sonra oluşan barınma ihtiyacına değinen çalışmaları farklı kılan noktalardan biri de kullanılan yöntemlerin farklılaşmasıdır. Ürün tasarımı (Cavaleri vd., 2022; Avlar vd., 2023), istatistiksel yöntemler (Lines vd., 2022), matematiksel modelleme (Maharjan ve Hanaoka, 2020); vaka çalışması (Alem vd., 2021) ve blokzincir teknolojisi (Badarudin vd., 2020; Pournader vd., 2022) kullanan bazı çalışmalar olsa da Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerini dikkate alan az sayıda çalışma vardır (Ayyıldız ve Taşkın 2022; Güler vd., 2022). Dolayısıyla bu konunun bulanık bir bakış açısıyla değerlendirildiği ve bütünleşik Bulanık ANP- Bulanık TOPSIS

Tablo 2: İnsani Yardım Faaliyetlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Konu Edinen Çalışmalar

Yıl	Yazar (lar)	Uygulama Alanı	Kullanılan Yöntem(ler)
2014	Çelik vd.	İnsani yardım lojistiği operasyonlarının etkin yönetimi için kritik olan başarı faktörlerinin değerlendirilmesi	Trapez tip-2 bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP- Analytic Hierarchy Process)
2016	Saksrisathaporn vd.	Tedarikçi, depo ve araç seçimi	AHP ve TOPSİS
2017	Şahin	Afet yönetimi sisteminde geçici barınma alanları yer seçimi	Bulanık TOPSİS ve bulanık çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje-VİKOR)
2019	Drakaki vd.	Mülteciler için yerleştirme ve barınma seçimi	Çok Etmenli Sistem (MAS-Multi Agent System) ve bulanık TOPSIS
2019	Venkatesh vd.	Sürekli yardım için bir tedarik ortağı seçimi	Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS
2021	Özdemir vd.	Blokzincirin faydaları kullanarak insani tedarik zinciri yönetimindeki engellerin nasıl aşılacağının tespiti	IF-Dematel ve IF-ANP
2020	Kabak vd.	Türkiye'nin Suriye sınırında yeni bir sınır kapısı için potansiyel yer seçimi	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) ve The Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MULTIMOORA)
2020	Geng vd.	Barınak yerini, yardım malzemelerinin depolanmasını ve afetzedelere dağıtımını	Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS
2020	Ortiz-Barrios vd.	Hastanelerin afete hazırlık sıralamasını	Bulanık AHP ve bulanık DEMATEL
2020	Sari vd.	İnsani yardım için bir lojistik depo yeri seçimi	AHP ve bulanık TOPSIS
2021	Patil vd.	İnsani yardım tedarik zincirindeki blokzincir uygulama engellerinin önceliklendirilmesi	Bulanık Best Worst Method (BWM)
2021	Ak ve Acar	İnsani tedarik zinciri depo yerinin seçimi	AHP ve TOPSIS
2022	Nawazish vd.	İnsani yardım dağıtım merkezi seçimi	TOPSIS
2022	Güler vd.	Geçici barınma alanlarının seçimi	DEMATEL ve Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)
2022	Ayyıldız ve Taşkın	Acil durum ikmal deposunun yer seçimi	Sezgisel bulanık AHP ve sezgisel Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)
2023	Mittal ve Obaid	İnsani tedarik zincirinde sürdürülebilir depo yer seçimi	BWM ve TOPSIS
2023	Sahmutoglu vd.	Taşkın riski ve toplanma noktalarının değerlendirilmesi	Aralık-Değerli Neutrosophic Analytical Hiyerarchy Process (IVN-AHP) ve Interval-Valued Neutrosophic Combinative Distance-based Assessment (IVN-CODAS).

yönteminin kullanıldığı bir araştırma bulunmamaktadır. Diğer başlıca çalışmalar Tablo 2'de özetlenmiştir. Literatürde Bulanık ANP-Bulanık TOPSIS tekniklerinin birlikte kullanıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır. İnsani yardım faaliyetlerinde ÇKKV yaklaşımı ile ele alan çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1' de görüldüğü üzere afetlerden sonra oluşan barınma ihtiyacına değinen grup karar verme tekniği çerçevesinde entegre Bulanık ANP- Bulanık TOPSIS yöntemi ile inceleyen daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu makale, istatistiksel, matematiksel, nitel vb. diğer yöntemlerle ilişkili olarak, uzman bilgisini kullanan ve uzmanların varsa tereddütleri ve karar sürecinden kaynaklanan belirsizliklerle ilgilenen entegre bir bulanık ÇKKV yöntemi önermektedir. Bulanık ANP- Bulanık TOPSIS kombinasyonunun avantajlarından yararlanarak birçok karmaşık değerlendirme kriterini ve alternatifi bir arada değerlendirmektedir.

İlgili literatür göz önünde bulundurulduğunda aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir.

- Öncül araştırmalarda, afetler sonrasında yaşanılan barınma problemleri gerek çadır yer seçimi gerekse kullanılan malzemelerin türü açısından dikkate alınmıştır. Ancak çadır vb. barınma malzemelerinin lojistik ve envanter yönetim süreçlerine blokzincirin entegre edildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

- Dünya, son yıllarda insani yardım faaliyetlerinde blokzincir teknolojisinin araştırılması ve uygulanması konusunun ilerlemesine tanıklık etmiştir. Literatür taramasında tanıtılan makalelere göre, çadır vb. barınma problemlerinin afet lojistik süreçleri açısından dikkate alındığı çalışmalar yer alsa da bu süreçler içerisinde blokzincir teknolojisinin etkisinin irdelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

- İnsani yardım faaliyetlerinde ÇKKV tekniklerini konu edinen çalışmalar özetlendiği üzere ilgili literatürde çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinin etkinliğinin artırılmasında Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaya rastlanılamamıştır.

Bu özellikleriyle birlikte mevcut çalışma çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin etkisinin bütünleşik Bulanık ANP-TOPSIS yöntemleri ile inceleyen ilk çalışma olmasıyla literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

3. YÖNTEM

3.1. Bulanık Mantık

Bulanık Mantık kavramı, L.A. Zadeh'in ilk kez 1965'te yayınlanan "The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets" isimli makalesinde ortaya attığı matematiksel teoridir (Zadeh, 1965). Dilsel değişken kavramı, geleneksel niceliksel terimlerle tanımlanamayacak kadar karmaşık ya da kötü tanımlanmış olguların yaklaşık olarak nitelendirilmesi için bir araç sağlar. Bulanık Mantık, yaklaşık akıl yürütme için bir temel sağlayarak, yani ne kesin ne de çok kesin olmayan bir akıl yürütme biçimi sunar. Bu tür bir mantık insan akıl yürütmesi için klasik iki değerli mantıktan daha gerçekçi bir çerçeve sunabilir. Olasılıklar arasında; olası, çok olası, olası değil gibi değerlere sahip dilsel değişkenler olarak ele alınabileceği gösterilmiştir (Zadeh, 1975). Farklı bir anlatımla klasik mantıkta eleman kümenin ya üyesidir (üyelik derecesi=1) ya değildir (üyelik derecesi=0). Ancak bulanık mantık insan düşünme sistemini taklit ederek belirsiz ve yaklaşık durumlar için sonuç vermeye odaklanmıştır. Klasik ve bulanık mantık arasındaki farklılıklar Tablo 3'de sunulmuştur (Hajiaghaei-Keshteli,2023).

Tablo 3. Klasik ve Bulanık Mantık Karşılaştırması (Hajiaghaei-Keshteli, 2023)

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	Kısmi
Ya hep ya hiç	Belirli derecelerde
0 veya 1	Sürekli 0 ve 1 arasında
İkili birimler	Bulanık birimler

3.2. Bulanık ANP Yöntemi

ANP yöntemi, karar unsurları arasındaki karmaşık ilişkileri dikkate alan ve nicel- nitel uygulanmasına izin verdiği için gerçek dünya sorunlarını çözmek için yaygın olarak kullanılan yapılandırılmış bir tekniktir. ANP'de karar problemini modellemek için, birkaç seviyeli bir ağ inşa edilmelidir.

Seviyeleri genellikle hedef seviyesini, kriter seviyesini ve alternatifler seviyesini içerir. (Kheybari vd., 2019). ANP'nin geri bildirimlerinin yapısı ve kontrol hiyerarşisini dikkate alan özellikleriyle üstün bir yöntem olması nedeniyle blokzincirin faydalarının sıralanmasında tercih edilmiştir (Cheng ve Li, 2004).

Bulanık ANP, karmaşık ve belirsiz ortamlarda karar vermeyi destekleyen çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Belirsizlik ile başa çıkmak için Bulanık Küme Teorisini kullandığından, geleneksel Analitik Ağ Sürecinin (ANP) farklılaşmış bir türüdür (Pereira ve Sousa 2023). Bulanık ANP'nin adımları aşağıdaki gibidir (Kuo vd., 2015; Wan ve Lin 2023).

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

Adım 1. ANP Ağ Yapısının Oluşturulması: Problem açık bir şekilde ifade edilmeli ve bir ağ gibi işlevsel bir sisteme ayrıştırılmalıdır. Yapı, uygun yöntemlerle karar vericilerin görüşleriyle elde edilebilir.

Adım 2. Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: Kriterlerin ikili karşılaştırılmasında, karar vericiler Tablo 4'deki dilsel terimleri kullanarak iki kriterin göreceli önemini belirlemek için Üçgen Bulanık Sayıları kullanabilirler. Tüm bu ikili karşılaştırmalar bu matriste gösterilir.

Tablo 4. Dilsel Değişkenlerin Tanımı Dilsel Değişkenlerin Tanımı (Sevkli vd., 2012)

TFN	Dilsel Önem	Üçgen Bulanık Ölçek		
		l (Düşük)	m (Orta)	u (Üst)
$\breve{1}$	Eşit derecede tercih edilir	1	1	1
$\breve{2}$	Eşit ile orta derecede tercih edilir	1	3/2	3/2
$\breve{3}$	Orta derecede tercih edilir	1	2	2
$\breve{4}$	Orta ila güçlü derecede tercih edilir	3	7/2	4
$\breve{5}$	Kesinlikle tercih edilir	3	4	9/2
$\breve{6}$	Kesinlikle ila çok güçlü bir şekilde tercih edilir	3	9/2	5
$\breve{7}$	Çok güçlü bir şekilde tercih edilir	5	11/2	6
$\breve{8}$	Çok kuvvetli ile aşırı derecede tercih edilir	5	6	7
$\breve{9}$	Son derece tercih edilir	5	7	9

1-9 ölçekleri Eşitlik (1, 2, 3, 4 ve 5) kullanılarak TFN'lere dönüştürülür:

$$\widetilde{a_{ij}} = (\frac{1}{n})^{*}$$

$$(a_{ij}^{-1} * a_{ij}^{-2} * \dots \dots \dots * a_{ij}^{-n}) \quad (1)$$

Burada $\widetilde{a_{ij}}$ bütünleşik TFN'dir ve a_{ij}^{-n} , n'inci karar vericinin j'inci kritere yönelik olarak i'ninci kriter için verdiği yanıttır.

$$\widetilde{a_{ij}} = [\, l_{ij}, \quad m_{ij}, \quad u_{ij}], \quad (2)$$

$$l_{ij} = \frac{\left[\sum_{k=1}^{n} l_{ij}^{k}\right]}{n}, \quad (3)$$

$$m_{ij} = \frac{\left[\sum_{k=1}^{n} m_{ij}^{k}\right]}{n}, \quad (4)$$

$$u_{ij} = \frac{\left[\sum_{k=1}^{n} u_{ij}^{k}\right]}{n} \quad (5)$$

l, m ve u, TFN'nin alt, orta ve üst sınırını temsil eder. Ardından, ikili karşılaştırma matrisi Eşitlik (6)'da gösterildiği gibi elde edilir.

$$\widetilde{A} = \begin{pmatrix} \breve{a}_{11} & \cdots & \breve{a}_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \breve{a}_{i1} & \cdots & \breve{a}_{ij} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Adım 3. Limit Süpermatrisin Belirlenmesi: İkili Karşılaştırma Matrisinin her bir bulanık ağırlığı Eşitlik (7-8)'de gösterildiği gibi logaritmik en küçük kareler yöntemi ile belirlenir:

$$\widetilde{W}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u), k = 1,2, \dots \dots \dots, m \quad (7)$$

$$w_i^s = \frac{\left[\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^{s}\right]^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n}\left[\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^{m}\right]^{1/n}}, s \in \{l, m, u\} \quad (8)$$

Daha sonra, ağırlık merkezi (Eş.9) bulanık ağırlıkları bulanıklaştırmak için kullanılır:

$$F_i = \frac{[(w_i^u - w_i^l) + (w_i^m - w_i^l)]}{3} + w_i^l \quad (9)$$

F_i bulanık ikili karşılaştırma matrisinin ith kriterinin ağırlığını temsil eder. Bu matrisin her bir

bloğu normalize edilerek ağırlıklı süpermatris elde edilebilir. Limit süpermatris elde etmek için, ağırlıklı süpermatris 2k + 1 kuvvetine yükseltilir, burada k isteğe bağlı olarak büyük bir sayıdır (Saaty, 1996).

Adım 4. Tutarlılık Analizi: A>B ve B>C ise A>C diyebiliriz, buna matematikte "geçiş yasası" denir. Bu yasa nedeniyle tutarlılık oranının (CR) hesaplanması çok önemlidir. CR, Denklem (10), (11) ve (12) ile elde edilir.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{n=1}^{n} F_i}{n} \quad \textbf{(10)}$$

Tutarlılık Indexi (CI) = (λmax-n) / (n-1) **(11)**

Tutarlılık Oranı (CR = CI / RI) = Tutarlılık İndeksi / Rastgele Indeks **(12)**

Rastgele indeks (RI) Tablo 5' de gösterilebilir. CR 0.10' dan düşükse, değerlendirmeler tutarlılık olarak kabul edilir. Aksi takdirde, karar matrisi yeniden düzenlenmelidir.

modellenmesinde bulanık mantık kullanımı daha gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Esen ve Çırpın 2022). Cheng (2000), ÇKKV problemlerini çözmek için TOPSIS'i üçgen bulanık sayılar ile genişletilmiştir.

En göze çarpan ÇKKV yaklaşımlarından biri, ilk olarak Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen, pozitif ideal alternatife en kısa ve negatif alternatife en uzun mesafeye sahip en iyi alternatifi seçmeye dayanan TOPSIS'in işlem aşamaları aşağıdaki gibidir (Cheng, 1999).

1. Bulanık karar matrisinin oluşturulması:

$\tilde{z}_{ij}$ (i=1,2,.....,m; j=1,2,.....,n), $\tilde{w}_j$ (j= 1,2,.....,n) dilsel bulanık üçgen sayılar.

$\tilde{z}_{ij} = (a_{ij}\ ,\ b_{ij}, c_{ij})$ and $\tilde{w}_j = (a_{j1}, b_{j2}, c_{j3})$ a_i alternatifinin c_j kriterine göre performans derecesidir.

Cj kriterinin ağırlığını temsil eder. Böylece bulanık karar matrisi $\tilde{D}$ eşitlikteki gibi belirlenir (13).

Tablo 5. Rastgele Index (Saaty, 1990)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele Index	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

3.3. Bulanık TOPSIS

ÇKKV yöntemlerinden birisi olan TOPSIS, 1981 yılında yayımlanan "Methods for Multiple Attribute Decision Making" isimli çalışmalarıyla duyulmuştur (Hwang ve Yoon 1981). TOPSIS'in çözüm yöntemi, pozitif ideal çözüme en yakın alternatifi ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifi belirleme mantığı ile çalışır (Jin, 2023). TOPSIS yönteminin kolay kavranabilir yapısı, rasyonelliği ve literatürde sıklıkla kullanılan bir yöntem olması sebebiyle tercih edilmiştir.

Bulanık TOPSIS yöntemi karar vericilerin klasik mantığın aksine tercihlerini net olarak ortaya koyamadıkları durumlarda tercih edilen bir ÇKKV yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerçek hayat problemlerindeki belirsizlikler, dilsel ifadeler ile modellenememektedir. Bu tür sorunların

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{z}_{11}\ \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{z}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{m1}\ \tilde{z}_{m2} & \cdots & \tilde{z}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{w} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots \dots \dots, \tilde{w}_n \quad \textbf{(13)}$$

2. Ağırlıklı bulanık karar matrisinin oluşturulması:

D ve $\tilde{w}$ değerleri kullanılarak bu matris eldeki eşitlikteki gibi elde edilir (14).

$$\tilde{v} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1\ \tilde{z}_{11} & \tilde{w}_1\ \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{w}_1 \tilde{z}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_n \tilde{z}_{m1} & \tilde{w}_n \tilde{z}_{m2} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{z}_{mn} \end{bmatrix} \quad \textbf{(14)}$$

3. Bulanık Pozitif İdeal Çözümü (FPIS) ve Bulanık Negatif İdeal Çözümü (FNIS) belirlenmesi:

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

FPIS (A^+) ve FNIS (A^-) değerlerini elde etmek için eşitlik (15) ve (16) kullanılır.

$$A^+ = \{\widetilde{v_1^+}, \widetilde{v_2^+}, \dots\dots, \widetilde{v_n^+}\} = \left\{\{(\max_i \widetilde{v_{ij}}) | i = 1,2, \dots\dots, m\}, j = 1,2, \dots\dots, n)\right\} \quad (15)$$

$$A^- = \{\widetilde{v_1^-}, \widetilde{v_2^-}, \dots\dots, \widetilde{v_n^-}\} = \left\{\{(\min_i \widetilde{v_{ij}}) | i = 1,2, \dots\dots, m\}, j = 1,2, \dots\dots, n)\right\} \quad (16)$$

Burada $\widetilde{v_j^+} = (1,1,1)$ ve $\widetilde{v_j^-} = (0,0,0)$, (j=1,2,.....,n)

4. Her bir alternatifin A+ ve A-'ye olan uzaklığının hesaplanması:

d_i^+ (A^+ ya olan uzaklık) ve d_i^- (A^- ya olan uzaklık) sırasıyla eşitlik (17) ve (18) ile hesaplanır.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^{n} d(\widetilde{v_{ij}}, \widetilde{v_j^+}), (i = 1,2, \dots\dots, m) \text{ ve } (j = 1,2, \dots\dots, n) \quad (17)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\widetilde{v_{ij}}, \widetilde{v_j^-}), (i = 1,2, \dots\dots, m) \text{ ve } (j = 1,2, \dots\dots, n) \quad (18)$$

5. İdeal çözüme göreceli yakınlığının hesaplanması:

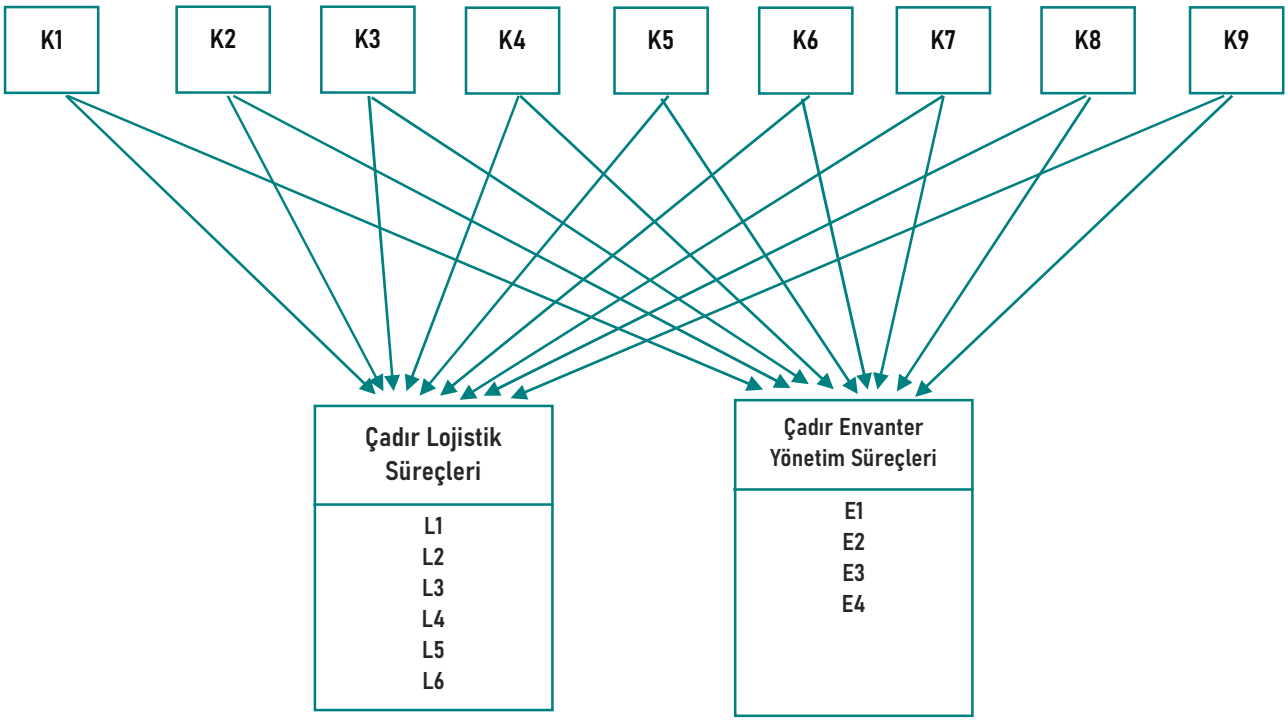
a_i alternatifinin ideal çözüme yakınlık katsayısı (CC_i^*) eşitlik (19) ile elde edilir. En yüksek CC_i^* değerine sahip alternatif en çok tercih edilendir.

$$CC_i^* = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)} \; where \; (i = 1,2, \dots\dots, m) \quad (19)$$

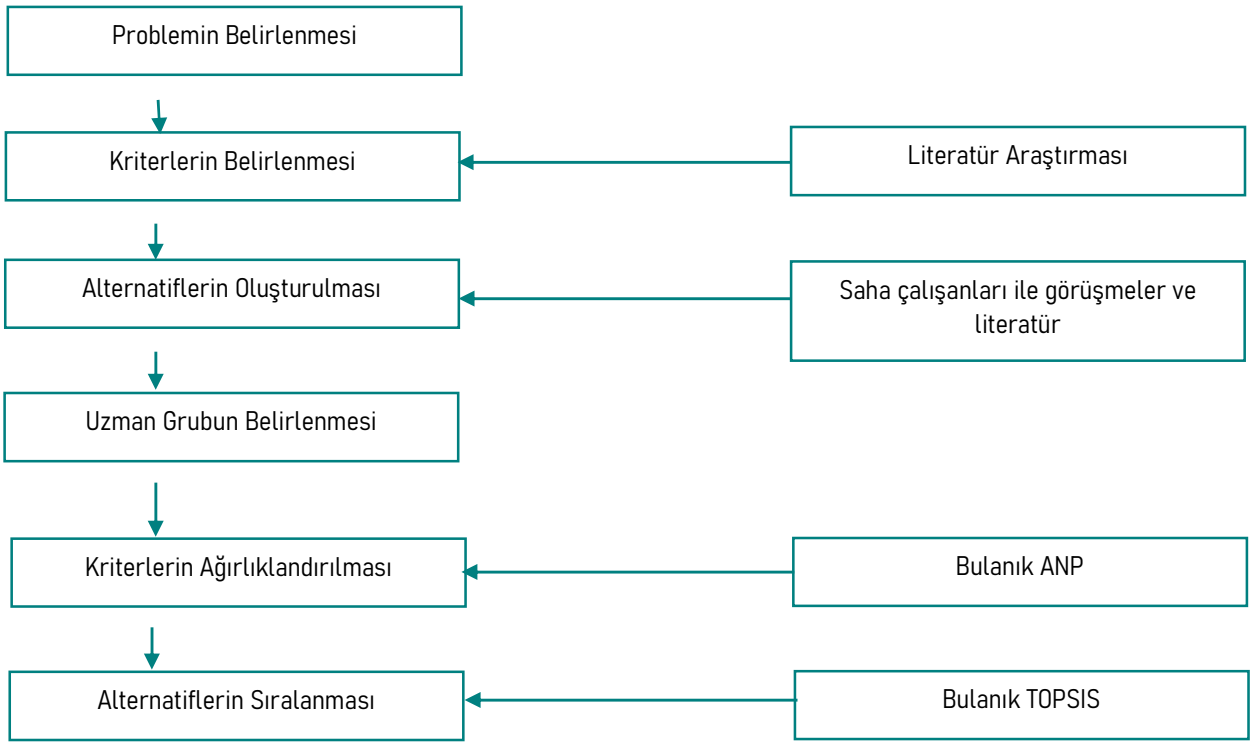
4. UYGULAMA

Bu makale, bir grup uzmanın (karar vericinin) görüşlerini göz önünde bulundurarak afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin etkisinin bütünleşik bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımıyla değerlendirilmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışma için oluşturulan karar modeli Şekil 1'de gösterilmiştir.

Modelde kriterler (K), çadır lojistik süreçleri (L) ve çadır envanter yönetim süreçleri ise (E) harfi ile kodlanmıştır. Çalışmanın karar modelinde kriterlerin ağırlıklandırılmasında bulanık ANP yöntemi kullanılmıştır. Çadır lojistik süreçleri ve çadır envanter yönetim süreçlerinde yer alan alternatifler ise bulanık TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır.



Şekil 1. Çalışmanın Karar Modeli



Şekil 2. Uygulama Aşamaları

Tablo 6. Blokzincir Teknolojisinin Faydaları (Kriterler)

Kriterler (Faydalar)	Açıklama
Denetlenebilirlik (K1):	Blokzincir altyapısı sayesinde verilerin her aşamada denetlenebilirliği sağlanabilir (Shafagh ve Burkhalter, 2017).
İşlem hızı (K2):	İşlem bloklarının oluşturulması için gereken süreyi olarak tanımlanmakta olup, blokzincir tarafından bu işlemlerin hızını artırır (Hazari ve Mahmoud, 2019).
İzlenebilirlik (K3):	Tasarım yapısı itibariyle güvenli olan blokzincir izlenebilirlik ve ademi merkeziyetçilik sağlar (Ozdemir vd., 2020).
Güven (K4):	Blokzincir ağ üyeleri dahilinde veri transferi seçenekleri sunar, işlemler tamamen matematiksel doğrulama algoritmaları aracılığıyla işlemleri onaylayan üyeler tarafından yapılmaktadır (Siemon vd., 2020).
Güvenlik (K5):	Veriler tamamen tüm üyelerce onaylanan bloklarda tutulduğundan yüksek güvenlik sağlar (Drescher, 2018).
Aracısızlaştırma (K6):	Blokzincir güven sağlamak için gerekli bir takım geleneksek süreçleri ortadan kaldırarak, yapının hiçbir aracıya ihtiyaç duyulmadan çalışmasını sağlar (Demir vd., 2018).
Değişmezlik (K7):	Blokzincir altyapısında verinin değişmesi için tüm üyelerin onayı gerektiğinden, mutlak değişmezlik taahhüt eder (Aste vd., 2017).
Şeffaflık (K8):	İzlenebilirlik, güven ve güvenlik gibi özelliklerinden dolayı tüm üyelere işlemlerin tamamını şeffaf bir şekilde izleme olanağı sağlar (Clohessy vd., 2019).
Otomasyon (K9):	Manuel süreçlerin aksine blokzincir akıllı sözleşmeler ile belirli bir şart ya da şartların gerçekleşmesi halinde otomatik işlem ya da işlemler dizesinin tetiklenmesini sağlar (Thomas vd., 2017).

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

Karar modeli dikkate alınarak çalışmanın uygulama basamakları Şekil 2'deki adımlar takip edilerek oluşturulmuştur.

4.1. Problemin Belirlenmesi

Yaşanılan afetler (özellikle depremler) sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin etkisinin bütünleşik bulanık ANP-TOPSIS yöntemleriyle değerlendirilmesi çalışmanın karar problemidir.

4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Blokzincir teknolojisinin faydaları (kriterler) literatür araştırması ile belirlenmiş ve açıklamaları Tablo 6'daki gibi ifade edilmiştir.

4.3. Alternatiflerin Oluşturulması

Çadır Lojistiği Süreçleri (Alternatifler) ve Envanter Yönetimi Süreçleri (Alternatifler) literatür araştırması, AFAD ve Kızılay Çalışanları ve depremzedelerle yapılan görüşmeler sonucu belirlenmiştir. Tablo 7 ve Tablo 8'de alternatifler açıklamaları ile gösterilmiştir.

4.4. Uzman Grubun Belirlenmesi

Çalışmamızdaki uzman grubu 7 (2 AFAD personeli, 1 Kızılay çalışanı, 3 Akademisyen ve 1 depremzede) kişiden oluşmaktadır. Katılımcıların yüksek deneyimleri, nitelikleri ve araştırılan sorunla ilgili tecrübeleri uzman seçiminde etkili olurken, bu bakış açısı sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.

4.5. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

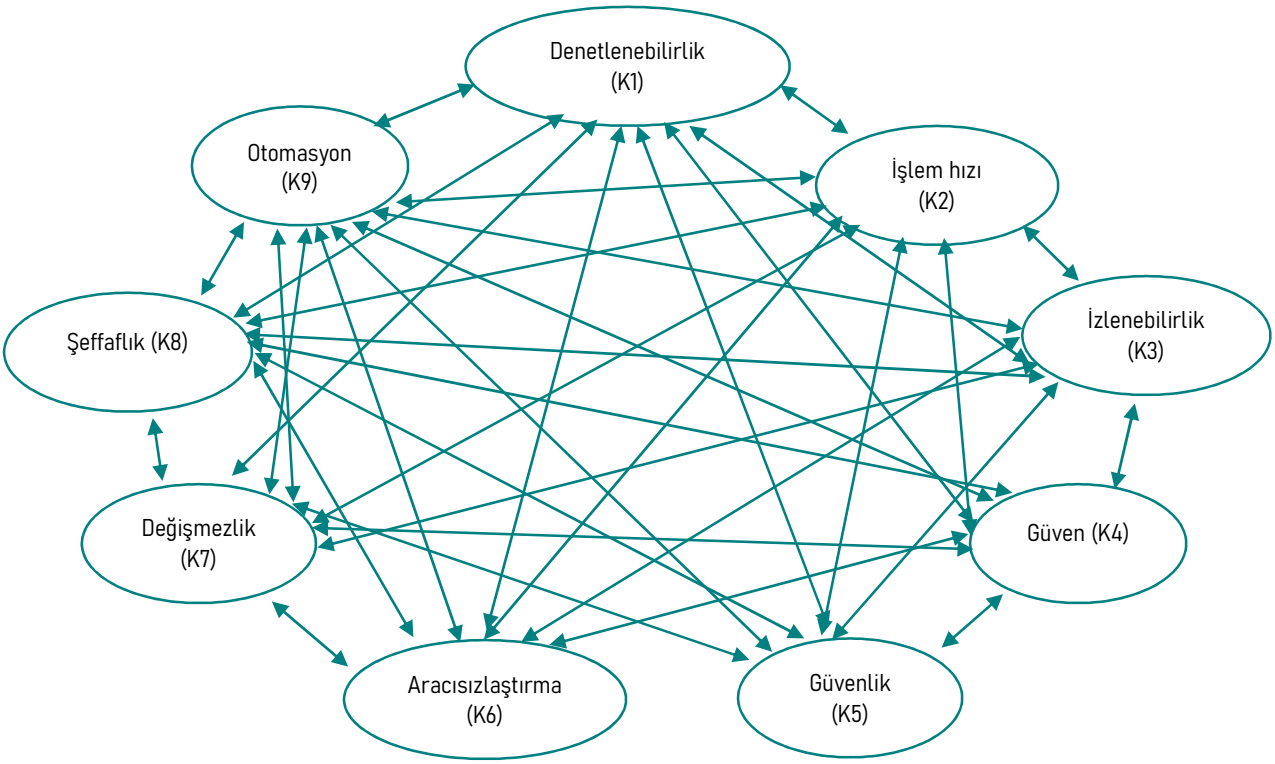
Tablo 1'de gösterilen Blokzincir Teknolojisinin Faydaları (Kriterler) ile Bulanık ANP probleminin genel ağı kurulmuştur. Kriterler arasındaki tüm karşılıklı (dışsal) bağımlılıklar, uzman grubun katılımıyla belirlenmiştir. Tüm kriterlerin birbiri ile bağımlı olduğu ifade edilmiştir. Buna ilişkin ANP ağ şeması Şekil 3'de sunulmuştur.

Tablo 7. Çadır Lojistiği Süreçleri (Alternatifler)

Çadır Lojistiği Süreçleri	Açıklama
İhtiyaç Değerlendirmesi (L1)	Sürecin ilk adımı, afet bölgesindeki ihtiyaçları belirlemek ve acil barınma için çadır ve diğer malzemelere olan talepleri tespit gerekir. İhtiyaç değerlendirmesi, yerel yetkililer, yardım kuruluşları, STK'lar gibi paydaşlar aracılığı ile gerçekleştirilir (Combs ve Meehan, 2007; Darcy ve Hofmann, 2013).
Çadır ve Malzeme Tedariki (L2)	İhtiyaçların belirlenmesinin ardından, çadır ve diğer geçici barınma malzemelerinin tedarik sürecine geçilir. Bu malzemeler, genellikle devletler, uluslararası yardım kuruluşları veya özel şirketler tarafından sağlanır. Süreç, malzemelerin satın alınması, lojistik planlaması ve nakliyesini içerir (Tatham ve Pettit, 2010; Kovács ve Spens, 2011).
Depolama ve Stok Yönetimi (L3)	Çadır, konteyner ve diğer barınma malzemeleri, afet bölgesine yakın bir depolama alanında depolanır. Depolama süreci, malzemelerin düzenli olarak envanter takibini, muhafaza edilmesini ve stok seviyelerinin yönetilmesini gerektirir. Bu, hızlı tepki verme ve taleplere göre malzemeleri hazır tutma yeteneğini sağlar (Van Wassenhove ve Pedraza Martinez, 2006; Kovács ve Tatham, (2009)
Dağıtım Planlaması (L4)	Çadır, konteyner ve diğer barınma malzemelerinin afet bölgesine dağıtımı planlanır. Dağıtım sürecinde, dağıtım noktaları belirlenir, lojistik süreçler için rotalar oluşturulur ve zamanlama afetzedelerin ihtiyaçlarına ve öncelikleri dikkate alınarak planlanır (Tomasini ve Van Wassenhove, 2009; Altay ve Labonte, 2014)
Rota ve Lojistik Ağının Oluşturulması (L5)	Çadır, konteyner ve diğer barınma malzemeleri, dağıtım ekipleri tarafından afet bölgesine taşınır ve dağıtılır. Dağıtım sürecinde, malzemelerin yerel yetkililere, insani yardım ekiplerine veya afetzedelere ulaştırılması sağlanır. Ardından, çadırlar kurularak geçici barınma sağlanır. Kurulum sürecinde güvenlik, hijyen ve diğer faktörlere dikkat edilir (Kovács ve Cagliano, 2006; Işik ve Balcik, 2011)
İzleme ve Değerlendirme (L6)	Çadır lojistiği sürecinin son aşaması, dağıtımın izlenmesi ve sürecin değerlendirilmesidir. Dağıtımın etkinliği, afetzedelerin geri bildirimleri ve ihtiyaçların karşılanması izlenir. Süreçteki zorluklar ve iyileştirme alanları belirlenir (Kovács ve Sági, 2007; Oloruntoba ve Gray, 2009).

Tablo 8. Çadır Envanter Yönetimi Süreçleri (Alternatifler)

Envanter Yönetimi Süreçleri	Açıklama
Talep Tahmini(E1)	Talep tahmini, bir hizmet veya ürün için (Çadır) gelecekte oluşacak olan talebin, en doğru ve hatasız şekilde hesaplanması işlemidir (Kovács ve Tatham, 2009; Goussakovskaya ve O'Brien, 2016)
Satın Alma (E2)	Satın alma, bir işletmenin veya kuruluşun amaçlarını gerçekleştirmek için mal veya hizmet (Çadır) elde etmek için kullandığı süreçtir (Pedraza-Martinez ve Van Wassenhove, 2010; Saghiri vd., 2020).
Güvenlik Stoğu (E3)	Güvenlik stoğu talebin tahmin edileni aşması durumunda oluşan talebi karşılamak için elde tutulan bir stoktur. Talep tahminlerindeki belirsizlik ve talebin tahmin edileni aşması durumunda ürün yokluğu ile karşılaşılmaması için güvenlik stoğu tutulur (Rong vd., 2018).
Sipariş Sıklığı (E4)	Satın alma siparişlerinin (SAS) frekanslarının (sipariş sıklığı) ve teslim sürelerinin belirlenmesi, depo ve dağıtım merkezlerinde operasyonel verimlilik sağlanması, dağıtım maliyetlerinin azaltılması açısından kayda değer derecede önem arz etmektedir. Satın alma sipariş frekanslarının belirlenmesi aşamasında; ürün stok seviyeleri, mevsimsellik etkileri ve promosyon dönemleri göz önünde bulundurulmalıdır (Wang vd., 2018).



Şekil 3. Kriterlere (Faydalara) Ait ANP Network Şeması

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

Bu çalışmada, kriterlerin önceliklerini bulmak için belirlenen kriterleri içeren ANP anketi ile, ikili karşılaştırmalar belirlenen uzmanlar tarafından yapılmıştır. Bulanık ANP yönteminin tüm matematiksel hesaplamaları Excel 2019'de yapılmıştır. Uzmanlara ait ikili karşılaştırma matrislerinde tutarlılık oranının 0.1'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Buna göre geometrik ortalaması alınarak bulanık ANP karar matrisi Tablo 9'daki gibi oluşturulmuştur.

Bulanık ANP'nin işlem adımları takip edilerek limit süper matris Tablo 10'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 10'da gösterildiği üzere en fazla öneme sahip kriterler bir başka ifade ile blokzincirin faydaları sırasıyla (K8) şeffaflık, (K5) güvenlik ve (K9) otomasyon şeklindedir.

4.6. Süreç Alternatiflerin Sıralanması

Uygulamanın bu aşamasında Tablo 11' de gösterilen Çadır Lojistiği Süreçleri (Alternatifler) ve Envanter Yönetimi Süreçleri (Alternatifler) Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, alternatiflerin sıralanması için aynı uzman gruba Kriterler ve Alternatifleri içeren Bulanık TOPSIS anketi sunulmuştur. Bulanık TOPSIS yönteminin tüm matematiksel hesaplamaları Excel 2019'de yapılmıştır.

Bulanık TOPSIS işlem adımları takip edilerek ideal çözüme yakınlık değerleri Tablo 13'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 13' de çadır lojistik süreçlerinde ideal çözüme en yakın değeler sırasıyla (L3) depolama ve stok yönetimi, (L6) izleme ve değerlendirme ve (L1) ihtiyaç değerlendirmesi olarak hesaplanmıştır.

Bulanık TOPSIS işlem adımları takip edilerek ideal çözüme yakınlık değerleri Tablo 12'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 14' de Çadır envanter yönetim süreçlerinde ideal çözüme en yakın değeler sırasıyla (E2) satın alma, (E3) güvenlik stoğu ve (E1) talep tahmini olarak hesaplanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bugün ülkemizde ve Dünya'nın her yerinde afet ve acil durumlara karşı hazırlıklı olmak, beklenmeyen insani yardımları en iyi şekilde yönetebilmek insani yardım lojistiği alanında karşılaşılan sorunları tespit etmeyi ve bu sorunlara çözüm yolları bulmayı gerekli kılmaktadır. Krizler, doğa ve insan kaynaklı afetler (deprem, sel, iklim değişikliği, tsunami, toprak kaynaması, yangın ve savaşlar ve göç gibi) sırasında ve sonrasında hızlı, düşük maliyetli, ancak zorlu, uzun ömürlü ve hava koşullarına dayanıklı barınak sağlamak çok büyük ve acil bir gerekliliktir. Çadırlar, modüler yapılar, taşınabilir barınaklar ve diğer çözümler bu amaçla ihtiyaç sahiplerine gönderilmektedir (Koç vd., 2022). Bu çalışma hem ülkemiz hem de dünyada en fazla can kaybına neden olan afetlerden biri olan, deprem sonrası çadır lojistik ve envanter yönetimi süreçlerinde güncel teknoloji olan blokzincirin faydalarının kullanımına iyi bir örnektir. Mevcut araştırma, blokzincir teknolojisinin afetler sonrasında çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerine olan katkısını bulanık bütünleşik ÇKKV yaklaşımıyla ele alan ilk çalışma olmasıyla literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

Bu çalışmanın bulguları 7 uzmanın katılımıyla gerçekleşen bulanık ÇKKV tekniklerinin bir arada kullanılması ile belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında literatür taraması sonucu blokzincir teknolojisinin 9 faydası değerlendirme kriterleri olarak ifade edilmiştir. Uzmanlardan alınan görüşlere dayanarak Bulanık ANP yaklaşımı uygulanmış ve elde edilen sonuçlara göre bu çalışmada blokzincirin en önemli ilk üç faydası sırasıyla "şeffaflık", "güvenlik" ve "otomasyon" olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yaşanılan afetler açısından yorumlanmak istendiğinde, blokzincirin dağınık bir defter şeklinde çalışarak tüm taraflar arasında güvenli ve gerçek zamanlı veri paylaşımını sağlaması; ayrıca envanterin tüm aşamalarının herkesin erişebileceği şekilde kaydedilmesi ve izlenebilmesine olanak tanıması olarak açıklanabilir. Böylece blokzincir teknolojisi işlem süreçlerindeki şeffaflığı artırırken sahtecilik ve bilgi kirliliği konusunda yaşanabilecek riskleri ortadan kaldıracaktır.

Tablo 9. Bulanık ANP Karar Matrisi

	K1			K2			K3			K4			K5			K6			K7			K8			K9		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	L	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,00	1,00	1,00	0,85	1,06	1,35	1,00	1,51	2,12	1,10	1,67	2,42	0,58	0,82	1,17	1,07	1,56	2,12	0,82	1,07	1,33	0,42	0,53	0,70	0,62	0,89	1,32
K2	0,74	0,94	1,17	1,00	1,00	1,00	0,54	0,77	1,02	0,64	0,94	1,37	0,39	0,48	0,67	0,81	0,96	1,22	0,43	0,58	0,85	0,32	0,43	0,58	0,42	0,54	0,71
K3	0,47	0,66	1,00	0,98	1,30	1,84	1,00	1,00	1,00	1,08	1,40	1,96	0,85	1,00	1,17	1,17	1,64	2,17	0,81	1,01	1,22	0,52	0,64	0,79	0,57	0,77	1,12
K4	0,41	0,60	0,91	0,73	1,06	1,57	0,51	0,71	0,93	1,00	1,00	1,00	0,66	0,97	1,31	0,46	0,64	0,94	0,64	0,79	1,04	0,35	0,45	0,60	0,40	0,57	0,77
K5	0,85	1,22	1,72	1,22	1,47	1,74	0,85	1,00	1,17	0,76	1,03	1,51	1,00	1,00	1,00	1,22	1,67	2,03	1,00	1,43	1,84	0,70	0,85	0,99	0,82	1,08	1,43
K6	0,47	0,64	0,94	0,82	1,04	1,24	0,46	0,61	0,85	1,06	1,57	2,19	0,49	0,60	0,82	1,00	1,00	1,00	0,70	1,04	1,45	0,45	0,61	0,81	0,73	0,88	1,17
K7	0,75	0,94	1,22	1,17	1,74	2,32	0,82	0,99	1,24	0,96	1,27	1,56	0,54	0,70	1,00	0,69	0,96	1,43	1,00	1,00	1,00	0,67	0,81	0,93	0,77	1,02	1,27
K8	1,43	1,87	2,39	1,74	2,33	3,15	1,27	1,56	1,92	1,67	2,21	2,87	1,01	1,18	1,43	1,24	1,64	2,20	1,08	1,24	1,49	1,00	1,00	1,00	1,39	1,77	2,17
K9	0,76	1,12	1,60	1,40	1,85	2,38	0,89	1,29	1,77	1,29	1,74	2,52	0,70	0,93	1,22	0,85	1,13	1,37	0,79	0,98	1,30	0,46	0,57	0,72	1,00	1,00	1,00
TOPLAM	**6,89**	**8,99**	**11,95**	**9,92**	**12,85**	**16,59**	**7,35**	**9,45**	**12,02**	**9,56**	**12,84**	**17,40**	**6,23**	**7,68**	**9,79**	**8,51**	**11,20**	**14,48**	**7,26**	**9,13**	**11,53**	**4,89**	**5,89**	**7,11**	**6,72**	**8,52**	**10,96**

Tablo 10. Limit Süper Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
K2	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076
K3	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
K4	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
K5	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
K6	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093
K7	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
K8	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171
K9	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118

Tablo 11. Bulanık TOPSIS Karar Matrisi (Çadır Lojistiği)

	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Ağırlık	0,145	0,111	0,084	0,086	0,082	0,081	0,136	0,160	0,176	0,115	0,130	0,139	0,093	0,107	0,119	0,126	0,139	0,146	0,113	0,117	0,116	0,085	0,091	0,099	0,093	0,105	0,120
	K1			K2			K3			K4			K5			K6			K7			K8			K9		
L1	0,048	0,038	0,030	0,036	0,034	0,034	0,036	0,047	0,058	0,054	0,059	0,060	0,040	0,047	0,051	0,050	0,055	0,058	0,031	0,038	0,042	0,034	0,037	0,040	0,033	0,038	0,046
L2	0,056	0,045	0,034	0,038	0,035	0,034	0,053	0,064	0,071	0,033	0,042	0,052	0,027	0,036	0,044	0,063	0,066	0,066	0,040	0,044	0,046	0,032	0,035	0,040	0,039	0,045	0,052
L3	0,064	0,048	0,035	0,032	0,031	0,031	0,062	0,071	0,076	0,057	0,060	0,060	0,038	0,045	0,051	0,043	0,051	0,056	0,046	0,048	0,047	0,038	0,040	0,042	0,042	0,046	0,052
L4	0,048	0,041	0,033	0,038	0,036	0,035	0,062	0,071	0,075	0,045	0,052	0,057	0,033	0,038	0,044	0,051	0,058	0,060	0,059	0,057	0,054	0,034	0,037	0,040	0,038	0,042	0,048
L5	0,056	0,044	0,034	0,031	0,031	0,031	0,053	0,065	0,074	0,040	0,047	0,052	0,037	0,042	0,047	0,050	0,055	0,057	0,042	0,044	0,044	0,032	0,035	0,039	0,034	0,040	0,047
L6	0,077	0,054	0,038	0,037	0,034	0,033	0,062	0,072	0,077	0,050	0,056	0,059	0,049	0,052	0,054	0,049	0,055	0,059	0,053	0,052	0,049	0,038	0,039	0,041	0,041	0,045	0,050

Tablo 12. Bulanık TOPSIS Karar Matrisi (Envanter Yönetimi)

	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Ağırlık	0,145	0,111	0,084	0,086	0,082	0,081	0,136	0,160	0,176	0,115	0,130	0,139	0,093	0,107	0,119	0,126	0,139	0,146	0,113	0,117	0,116	0,085	0,091	0,099	0,093	0,105	0,120
	K1			K2			K3			K4			K5			K6			K7			K8			K9		
E1	0,065	0,053	0,042	0,051	0,046	0,044	0,074	0,083	0,088	0,055	0,064	0,070	0,047	0,054	0,061	0,063	0,068	0,071	0,053	0,057	0,057	0,042	0,045	0,050	0,042	0,049	0,059
E2	0,085	0,061	0,043	0,044	0,042	0,041	0,063	0,077	0,088	0,068	0,072	0,073	0,049	0,056	0,062	0,060	0,066	0,069	0,056	0,059	0,059	0,047	0,048	0,051	0,052	0,057	0,063
E3	0,075	0,058	0,043	0,044	0,042	0,040	0,074	0,085	0,090	0,052	0,062	0,069	0,052	0,058	0,063	0,064	0,072	0,076	0,072	0,069	0,065	0,047	0,049	0,052	0,052	0,056	0,062
E4	0,062	0,050	0,040	0,032	0,033	0,036	0,060	0,075	0,087	0,054	0,061	0,066	0,037	0,044	0,053	0,064	0,072	0,077	0,041	0,047	0,051	0,034	0,038	0,044	0,039	0,046	0,056

Tablo 13. İdeal Çözüme Yakınlık Değeri (Çadır Lojistiği)

Lojistik Süreçler	L3	L6	L1	L4	L2	L5
Yakınlık Değeri	0,567	0,519	0,375	0,369	0,327	0,308

Tablo 14. İdeal Çözüme Yakınlık Değeri (Envanter Yönetimi)

Envanter Yönetimi Süreçleri	E2	E3	E1	E4
Yakınlık Değeri	0,694	0,497	0,342	0,294

Çalışmayı destekler şekilde Ko ve Verity (2016), yaptıkları çalışma ile korumalı veri paylaşımı, tedarik zinciri şeffaflığı ve verimli bilgi paylaşımı yoluyla blokzincirin insani yardım operasyonlarını iyileştirebileceği çeşitli yolları tanımlamışlardır. Zwitter ve Boisse-Despiaux (2018), ise bağışların belirli hizmetler için veya belirli topluluklara ulaşmak için dijital olarak işaretlenebileceğini ve böylece yolsuzluk veya dolandırıcılık olasılığının azaltılabileceğini belirterek blokzincirin güvenlik faydasına değinmişlerdir. Araştırmanın üçüncü en önemli kriteri olarak blokzincir teknolojisinin otomasyon faydasını destekleyecek şekilde Saberi vd. (2019) çalışmalarında otonom dijital sözleşmeler (akıllı sözleşmeler) ve güvenilir ve güvenli ağların oluşturulmasını sağlayan" tedarik zinciri süreçlerinde blokzincir teknolojisine odaklanmıştır.

İkinci aşamada literatür taraması ve uzman görüşleri ile belirlenen çadır lojistiği süreçleri ve envanter yönetimi süreçleri alternatifler olarak belirlenmiştir. Çadır lojistiği süreçleri arasında en önemli süreç alternatifleri Depolama ve Stok Yönetimi olurken bu sonucu destekleyecek şekilde envanter yönetimi süreçleri alternatifleri arasında ise Satın Alma Süreci şeklinde ortaya çıkmıştır. Deprem olayının ne zaman ve nerede olacağına dair kesin bilginin olmayışı önceden depolama ve stok yapılması gerekliliğini göstermektedir. Aynı şekilde olası bir deprem sonucu çadır envanter yönetiminde barınma sorununa çözüm sunan tüm kamu ve STK tarafından satın alma süreci can alıcı olduğu gerçeği ile örtüşmektedir. Sonuçları destekleyecek şekilde Karen (2023) afetlerde envanterlerin önceden konumlandırılması, felaketle başa çıkma planının bir parçası olduğunda, karar vericilerin daha az maliyetli kararlar almasına yardımcı olacağını ifade etmiştir. Koç vd. (2022) çoğu durumda insani yardım kuruluşları, afet bölgelerine hızlı bir şekilde ulaştırmak için lojistik merkezlerinde büyük miktarlarda çadır depolamaktadır. Bu nedenle Depolama ve Stok Yönetimi envanter yönetim sürecinin blokzincir teknoloji ile desteklenmesi önemlidir.

Bu çalışma ilgili alan için önemli bulgular sunsa da bazı kısıtları da mevcuttur. Önerilen metodoloji jenerik olsa da uygulama Türkiye için gerçekleştirildiğinden farklı ülkelerde yaklaşımı uygulamak için ilgili ülkelerin uzmanlarının değerlendirmelerine ihtiyaç duyulacaktır. Buna ek olarak, bu çalışma gelişmekte olan bir ülkede yürütüldüğünden elde edilen sonuçların diğer ülkelere, özellikle de gelişmiş ülkelere uygun olacağı söylenemez.

Bu çalışma sürecinde yaşanılan zorluklardan birisi bulanık ÇKKV metodolojisinde veri toplamanın uzman grup tarafından anlaşılmasının güç olmasıdır. Ayrıca, uzman grubun sahada ve aktif çalışan kişilerden oluşması, veri toplama sürecini zorlaştırmıştır. Bu süreç gelecekte otomatize edilirse önerilen yaklaşım daha etkin uygulanabilir.

Gelecek çalışmalar için, günümüzde giderek artan afet olaylarında uygulayıcılar çadır lojistik ve envanter yönetim süreçlerinde blokzincir teknolojisinin sağlayacağı faydalardan yararlanılabilir. Blokzincirin faydaları afet senaryolarıyla ve tatbikatlarla planlamalara dahil edilebilir ve gerçek hayatta uygulanması sağlanabilir. Türkiye'nin farklı illerinde veya diğer ülkelerde daha fazla uzmanla görüşülerek çadır lojistik alanında blokzincir teknolojisinin faydaları entegre metodolojiler ile belirlenebilir. Mevcut araştırma, blokzincir teknolojisi ilgili süreçlere nasıl katkı sağlayabilir? sorusuna cevap verilecek bir çalışma ile geliştirilebilir. Ayrıca söz konusu çalışma gelecekte farklı ÇKKV (Analitik Hiyerarşi Süreci, VIKOR, ELECTRE vd.) kullanılarak veya sezgisel bulanık mantık ilave edilerek geliştirilebilir ve bulgular kıyaslamalı olarak tartışılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Abazari, S. R., Aghsami, A., Rabbani, M. (2020). Prepositioning and distributing relief items in humanitarian logistics with uncertain parameters. Socio-Economic Planning Sciences, 100933.

[2] Ahmad, J., Ahmad, M. M., Sadia, H., Ahmad, A. (2017). Using selected global health indicators to assess public health status of population displaced by natural and man-made disasters. International Journal of Disaster Risk Reduction, 22, pp.228–237.

[3] Ak, M. F., & Acar, D. (2021). Selection of humanitarian supply chain warehouse location: A case study based on the MCDM methodology. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 22, pp. 400-409.

[4] Alem, D., Bonilla-Londono, H. F., Barbosa-Povoa, A. P., Relvas, S., Ferreira, D., Moreno, A. (2021). Building disaster preparedness and response capacity in humanitarian supply chains using the Social Vulnerability Index. European Journal of Operational Research, 292(1), pp.250–275.

[5] Altay, N., Labonte, M. (2014). Modeling and analysis of humanitarian logistics systems. Socio-Economic Planning Sciences, 48(4), pp.284-294.

[6] Anhorn, J., Khazai, B. (2015). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. Natural Hazards and Earth System Sciences, 15(4), pp.789-803.

[7] Apte, A. (2010). Humanitarian logistics: A new field of research and action , 7. Now Publishers Inc.

[8] Aste, T., Pasca, P. and Di Matteo (2017), "Blockchain technologies: foreseeable impact on industry and society", Computer, Vol. 50, pp. 18-28.

[9] Avlar, E., Limoncu, S., TIZMAN, D. (2023). Deprem sonrası geçici barınma birimi: CLT E-BOX. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 38(1), ss.471-482.

[10] Ayyıldız, E. ve Taşkın, A. (2022). Acil Tedarik Depo Yeri Seçim Problemleri için Yeni Bir Aralık Değerli Nötrosofik AHP-WASPAS Metodolojisi. Çok Kriterli Karar Analizinde, CRC Basın, ss. 251-266.

[11] Babich, V., Hilary, G. (2020). OM Forum—Distributed ledgers and operations: What operations management researchers should know about blockchain technology. Manufacturing Service Operations Management, 22(2), pp.223-240.

[12] Badarudin P, Wan A, Phon-Amnuaisuk S (2020). A Blockchain-based Assistance Digital Model for First Responders and Emergency Volunteers in Disaster Response and Recovery. In: Proceedings of IEEE 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT) 2020, pp 1–5.

[13] Baize, S., Nurminen, F., Sarmiento, A., Dawson, T., Takao, M., Scotti, O., ... Villamor, P. (2020). A worldwide and unified database of surface ruptures (SURE) for fault displacement hazard analyses. Seismological Research Letters, 91(1), pp.499-520.

[14] Balcik B, Beamon BM (2008) Facility location in humanitarian relief. Int J Logist 11(2), pp. 101–121.

[15] Balcik B, Beamon BM, Krejci CC, Muramatsu KM, Ramirez M (2010). Coordination in humanitarian relief chains: practices, challenges and opportunities. Int J Prod Econ 126(1), pp. 22–34.

[16] Balcik, B., Bozkir, C. D. C., Kundakcioglu, O. E., (2016). A literature review on inventory management in humanitarian supply chains, Surveys in Operations Research and Management Science, 21(2), pp. 101-116.

[17] Barzinpour, F., Esmaeili, V. (2013). A multi-objective relief chain location distribution model for urban disaster management. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 70(5-8), pp.1291–1302.

[18] Bozorgi-Amiri, A., Jabalameli, M. S., Mirzapour Al-e-Hashem, S. M. J. (2013). A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty. OR spectrum, 35, pp.905-933.

[19] Cavaleri, L., Ferrotto, M. F., Valenza, A. (2022). Structural performances of composite pultruded GFRP emergency structures. In 10th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering: Proceedings of CICE 2020/2021 10, Springer International Publishing, pp. 1031-1043.

[20] Celik, E., Gumus, A. T., Alegoz, M. (2014). A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management. Journal of Intelligent Fuzzy Systems, 27(6), pp.2847-2855.

[21] Chaabane, F., Ktari, J., Frikha, T., Hamam, H. (2022). Low Power Blockchained E-Vote Platform for University Environment. Future Internet, 14(9), 269.

[22] Cheng, C. H. (1999). Evaluating weapon systems using ranking fuzzy numbers, Fuzzy Systems 107, 25–35.

[23] Cheng, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy sets and systems, 114(1), pp.1-9.

[24] Clohessy, T., Acton, T. and Rogers, N. (2019), "Blockchain adoption: technological, organisational and environmental considerations", in Treiblmaier, H. and Beck, R. (Eds), Business Transformation Through Blockchain, Vol. 1, pp. 47-76.

[25] Cole, R., Stevenson, M., Aitken, J. (2019). Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. Supply Chain Management: An International Journal, 24(4), pp.469-483.

[26] Combs, D. L., Meehan, J. W. (2007). Assessing humanitarian logistics performance: A benchmarking approach. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 2(2), pp.113-128.

[27] Corsellis, T. (2012). Transitional shelter guidelines. Ginebra: Shelter Center.

[28] Coşkun A, Elmaghraby W, Karaman MM, Salman FS (2019) Relief aid stocking decisions under bilateral agency cooperation. Socioecon Plann Sci 67, pp.147–165.

[29] Cozzolino, A., Rossi, S., Conforti, A. (2012). Agile and lean principles in the humanitarian supply chain. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 2(1), pp. 16–33.

[30] Darcy, J., Hofmann, C. (2013). A critical review of the humanitarian logistics literature: The case of mature logistics systems. International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 43(4), pp.267-284.

[31] Dashti, Z. (2021). "Afganistan'ın Covid-19 İle Mücadelesindaki Zorluklar", International Journal of Disciplines Economics Administrative Scienves Studies, (e-ISSN:2587-2168), Vol:7, Issue:34, pp. 816-829.

[32] Davies, R. (2015). Giving unchained: Philanthropy and the blockchain. Giving Thought. Retrieved from Charities Aid Foundation: https://www. cafonline. org/about-us/publications/2015-publications/giving-unchained-philanthropy-and-the-blockchain.

[33] De Berardinis, P., De Gregorio, S. (2014). Temporary systems after the earthquake in L'Aquila. Mobile and Rapidly Assembled Structures, 4(136), 47.

[34] Demir M, Mashatan A, Turetken O, Ferworn A (2018) Utility Blockchain for Transparent Disaster Recovery. Proceedings of IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC) 2018, pp 1–6.

[35] Deng, H., Yeh, C. H., Willis, R. J. (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. Computers Operations Research, 27(10), pp. 963-973.

[36] Drakaki, M., Gören, H. G., Tzionas, P. (2019). Comparison of fuzzy multi criteria decision making approaches in an intelligent multi-agent system for refugee siting. In Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 39th International Conference on Information Systems Architecture and Technology–ISAT 2018: Part IISpringer International Publishing, pp. 361-370.

[37] Dubey, R., Gunasekaran, A., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., Papadopoulos, T. (2020). Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting. International journal of Production research, 58(11), pp.3381-3398.

[38] Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. Transportation research part e: Logistics and transportation review, 142, 102067.

[39] Ervan, M. K. (1996). Deprem sonrası acil barınma sorunu ve çözüm önerileri. Erzincan ve Dinar Deneyimleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları, TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15(16), ss. 303-312.

[40] Esen, T. E. Ç., Çırpın, B. K. Bir hizmet işletmesinin kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı. Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1), ss. 18-33.

[41] Félix, D., Branco, J. M., Feio, A. (2013). Temporary housing after disasters: A state of the art survey. Habitat International, 40, pp. 136-141.

[42] Félix, D., Monteiro, D., Branco, J. M., Bologna, R., Feio, A. (2015). The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing reconstruction. Journal of Housing and the Built Environment, 30, pp. 683-699.

[43] Franchin, P., Cavalieri, F. (2015). Probabilistic assessment of civil infrastructure resilience to earthquakes. ComputerAided Civil and Infrastructure Engineering, 30(7), pp. 583–600.

[44] Geng, S., Hou, H., Zhang, S. (2020). Multi-criteria location model of emergency shelters in humanitarian logistics. Sustainability, 12(5), 1759.

[45] Giovinazzi, S., Stevenson, J., Mason, A., Mitchell, J. (2011). Assessing temporary housing needs and issues following Christchurch Earthquakes. New Zealand, Christchurch: University of Canterbury.

[46] Goussakovskaya, O., O'Brien, C. (2016). Modelling and forecasting humanitarian supply chain demand: A literature review. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 6(3), pp.343-371.

[47] Gunasekaran, A., Dubey, R., Fosso Wamba, S., Papadopoulos, T., Hazen, B. T., Ngai, E. W. (2018). Bridging humanitarian operations management and

organisational theory. International Journal of Production Research, 56(21), pp. 6735-6740.

[48] Güler, E., Selen, A., Aladağ, Z. DEMATEL-SWARA Yöntemleri İle Geçici Barınma Alanlarının Seçimine Etki Eden Kriterlerin Değerlendirilmesi. Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4(2), ss. 57-74.

[49] Hajiaghaei-Keshteli, M., Cenk, Z., Erdebilli, B., Özdemir, Y. S., Gholian-Jouybari, F. (2023). Pythagorean Fuzzy TOPSIS Method for Green Supplier Selection in the Food Industry. Expert Systems with Applications, 224, 120036.

[50] Hazari, S.S. and Mahmoud, Q.H. (2019), "A parallel proof of work to improve transaction speed and scalability in blockchain systems", in Proceedings of the 2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), pp. 916-921.

[51] Hong, Y. (2017). A study on the condition of temporary housing following disasters: Focus on container housing. Frontiers of Architectural Research, 6(3), pp. 374–383.

[52] Huang, Y., Xueping, L., Omitaomu, A.O. (2011). Conceptual super network model for coordination mechanisms in humanitarian relief chain. In IIE Annual Conference. Proceedings, pp. 1–8.

[53] Hunt, K., Zhuang, J. (2022). Blockchain for disaster management. In Big Data and Blockchain for Service Operations Management, Cham: Springer International Publishing, pp. 253-269.

[54] Hunt, K., Narayanan, A., Zhuang, J. (2022). Blockchain in humanitarian operations management: A review of research and practice. Socio-Economic Planning Sciences, 80, 101175.

[55] Hwang, C.L., Yoon, K. (1981), Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. Springer, New York, NY.

[56] Hwang, CL., Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. In: Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, vol 186. Springer, Berlin, Heidelberg.

[57] Işik, O., Balcik, B. (2011). Joint location-inventory models in humanitarian relief logistics: A literature review. Socio-Economic Planning Sciences, 45(4), pp.132-145.

[58] İşçi, C. (2008). Deprem nedir ve nasıl korunuruz. Journal of Yasar University, 3(9), ss.959-983.

[59] Jin, G. (2023). Selection of virtual team members for smart port development projects through the application of the direct and indirect uncertain TOPSIS method. Expert Systems with Applications, 119555.

[60] Johnson, C. (2007). Strategic planning for post-disaster temporary housing. Disasters, 31(4), pp. 435-458.

[61] Kabak, M., Özceylan, E., Erbaş, M., Çetinkaya, C. (2020). A multi-criteria spatial analysis using GIS to evaluate potential sites for a new border gate on Turkey's Syria frontier. European Journal of Industrial Engineering, 14(3), pp. 265-300.

[62] Kabra, G., Ramesh, A. (2015). Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment. Benchmarking, 22(4), pp.587–559.

[63] Kaveri, V. V., Meenakshi, V., Ananth, S., Akshayavarshini, P., KavyaShree, B. (2022, August). Blockchain based Reliable Electronic Voting Technology. In 2022 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC) IEEE, pp. 1713-1717.

[64] Kebriyaii, O., Hamzehei, M., Khalilzadeh, M. (2021). A disaster relief commodity supply chain network considering emergency relief volunteers: a case study. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 11(3), pp. 493-521.

[65] Keren, B. (2023, March). Prepositioning Emergency Inventories Under Uncertainties of Time, Location, and Quantity. In Operations Research Forum (Vol. 4, No. 2, p. 26). Cham: Springer International Publishing.

[66] Khazai, B., Daniell, J., Franchin, P., Cavalieri, F., Vangelsten, B., Iervolino, I., Esposito, S. (2012). A new approach to modeling post-earthquake shelter demand: Integrating social vulnerability in systemic seismic vulnerability analysis. Proceedings of World Conference on Earthquake Engineering.

[67] Kheybari, S., Rezaie, F. M., Farazmand, H. (2020). Analytic network process: An overview of applications. Applied mathematics and Computation, 367, 124780.

[68] Ko, V., Verity, A. (2016). Blockchain for the

humanitarian sector: future opportunities. Digital Humanitarian Network, pp. 1-19.

[69] Koç, M., Khan, S. A., Ilcan, H., Sahmaran, M. (2022). Conceptual design of autonomous rapid printing system for emergency and humanitarian needs. Materials Today: Proceedings, pp.70, 1-5.

[70] Kotani, H., Honda, R., Imoto, S., Shakya, L., Shrestha, B. K. (2020). Transition of post-disaster housing of rural households: A case study of the 2015 Gorkha earthquake in Nepal. International Journal of Disaster Risk Reduction, 44, 101443.

[71] Kovács, G., Cagliano, R. (2006). Humanitarian logistics in disaster relief operations. International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 36(2), pp. 99-114.

[72] Kovács, G., Sági, G. (2007). Challenges in humanitarian logistics. Proceedings of the 18th Annual Conference for Nordic Researchers in Logistics (NOFOMA), 14-15 June, 2007, Iceland.

[73] Kovács, G., Spens, K. M. (2011). Identifying challenges in humanitarian logistics. International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 41(1), pp.63-82.

[74] Kovács, G., Tatham, P. (2009). Measuring the bullwhip effect in the humanitarian supply chain. International Journal of Logistics: Research Applications, 12(2), pp.97-112.

[75] Kovács, G., Tatham, P. (2009). Quantitative analysis of the bullwhip effect in humanitarian aid supply chains. International Journal of Production Economics, 122(1), pp.233-245.

[76] Kuo, R. J., Hsu, C. W., Chen, Y. L. (2015). Integration of fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS for evaluating carbon performance of suppliers. International journal of environmental science and technology, 12(12), pp.3863-3876.

[77] Lines, R., Walker, J. F., Yore, R. (2022). Progression through emergency and temporary shelter, transitional housing and permanent housing: A longitudinal case study from the 2018 Lombok earthquake, Indonesia. International Journal of Disaster Risk Reduction, 75, 102959.

[78] Maharjan, R., Hanaoka, S. (2020). A credibility-based multi-objective temporary logistics hub location-allocation model for relief supply and distribution under uncertainty. Socio-Economic Planning Sciences, 70, 100727.

[79] Manopiniwes, W., Irohara, T. (2021). Optimization model for temporary depot problem in flood disaster response. Natural hazards, 105, pp. 1743-1763.

[80] Maon, F., Lindgreen, A., Vanhamme, J. (2009). Developing supply chains in disaster relief operations through cross-sector socially oriented collaborations: a theoretical model. Supply Chain Management, 14(2), pp.149–164.

[81] Mittal, R., Obaid, A. (2023). Sustainable Warehouse Location Selection in Humanitarian Supply Chain: Multi-Criteria Decision-Making Approach. International Journal of Mathematical, Engineering Management Sciences, 8(2).

[82] Nappi M M L, Souza J C (2015). Disaster management: Hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. Natural Hazards 75(3), pp. 2421-2436.

[83] Nawazish, M., Padhi, S. S., Cheng, T. E. (2022). Stratified delivery aid plans for humanitarian aid distribution centre selection. Computers Industrial Engineering, 171, 108451.

[84] Nezhadroshan, A. M., Fathollahi-Fard, A. M., Hajiaghaei-Keshteli, M. (2021). A scenario-based possibilistic-stochastic programming approach to address resilient humanitarian logistics considering travel time and resilience levels of facilities. International Journal of Systems Science: Operations Logistics, 8(4), pp.321-347.

[85] Ojetunde B, Shibata N, Gao J, Ito M (2015) An Endorsement-based Mobile Payment System for a Disaster Area. In: Proceedings of IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp 1–8.

[86] Oloruntoba, R., Gray, R. (2009). Humanitarian aid: An agile supply chain? Supply Chain Management: An International Journal, 14(2), pp.143-152.

[87] Ortiz-Barrios, M., Gul, M., López-Meza, P., Yucesan, M., Navarro-Jiménez, E. (2020). Evaluation of hospital disaster preparedness by a multi-criteria decision making approach: The case of Turkish hospitals. International journal of disaster risk reduction, 49, 101748.

[88] Ozdemir, A. I., Erol, I., Ar, I. M., Peker, I., Asgary, A., Medeni, T. D., Medeni, I. T. (2020). The role of blockchain in reducing the impact of barriers to humanitarian supply chain management. The International Journal of Logistics Management, 32(2), pp.454-478.

[89] Ozdemir, A. I., Erol, I., Ar, I. M., Peker, I., Asgary, A., Medeni, T. D., Medeni, I. T. (2021). The role of blockchain in reducing the impact of barriers to humanitarian supply chain management. The International Journal of Logistics Management, 32(2), pp.454-478.

[90] Panesir M (2018) Blockchain Applications for Disaster Management and National Security. Ph.D. Thesis, University of Buffalo, State University of New York, pp. 1–115.

[91] Parisi, F., Augenti, N. (2013). Earthquake damages to cultural heritage constructions and simplified assessment of artworks. Engineering Failure Analysis, 34, pp.735-760.

[92] Patil, A., Shardeo, V., Dwivedi, A., Madaan, J. (2021). An integrated approach to model the blockchain implementation barriers in humanitarian supply chain. Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 14(1), pp.81-103.

[93] Pedraza-Martinez, A. J., Van Wassenhove, L. N. (2010). A comparison of centralized and decentralized inventory prepositioning strategies in humanitarian logistics. Journal of Operations Management, 28(6), pp. 495-507.

[94] Pereira, A. F. C., Sousa, J. M. M. (2023). Assisted site-dependent selection of the most suitable Airborne Wind Energy system via Fuzzy Analytic Network Process. Energy Reports, 9, pp.2881-2899.

[95] Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., Koh, S. L. (2020). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. International Journal of Production Research, 58(7), pp. 2063-2081.

[96] Rong, Y., et al. (2018). Relief distribution network design under uncertain emergency demand and security risk. European Journal of Operational Research, 264(1), pp.88-104.

[97] Saaty, T. L. (2008), "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process", International Journal of Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 83-98.

[98] Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. International Journal of Production Research, 57(7), pp.2117-2135.

[99] Saghiri, S., et al. (2020). Tactical inventory management for a relief organization with uncertain demand and supply. Annals of Operations Research, 286(2),pp. 683-710.

[100] Sahmutoglu, I., Taskin, A., Ayyildiz, E. (2023). Assembly area risk assessment methodology for post-flood evacuation by integrated neutrosophic AHP-CODAS. Natural Hazards, 116(1), pp.1071-1103.

[101] Saksrisathaporn, K., Bouras, A., Reeveerakul, N., Charles, A. (2016). Application of a decision model by using an integration of AHP and TOPSIS approaches within humanitarian operation life cycle. International Journal of Information Technology Decision Making, 15(04), pp.887-918.

[102] Sari, D. P., Wicaksono, P. A., Handayani, N. U., Siahaan, Y. E. (2020). Integrating AHP, cluster analysis, and fuzzy TOPSIS to evaluate emergency warehouse locations of Mount Merapi eruption victims. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 10(5), pp.1839-45.

[103] Seher, Ö. (2011). Afet Yardımlarının Denetimi Ve Hesap Verilebilirliğinin Güçlendirilmesinde INTOSAI'nin Rolü. Sayıştay Dergisi, (83), pp.135-140.

[104] Siemon C, Rueckel D, Krumay B (2020) Blockchain Technology for Emergency Response. In: Proceedings of 53rd Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 614–623.

[105] Şahin, S. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulanık ortamda afet yönetimi sisteminde geçici barınma alanları yer seçimi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[106] Tatham, P., Pettit, S. (2010). The development of an agility measurement tool for humanitarian logistics. International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 40(8/9), pp.722-741.

[107] Thomas, L., Long, C., Burnap, P., Wu, J. and Jenkins, N. (2017), "Automation of the supplier role in the GB power system using blockchain-based smart contracts", CIRED - Open Access Proceedings Journal, Vol. 2017 No. 1, pp. 2619-2623.

[108] Tomasini, R. M., Van Wassenhove, L. N. (2009). From

preparedness to partnerships: Case study research on humanitarian logistics. International Transactions in Operational Research, 16(5), pp.549-559.

[109] Topçu, İ. B. (2000). Deprem Bölgeleri için Hafif Betonla Ferrocement Çadır Yapımı. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13(1), ss.1-13.

[110] Usta, A., Doğantekin, S. (2017). Blockchain 101. MediaCat Kitapları, İstanbul.

[111] Van Wassenhove, L. N., Pedraza Martinez, A. J. (2006). Improving the disaster response logistics chain. International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 36(2), pp.108-129.

[112] Vecere, A., Monteiro, R., Ammann, W. J., Giovinazzi, S., Santos, R. H. M. (2017). Predictive models for post disaster shelter needs assessment. International Journal of Disaster Risk Reduction, 21, pp.44–62.

[113] Venkatesh, V. G., Zhang, A., Deakins, E., Luthra, S., Mangla, S. (2019). A fuzzy AHP-TOPSIS approach to supply partner selection in continuous aid humanitarian supply chains. Annals of Operations Research, 283, pp.1517-1550.

[114] Voskanyan, A., Cahill, J. D. (2016).Displaced Populations. In Ciottone's disaster medicine (2nd ed., pp. 361–364). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.

[115] Wang Y Y, Xu Z S (2022). A multi-objective location decision making model for emergency shelters giving priority to subjective evaluation of residents. International Journal of Computers Communications Control 17(4), pp. 4749.

[116] Wang, Y., Xu, Z. (2023). An Emergency Shelter Location Model Based on the Sense of Security and the Reliability Level. Journal of Systems Science and Systems Engineering, pp.1-28.

[117] Wang, Y., et al. (2018). Optimization of procurement and delivery policies for humanitarian aid organizations. European Journal of Operational Research, 271(3), pp.833-848.

[118] Whybark, D. C. (2007). Issues in managing disaster relief inventories. International journal of production economics, 108(1-2), pp.228-235.

[119] Wright, K., Johnston, D. (2010). Post-earthquake sheltering needs: How loss of structures and services affects decision making for evacuation. 2010 New Zealand Society for Earthquake Engineering Conference Proceedings, 21–23. Wellington, New Zealand.

[120] Yoo, M., Won, Y. (2018). A study on the transparent price tracing system in supply chain management based on blockchain. Sustainability, 10(11), pp.4037.

[121] Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. Inform Control, 8, pp.338-353.

[122] Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. Information sciences, 8(3), pp.199-249.

[123] Zhang, G., Setunge, S., van Elmpt, S. (2014). Using shipping containers to provide temporary housing in post-disaster recovery: Social case studies. Procedia Economics and Finance, 18, pp.618–625.

[124] Zwitter, A., Boisse-Despiaux, M. (2018). Blockchain for humanitarian action and development aid. Journal of International Humanitarian Action, 3(1), pp.1-7.

Dr.Öğr.Üyesi Gülşah AYVAZOĞLU

Gülşah AYVAZOĞLU, 1989 yılında Gümüşhane'de doğdu. Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Afet Yönetimi (Tezli Yüksek Lisans) programına girmeye hak kazandı. 2013 yılında "KBRN için Hazırlılık ve Gönüllülük Düzeyi Belirleme Çalışması: Gümüşhane İli Örneği" isimli yüksek lisans tezini tamamlayarak bilim uzmanı unvanını aldı. Aynı üniversite ve programda "İnsani Yardım Lojistiği Planlama Süreci İçin Bir Model ve Takip Sistemi Önerisi: Hatay İli Örneği " başlıklı tezi ile 2021 yılında doktora derecesi aldı. Afet yönetimi ve insani yardım lojistiği (Afet Lojistiği, Acil Durum Lojistiği, Sosyal Yardım Lojistiği) konularında istatistik ve çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı makale ve bildirileri vardır. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'ndan (AFAD) Afet Bilinci Eğitmen Sertifikası almıştır ve bu konuda eğitimler vermektedir. 2017 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak göreve başlamış; aynı üniversitede 2022 yılında Dr. Öğretim Üyesi olarak atanmıştır.

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 19-42 ■ Haziran 2023

Öğr. Gör. Gökhan ÇAYBAŞI

Gökhan ÇAYBAŞI, 1988 yılında Erzincan'da doğdu. 2007 yılında Erzincan Adliyesinde memur olarak iş hayatına başladı. 2012-2015 tarihleri arasında Uyap Uzman kullanıcısı olarak görev yaptı. Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi, Erzincan Üniversitesi Bilgisayar Programcılığı, Anadolu Üniversitesi Adalet Bölümlerinden mezun oldu. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalında "Evde Sağlık Hizmetleri Araç Rotalama Problemi İçin Uygulama Tasarımı Önerisi " isimli yüksek lisans tezi yaptı. Gümüşhane Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı doktora öğrencisi; ayrıca Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde son sınıf öğrencisi olarak öğrenim görmektedir. 2017 yılından beri Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE TESİS YERİ SEÇİMİ

Ayhan DEMİRCİ

Toros Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Mersin, ayhan.demirci@toros.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-3788-4586

ÖZET

Bir lojistik ağının tasarımında tesis yeri seçimi son derece önemlidir. Zira yüksek yatırım maliyeti gerektiren tesisin yerinin değiştirilebilmesi çoğu zaman mümkün değildir. Günümüzde coğrafi tabanlı bazı yaklaşımlar bulunmakla birlikte, bu yöntemler, seçilen bölge içerisindeki alternatiflerin değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Tesis yeri seçim kararına, birbirinden bağımsız ve farklı önem düzeylerinde çok sayıda kriter etki etmektedir. Bu tür kararlarda, literatürde çok sayıda modeli tek başlık altında toplayan çok kriterli karar verme teknikleri, karar vericilere destek olmaktadır. Her birinin farklı çözüm süreçleri bulunan bu yöntemler, sonuçların karşılaştırılabilmesi ve yöntemlerin güvenilirliklerinin ortaya konabilmesi için çoğu zaman hibrit olarak uygulanmaktadır. Bu kapsamda çalışmada; bir tesis yeri seçi kararı örneğini içerecek şekilde PROMETHEE ve ORESTE teknikleri birlikte kullanılmıştır. Bunun için öncelikle belirlenen kriterler ROC tekniği yardımıyla ağırlıklandırılmış, ardından bu ağırlık değerleri kullanılarak dört karar alternatifi arasından bir seçim yapılmıştır. Her iki teknikle yapılan analizler sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiş ve aynı karar alternatifinin en iyi seçenek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, Lojistik, ORESTE, PROMETHEE, ROC, Tesis Yeri Seçimi.

FACILITY LOCATION SELECTION BY USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES

ABSTRACT

The selection of facility location is of utmost importance in the design of a logistics network. Because it is often not possible to relocate the facility, which requires high investment costs. Although there are some geographically-based approaches, which are insufficient in evaluating the alternatives within the selected region, are used today. Numerous criteria, which are independent of each other and at different levels of importance, affect the decision of the facility location selection. In such decisions, multi-criteria decision-making techniques, which are collected under a single topic in the literature, support decision makers. These methods, each of which has different solution processes, are often applied as hybrids so that the results can be compared and the reliability of the methods can be demonstrated. In this context, in the study; PROMETHEE and ORESTE techniques were used together to include an example of an facility location selection decision. For this, the criteria determined were weighted by using the ROC technique, and then a decision was made among four decision alternatives by using these weight values. As a result of the analyzes made with both techniques, similar results were obtained and it was determined that the same decision alternative was the best option.

Keywords: Facility Location Selection, Logistics, Multi-Criteria Decision-Making Techniques, ORESTE, PROMETHEE, ROC.

Yayın Künyesi: A. DEMİRCİ, "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Tesis Yeri Seçimi", Lojistik Dergisi, Yıl 20, Sayı 57, Sayfa 43-61, Haziran 2023.

Makale Geçmişi: Geliş: 19.07.2022 / Kabul: 31.03.2023
Article History: Received: 19.07.2022 / Accepted: 31.03.2023

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

1. GİRİŞ

Bir lojistik ağının yapısı; tedarikçiler, üretim tesisleri, depolar, dağıtım merkezleri, toptancılar, perakendeciler, son kullanıcılar gibi elemanlardan meydana gelir. Buna göre bir lojistik ağının tasarımında özellikle yerleşkelerin seçimi önem arz etmektedir. Diğer bir deyişle sistem içerisinde kullanılacak olan üretim yeri, depolama ve dağıtım merkezlerinin lokasyonunun doğru seçimi, sistemin optimal tasarımı ve işlemesi için dikkate alınması gereken ilk ve en önemli konuların başında gelir (Uludağ, 2013). Zira lojistik ağının önemli fonksiyonlarından olan taşıma, stok miktarı ve bilgi paylaşımı konuları değişken olabilir, dönemseldir. Ancak yerleşim yeri böyle değildir. Yatırım kararından sonra, hele hele inşaat aşamasında veya sonunda çok yüksek maliyetlere ulaşan yerleşkelerin taşınması çok da kolay düşünülemez (Langevin ve Riopel, 2005).

Bir işletme için en hayati konuların başında gelen tesis yeri seçiminin, kullanım amacına göre (üretim tesisi, depolama tesisi vb.) nerede kurulması gerektiğine ilişkin bazı yaklaşımlar bulunmaktadır. Üretim tesisinin müşteri ile hammadde kaynakları arasında bir noktaya kurulması gerektiği gibi, örneğin depolama maksatlı kullanılacak bir tesisin de üretim tesisi ile bayiler arasında kurulması gerekmektedir. Bu noktada tartışılması gereken ilk husus, tesisin hangisine yakın kurulması gerektiği olacaktır. Ancak çalışmanın kapsamı olarak ele alınan konu, tahminen belirlenen bölge içerisindeki en uygun alternatifin seçimi konusudur. Bu konuda verilecek yanlış bir karar, kısa sürede kendini belli edecek ve geri dönülmez zararlara neden olacaktır. Önemli bir yatırım gerektiren tesisin yanlış yerde kurulması, çoğu zaman geri dönülmez sonuçlarla karşı karşıya kalınmayı gerektirecektir.

Uygun bir noktaya kurulması gereken tesisin, uygun alternatifler arasından yapılacak seçimi etkileyen; yatırım maliyetleri, sosyal çevre, kültürel çevre vb. çok sayıda kriter bulunmaktadır. Elbette farklı yaklaşımlar da bulunmakla birlikte, günümüzde bu konuda en sık başvurulan yöntemler çok kriterli karar verme teknikleri başlığı altında toplanmıştır. Buna göre farklı ağırlıklardaki çok sayıda kriterin etkilediği bir konuda, karar vericilere çoğu zaman rasyonel davranma olanağı tanıyan bu tekniklerden, farklı karar konularında da yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada; önemli bir maliyet gerektiren ve yanlış bir kararın çoğu zaman telafi edilemediği sonuçlara yol açan tesis yeri seçiminde farklı çok kriterli karar verme teknikleri uygulanarak sonuçların karşılaştırılması arzulanmış ve böylece tekniklerin tutarlılığının karşılaştırılmasına da olanak sağlanmıştır. Çok kriterli karar verme tekniklerinin en fazla eleştirilen yanı kriterlerin ağırlıklandırılması konusudur. Bu konuda çeşitli yöntemler geliştirilmiş olmakla birlikte bazılarının sezgisel olması, sonuçların değişmesine neden olacağı için güvenilirliği zayıflatmaktadır. Çalışmada kriter ağırlıklandırma için seçilen ROC tekniği, ağırlık değerlerinin belirlenmesinde, kriterlerin doğrudan uzman görüşü ile ağırlıklandırılması yerine, uzmanların sadece kriterleri önem sırasına koymasıyla başlaması ve bundan sonraki aşamalarının tamamen rasyonel bir yaklaşımla sürdürülmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Bu kriter ağırlık değerleri kullanılarak çalışmada, farklı çok kriterli karar verme tekniklerinin ürettiği sonuçların tutarlılığını da ortaya koyacak şekilde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlerden PROMETHEE, her bir kriterin özelliğine göre farklı çözümler içeren, böylelikle kriterlerin niteliğine göre karara götüren bir yöntemdir. ORESTE de benzer bir yaklaşım gerektirmekle birlikte çözüm aşamaları bakımından farklılık göstermektedir.

Bu kapsamda çalışmanın giriş bölümünü takip eden ikinci bölümünde tesis yeri seçiminin önemi ve konuyla ilgili yapılan bazı araştırmaların sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan ROC, PROMETHEE ve ORESTE teknikleri ve matematiksel modelleri tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde örnek bir vaka çalışması üzerinde, belirlenen tekniklerin yardımıyla bir tesis yeri seçimi gerçekleştirilmiş ve sonuçları paylaşılmıştır. Beşinci ve son bölümde de analizlerden elde edilen sonuçlar ve bunlara bağlı olarak önerilerde bulunulmuştur.

2. TESİS YERİ SEÇİMİ VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tesis yeri seçimi, yüksek miktarda sermayenin bağlanması ve işletmelerin uzun dönemli başarı,

performans ve rekabetçi yapısını etkileyebilme özellikleri nedeniyle, ilk seferde doğru karar verilmesi gereken karar türlerinden biridir (Uludağ, 2013). Bu haliyle tesis yer seçimi kararları, hiçbir noktanın gözden kaçmadığından emin olmak için sistematik bir yaklaşımın kullanılmasını zorunlu kılacak kadar çok sayıda faktörün göz önüne alınmasını gerektirir (Monks, 2001).

Karar vericiler, tesis yeri seçiminde işletmenin stratejik amaçlarını göz önüne almalıdır. Burada işletmenin stratejik hedefi "düşük maliyetli üretim yapmak" olarak belirlenmişse, muhtemel tesis yeri işgücü ve/veya hammaddenin düşük maliyetle karşılanabileceği bir yerde veya ulaştırma giderlerinin azaltılmasına yönelik olarak pazara ya da hammadde kaynaklarına yakın bir yer olacaktır. Eğer işletmenin stratejik amaçları arasında "pazarı genişleterek karlılığı artırmak" gibi bir yaklaşım varsa, bu durumda karar vericiler tesis yeri olarak yüksek yoğunluklu bölgeleri tercih edeceklerdir. İşletme stratejisi "müşteriye kolaylık sağlamak" esasına dayanıyorsa, bu durumda karar vericiler işletmeyi birçok bölgeye yayacak şekilde tasarlayacaklardır (Stevenson, 2007).

Yapılan literatür araştırmasında, özellikle son yıllarda lojistik alanında çok kriterli karar verme teknikleri yardımıyla yapılan çok sayıda tesis yeri seçimi problemine çözüm önerilerinde bulunulduğu belirlenmiştir. Farklı tekniklerin kullanıldığı bu çalışmalardan bazıları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1a: Lojistik Alanında Tesis Yeri Seçimi için Yapılan Bazı Çalışmalar

Yazar(lar)	Yıl	Yöntem(ler)	Kriterler	Seçim Konusu
Demirci, A. ve Arıkan Ö. U.	2021	SWARA, MOORA, OCRA	Mülkiyete ilişkin maliyetler, Farklı ulaşım sistemlerine erişim kolaylığı, Atık yönetim ve depolama imkanları, Nüfus yoğunluk düzeyi, Nitelikli işgücüne yakınlık, Bölgenin iklim koşulları, Bölgenin trafik yoğunluğu, Deprem ve Tsunami riski, İlaç üretim tesisine yakınlık, Farklı taşıma modlarına uygun elleçleme imkanı	İlaç Deposu Yeri Seçimi
Ehsanifar, M., Wood, D.A. ve Babaie, A.	2020	UTASTAR	Çeşitli ulaşım sistemlerine erişim, Konumun yukarı ve aşağı yönde nakliye kalitesi, Tedarik zincirleri boyunca nakliye maliyeti, Malları taşımak için gereken işçilik maliyetleri, Yatırım maliyeti, Üretim sahasına erişim, Restorasyon sitesine erişim, Gelecekte gelişme ve genişleme imkânı, Depo tutma kapasitesi, Tepki süresi ve gecikme	Depo Yeri Seçimi
Ergün, M., Korucuk, S. ve Memiş, S.	2020	AHP, MAUT, SAW	Konum (Arazi maliyetleri, yollara uzaklık), Altyapı (İş gücü durumu, afetsellik yapısı), İş birliği (Hükümet teşvikleri)	Afet Lojistiği Depo Yeri Seçimi
Yapıcı, S., Yumuşak, R. ve Eren, T.	2020	AHP, ANP	Ekonomik Faktörler, Pazar Faktörü, Sosyal ve Kültürel Faktörler, Özel Yer Seçim Faktörü	Medikal Depo Yeri Seçimi
Sağnak, M.	2020	AHP, Bulanık TODIM	Taşıma maliyeti, Satış tahmini (talep), Depo yatırım maliyeti, Depo kapasitesi, Teslim süresi, Çalışma maliyeti, Çeşitli taşıma opsiyonlarının varlığı, Müşterilere yakınlık, Tedarikçilere yakınlık, Üreticilere yakınlık, Arazi uygunluğu, Vergi politikası, Altyapı (Su, Telekomünikasyon, Elektrik), Güvenlik	Depo Yeri Seçimi
Şeker, Ö. ve Alakaş, H. M.	2019	AHP, TOPSIS, PROMETHEE	Arazi/depo fiyatları, Kalifiye işgücü, Müşterilere (bayi veya nihai tüketiciye yakınlık), Ulaşım ağı ve erişebilirlik, Altyapı, Kamu ve yönetim faktörleri	Depo Yeri Seçimi

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

Tablo 1b: Lojistik Alanında Tesis Yeri Seçimi için Yapılan Bazı Çalışmalar

Yazar(lar)	Yıl	Yöntem(ler)	Kriterler	Seçim Konusu
Raut, R. D., Narkhede, B. E., Gardas, B. B., ve Raut, V.	2017	AHP	Hükümet politikalarına ilişkin düzenlemeler, Bölgenin iklim koşulları, Teknoloji kullanılabilirliği, Stratejik konum, Nitelikli sürdürülebilir işgücüne erişim, Güvenlik koşullarına erişim kolaylığı, Toksik maddelerin depolanması ve bertarafı için imkanlar, Enerji tasarrufu için imkanlar, Çoklu tesis kullanımına imkân tanıması, Yeterli park alanı sunması, Atık ve temiz su yönetimini yapabilme imkanı	Kimyasal Depo Yeri Seçimi
Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B. ve Sanyal, S. K.	2016	Bulanık TOPSIS, Bulanık SAW, Bulanık MOORA	Maliyetler, İş görene erişim, Altyapı imkanları, Pazar, Makro çevre	Depo Yeri Seçimi
Özbek, A. ve Erol, E.	2016	AHP, Basit Ağırlıklı Toplama, COPRAS, MOORA	Birim fiyatı, Stok tutma kapasitesi, Marketlere ortalama mesafesi, Ana tedarikçiye olan ortalama uzaklık, Hareket esnekliği	Depo Yeri Seçimi
Ağaç, G., Baki, B., Peker, İ. ve Ar, İ. M.	2015	AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE	Taşımacılık türü sayısı, ülkelere yakınlık, enerji altyapısı, işsizlik oranı, devlet teşviki, nitelikli eleman sayısı, ithalat miktarı, ihracat miktarı, taşıt sayısı, arazi maliyetleri, göç hızı	Serbest Bölge Seçimi
Karmaker, C.L. ve Saha, M.	2015	AHP, Bulanık TOPSIS	Cevap verebilirlik, Taşıma koşulları, Maliyete ilişkin koşullar, Arazi mülkiyeti, İş gücüne erişim kolaylığı	Depo Yeri Seçimi
Demiroğlu, Ş. ve Eleren, A.	2014	PROMETHEE, AHP	Bölgesel, Kapasite, Ticari, Ulaşım, Demografik	Lojistik Köy Bölge Seçimi
Zak, J. ve Weglinski, S.	2014	ELECTRE III, ELECTRE IV	Ulaşım altyapısı, Ekonomik gelişme, Yatırım maliyeti, Ulaştırma ve lojistik rekabet seviyesi, Yatırım cazibesi, Ulaştırma ve lojistik cazibesi, Sosyal cazibesi, Çevre dostu, Emniyet ve güvenlik	Lojistik Merkezi Seçimi
Uludağ, A. S. ve Deveci, M. E.	2013	Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR	Coğrafi özellikler, Genişleme potansiyeli, Yasal sınırlamalar ve düzenlemeler, İklim şartları, Altyapı olanakları, Ulaşım, Maliyet, Talep, Çevresel ve sosyal etki.	Havalimanı Kuruluş Yeri Seçimi

Tesis yeri seçimi problemi kişisel yargılarla ve sezgilere dayalı olarak verilebilecek bir karar olmaktan uzaktır. Bu yönüyle bilimsel ve detaylı bir çalışmayı gerektirir. Söz konusu karar, birbirinden farklı önem seviyesinde çok sayıda kriterden etkilendiği için çok kriterli karar verme teknikleri, bu konuda önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, son yıllarda yapılmış çok sayıda tesis yeri seçim probleminin çözümüne ilişkin öneriler bulunduğu görülmektedir. bu çalışmalarda farklı kriterler ve farklı yöntemler kullanılmış olmakla birlikte, tümünün ortak paydası rasyonel ve bilimsel esasa dayalı çözüm önerileri getirmektir. Bu kapsamda çalışmada, literatürde kullanılan kriterlerden ve yöntemlerden yararlanılması ve farklı bir bakış açısıyla konuya yaklaşılması amaçlanmıştır.

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

3.1. ROC

Karara etki eden kriterlerin ağırlıklandırılmasında farklı stratejiler bulunmakla birlikte, bir kriter sıralama sırasını cebirsel ağırlıklara dönüştüren sıra tabanlı stratejiler, kullanım kolaylığı ve sonuçların kalitesi açısından önemlidir (Sureeyatanapas, 2016). Bu kapsamda çalışmada tercih edilen ROC tekniği, kriterlerin nesnel önem sırasını koruyarak, tüm potansiyel ağırlık

değerlerinin ağırlık merkezinin farklılaşmasına olanak tanır ve her bir ağırlık değerinin hata olasılığının azalmasını sağlar. Bu yönüyle diğer sıra tabanlı yaklaşımlara göre daha doğru sonuçlar üretir (Elsharida, 2021).

Barron vd. (1996) tarafından önerilen ROC (Rank Order Centroid – Sıralama Merkezi Ağırlıkları) tekniğinin uygulama aşamaları şu şekildedir (Jia vd., 1998; Roszkowska, 2013; Ahn, 2011);

Karar Kriterlerinin Önem Sırasına Göre Sıralanması; Karar kriterlerinin ağırlıklandırılmasından daha kolay olması nedeniyle karar vericiler tarafından yapılan bu aşamada Eşitlik 1'deki gibi bir sıralama elde edilir.

$$K_{r_1} > K_{r_2} > \cdots > K_{r_n} \quad \textbf{(1)}$$

Kriter Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması; Bu aşamada, Eşitlik 2 yardımıyla kriter ağırlıkları belirlenir.

$$w_n = \frac{1}{N} * \sum_{k=n}^{N} (\frac{1}{r_k}) \quad \textbf{(2)}$$

3.2. PROMETHEE

Gerçek hayatta sıklıkla karşılaşılan çok kriterli karar problemlerine çözüm olarak Jean-Pierre Brans (1982) tarafından önerilen PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations), daha sonraki çalışmalarla geliştirilerek; PROMETHEE I (alternatiflerin kısmi sıralaması), PROMETHEE II (alternatiflerin tam sıralaması), PROMETHEE III (aralıkları temel alarak sıralama), PROMETHEE IV (sürekli durumlar için), PROMETHEE V (bölümlendirilme kısıtlarını içeren) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsilinin yapıldığı) gibi versiyonları önerilmiştir (Dağ ve Yıldırım, 2015).

Yöntem karar noktalarının sırasını; PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi, alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırmasına dayanır. Ancak diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden en temel farkı, bir alternatifin diğerine göre önem ağırlığı düzeyinin yanı sıra kendi iç ilişkisine göre de önem ağırlığını dikkate almasıdır (Yaralıoğlu 2010). Başlangıçta kriter ağırlıkları hakkındaki bilgi ile tercih fonksiyonuna ilişkin bilgi olmak üzere iki temel bilgiye ihtiyaç duyulan PROMETHEE tekniğinin uygulama aşamaları şu şekildedir (Brans vd., 1986; Brans, 2005; Terrientes, 2015).

Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu aşamada, diğer tüm çok kriterli karar verme tekniklerinde olduğu gibi alternatifler ve kriterlere ait sayısal bilgileri içeren bir karar matrisi oluşturulur.

Kriterlere Yönelik Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi; Bu aşamada karar matrisinde belirlenen kriterlerin birbirleriyle ilişkilerini ve yapısını ortaya koymak amacıyla Brans ve Vincke (1985) tarafından önerilen ve Tablo 2'de sunulan yapılar dikkate alınarak tercih fonksiyonları belirlenir.

Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi; Bu aşamada, kriterlerin fayda ve maliyet yönlü olmalarına dikkat edilerek, a ve b karar alternatifleri, g_j (a) a alternatifinin herhangi bir j kriteri için aldığı değer ve d_j (a,b) de a ve b karar alternatiflerinin herhangi bir j kriteri için aldığı değerlerin farkı olmak üzere Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 yardımıyla belirlenir.

$$P_j(a,b) = F_f[d_j(a,b)] \qquad \forall a,b \in A \quad \textbf{(3)}$$

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \quad \textbf{(4)}$$

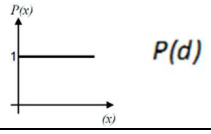
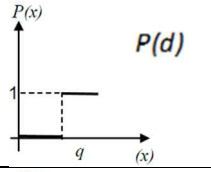
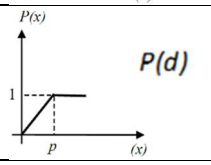
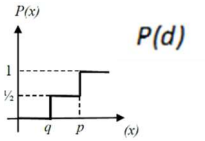
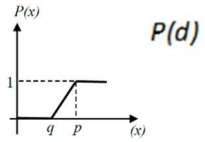
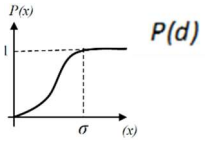
Tercih İndekslerinin Belirlenmesi; Ardından k sayıda kriter için w_i, kriterlerin ağırlık değerleri (i = 1, 2, 3, ..., k), π(a,b), her bir kriter için a alternatifinin b alternatifine göre tercih edilme derecesi ve π(b,a), her bir kriter için b alternatifinin a alternatifine göre tercih edilme derecesini göstermek üzere Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 yardımıyla tercih indeksleri belirlenir.

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^{k} w_i * P_i(a,b) \quad \textbf{(5)}$$

$$\pi(b,a) = \sum_{i=1}^{k} w_i * P_i(b,a) \quad \textbf{(6)}$$

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

Tablo 2: PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları

Fonksiyon Tipi	Parametre	Fonksiyon Yapısı	Fonksiyon Grafiği
Birinci Tip (Olağan) (Genel Kriter)	-	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-Tipi) (Yarı Kriter)	Q	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & d > q \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-Tipi) (Doğrusal Tercihli Ölçüt)	P	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ d/p, & 0 < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviye Kriteri)	q, p	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1/2, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Doğrusal Tercih ve Kayıtsızlık Alanı ile İlgili Ölçüt)	q, p	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ (d-q)/(p-q), & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gauss Kriteri)	σ	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}, & d > 0 \end{cases}$	

Tercih indeksi π(a,b) değerinin 0'a yaklaşması a alternatifinin b alternatifine göre zayıf global tercihi, 1'e yaklaşması ise a alternatifinin b alternatifine göre güçlü global tercihi anlamına gelmektedir.

Alternatifler İçin Pozitif (ϕ^+) ve Negatif (ϕ^-) Üstünlüklerin Belirlenmesi; Bu aşamada her bir alternatif için ayrı ayrı pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlük değerleri, Eşitlik 7 ve Eşitlik 8 yardımıyla belirlenir.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x \in A} \pi(a,x) \qquad \textbf{(7)}$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x \in A} \pi(x,a) \qquad \textbf{(8)}$$

PROMETHEE I Yöntemiyle Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi

Alternatiflerin kısmi öncelik sıralamasının yapılabilmesi için, belirlenen pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlük değerlerine göre tüm alternatiflerin ikili karşılaştırması yapılır. Bu aşamada Tablo 3'te yer alan ve alternatif çiftleri için; üstünlük, eşitlik veya kıyaslanamazlık şeklinde üç değişik durumla karşılaşılır.

Tablo 3: Kısmi Öncelik Koşulları ve Durumlar

Koşul	Durum
$\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) < \phi^-(b)$	*a* alternatifi, *b* alternatifine üstündür.
$\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) = \phi^-(b)$	
$\phi^-(a) < \phi^-(b)$ ve $\phi^+(a) = \phi^+(b)$	
$\phi^+(a) = \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) = \phi^-(b)$	*a* alternatifi ile *b* alternatifi farksızdır.
$\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) > \phi^-(b)$	*a* alternatifi ile *b* alternatifi kıyaslanamaz.
$\phi^+(a) < \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) < \phi^-(b)$	

PROMETHEE II Yöntemiyle Tam Sıralama

Kısmi önceliklerle yapılan sıralamanın karar aşamasında yeterli olmaması nedeniyle, yöntemin bu son aşamasında Eşitlik 9 yardımıyla tam sıralama yapılmaktadır.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad \textbf{(9)}$$

Burada alternatiflere ait tam üstünlük değerleri ($\phi(a)$ değeri) için; $0 \leq \phi(a) \leq 1$ ve $\sum_{x \in A} \phi(a) = 0$ koşullarının sağlandığına dikkat edilmelidir. Öncelik değerlerinin net olarak belirlenebildiği ve dolayısıyla kısmi önceliklerin belirlenmesi aşamasında görülen durumlardan "alternatiflerin birbirleriyle kıyaslanamazlığı" durumunun ortadan kalktığı bu aşamada, tam sıralama yapılırken karşılaşılabilecek olası durumlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Tam Sıralama Koşulları ve Durumlar

Koşul	Durum
$\phi(a) > \phi(b)$	*a* alternatifi, *b* alternatifine üstündür.
$\phi(a) = \phi(b)$	*a* alternatifi ile *b* alternatifi farksızdır.

3.3. ORESTE

Marc Roubens (1982) tarafından 1980 yılında genel hatlarıyla ortaya atılan ve 1982 yılında düzenlenerek bir örnekle önerilen ORESTE yöntemi (Organisation, Rangement Et Synthese de donnees relationnelles) (Pastijn ve Leysen, 1989), H. Pastijn tarafından uyumsuzlukları da dikkate alacak şekilde alternatiflerin tamamını ya da bir kısmını sıralayabilir hale getirilmiştir (Erpolat Taşabat vd., 2015).

Yöntemin aşamaları; ORESTE I (Global Zayıf Sıralama Yapısı) ve ORESTE II (Tamamlanmamış Tercih Yapısı) olarak iki ana bölümden oluşmaktadır (Tuş Işık, 2016: 60-62; Dinçer, 2019; De Leeneer ve Pastijn, 2002).

Problemin Alternatif ve Kriterlerinin Belirlenmesi; Bu aşamada alternatifler ve kriterlere ait sayısal bilgileri içeren bir matris oluşturularak tüm alternatifler ve kriterler kendi aralarında büyükten küçüğe doğru (maliyet yönlü kriterler küçükten büyüğe doğru) sıralanır. Burada $r(C_j)$; *j.* kriterin Besson Sıra Değerini, buna göre $rC_j(A_i)$ de *j.* kritere göre *i.* alternatifin Besson Sıra Değerini ifade etmektedir. "Zayıf Sıralama" olarak da bilinen Besson Sıra Değerleri belirlenirken değerleri aynı olan kriter ve alternatiflerin sıra değerlerinin aritmetik ortalaması alınır.

Alternatiflerin Projeksiyon Uzaklıklarının Hesaplanması; Belirlenen sıra değerlerine uygun olarak, problemin yapısına göre rastgele belirlenen bir başlangıç noktası (R) ile kriterlerin projeksiyon uzaklıkları, $D_j(A_i)$, hesaplanır. Burada iki yaklaşım söz konusudur;

- Eğer $A_1 P_j A_2$ ise, bu durumda $D_j(A_1) < D_j(A_2)$ olur.
- Eğer $rC_1(A_1) = rC_2(A_2)$ ve $C_1 P C_2$ ise, bu durumda $D_1(A_1) < D_1(A_2)$ olur.

Projeksiyon uzaklığının küçük olması, alternatifin konumunun iyi olduğunu göstermektedir. Farklı şekillerde hesaplanabilen projeksiyon uzaklığı için yönteme özgü olarak geliştirilen Eşitlik 10 kullanılır.

$$DR_j(A_i) = \left[\frac{1}{2} r(C_j)^R + \frac{1}{2} rC_j(A_i)^R\right]^{1/R} \quad \textbf{(10)}$$

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

Eşitlik 10'daki R değeri, karar verici tarafından serbestçe belirlenebilmektedir. R değeri için belirlenebilecek farklı değerler ve anlamları şu şekilde sıralanabilir;

- $R = 1$; aritmetik ortalama sıra,
- $R = -1$; harmonik ortalama sıra,
- $R = 2$; kuadratik ortalama sıra,
- $R = -\infty$; $\min\left(r(C_j),\ rC_j(A_i)\right)$
- $R = +\infty$; $\max\left(r(C_j),\ rC_j(A_i)\right)$

Alternatiflere Ait Global Sıralama; Projeksiyon uzaklıklarına uygun olarak tüm alternatifler küçükten büyüğe doğru dizilir ve böylece yeni Besson sıralamaları belirlenmiş olur. Bu sıralama yapılırken; bir ortalama sıra, $r_j(A_i)$, rastgele bir uzaklığa, $DR_j(A_i)$, atanır. Alternatifler; $DR_1(A_1) < DR_2(A_2)$ olması durumunda $r_1(A_1) \leq r_2(A_2)$ olacak şekilde sıralanmış olur ve tüm alternatiflerin, kriterlere göre elde ettikleri değerlerin toplamları Global Puanı ve Eşitlik 11 yardımıyla belirler.

$$r(A_i) = \sum_{j=1}^{n} r_j(A_i) \tag{11}$$

Alternatiflerin Global Sıra Değerleri hesaplandıktan sonra küçükten büyüğe sıralanarak yöntemin ilk aşaması olan Global Zayıf Sıralama tamamlanmış olur. Ancak bu aşama karar vermek için tek başına yeterli değildir. Zira bu zayıf sıralama;

- Aynı kriter değerlerine göre karşılaştırılan iki alternatifin birbirine çok yakın olması (bir alternatifin diğerinden hemen hemen iyi veya hemen hemen kötü) durumunda bu iki alternatif birbirinden farksızdır,
- Farklı kriter değerlerine göre karşılaştırılan her iki alternatifin de iyi veya kötü olması durumunda bu iki alternatif kıyaslanamazdır. Diğer bir deyişle bir alternatif, herhangi bir kritere göre diğer bir alternatife göre çok iyi veya çok kötü ise bu iki alternatif kıyaslanamazdır yargılarını test etmekten uzaktır.

Tamamlanmamış tercih yapısının belirleneceği ikinci aşama olan ORESTE II ise alternatifler arasında "farksızlık" ve "kıyaslanamazlık" ilişkisinin tespiti için uygulanır. Burada eğer alternatifler arasında çok belirgin bir farklılık yoksa "farksızlık" durumundan, birinin diğerine bariz bir üstünlüğü varsa "kıyaslanamazlık" durumundan söz edilir.

Buna göre tüm alternatifler için, Yeni Besson sıralaması dikkate alınarak bir tercih yoğunluğu hesaplanır. Tercih yoğunluğu çatışma durumlarını tanımlamak için kullanılır. Burada A_1 alternatifinin A_2 alternatifine göre tercih yoğunluğu Eşitlik 12 yardımıyla belirlenir.

$$C(A_1, A_2) = \sum_{j:A_1P_jA_2} \left[r_j(A_2) - r_j(A_1)\right] \tag{12}$$

Belirlenen tercih yoğunlukları, normalizasyon için tercih yoğunluklarının üst sınırına bölünür. Burada tercih yoğunluklarının üst sınırı; $(m-1)n^2$ olmalıdır. Normalizasyon yapıldıktan sonra Eşitlik 13 ve Eşitlik 14'ün sağlandığından emin olunmalıdır.

$$0 \leq C(A_1, A_2) \leq 1 \tag{13}$$

$$0 \leq C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1) \leq 1 \tag{14}$$

Daha sonra Farksızlık ve Kıyaslanamazlık Analizi yapılır. Bunun için IPR (Farksızlık, Tercih, Kıyaslanamazlık) esaslarının uygulanması gerekmektedir.

- Eğer $\left|C(A_1,A_2) - C(A_2,A_1)\right| \leq \beta$ ise $C(A_1,A_2)$ ve $C(A_2,A_1)$ kontrol edilir. Yapılan kontrole sonucunda; eğer $C(A_1,A_2)$ ve $C(A_2,A_1) \leq C^*$ ise A_1IA_2 , aksi durumda A_1RA_2 sonucuna varılır.
- Eğer $\left|C(A_1,A_2) - C(A_2,A_1)\right| \geq \beta$ ise $\frac{C(A_2,A_1)}{\left|C(A_1,A_2)-C(A_2,A_1)\right|}$ kontrol edilir.

Yapılan kontrole sonucunda; eğer $\frac{C(A_2,A_1)}{\left|C(A_1,A_2)-C(A_2,A_1)\right|} \geq \gamma$ ise A_1RA_2 sonucuna varılır. Aksi durumda ise eğer; $C(A_1,A_2) > C(A_2,A_1)$ ise A_1PA_2, eğer $C(A_1,A_2) < C(A_2,A_1)$ ise A_2PA_1 sonucuna varılır.

IPR esaslarında yer alan β farksızlık eşik değerini, γ kıyaslanamazlık eşik değerini ve C^* ise farksızlığı

ve kıyaslanamazlığı ayıran bir eşik değerini ifade etmektedir. Bu eşik değerlerinin belirlenmesinde Eşitlik 15, Eşitlik 16 ve Eşitlik 17'den yararlanılır.

$$\beta < \frac{1}{n(m-1)} \quad (15)$$

$$\gamma > \frac{(n-2)}{4} \quad (16)$$

$$C^* < \frac{1}{2(m-1)} \quad (17)$$

4. ANALİZ VE BULGULAR

Çalışmada sürdürülecek uygulama aşamaları Şekil 1'de sunulmuştur. Bu kapsamda; öncelikle problem ve bu problemin çözümüne etki edeceği değerlendirilen kriterler ile olası alternatifler belirlenmiştir. Ardından ROC tekniği ile kriterler ağırlıklandırılarak, PROMETHEE ve ORESTE teknikleri ile alternatiflerin öncelik sıralaması yapılmış ve nihayet sonuçlar değerlendirilmiştir.

Problemin Tanımlanması (Tesis Yeri Seçimi)
Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi (Literatür Araştırması)
Kritrlerin Ağırlıklandırılması (ROC Tekniği)
Alternatiflerin Sıralanması (PROMETHEE ve ORESTE Tekniği)

Şekil 1: Çalışmanın Akış Şeması

4.1. Problemin Tanımlanması

Çalışmada, lojistik ağ yapısının ana elemanlarını oluşturan; üretim tesisi ve depolama alanı olarak kullanılacak bir kompleksin kuruluş yeri seçim kararının, sezgisel yöntemler yerine, rasyonel yöntemleri ifade eden çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak verilmesi amaçlanmaktadır.

Literatürde çok kriterli karar verme teknikleri ile tesis yeri seçimi yapılan çok sayıda benzer çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte çalışmada tercih edilen PROMETHEE ve ORESTE teknikleri, detaylı bir inceleme ve tüm kriterleri dikkate almak suretiyle güvenilir sonuçlar üretme kabiliyetleri nedeniyle tercih edilmiştir. Buna göre yapılan çalışma sonucunda iki teknik kullanılarak üretilen sonuçların güvenilir olma durumlarının ortaya çıkarılması da sağlanmıştır.

4.2. Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında yapılacak bir tesis yeri seçimi, lojistik ağ yapısının ana elemanlarını oluşturan; üretim tesisi ve depolama alanı olarak kullanılacak bir kompleksin kuruluş yerine ilişkindir. Bunun için öncelikle literatürden alınan bilgiler doğrultusunda, bir tesis yeri seçimini etkileyen kriterler belirlenmiştir. Bu kapsamda tesis yeri seçimi yapılacak çalışmada Zak ve Weglinski (2014) tarafından kullanılan kriterler alınmış ve şu şekilde sıralanmıştır;

- K1; bölgede her 100 km² başıma düşen yol miktarı (km),
- K2; bölgenin ülke ekonomisine katkısı (milyon TL),
- K3; bölgenin yatırıma elverişli alanlarının genişliği (km²),
- K4; bölgenin endüstriyel üretim ve yük potansiyeli,
- K5; bölge nüfusunun sosyal durumu ve eğitim olanakları,
- K6; gürültü, hava kirliliği, park alanları gibi hususlar,
- K7; trafik kazası, endüstriyel kaza, suç oranı vb. hususlar,
- K8; m² başına düşen yatırım maliyeti (milyon TL) ve
- K9; bölgede ana faaliyet koluna ilişkin rekabetçiliği.

4.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması (ROC Tekniği)

Ardından belirlenen alternatiflerin, bu kriterler için aldıkları değerler ölçümle ve/veya kurumsal bilgilere başvurularak derlenmiş ve bir başlangıç matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra kriterler, ROC tekniğinin başlangıç aşaması gereği, bir uzman görüşüne dayanarak, tesis yeri seçimi problemine etki seviyelerine göre Eşitlik 1.'deki gibi sıralanmış ve yapılan sıralama aşağıda sunulmuştur.

K7>K5>K9>K6>K1>K2>K4>K3>K8

Buna göre probleme en fazla etki edeceği düşünülen kriter; "(K7) trafik kazası, endüstriyel kaza, suç oranı vb. hususlar dahil" olarak şeklinde belirlenmiş ve hesaplamaya alınmıştır. K7 kriterini takip eden "(K5) bölge nüfusunun sosyal durumu ve eğitim olanakları dahil olarak" kriteri ikinci önemli kriter olarak belirlenmiştir.

Tüm sıralama bu şekilde belirlendikten sonra Eşitlik 2. yardımıyla kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Örnek uygulamada 9 kriter yer aldığı için en önemli kabul edilen K7 kriterinden başlayarak tüm kriterlerin ağırlık değerleri EK-1'de sunulduğu şekilde hesaplanarak sonuçlar toplu halde Tablo 5'te sunulmuştur;

4.4. Alternatiflerin Sıralanması (PROMETHEE ve ORESTE Teknikleri)

Çalışmada bir lojistik ağ yapısının ana elemanları olan üretim tesisi ve depolama alanı olarak kullanılmaya elverişli olan ve belirlenen kriterleri karşılama olanağı sunan dört alternatif belirlenmiştir. Ardından karar alternatiflerinin sıralamasını yapmak için kullanılan PROMETHEE yöntemi için gerekli düzenleme yapılmış ve hazırlanan Karar Matrisi Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.'da yer alan *q* ve *p* değerlerini belirlemek amacıyla tüm kriterlerin birbirilerinden farklarına bakılmıştır. Bu fark değerlerine göre; *q*, en büyük fark değeri ve *p*, en küçük fark değeri olacak şekilde belirlenen değerler tabloda gösterilmiştir.

Ayrıca kriterlerin yapıları dikkate alınarak; ulaştırma altyapısı durumu (K1) için "doğrusal", ekonomik durum (K2) için "doğrusal", yatırım cazibesi (K3) için "seviyeli", ulaştırma ve lojistik cazibesi (K4) için "V tipi", sosyal cazibe (K5) için "doğrusal", çevre yönünden uygunluk (K6) için "doğrusal", güvenlik (K7) için "doğrusal", yatırım maliyetleri (K8) için seviyeli" ve ulaştırma ve lojistik rekabet gücü (K9) için "doğrusal" tercih fonksiyonları uygun görülmüştür.

Tablo 5: Kriterlerin Ağırlık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
w_n	0,0828	0,0606	0,0262	0,0421	0,2032	0,1106	0,3143	0,0123	0,1477

Tablo 6: Karar Matrisi

	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**	**K8**	**K9**
	Maks.	**Maks.**	**Maks.**	**Maks.**	**Maks.**	**Maks.**	**Maks.**	**Min.**	**Min.**
Tercih Fonksiyonu	**5. Tip Doğrusal**	**5. Tip Doğrusal**	**4. Tip Seviyeli**	**3. Tip V Tipi**	**5. Tip Doğrusal**	**5. Tip Doğrusal**	**5. Tip Doğrusal**	**4. Tip Seviyeli**	**5. Tip Doğrusal**
Alternatif 1	93,7	12500	950	12500	5	7	9	550	8
Alternatif 2	88,6	10850	1080	13250	8	9	6	480	5
Alternatif 3	102,4	9950	1100	10850	7	8	5	530	7
Alternatif 4	110,2	11250	980	11150	9	6	7	490	9
Q	22	2550	150	-	4	3	4	70	4
P	5	400	20	2400	1	1	1	20	1

Buna göre her bir kriter için belirlenen tercih fonksiyonları, parametrelere uygun olarak düzenlenmiş ve Tablo 7'de sunulmuştur.

Belirlenen tercih fonksiyonlarına göre Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 yardımıyla, tüm kriterler için ayrı ayrı ortak tercih fonksiyonları belirlenmiştir. Bunun için sırasıyla önce $d_j(a,b)$ değerleri ve ardından da kriterlerin fonksiyon değerleri belirlenmiştir.

Bu kapsamda her bir kriter için belirlenen $d_j(a,b)$ ve fonksiyon değerleri, takip zorluğu yaşanmaması açısından EK-2'de sunulmuştur.

Kriterlerin fonksiyon değerleri ile kriter ağırlıkları kullanılarak Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 yardımıyla tercih indeks değerleri belirlenmiştir. Tercih indeks değerleri Tablo 8'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 7: Kriterlerin Tercih Fonksiyon Yapıları

Kriterler	Tercih Fonksiyonları	Parametreler	Tercih Fonksiyon Yapıları
K1	5. Tip Doğrusal	q = 22 p = 5	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 22 \\ (d-22)/(5-22), & 22 < d \leq 5 \\ 1, & d > 5 \end{cases}$
K2	5. Tip Doğrusal	q = 2550 p = 400	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 2550 \\ (d-2550)/(400-2550), & 2550 < d \leq 400 \\ 1, & d > 400 \end{cases}$
K3	4. Tip Seviyeli	q = 150 p = 20	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 150 \\ 1/2, & 150 < d \leq 20 \\ 1, & d > 20 \end{cases}$
K4	3. Tip V tipi	p = 2400	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ d/2400, & 0 < d \leq 2400 \\ 1, & d > 2400 \end{cases}$
K5	5. Tip Doğrusal	q = 4 p = 1	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 4 \\ (d-4)/(1-4), & 4 < d \leq 1 \\ 1, & d > 1 \end{cases}$
K6	5. Tip Doğrusal	q = 3 p = 1	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 3 \\ (d-3)/(1-3, & 3 < d \leq 1 \\ 1, & d > 1 \end{cases}$
K7	5. Tip Doğrusal	q = 4 p = 1	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 4 \\ (d-4)/(1-4), & 4 < d \leq 1 \\ 1, & d > 1 \end{cases}$
K8	4. Tip Seviyeli	q = 70 p = 20	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 70 \\ 1/2, & 70 < d \leq 20 \\ 1, & d > 20 \end{cases}$
K9	5. Tip Doğrusal	q = 4 p = 1	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 4 \\ (d-4)/(1-4), & 4 < d \leq 1 \\ 1, & d > 1 \end{cases}$

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

Daha sonra alternatifler arasında kısmi üstünlük sıralaması yapılabilmesi amacıyla pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlük değerleri belirlenmiştir. Bu aşamada alternatiflere ait pozitif üstünlük değeri (ϕ^+) için Eşitlik 7 ve negatif üstünlük değeri (ϕ^-) için Eşitlik 8 kullanılmıştır. Alternatifler için belirlenen pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlük değerlerine kısmi üstünlük sıralamasına Tablo 9'da yer verilmiştir.

Kısmi üstünlük değerlerinin karar aşamasında yeterli gelmemesi nedeniyle PEOMETHEE II yöntemine uygun olarak Eşitlik 9 yardımıyla alternatiflerin tam üstünlük değerleri ϕ hesaplanmış ve karara esas nihai sıralama elde edilmiştir. Hesaplanan tam üstünlük değerleri ϕ ve alternatiflerin karara esas sıralamaları Tablo 10'da sunulmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde PROMETHEE yöntemiyle yapılan analiz sonucunda Alternatif 2 ile belirtilen bölge, tesis yeri seçimi kararı için en uygun bölge olarak öne çıkmıştır. Aynı analiz hem sonuçların karşılaştırılabilir olması ve hem de tekniklerin güvenilirliklerinin sağlanması amacıyla bu defa ORESTE tekniği ile tekrarlanmıştır. Bu maksatla Tablo 6.'da sunulan Karar Matrisi ORESTE çözümlemesine uygun şekilde kullanılmıştır.

Yöntemin ilk aşamasına uygun olarak tüm kriterler, fayda ve maliyet yönlü olmalarına dikkat edilerek sıralanmış ve Besson Sıra Değerleri belirlenerek, zayıf sıralama elde edilmiştir. Elde edilen Besson Sıra Değerleri Tablo 11'de sunulmuştur.

Ardından Eşitlik 10 yardımıyla projeksiyon uzaklıkları belirlenir. Hesaplamalarda R değeri için $R = 2$ esas alınmıştır. Hesaplama sonucunda elde edilen projeksiyon uzaklık değerleri Tablo 12'de sunulmuştur. Daha sonra tüm kriterler, Tablo 12'de yer alan projeksiyon uzaklık değerlerine göre sıralanmıştır.

Tablo 8: Tercih İndeks Değerleri

Alternatifler	A1	A2	A3	A4
A1	0,0000	0,0210	0,0461	0,0415
A2	0,0283	0,0000	0,0534	0,0319
A3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A4	0,0169	0,0210	0,0425	0,0000

Tablo 9: Kısmi Üstünlük Sıralaması

Alternatifler	Pozitif Üstünlük Değerleri (ϕ^+)	Kısmi Üstünlük Sıralaması	Negatif Üstünlük Değerleri (ϕ^-)	Kısmi Üstünlük Sıralaması
A1	0,0362	**2**	0,0151	**2**
A2	0,0379	**1**	0,0140	**1**
A3	0,0000	**4**	0,0473	**4**
A4	0,0268	**3**	0,0245	**3**

Tablo 10: Tam Üstünlük Değerleri (φ) ve Alternatiflerin Tam Sıralamaları

Alternatifler	Tam Üstünlük Değerleri ϕ	Tam Sıralama
A1	0,0211	2
A2	0,0239	**1**
A3	-0,0473	4
A4	0,0023	3

Tablo 11: Besson Sıra Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
W	**5**	**4**	**2**	**3**	**7,5**	**6**	**9**	**1**	**7,5**
A1	3	1	4	2	4	3	1	4	3
A2	4	3	2	1	2	1	3	1	1
A3	2	4	1	4	3	2	4	3	2
A4	1	2	3	3	1	4	2	2	4

Tablo 12: Projeksiyon Uzaklık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
A1	4,1231	2,9155	3,1623	2,5495	6,0104	4,7434	6,4031	2,9155	5,7118
A2	4,5277	3,5355	2,0000	2,2361	5,4886	4,3012	6,7082	1,0000	5,3502
A3	3,8079	4,0000	1,5812	3,5355	5,7118	4,4721	6,9642	2,2361	5,4886
A4	3,6056	3,1623	2,5495	3,0000	5,3502	5,0990	6,5192	1,5811	6,0104

Tablo 13: Yeni Besson Sıra Değerleri ve Global Puanlar

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	GP
A1	19	9,5	12,5	7,5	31,5	23	33	9,5	29,5	**175**
A2	22	14,5	4	5,5	27,5	20	35	1	25,5	**155**
A3	17	18	2,5	14,5	29,5	21	36	5,5	27,5	**171,5**
A4	16	12,5	7,5	11	25,5	24	34	2,5	31,5	**164,5**

Yapılan sıralama sonucunda elde edilen sıra değerlerinin toplamı, global puanı verir ki Eşitlik 11 yardımıyla hesaplanan bu değere göre en küçük değeri alan alternatif en uygun alternatif olarak değerlendirilir. Alternatiflerin Yeni Besson Sıra Değerleri ve Global Puanları Tablo 13'te gösterilmiştir.

Yöntemin ilk aşaması olan global zayıf sıralamanın tamamlanması sonucunda elde edilen Global Puanlara göre en düşük puanı alan Alternatif 2 en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla seçeneklerin sıralanması; A2, A4, A3, A1 şeklinde tespit edilmiştir.

Yöntemin ikinci aşaması olan "farksızlık" ve "kıyaslanamazlık" ilişkisinin tespiti için öncelikle Eşitlik 12 yardımıyla alternatiflerin birbirlerine göre tercih yoğunlukları hesaplanmıştır. Bunun için Tablo 13'teki Yeni Besson Sıra Değerlerinin, alternatiflerin ikili karşılaştırması yapılacak şekilde, birbirinden farkları alınıp ve bir alternatifin diğerine tercih edilmesini sağlayacak kriterler (pozitif farklar) toplanmıştır. Alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları ve tercih yoğunluk değerleri Tablo 14'te gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

Daha sonra hesaplanan değerler, tercih yoğunluklarının üst sınırına $((m-1)n^2)$ bölünmek suretiyle normalize edilmiş tercih yoğunluk değerleri hesaplanmıştır. Bu örnekte karar matrisi 4x9'luk bir matris olduğuna göre, tercih yoğunluğunun üst sınırı $(4-1)*9^2 = 243$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen normalize edilmiş tercih yoğunluk değerleri Tablo 15'te sunulmuştur.

Ardından IPR esasları uygulanarak Farksızlık ve Kıyaslanmazlık Analizi yapılır. Bu analizin yapılabilmesi için gerekli olan eşik değerleri olan β değeri Eşitlik 15 yardımıyla $\beta = 0{,}03$ olarak, γ değeri Eşitlik 16 yardımıyla $\gamma = 2{,}00$ olarak

Tablo 14: Tercih Yoğunluk Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Toplam
a2-a1	3	5	-8,5	-2	-4	-3	2	-8,5	-4	**10**
a3-a1	-2	8,5	-10	7	-2	-2	3	-4	-2	**18,5**
a4-a1	-3	3	-5	3,5	-6	1	1	-7	2	**10,5**
a1-a2	-3	-5	8,5	2	4	3	-2	8,5	4	**30**
a3-a2	-5	3,5	-1,5	9	2	1	1	4,5	2	**23**
a4-a2	-6	-2	3,5	5,5	-2	4	-1	1,5	6	**20,5**
a1-a3	2	-8,5	10	-7	2	2	-3	4	2	**22**
a2-a3	5	-3,5	1,5	-9	-2	-1	-1	-4,5	-2	**6,5**
a4-a3	-1	-5,5	5	-3,5	-4	3	-2	-3	4	**12**
a1-a4	3	-3	5	-3,5	6	-1	-1	7	-2	**21**
a2-a4	6	2	-3,5	-5,5	2	-4	1	-1,5	-6	**11**
a3-a4	1	5,5	-5	3,5	4	-3	2	3	-4	**19**

Tablo 15: Normalize Edilmiş Tercih Yoğunluk Değerleri

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
A1	0,0000	0,0412	0,0761	0,0432
A2	0,1235	0,0000	0,0947	0,0844
A3	0,0905	0,0267	0,0000	0,0494
A4	0,0864	0,0453	0,0782	0,0000

Tablo 16: IPR İlişki Bilgileri

A1-A2	IC(A1A2)-C(A2A1)I=0,0823 > β	0,1235 / 0,0823 = 1,5000 < γ	A2 P A1
A1-A3	IC(A1A3)-C(A3A1)I=0,0144 < β	0,0905 / 0,0144 = 6,2857 > γ	A3 R A1
A1-A4	IC(A1A4)-C(A4A1)I=0,043 2> β	0,0864 / 0,0432 = 2,0000 < γ	A4 P A1
A2-A3	IC(A2A3)-C(A3A2)I=0,0679 > β	0,0267 / 0,0679 = 0,3939 < γ	A2 P A3
A2-A4	IC(A2A4)-C(A4A2)I=0,0391 > β	0,0543 / 0,0391 = 1,1579 < γ	A2 P A4
A3-A4	IC(A3A4)-C(A4A3)I=0,0288 < β	0,0782 / 0,0288 = 2,7143 > γ	A4 R A3

ve C^* değeri de Eşitlik 17 yardımıyla $C^* = 0{,}15$ olarak hesaplanmıştır. Gerekli kontrollerin yapılması sonucunda elde edilen IPR ilişkilerine dair elde edilen bilgiler Tablo 16'da sunulmuştur.

Yöntemin ikinci aşaması gereği yapılan kontrollerde de ORESTE I sonucunda bulunan sıralamanın değişmediği belirlenmiştir. Zira burada da en uygun alternatifin Alternatif 2 olduğu tespit edilmiştir. Sıralama da yine **"A2 P A4 R A3 P A1"** şeklinde belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yatırım maliyetleri oldukça yüksek olan ve bir işletmenin kuruluş aşamasında verilecek ilk ve en önemli karar olan tesis yeri seçimi son derece karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle birbirinden farklı önem düzeylerinde çok farklı kriterlerin dikkate alınmasını gerektiren böyle bir karar, kişisel görüşlere ve sezgisel yaklaşımlara bırakılmayacak kadar detaylı incelemeyi gerektirir. Bu kapsamda çalışmada, son yıllarda benzer karmaşık karar verme problemlerinin çözümünde

yararlanılan ve birbirinden farklı önem seviyelerindeki çok sayıda kriterin dikkate alınmasına olanak sağlayan çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak, bir tesis yeri seçimi problemi çözülmüştür.

Lojistik ağ yapısının ana elemanları olan üretim tesisi ve depolama alanı yeri seçimi kararının verildiği çalışmada; tesis yeri seçiminde önemli olduğu değerlendirilen dokuz kritere bağlı olarak 4 bölgenin değerlendirmesi yapılmıştır. Çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılan bu değerlendirmede kriter olarak; bölgede her 100 km² başıma düşen yol miktarı (km) (K1), bölgenin ülke ekonomisine katkısı (milyon TL) (K2), bölgenin yatırıma elverişli alanlarının genişliği (km²) (K3), bölgenin endüstriyel üretim ve yük potansiyeli (K4), bölge nüfusunun sosyal durumu ve eğitim olanakları (K5), gürültü, hava kirliliği, park alanları gibi hususlar (K6), trafik kazası, endüstriyel kaza, suç oranı vb. hususlar (K7), m² başına düşen yatırım maliyeti (milyon TL) (K8) ve bölgede ana faaliyet koluna ilişkin rekabetçiliği (K9) kullanılmıştır. Bu kriterlerin, benzer çalışmalarda da yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir.

Tesis yeri için seçilen dört alternatif bölge arasından yapılacak seçim için ROC, PROMETHEE ve ORESTE teknikleri kullanılmıştır. Bunlardan ROC, kriterlerin ağırlıklandırılmasında yararlanılan ve uygulaması basit olan bir tekniktir. Buna göre yapılan analiz sonucunda, tesis yeri seçimi için kullanılan kriterlerden en fazla ağırlıklı öneme sahip olanının, 0,3143 ile "trafik kazası, endüstriyel kaza, suç oranı vb. hususlar" kriteri olduğu belirlenmiştir. Lojistik faaliyetlerin en hassas olduğu konuların başında gelen kaza ve suç potansiyeli konusunun ağırlıklı kriter olarak belirlenmesi, sonuçların tutarlı olduğunu göstermektedir. Yine 0,2032 ağırlık değeriyle ikinci sırada olan "bölge nüfusunun sosyal durumu ve eğitim olanakları", 0, 1477 ağırlık değeriyle üçüncü sırada olan "bölgede ana faaliyet koluna ilişkin rekabetçiliği" ve 0,1106 ağırlık değeriyle dördüncü sırada olan "gürültü, hava kirliliği, park alanları gibi hususlar" kriterlerinin de lojistik faaliyetler açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir.

PROMETHEE tekniği ile yapılan analizde tam üstünlük değeri 0,0239 olan 2. Alternatif en uygun çözüm olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde ORESTE tekniğinin sonunda ulaşılan "A2 P A4 R A3 P A1" sıralaması da en uygun çözümün 2. Alternatif olduğunu ortaya koymuştur. Diğer alternatiflerin sıralaması değişse de her iki teknikler yapılan analizler sonucunda 2. Alternatif, tesis yeri seçiminde öne çıkmış ve en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

Son yıllarda çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapılan birçok çalışmada benimsenen bir yaklaşım olarak bu çalışmada da hibrit bir yaklaşım kullanıldığı görülmektedir. Esasen çok kriterli karar verme tekniklerinin tanıtılması, bilimsel alanda kullanımının yaygınlaştırılması ve ürettiği sonuçlar itibariyle tutarlılığının karşılaştırılmasını ortaya koymak için yapılan bu çalışmada PROMETHEE ve ORESTE teknikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda iki farklı yöntem kullanılarak hem sonuçların güvenilirliklerinin artırılması ve hem de yöntemlerin ürettikleri sonuçlar itibariyle güçlü yapıları ortaya konmuştur. Nitekim ROC tekniğiyle kriterlerin ağırlıklandırılması sonrasında hem PROMETHEE hem de ORESTE teknikleriyle yapılan tesis yeri seçiminde aynı alternatif bölge ilk sırada yer almıştır.

Literatürde benzer amaçla yapılmış olan çok sayıda çalışma yer aldığı ve farklı kriterler kullanıldığı görülmektedir. Ancak kriter sayısının fazla olması, çok kriterli karar verme tekniklerini zayıflatmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın en önemli kısıtının da aslında daha fazla kriterden etkilenen tesis yeri seçiminin az sayıda kritere bağlı olarak çözümlenmesidir. Benzer çalışmaların farklı çok kriterli karar verme teknikleri uygulanarak çözülebileceği ve/veya farklı kriterler kullanılarak tekrarlanabileceği değerlendirilmektedir. Böylece diğer tekniklerin güvenilirliğinin test edilmesine de olanak sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Ağaç, G., Baki, B., Peker, İ. ve Ar, İ. M. (2015). "Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Serbest Bölge Yer Seçimi: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:30, Sayı:1, ss.79-113.

[2] Ahn, B.S. (2011). "Compatible Weighting Method With Rank Order Centroid: Maximum Entropy Ordered Weighted Averaging Approach", European Journal of Operational Research, 212, pp.552-559.

[3] Barron, F.H. ve Barrett B.E. (1996). "Decision Quality Using Ranked Attribute Weights", Management Science, Vol.: 42, No.: 11, pp.1515–1523.

[4] Brans, J.P. ve Vincke, P. (1985). "A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM", Management Science, 31(6), pp.647-656.

[5] Brans, J.P., Vincke, P. ve Marenschal, B. (1986). "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method", European Journal of Operational Research, 24, pp.228-238.

[6] Brans, J.P. ve Marenschal, B. (2005). "PROMETHEE Methods", İçinde Figueira vd. (Ed.) Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Survey, New York, Springer Science.

[7] Dağ, S. ve Yıldırım B.F. (2015), "PROMETHEE", İçinde Yıldırım, B.F. ve Önder, E. (Ed.), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Basın Yayın Dağıtım, Bursa.

[8] De Leeneer, I. ve Pastijn, H. (2002). "Selecting Land Mine Detection Srtategies by Means of Outranking MCDM Techniques", European Journal of Operational Research, pp.139, Elsevier.

[9] Demirci, A. ve Arıkan, Ö. U. (2021). "Covıd-19 Döneminde İlaç Deposu Yeri Seçimi: Mersin Örneği", Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7(1), ss.5-27.

[10] Demiroğlu, Ş. ve Eleren, A., "Küresel Lojistik Köyleri ve Türkiye'de Kurulması Planlanan Lojistik Köy Bölgelerinin ÇKKV Yöntemleriyle Belirlenmesi", Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 42, ss.190-202.

[11] Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B. ve Sanyal, S. K. (2016). "Warehouse Location Selection by Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methodologies Based On Subjective and Objective Criteria", International Journal of Management Science and Engineering Management, 11(4), pp.262-278.

[12] Dinçer, E. (2019). Çok Kriterli Karar Alma, Gece Akademi, Ankara.

[13] Ehsanifar, M., Wood, D. A. ve Babaie, A. (2020). "UTASTAR Method and Its Application In Multicriteria Warehouse Location Selection", Operations Management Research.

[14] Elsharida, W. (2021). Combining Analytic Hierarchy Process and Rank Order Centroid With Geographic Information System for Airport Site Selection: A Case Study in Libya, Atılım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara.

[15] Ergün, M., Korucuk, S. ve Memiş, S. (2020). "Sürdürülebilir Afet Lojistiğine Yönelik İdeal Afet Depo Yeri Seçimi: Giresun İli Örneği", Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(1), ss.144-165.

[16] Erpolat Taşabat, S., Cinemre, N. ve Şen. S. (2015). "Farklı Ağırlıklandırma Tekniklerinin Denendiği Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Mali Performanslarının Değerlendirilmesi", Social Sciences Research Journal, Volume: 4, Issue: 2.

[17] Jia, J., Fischer, G.W. ve Dyer, J.S. (1998). "Attribute Weighting Methods and Decision Quality in the Presence of Response Error: A Simulation Study", Journal of Behavioral Decision Making, Vol.: 11, Iss. No.: 2, pp.85-105.

[18] Karmaker, C.L. ve Saha, M. (2015). "Optimization of Warehouse Location Through Fuzzy Multicriteria Decision Making Methods", Decision Science Letters 4, pp.315-334.

[19] Langevin, A. ve Riopel, D. (2005). Logistics Systems (Design and Optimization), Springer Science + Business Media, LLC., USA.

[20] Monks, J.G. (2001). İşlemler Yönetimi – Teori ve Problemler, (Çev. Sevinç Üreten), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

[21] Özbek, A. ve Erol, E. (2016). "COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması", Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi (JEBPIR), 2 (1), ss.23-42.

[22] Pastijn, H. ve Leysen, J. (1989). "Constructing an Outranking Relation With ORESTE", Mathl Comput. Modelling, Vol.: 12, No.: 10/11.

[23] Raut, R. D., Narkhede, B. E., Gardas, B. B., ve Raut, V. (2017). "Multi-Criteria Decision Making Approach: A Sustainable Warehouse Location Selection Problem", International Journal of Management Concepts and Philosophy, 10(3), pp.260.

[24] Roszkowska, E. (2013). "Rank Ordering Criteria Weighting Methods – A Comparative Overview", Optimum. Studia Ekonomiczne, Nr. 5 (65), pp.14-33.

[25] Roubens, M. (1982). "Preference Relations on Actions and Criteria in Multicriteria Decision Making", European Journal of Operational Research, 10.

[26] Sağnak, M. (2020). "Depo Yeri Seçimi: Perakende Sektöründe Melez Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması", Journal of Yaşar University. 15(59), ss.615-623.

[27] Stevenson, W.J. (2007). Operations Management, McGraw Hill/Irwin Companies, New York, USA.

[28] Sureeyatanapas, P. (2016). "Comparison of Rank-Based Weighting Methods for Multi-Criteria Decision Making", KKU Engineering Journal, 43 (S3), pp.376-379.

[29] Şeker, Ö. ve Alakaş, H. M. (2019). "Bir Lojistik Firması İçin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle İç Anadolu Bölgesinde Depo Yeri Seçimi", Engineering and Science, 22-24, November,

[30] Terrientes, L. M. (2015). Hierarchical Outranking Methods for Multi-Criteria Decision Aiding, PhD Thesis, Department of Computer Science and Mathematics, Universitat Rovira I Virgili, Spain.

[31] Tuş Işık, A. (2016). "Sigorta Şirketi Seçimi Probleminde QUALIFLEX ve ORESTE Yöntemleri", The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems (alphanumeric journal), Volume: 4, Issue: 2.

[32] Uludağ, A. S. (2013). "Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

[33] Uludağ, A. S. ve Deveci, M. E. (2013). "Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama", Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13 (1), ss.257-287.

[34] Yapıcı, S., Yumuşak, R. ve Eren, T. (2020). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Medikal Depo Yeri Seçimi". Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9 (2), ss.203-221.

[35] Yaralıoğlu, K. (2010). Karar Verme Yöntemleri, Detay Yayıncılık, Ankara.

[36] Zak, J. ve Weglinski, S. (2014), "The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology", Transportation Research Procedia, 3, pp.555-564.

EK-1

$$w_7 = \frac{1}{9} * \sum_{k=1}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{1}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}3143$$

$$w_5 = \frac{1}{9} * \sum_{k=2}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}2032$$

$$w_9 = \frac{1}{9} * \sum_{k=3}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}1477$$

$$w_6 = \frac{1}{9} * \sum_{k=4}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}1106$$

$$w_1 = \frac{1}{9} * \sum_{k=5}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}0828$$

$$w_2 = \frac{1}{9} * \sum_{k=6}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{6}\right) + \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}0606$$

$$w_4 = \frac{1}{9} * \sum_{k=7}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}0241$$

$$w_3 = \frac{1}{9} * \sum_{k=8}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}0262$$

$$w_8 = \frac{1}{9} * \sum_{k=9}^{9} \left(\frac{1}{r_k}\right) = \frac{1}{9} * \left[\left(\frac{1}{9}\right)\right] = 0{,}0123$$

Lojistik Dergisi ■ Yıl 20 ■ Sayı: 57 ■ Sayfa 43-61 ■ Haziran 2023

EK-2

K1 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K1 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	5,1	-8,7	-16,5
A2	-5,1	0,0	-13,8	-21,6
A3	8,7	13,8	0,0	-7,8
A4	16,5	21,6	7,8	0,0

K1 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

K2 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K2 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	1650	2550	1250
A2	-1650	0,0	900	-400
A3	-2550	-900	0,0	-1300
A4	-1250	400	1300	0,0

K2 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

K3 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K3 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	-130	-150	-30
A2	130	0,0	-20	100
A3	150	20	0,0	120
A4	30	-100	-100	0,0

K3 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	1,0	1,0	1,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	1,0	1,0	0,0

K4 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K4 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	-750	1650	1350
A2	750	0,0	2400	2100
A3	-1650	-2400	0,0	-300
A4	-1350	-2100	300	0,0

K4 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,7	0,6
A2	0,3	0,0	1,0	0,9
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,1	0,0

K5 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K5 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	-3,0	-2,0	-4,0
A2	3,0	0,0	1,0	-1,0
A3	2,0	-1,0	0,0	-2,0
A4	4,0	1,0	2,0	0,0

K5 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

K6 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K6 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	-2,0	-1,0	1,0
A2	2,0	0,0	1,0	3,0
A3	1,0	-1,0	0,0	2,0
A4	-1,0	-3,0	-2,0	0,0

K6 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

K7 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K7 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	3,0	4,0	2,0
A2	-3,0	0,0	1,0	-1,0
A3	-4,0	-1,0	0,0	-2,0
A4	-2,0	1,0	2,0	0,0

K7 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

K8 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K8 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	70	20	60
A2	-70	0,0	-50	-10
A3	-20	50	0,0	40
A4	-60	10	-40	0,0

K8 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	1,0	0,0	1,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	1,0	0,0	1,0	0,0

K9 Kriterine Göre $d_j(a,b)$ ve Fonksiyon Değerleri

K9 Kriterinin $d_j(a,b)$ Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	3,0	1,0	-1,0
A2	-3,0	0,0	-2,0	-4,0
A3	-1,0	2,0	0,0	-2,0
A4	1,0	4,0	2,0	0,0

K9 Kriterinin Fonksiyon Değerleri				
	A1	A2	A3	A4
A1	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	0,0	0,0	0,0	0,0
A3	0,0	0,0	0,0	0,0
A4	0,0	0,0	0,0	0,0

Doç.Dr. Ayhan DEMİRCİ

Ayhan DEMİRCİ, Kara Harp Okulu Makine Bölümü ve Anadolu Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü lisans derecesine sahiptir. Lojistik alandaki çeşitli görevlerin ardından 2015 yılında TSK'deki görevinden kendi isteği ile emekli oldu. 2001 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalında ve 2007 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı Uluslararası İlişkiler Bilim Dalında yüksek lisans eğitimlerini tamamladı. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme-Sayısal Yöntemler Anabilim Dalında doktora derecesi aldı. 2020 yılında doçent unvanını alan Ayhan DEMİRCİ halen Toros Üniversitesi İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölüm Başkanlığı görevini yürütmektedir.

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023

BAZI AVRUPA ÜLKELERİ İLE TÜRKİYE'DEKİ DENİZYOLU TAŞIMACILIĞININ İMALAT SANAYİLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ramazan YILDIZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Çanakkale,
ramazanyildizahmet@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-8437-8171

ÖZET

Tedarik zinciri içerisinde birçok taşımacılık türleri (demiryolu, karayolu, denizyolu ve iç suyolları, havayolu ve boru hattı taşımacılığı) olmasına rağmen, denizyolu taşımacılığı dış ticarette birinci sırada yer almaktadır. Denizyolu taşımacılığı, ülkelerin sanayilerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Sanayinin gelişmesi, üretimin artmasına neden olmakta ve ülkelerin ekonomilerinin güçlenmesine neden olmaktadır. Güçlü ekonomiye sahip ülkelerdeki insanların refah seviyeleri yükselmektedir. Bu çalışmanın amacı, GSYİH oranı en yüksek 4 Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin, gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarlarının imalat sanayilerine etkilerini araştırmaktadır. Ayrıca her bir ülkedeki denizyolu taşımacılığının etki seviyeleri tespit edilmektedir. Araştırmaya konu olan 2012-2021 yılları arasındaki veriler EUROSTAT açık erişim sitesinden derlenmiştir. Verilerin düzenlenmesi için Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Kurulan modellerin analizleri için EViews 12 paket programından yararlanılmıştır. Araştırmaya konu olan verilerin uygunluğunu değerlendirmek için birim kök test analizleri yapılmıştır. Ülkelerin gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasındaki durumları belirlemek için hipotezler geliştirilmiş ve bu hipotezlerin test edilmesi için modeller kurulmuştur. Kurulan modellerin uygun olup olmadığının belirlenmesi için spesifikasyon testleri yapılmıştır. Birim kök ve spesifikasyon testlerine göre kurulan modellerin analizlerinde, en küçük kareler yöntemi uygulanmıştır. Araştırmadaki bazı sonuçlara göre; gemiyle taşınan yük miktarlarındaki bir birimlik artışın imalat sanayilerine etkisinin en fazla Almanya (% 0,89) ve ardından Türkiye (% 0,28) geldiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, gemi sayılarındaki bir birimlik artışın, imalat sanayilerine etkisinin en fazla Türkiye (% 1,9) ve ardından Almanya (%1,84) geldiği belirlenmiştir. Çalışmada, Türkiye'nin imalat sanayilerinin güçlenmesi için büyük ölçüde denizyolu taşımacılığına bağlı olduğu görülmektedir. Bu konuda Türkiye'nin yeterli büyüme potansiyeline sahip olduğu, daha fazla büyüme için denizyolu altyapısı ve uluslararası ticarete (gemi sayıları, yük miktarını arttıracak unsur vb.) daha fazla önem verilmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denizyolu Taşımacılığı, En Küçük Kareler Yöntemi, İmalat Sanayi, Tedarik Zinciri Yönetimi, Uluslararası Lojistik.

Yayın Künyesi: R. YILDIZ, "Bazı Avrupa Ülkeleri ile Türkiye'deki Denizyolu Taşımacılığının İmalat Sanayilerine Etkilerinin İncelenmesi", Lojistik Dergisi, Yıl 20, Sayı 57, Sayfa 62-77, Haziran 2023.

Makale Geçmişi: Geliş: 07.03.2023 / Kabul: 05.06.2023
Article History: Received: 07.03.2023 / Accepted: 05.06.2023

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SEA TRANSPORTATION ON MANUFACTURING INDUSTRY IN SOME EUROPEAN COUNTRIES AND TURKEY

ABSTRACT

Although there are many types of transportation (rail, road, sea and inland waterways, air and pipeline transportation) within the supply chain, maritime transportation takes the first place in foreign trade. Maritime transport contributes to the development of countries' industries. The development of industry causes an increase in production and causes the economies of countries to strengthen. The welfare level of people in countries with strong economies is increasing. The aim of this study is to investigate the effects of the 4 European countries with the highest GDP ratio and Turkey, the number of ships and the amount of cargo transported by ship, on the manufacturing industry. In addition, the impact levels of maritime transport in each country are determined. The data between the years 2012-2021, which is the subject of the research, were compiled from the EUROSTAT open access site. Microsoft Excel program was used to organize the data. EViews 12 package program was used for the analysis of the established models. Unit root test analyzes were conducted to evaluate the suitability of the data subject to the research. Hypotheses have been developed to determine the situation between the number of ships and the amount of cargo transported by the countries and the manufacturing industries, and models have been established to test these hypotheses. Specification tests were carried out to determine whether the established models were suitable. The least squares method was applied in the analysis of the models established according to the unit root and specification tests. According to some results of the research; It is understood that the effect of a one-unit increase in the amount of cargo transported by ship on the manufacturing industry is Germany (0.89%) followed by Turkey (0.28%). In addition, it was determined that a one-unit increase in the number of ships had the highest impact on the manufacturing industry in Turkey (1.9%), followed by Germany (1.84%). In the study, it is seen that Turkey's manufacturing industry is largely dependent on maritime transport to strengthen it. In this regard, it means that Turkey has sufficient growth potential and that more importance should be given to maritime infrastructure and international trade (the number of ships, the factor that will increase the amount of cargo, etc.) for further growth.

Keywords: International Logistics, Least Squares Method, Manufacturing Industry, Sea Freight, Supply Chain Management.

1. GİRİŞ

Diğer taşımacılık türlerine göre denizyolu taşımacılığı dış ticarette ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca denizyolu taşımacılığı (DT) ülkelerin imalat sanayilerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır. İmalatın yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan gerekli hammadde ve malzemelerin ülkeye getirilmesinde ağırlıklı olarak denizyolu taşımacılığından yararlanılmaktadır. Üretilmiş olan ürünlerin diğer ülkelere ulaştırma süreçlerinde yine ağırlıklı olarak denizyolu taşımacılığı kullanılmaktadır. İşletmelerin denizyolu taşımacılığını tercih etme sebeplerinin başında, diğer taşımacılık türlerine göre birim ürün başına düşen lojistik maliyetlerinin daha düşük olmasıdır (Dördüncü, 2021).

Denizyolu taşımacılığının diğer taşımacılık türlerine göre avantajları ve dez avantajları bulunmaktadır. Denizyolu taşımacılığında birim ürün başına düşen taşıma maliyetlerinin daha az olması, çevreyi daha az kirletmesi, bir seferde daha fazla yük götürebilmesi ve kaza risklerinin daha az olması gibi avantajları bulunmaktadır. DT havayoluna göre 14 kat, demiryoluna göre 3,5 kat ve karayoluna göre 7 kat daha ucuz taşımacılık türüdür. Bunların yanında daha yavaş olması, her yere ulaşımın olmaması, küçük gönderiler için elverişli olmaması ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksel olması gibi dez avantajları da bulunmaktadır (Develi, 2021).

Dünya ticaret örgünün raporuna göre, dünya ticaretinin küreselleşmesi ve büyümesi nedeniyle denizyolu taşımacılığının payı giderek artmıştır. Küresel tedarik zincirinin bel kemiğini oluşturan denizyolu taşımacılığı, dünya ticaret hacminin % 80'ninden fazlasını oluşturmaktadır (WTO, 2023).

Dünyadaki denizyolu ticareti sürekli gelişme göstermesine rağmen, 2019 COVİD-19 salgınında bir miktar gerileme yaşanmıştır. Bu gerileme, dünyadaki ekonomik krizden (2008-2009 yıllarındaki) bir miktar daha düşük seviyededir. 2020 yılının ilk çeyreğinde gemi taleplerinde % 8,7, konteyner talebinde ise % 5,8 oranında gerileme görülmüştür. Salgının etkisi, tüm ülkeler için eşit seviyede olmamıştır. Bazı ülkelerin denizyolu ticaretini etkilenmez veya çok az etkiler iken, bazı ülkeleri çok daha etkilemiştir. Dolayısı ile salgın, denize kıyısı olmayan ülkelerin dış ticaretini çok daha fazla etkilemiştir (Emeç, 2021).
İmalat sanayisinin gelişmesinde denizyolu taşımacılığının önemi büyüktür. İmalat için gerekli olan malzemelerin fabrikalara getirilmesinde ve imal idilmiş ürünlerin uygun şartlarda başka ülkelere ulaştırılmasında, DT çok önemlidir (Tunalı ve Akarçay 2018). Literatürde DT üzerine birçok çalışmalar bulunmaktadır. DT ile imalat sanayileri üzerinde yapılmış öncü çalışmaların bazıları aşağıda yer almaktadır.

İrlanda deniz ticaretinin, sanayi ve ekonomi üzerindeki etkilerine yönelik Morrissey vd. (2011) araştırma yapmışlardır. Araştırmada, denizyolu taşımacılığının ülke ekonomisini, gıda ve imalat sektöründen daha fazla etkilediğini tespit etmişlerdir. Silva ve Novaes (2017) imalat sanayilerindeki işbirliği politikaların, denizyolu taşımacılığı üzerindeki etkilerine yönelik çalışma yapmışlardır. Araştırmada navlun ödeme sürelerinin uzatılması, ihracat-ithalat akışlarının hızlanması ve taşıyıcılar üzerinde daha fazla etki kurulmasının denizyolu taşımacılığını ve dolayısı ile imalat sanayilerini daha da arttırdığını belirlemişlerdir. Valentine vd. (2013) deniz taşımacılığı ve uluslararası deniz ticareti üzerinde çalışma yapmışlardır. 1970 yıllarında bazı ülkelerde ikili navlun anlaşmasının olmaması nedeniyle, ticaretin daha fazla serbestleştiği ve buna bağlı olarak navlun fiyatlarının azaldığından bahsedilmiştir. Ayrıca, navlun fiyatlarının azaltması ile daha fazla dış ticaretin gerçekleştiğini dile getirmişlerdir. Teweldebrhan vd. (2022) 3D yazıcılarının imalat sanayine ve denizyolu taşımacılığına etkileri üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmada 3D yazıcıların muhtemel etkisinin olabileceği fakat, literatür ve ölçek açısından yeterli verilerin olmadığını dile getirmişlerdir. Todorut vd. (2016) demir cevheri üretimi ile denizyolu taşımacılığı arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmada metal malzemelerin tedarik edilmesinde ve üretiminde denizyolu taşımacılığı ile güçlü ilişkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Türkiye'de denizyolu taşımacılığı ile sanayi üretimi arasındaki ilişkileri Tunalı ve Akarçay (2018) incelemişlerdir. Araştırmada, sanayi üretiminde yer alan %1'lik bir artışın denizyolu taşımacılığında % 0,559 oranında arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Korkmaz ve Germir (2015) yine Türkiye'de denizyolu taşımacılığı ile sanayi üretimi arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Araştırmada sanayi üretimi en fazla denizyolu ihracatını etkilerken, denizyolu ithalatını daha az etkilediğini belirlemişlerdir.

Denizyolu taşımacılığı ile ilgili yerli ve yabancı literatür çalışmaları incelendiğinde ağırlıklı olarak, denizyolu taşımacılığının dış ticaret, ekonomi, ve imalat sanayi aralarındaki ilişkilere yöneliktir. Fakat literatürde gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayi aralarındaki etkileşimleri inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Denizyolu taşımacılığı ile imalat sanayileri arasındaki bağı kuvvetlendirmek, eksik veya geliştirilmesi gereken alanların belirlenmek amacıyla, bu çalışmanın önemi büyüktür. Bu alanda yapılan akademik çalımalar genel anlamda, imalat sanayilerinin denizyolu taşımacılığı üzerindeki etkisi üzerine olurken, bu çalışmada denizyolu taşımacılığının imalat sanayilerine etkisi (gemi sayıları ve gemiyle taşınan yükler açısından) araştırılmaktadır. Ayrıca, gemi sayıları ve gemiyle taşınan yüklerin imalat sanayilerine etkilerine yönelik literatürde çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada imalat sanayii ile denizyolu taşımacılığı arasında farklı değişkenlerin kullanılması, zamansal verilerin farklı olması ve uluslararası çapta olması yönüyle literatüre özgün değer katmaktadır. Ayrıca, diğer araştırmalarda gemi sayı değişkenleri tahmin amaçlı kullanılırken bu çalışmada, gemi sayılarının diğer değişkenler üzerinde etkileri araştırılmaktadır. Bundan dolayı, GSYİH oranı en yüksek 4 Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin denizyolu ve imalat sanayi aralarındaki etkileşimleri araştırılmıştır. Ayrıca, gemi sayılarının çok veya azlığının imalat sanayilerine etkisi belirlenmiştir. Bununla birlikte gemiyle

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023

taşınan yük miktarlarının imalat sanayilerine doğrudan bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Ek olarak bu çalışma, denizyolu taşımacılığının işletmeler ve kamu otoriteleri için gelecekteki yol haritasının nasıl şekilleneceğine yönelik bulgular içermektedir. Verilerinin analizleri ve hipotez testlerinin yapılmasında En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılmıştır. Araştırma verilerinin zamansal olması, faktör analizleri ve hipotez testlerinin aynı anda yapılabilmesi ve ayrıca kovaryans tabanlı analizlere nazaran küçük örneklemlerden daha az etkilenmesi sebepleri ile EKK yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde araştırmanın önemi ve literatüre katkısından bahsedilmiştir. İkinci bölümünde denizyolu taşımacılığına yönelik literatür çalışması, Türkiye ve Dünyadaki denizyolu taşımacılığına ait son gelişmeler ve kavramsal çerçeveden bahsedilmektedir. Üçüncü bölümünde, analiz yöntemleri ve modelleri yer almaktadır. Dördüncü bölümde analizler ve bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve tartışma kısmı bulunmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünya'da denize kıyısı olan ülkeler diğerlerine göre çok daha şanslı durumdadırlar. Denizyolu taşımacılığı ülkeleri sadece ekonomik, sosyal, politik açıdan değil askeri açıdan da etkilemektedir. Ekonomik, sosyal, politik açıdan önemi yukarıda bahsedilmektedir. Askeri açıdan önemini; Ünalmiş ve Oğuz (2019) ile Peele'nin (1997) yapmış oldukları çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Denize kıyısı olan ülkeler, savaş durumunda denizden gelebilecek saldırılara karşı savaş gemilerini kullanabilmektedirler. DT savaş zamanında cepheye lojistik dersek sağlayarak, savaşın seyrini değiştirebilmektedir. Ayrıca güçlü deniz filosuna sahip bazı ülkeler, diğer ülkelere karşı baskı unsuru olarak kullanabilmektedirler.

Literatür çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak, denizyolu taşımacılığının ekonomik, dış ticaret ve üretim sektörü üzerindeki etkilerin yönelik olduğu görülmektedir. Denizyolu taşımacılığının imalat sanayileri üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar az sayıda bulunmaktadır.

Amerika'da denizyolu navlun maliyetleri ile imalat sanayi arasında ilişkileri belirlemek için Daniels ve Ruhr (2014) çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada navlun maliyetleri ile imalat sanayi arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Türkiye'deki denizyolu taşımacılığı ile sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi, Tunalı ve Akarçay (2018) incelemişlerdir. Araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu ve Deniz Ticaret Müsteşarlığı'ndan (2010-2014) aldıkları verileri kullanılarak zaman serisi analizleri yapmışlardır. Yapılan çalışmaya göre sanayi üretimindeki bir birimlik artışın denizyolu taşımacılığında 0,56 oranında atacağını tespit etmişlerdir. Denizyolu taşımacılığına yönelik en küçük kareler yöntemi ile diğer yöntemlerin kullanıldığı benzer çalışmaların literatür özeti Tablo 1'de yer almaktadır.

Türkiye'de ve Dünya'da Deniz Yolu Taşımacılığı

Türkiye'nin 2010-2020 yılları arasındaki denizyolu taşımacılığının dış ticaretteki değerine yönelik bilgiler Şekil 1'de gösterilmektedir. Denizyolu ihracatı 2010 yılından itibaren bazı yıllarda (2011-2012-2018) düşme görülse de, genel anlamda trendin yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir.

Denizyolu ithalatında, bazı yıllarda yükselme görülse de 2020 yılında, 2010 yılındaki seviyelerden daha da aşağıya düşmüştür. Son yıllarda yaşanan bu düşmenin sebebi COVİD-19 salgınından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

Dünyadaki denizyolu taşımacılığının değer bazındaki ihracat ve ithalat değişlerine ait bilgiler Şekil 2'de gösterilmektedir. Dünyadaki denizyolu ihracatı 2010 yılından 2019 yılına kadar, sadece 2015 yılında düşme görülse de genel anlamda sürekli yükselme trendinde olduğu görülmektedir.

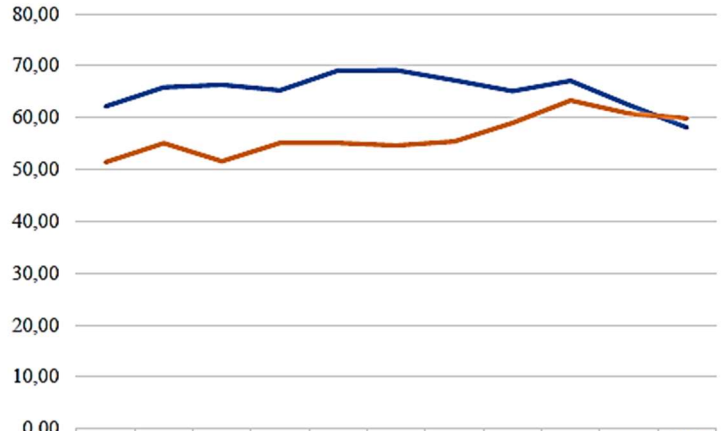
Dünyadaki denizyolu ithalatı açısından bakıldığında, bazı yıllarda (2012, 2015, 2016 ve 2018) düşme görülse de genel anlamda yine yükselme trendinde olduğu anlaşılmaktadır.

Türkiye ve Dünya'daki denizyolu taşımacılığının yıllara bağlı karşılaştırılmasına bakıldığında aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

Tablo 1: Denizyolu Taşımacılığına Yönelik Literatür Taraması

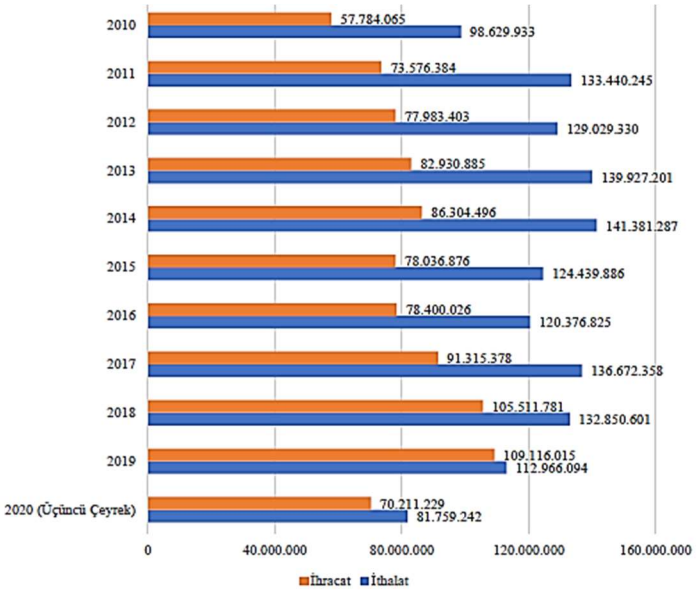
Yayın Konusu	Yazar(lar)	Yöntem	Sonuç
Denizyolu taşımacılığının imalat sanayi ve ekonomi üzerine etkisi	Ma (2022)	En Küçük Kareler Yöntemi	Sanayide meydana gelecek olumlu her %1'lik artış, denizyolu taşımacılığını %1,88 ve ekonomiyi %2,80 oranında arttırmaktadır.
Türkiye'nin Deniz Yolu İhracatını Etkileyen Faktörler	Emeç (2021)	En Küçük Kareler Yöntemi	Deniz yolu ihracatı ile konteyner elleçleme miktarı, sanayi üretim endeksi ve petrol fiyatları arasında uzun dönemde pozitif ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir.
Nijerya'da denizyolu taşımacılığının sanayi üretimi ve ekonomik büyümeye etkisi	Lgberi ve Ogunniyi (2013)	En Küçük Kareler Yöntemi	Nijerya'da denizyolu taşımacılığı ekonomik büyüme ve sanayileşme üzerinde olumlu ve önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
Konteyner hatlarının finansal ve operasyonel performans üzerindeki etkileri	Çalışkan ve Öztürkoğlu (2020)	En Küçük Kareler Yöntemi	Konteyner hatlarının finansal performans üzerinde en büyük ve anlamlı etkisinin operasyon sürecinden kaynaklandığı belirlenmiştir.
2008 yılındaki küresel çaptaki finansal krizin küçük tonajlı gemilerin gelirleri üzerindeki ektisi	Köseoğlu ve Mercangöz (2012)	En Küçük Kareler Yöntemi	Araştırmaya konu olan tüm küçük tonajlı gemilerin gelirlerinde yapısal değişime uğradığı belirlenmiştir.
Lojistik altyapısının ticareti kolaylaştırma ve ticaret üzerindeki etkileri	Díaz (2021)	En Küçük Kareler Yöntemi	Lojistik altyapısının ticareti kolaylaştırma üzerinde büyük ve doğrudan etkisi bulunmaktadır.
OECD ve OECD dışı ülkelerde Denizyolu, karayolu ve havayolu taşımacılıklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri	Park, Sea ve Ha (2019)	En Küçük Kareler Yöntemi	Deniz taşımacılığının ekonomik büyüme üzerinde havayolu ve karayolu taşımacılığına göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde, hava ve kara taşımacılığı ekonomik büyüme üzerinde etkisi az veya ilgisiz olduğu belirlenmiştir.
Türkiye'de Toplam Kamu Harcamaları ve Üretim İlişkisi	Çetinkaya ve Şahin (2009)	En Küçük Kareler Yöntemi	Kamu harcamalarının üretim sürecine pozitif yönlü etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
OECD ülkelerinin lojistik performans endekslerinin araştırılması	Eygü ve Kılınç (2020)	En Küçük Kareler Yöntemi	Zamanlılık değişkenleri ile gümrük, altyapı, uluslararası taşımacılık, lojistik yeterliliği ve kalitesi arasında olumlu ilişkinin olduğu tespit etmişlerdir.
Dış ticaret ve istihdam ile imalat sanayileri aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi	Polat, Uslu ve Aydemir (2011)	En Küçük Kareler Yöntemi	İmalat ve ücretlerin istihdam üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dış ticaret politikalarında istihdam arttırıcı önlemlerin yetersiz olduğunu belirlemişlerdir.
Split City Limanında denizyolu taşımacılık miktarı tahmini	Mišura, Stanivuk, Šoda ve Jugović (2020)	En Küçük Kareler Yöntemi	Split limanında düzenli deniz trafiğindeki yolcu ve araç sayısının bir sonraki yıl artacağını belirlemişlerdir.
Güney Afrika'da deniz taşımacılığının toplam ticaret üzerindeki etkisi	Matekenya ve Ncwadi (2022)	ARDL analizi	Deniz taşımacılığına yapılan genel ve önemli bir yatırımın, Güney Afrika'daki ticaret potansiyelinin önemi ölçüde geliştireceğini tespit emişlerdir.
İmalat sanayileri arasındaki işbirliği politikalarının deniz taşımacılığı maliyeti üzerindeki etkileri	Silva ve Novaes (2017)	Simülasyon Yöntemi	Navlun ödeme sürelerinin uzatılması, ihracat-ithalat akışlarının hızlanması ve taşıyıcılar üzerinde daha fazla etki kurulmasının denizyolu taşımacılığını ve imalat sanayilerini daha da arttıracağını belirlemişlerdir.

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (Üçüncü Çeyrek)
İthalat Taşımalarında Denizyolu Taşımacılığının Payı (%)	62,16	65,85	66,31	65,28	69,11	69,14	67,22	65,10	67,09	62,47	58,10
İhracat Taşımalarında Denizyolu Taşımacılığının Payı (%)	51,41	55,05	51,57	55,10	55,11	54,64	55,39	58,99	63,31	60,82	59,86

Şekil 1: Türkiye'de Denizyolu Taşımacılığının Dış Ticaretinde Değer Açısından Payı (UTİKAD, 2020)



Şekil 2: Dünya'da Denizyolu Taşımacılığının Dış Ticaretinde Değer Açısından Payı (UTİKAD, 2020)

Her ikisinde de denizyolu ithalatının, ihracattan daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, Dünya dış ticaretindeki 2019 yılında, ithalat ile ihracat arasındaki farklar azalırken, Türkiye'de ihracat ithalatın önüne geçmiştir. Türkiye'de denizyolu ihracatı 2012-2018 yılları arası sürekli artıma eğiliminde olurken, Dünya dış ticaretinin 2015 ve 2016 yıllarında bir miktar gerileme görülmüştür. Genel anlamda, Türkiye ve Dünya'daki denizyolu ihracat ve ithalat değerleri arasındaki farklar giderek azalmıştır.

2.1. Kavramsal Çerçeve

Uluslararası denizyolu taşımacılığındaki veriler ihracat ve ithalattan elde edilmektedir. Bu veriler talep miktarına bağlı olduğundan zaman içerisinde belirsizlik (oynaklık) göstermektedir. Bundan dolayı

bu çalışmada doğrusal olmayan analiz yöntemi tercih edilmiştir. Bu analiz yöntemlerinden birisi zaman serisi analizleridir. Zaman serisi analizlerinden birisi de, EKK yöntemidir. EKK yöntemi ile faktör analizleri ve hipotez testleri aynı anda yapılabilmektedir. Ayrıca kovaryans tabanlı analizlere nazaran küçük örneklemlerden daha az etkilenmektedir. Ek olarak tahminleyici, keşfedici ve teori inşa edici süreçlerde kullanılması önerilmektedir (Çalışkan ve Öztürkoğlu, 2020). Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı ve verilerin ADF birim kök testleri ile kurulan modellerin spesifkasyon testlerine bağı olarak EKK yöntemi tercih edilmiştir.

Dickey-Fuller (ADF) birim kök testini Zivot ve Andrews (1992) geliştirmişlerdir. Tek yapısal kırılmayı alan öncü testlerden birisidir. Zamansal serilerin sabit terimde, trendde ve sabit terim-trendde kırılması durumlarına bağlı serilerin durağanlıkları tespit edilmiştir. Değişkenlerin durağan olabilmesi için "t" istatistik değerlerinin mutlak değerce test kritik değerlerinden yüksek olması gerekmektedir (Uzgören ve Uzgören, 2005).

EKK yönteminin birçok uygulama biçimleri mevcuttur. İki bloklu tahmine dayalı olan EKK yöntemi bilim ve teknolojide sık sık kullanılmaktadır. **X** ve **Y** gibi iki veri matrisini doğrusal çok değişkenli bir modelle ilişkilendirilmektedir. EKK yöntemi ile **X** ve **Y'**nin yapısını da modellediği için geleneksel regresyon modelinden daha iyi sonuçlar çıkarmaktadır. EKK yönteminde değişkenlerin ve gözlem sayısının artması ile model parametrelerinin doğruluğu da artmaktadır. EKK modelinde gizli değişkenler veya gizli değişkenlerin tahminleri olan birkaç değişken bulmaktadır. Bu yeni değişkenlere **X-skorları** denir ve $\mathbf{t_a}$ (a= 1,2,3,.....A) ile gösterilmektedir. **X** puanları, **Y'**nin ve model **X'**in tahminlerini oluşturmaktadır. Yani **X** ve **Y'**nin kısmen veya tamamen gizli değişkenler tarafından modellendiği varsayılmaktadır. **X** puanları az ve orijinaldir, $\mathbf{X_k}$ ile ağırlıklandırılmaktadır ve $\mathbf{W_{ka}}^*$ (a=1,2,...,A) katsayılarının doğrusal kombinasyonları olarak tahmin edilirler. Bu ağırlıklar bazen $\mathbf{r_{ka}}$ ile gösterilmektedir. EKK yöntemine ait formül gelişimi aşağıda verilmektedir (Wold vd., 2004).

$$t_{ia} = \Sigma_k w_{ka} * x_{ik} \qquad \textbf{(T = XW*)} \qquad \textbf{(1)}$$

X puanları aşağıdaki bazı özeliklere sahiptir. Bunlar p_{ak} yüklemeleri ile çarpıldığında X'i iyi bir şekilde özetlemektedir. Bundan dolayı X'in kalıntıları küçük olmaktadır.

$$x_{ik} = \Sigma_a t_{ia} \text{ pak} + e_{ik} \qquad \textbf{(X = TP' + E)} \qquad \textbf{(2)}$$

Aşağıdaki gibi X puanları, Y'nin tahmin edicileri olmaktadır.

$$y_{im} = \Sigma_a c_{ma} t_{ia} + f_{im} \qquad \textbf{(Y = TC' + F)} \qquad \textbf{(3)}$$

Y atıkları olan f_{im}, gözlemlenen ve modellenen tepkiler arsındaki sapmaları ifade etmektedir ve Y'nin artık matrisi F'nin ögelerini içermektedir. Buna göre çoklu regresyon modeli aşağıdaki gibi formül edilmektedir.

$$y_{im} = \Sigma_a c_{ma} \Sigma_k w_{ka}^* x_{ik} + f_{im} = \Sigma_k b_{mk} x_{ik} + f_{im} \qquad \textbf{(4)}$$

$$(Y = X W^* C' + F = X B + F)$$

Buradan hareketle EKK regresyon formülünün özeti aşağıda yer almaktadır (Topal vd., 2010).

EKK regresyon katsayıları tahmini:

$$\beta = (X^t X)^{-1} X^t Y \qquad \textbf{(5)}$$

Değişkenler arasındaki korelasyon vektörü:

$$\beta = r_{xx}^{-1} r_{xy} \qquad \textbf{(6)}$$

$$Y = \beta_0 \pm \beta_1 x_1 \pm \beta_2 x_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \beta_A x_A \qquad \textbf{(7)}$$

X= Bağımsız değişken

Y= Bağımlı değişken

W*= (K*A) dönüştürülmüş EKK yönteminin ağırlıklarının matrisidir.

w_a= Bileşenler arasında bağımsız olacak şekilde dönüştürülen EKK ağırlıklarıdır.

b_m= regresyon katsayısı vektörü

t_a= a bileşeninin X puanlarıdır.

c_a= EKK yöntemdeki a bileşeninin Y ağırlıkları.

f_m= y-değişkeninin kalıntıları

β = regresyon katsayıları

e = hata

Araştırmada, imalat sanayi verileri bağımlı değişkeni oluştururken, gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışmada bir bağımlı değişken ve iki bağımsız değişken kullanılmasından dolayı Formül (7)'den yola çıkarak aşağıdaki Formül (8) elde edilmiştir.

İmalat Sanayileri = $\beta_0 \pm \beta_1$gemi sayıları $\pm \beta_2$ gemiyle taşınan yük miktarları **(8)**

Aşağıdaki hipotezlerin ortaya çıkarılmasında; Wilmsmeier vd. (2009) yaptığı denizyolu taşımacılığı çalışmasındaki hipotezlerden yararlanılmıştır. Ayrıca Ma (2022), Çin'deki imalat sanayilerindeki değişimin denizyolu taşımacılığına etkisini araştırırken; denizyolu taşınan yük miktarları, denizyolu endüstriyel yapılar ve alanla ilgili teknolojik projelerin verilerini kullanmıştır. Lgberi ve Ogunniyi (2013) Nijerya'da denizyolu taşımacılığının ekonomiye etkisini araştırırken; GSYİH, imalat sanayileri ve denizyolu taşımacılığı verilerini kullanmışlardır. Emeç (2021), Türkiye'de denizyolu taşımacılığını etkileyen unsurların belirlerken; konteyner elleçleme miktarı, sanayi üretim endeksi ve petrol fiyatlarını kullanmıştır. Literatür çalışmalarında, kullanılan verilere bağlı olarak hipotezler geliştirmişler ve bunları test emişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise literatürde geçen imalat değerleri ve yük miktarlarına ilave olarak, gemi sayıları verileri eklenmiş ve Formül (8)'den yola çıkarak aşağıdaki hipotezler belirlenmiştir.

H1: Almanya'nın gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları, Almanya'nın imalat sanayilerini pozitif yönde etkilemektedir.

H2: Fransa'nın gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları Fransa'nın imalat sanayilerini pozitif yönde etkilemektedir.

H3: İtalya'nın gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları İtalya'nın imalat sanayilerini pozitif yönde etkilemektedir.

H4: İngiltere'nin gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları İngiltere'nin imalat sanayilerini pozitif yönde etkilemektedir.

H5: Türkiye'nin gemi sayıları ile gemiyle taşınan yük miktarları Türkiye'nin imalat sanayilerini pozitif yönde etkilemektedir.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

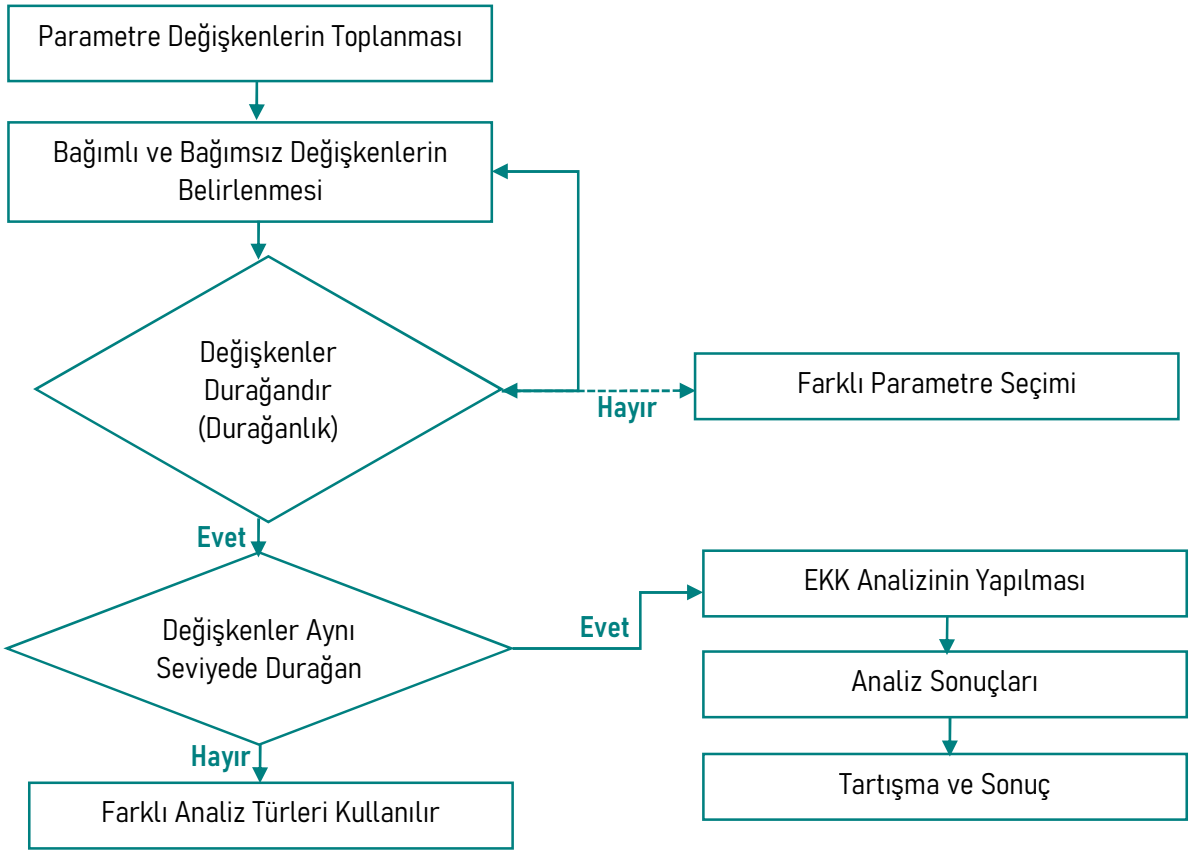
Bu çalışmada; GSYİH oranı en yüksek dört Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin imalat sanayileri ile denizyolu taşımacılığı arasındaki ilişkiler araştırılmaktadır. Avrupa'daki her ülkenin verilerine ulaşılması çok güç ve zamana almasından dolayı, Avrupa'nın ekonomik anlamda lokomotifi gibi olan 4 ülke (Almanya, İngiltere, Fransa, İtalya) tercih edilmiştir. Araştırmada kullanılan 2012-2021 yılları arasındaki aylık veriler EUROSTAT açık erişim sitesinden derlenmiştir. Verilerin düzenlemesi için Microsoft Excel programından yararlanılmıştır. Hipotezlere yönelik kurulan modellerin analizleri için EViews 12 paket programı kullanılmıştır.

Araştırmanın uygulamasına yönelik iş akış şeması Şekil 3'te gösterilmektedir. Araştırmaya konu olan değişkenler toplandıktan sonra, bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlenmiştir. Analize başlamadan önce gemi saylıları, gemiyle taşınan yük miktarları ve imalat sanayi üretim verilerinin ADF birim kök test analizleri yapılmıştır. Değişkenlerin durağanlığını tespit etmek için literatürde çok sık kullanılan Schwartz Bilgi Kriterinden (SIC) yararlanılmıştır. Araştırmanın hipotezlerini araştırmak için durağan seriler arasında modeller kurulmuştur. Kurulan modellerin uygun olup olmadığını belirlemek için spesifikasyon testleri yapılmıştır. Kurulan modellerin uygun olması durumunda EKK yöntemi ile sonuçlara ulaşılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmaya konu olan verilerin ADF birim kök ve Spesifikasyon testleri ile EKK analiz sonuçları yer almaktadır.

Araştırmaya konu olan ülkelerin gemi sayıları, gemiyle taşınan yük miktarları ve imalat endekslerine ait değişkenlerin Augmented Dickey-Fuller birim kök test sonuçları Tablo 2'de verilmektedir. Türkiye ve Fransa'nın gemiyle taşınan yük miktarları değişkenleri ile Türkiye'nin gemi sayıları değişkenlerinin durağanlıkları %5 seviyesindedir. İngiltere'nin gemiyle taşınan yük miktarları değişkenleri, %10 seviyesinde durağan olup geri kalan bütün değişkenler %1 seviyelerinde durağanlaşmışlardır.



Şekil 3: Araştırma Yönteminin Akış Şeması

Schwartz Bilgi Kriterine (SIC) göre tüm değişkenler I(1) seviyesinde durağan haldedirler.

Ülkelerin imalat sanayi endeksi ile gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları aralarında kurulan modellerin spesifikasyon testlerine ait bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Kurulan modele ait değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı, modeldeki oto korelasyonun olup olmadığı ve değişken varyansın olup olmadığı test edilmiştir. Bu testler sonucunda kurulan modellerin geçerli olup olmadığı araştırılmaktadır.

Almanya'nın imalat endeksi ile gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları aralarındaki kurulan modelin normallik dağılımı Şekil 4'te gösterilmektedir. Jarque-Bera testi sonucunun (0,059082) %5'ten (0,05) büyük olmasından dolayı (şekildeki görünüm istatistiksel olarak normal dağılmaktadır), kurulan modeldeki değişkenlerin normal dağıldığı anlamına gelmektedir. Çıkan bu sonuca göre kurulan modelin geçerli olduğu ve diğer anlamlılık testlerine geçilebileceğini göstermektedir. Diğer ülkeler için kurulan modellere ait normal dağılım şekilleri, çalışmanın ekler kısmında yer almaktadır.

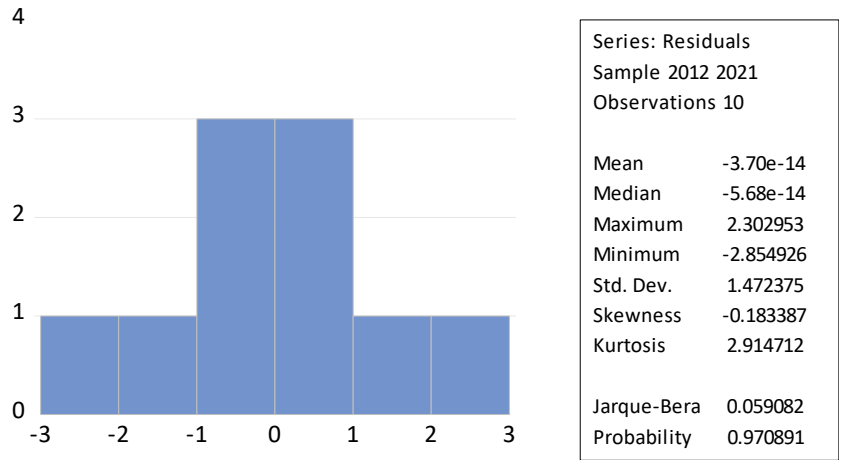
Ülkeler arasında kurulan modellerin oto korelasyon durumuna ait bilgiler Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tüm ülkelerdeki Chi-Square değerlerinin %5'ten (0,05) büyük olmasından dolayı, kurulan modellerde oto korelasyon sorunu bulunmamaktadır. Bu durumda modellerle ilgili sorun olmadığı diğer testlere geçilebileceği anlamına gelmektedir.

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023

Tablo 2: Değişkenlerin ADF Birim Kök Test İstatistik Sonuçlarına Göre Durağanlık Düzeyleri

	Artırılmış Dickey-Fuller Test İstatistiği			Test Kritik Değerleri		
	t-İstatistik	Olasılık	Kararlılık	1% Seviye	5% Seviye	10% Seviye
Gemi Sayıları Almanya	-3,659120	0,0027	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Gemi Sayıları Fransa	-3,005071	0,0081	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Gemi Sayıları İtalya	-4,339636	0,0016	I(1)	-3,007406	-2,021193	-1,597291
Gemi Sayıları İngiltere	-5,565193	0,0002	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Gemi Sayıları Türkiye	-1,998171	0,0498	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Yük Miktarları Almanya	-4,246257	0,0010	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Yük Miktarları Fransa	-2,566037	0,0188	I(1)	-2,937216	-2,006292	-1,598068
Yük Miktarları İtalya	-3,068511	0,0072	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Yük Miktarları İngiltere	-1,945283	0,0547	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
Yük Miktarları Türkiye	-4,344491	0,0134	I(1)	-4,582648	-3,320969	-2,801384
İmalat Endeksi Almanya	-3,099697	0,0077	I(1)	-2,937216	-2,006292	-1,598068
İmalat Endeksi Fransa	-3,929152	0,0017	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
İmalat Endeksi İtalya	-3,813103	0,0021	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
İmalat Endeksi İngiltere	-2,596928	0,0167	I(1)	-2,886101	-1,995865	-1,599088
İmalat Endeksi Türkiye	-3,833721	0,0359	I(1)	-5,119808	-3,519595	-2,898418



Şekil 4: Almanya için Kurulan Modelin Normallik Dağılımı

Tablo 3: Kurulan Modellerdeki Otokorelasyon Durumu

Ülkeler	F-statistic	Obs*R-squared	Prob. F	Prob. Chi-Square
Almanya	1,382437	4,087103	0,3496	0,1296
Fransa	2,470652	4,970479	0,1794	0,0833
İtalya	0,441474	1,500859	0,6659	0,4722
İngiltere	2,509393	5,564814	0,1967	0,0619
Türkiye	2,016376	5,020386	0,2480	0,0813

Ülkeler arasında kurulan modellerin değişken varyans durumuna ait bilgiler Tablo 4'te gösterilmektedir. Tüm ülkelerdeki Obs*R-squared (r^2) değerlerinin %5'ten (0,05) büyük olmasından dolayı, kurulan modellerde değişken varyans bulunmamaktadır. Bu durumda, yulardaki spesifikasyon testlerini de göz önünde bulundurularak kurulan modellerle ilgili sorun olmadığı ve EKK analizinin yapılabileceği anlamına gelmektedir.

Tablo 4: Kurulan Modellerdeki Değişken Varyans Testi

Ülkeler	F-statistic	Obs*R-squared	Scaled explained SS
Almanya	0,1927	0,1575	0,6164
Fransa	0,0667	0,0676	0,5533
İtalya	0,4181	0,3319	0,7225
İngiltere	0,4693	0,3550	0,8603
Türkiye	0,7439	0,6272	0,9271

Ülkelerin gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasındaki ilişkilere yönelik EKK analiz sonuçları Tablo 5'te görülmektedir. Almanya için kurulan modelin anlamlılık derecesi %77,7 olması ve olasılık değerlerinin (0,0136 ve 0,0407) % 5 hata payından daha küçük olmasından dolayı model anlamlıdır. Coefficient değerlerine göre; gemi sayılarında meydana gelen %1'lik bir artışın imalat samanisini %1,84 oranında, yük miktarlarından meydana gelecek %1'lik bir artışın ise imalat sanayilerini %0,89 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

Fransa için kurulan modelin anlamlılık derecesi %88,92 olması ve olasılık değerlerinin (0,0030 ve 0,0033) % 5 hata payından daha küçük olmasından dolayı model anlamlıdır. Coefficient değerlerine göre; gemi sayılarında meydana gelen %1'lik bir artışın imalat samanisini %0,22 oranında, yük miktarlarından meydana gelecek %1'lik bir artışın ise imalat sanayilerini %0,15 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

İtalya için kurulan modelin anlamlılık derecesi %72,42 olması ve olasılık değerlerinin (0,0122 ve 0,0029) % 5 hata payından daha küçük olmasından dolayı model anlamlıdır. Coefficient değerlerine göre; gemi sayılarında meydana gelen %1'lik bir artışın imalat samanisini %0,06 oranında, yük miktarlarından meydana gelecek %1'lik bir artışın ise imalat sanayilerini %0,14 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

İngiltere'nin gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasında birlikte kurulan modelin sonucu anlamlı çıkmamıştır. Bundan dolayı her bir değişken arasındaki ilişkiler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gemi sayıları ile imalat sanayileri arasındaki R-squared (R^2) değeri % 10 ve olasılık değerinin (0,3653) %5 hata payından yüksek olmasından dolayı model anlamlı çıkmamıştır. Fakat gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasında kurulan modelin R-squared (R^2) değeri %86 olması ve olasılık değerinin (0,0001) %5 hata payından küçük olmasından dolayı model anlamlıdır. Bu durumda yük miktarlarındaki %1'lik bir artışın imalat sanayilerini %0,24 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

Türkiye'nin gemi sayıları ve gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasında birlikte kurulan modelin sonucu anlamlı çıkmamıştır. Bundan dolayı her bir değişken arasındaki ilişkiler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gemi sayıları ile imalat sanayileri arasında R-squared (R^2) değeri %62,94 olması ve olasılık değerinin (0,0062) %5 hata payından küçük olmasından kurulan dolayı model anlamlıdır. Gemi sayılarında meydana gelen %1'lik bir artışın imalat samanisini %1,91 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

Tablo 5: Ülkelerin Gemi Sayıları ve Gemiyle Taşınan Yük Miktarları ile Sanayi İmalatı Arasındaki EKK Analizi

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken(ler)	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	R-squared	Adjusted R-squared	Hipotez Testleri
Almanya İmalat Endeksi	Gemi Sayıları	1,845775	0,534863	3,450930	0,0136	0,851384	0,777077	Kabul
	Yük Miktarları	0,891734	0,342972	2,600022	0,0407			
Fransa İmalat Endeksi	Gemi Sayıları	0,221483	0,049755	4,451483	0,0030	0,913864	0,889254	Kabul
	Yük Miktarları	0,157307	0,036126	4,354428	0,0033			
İtalya İmalat Endeksi	Gemi Sayıları	0,060060	0,017898	3,355682	0,0122	0,785505	0,724221	Kabul
	Yük Miktarları	0,148475	0,033157	4,477968	0,0029			
İngiltere İmalat Endeksi	Gemi Sayıları	0,219956	0,229186	0,959728	0,3653	0,103247	0,008847	Ret
	Yük Miktarları	0,249226	0,035039	7,112789	0,0001	0,863462	0,846395	Kabul
Türkiye İmalat Endeksi	Gemi Sayıları	1,911937	0,518702	3,685999	0,0062	0,629400	0,583074	Kabul
	Yük Miktarları	0,285049	0,028131	10,13284	0,0000	0,927716	0,918680	Kabul

Gemiyle taşınan yük miktarları ile imalat sanayileri arasındaki R-squared (R^2) değeri %92,77 olması ve olasılık değerinin (0,0000) %5 hata payından küçük olmasından dolayı kurulan model anlamlıdır. Gemi sayılarında meydana gelen %1'lik bir artışın imalat sanayisinin %0,28 oranında arttıracağı anlamına gelmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilimsel çalışmalarda denizyolu taşımacılığının ülkeleri ekonomik, sosyal, politik ve askeri açıdan etkilediği kanıtlanmıştır. Bu açıdan denize kıyısı olan ülkeler, diğer ülkelere nazaran daha avantajlı durumdadırlar. Dış ticaretin önemli bir kısmının denizyolu ile gerçekleşmesi denizyoluna gösterilerin önemi arttırmaktadır. Dış ticaretin gelişmesi ise, ülkelerin ekonomilerini geliştirmekte ve dolayısı ile ülkelerin refah seviyelerinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu açıdan bu çalışmada "Ülkelerdeki gemi sayılarının çok veya az olması imalat sanayilerini etkiler mi? Ülkelerdeki gemiyle taşınan yük miktarları imalat sanayilerini doğrudan etkiler mi?" sorularına cevap aranmış ve etki seviyeleri tespit edilmiştir. Araştırmada, GSYİH oranı en yüksek 4 Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin, denizyolu taşımacılığı ile imalat sanayileri aralarındaki etkileşimler tespit edilmiştir.

Almanya, Fransa, İtalya ve Türkiye'nin gemi sayıları, ülkelerin imalat sanayilerini pozitif yönde etkilerken, İngiltere için anlamlı sonuç bulunamamıştır. Gemi sayılarının imalat sanayilerini en fazla etkileyen ülkeler sırasıyla; Türkiye (%1,9) ve ardından Almanya (%1,84) gelmektedir. En az etki düzeyine sahip ülkenin ise İtalya (%0,06) olduğu anlaşılmaktadır. Bütün ülkelerde, gemiyle taşınan yük miktarlarının imalat sanayilerini etkilediği belirlenmiştir. Gemiyle taşınan yük miktarlarının imalat sanayilerini en fazla etkileyen ülkeler sırasıyla; Almanya (%0,89) ve ardından Türkiye (%0,28) gelmektedir. En az etki düzeyine sahip ülkenin ise yine İtalya (%0,14) olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum denizyolu taşımacılığı Almanya'nın imalat sanayilerini diğer ülkelere göre daha çok etkilediği anlamına gelmektedir (Tablo 5). Denizyolu taşımacılığının imalat sanayileri üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar yapan Ma (2022), Lgberi ve Ogunniyi (2013) ve Emeç (2021) bu çalışmaya benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Araştırmada kullanılan veriler 2012-2021 yıllarını kapsamasından dolayı araştırmanın kısıtını oluşturmaktadır. Araştırmaya konu olan ülke sayıları ve kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçimi bir diğer kısıtı oluşturmaktadır.

Tüm verilere ulaşılabilmesinin çok maliyetli ve/veya mümkün olamamasından dolayı, belirlenen ülkeler ve tarih aralığı tercih edilmiştir. Geleceğe yönelik çalışmalarda, ülkeler arasında farklı taşıma türlerinin imalat sanayilerine veya ekonomiye etkileri araştırılabilir. Ayrıca, bağımsız değilken türleri çeşitlendirilerek sonuçlara etkisinin karşılaştırılması yapılabilir.

Araştırma sonucuna göre, ülkelerdeki denizyolu taşımacılığının imalat sanayilerinin gelişimine pozitif yönde etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Denizyolu taşımacılığının imalat sanayilerine etkisi en fazla olan GSYİH oranı en yüksek Almanya olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin değerlerine bakıldığında, gelişmekte olan bir ülke olması ve imalatın denizyoluna önemli oranda bağlı olduğu anlamına gelmektedir. Gemi sayıları, İngiltere hariç diğer ülkelerde imalat sanayilerini geliştiren bir unsurdur. İngiltere'nin gemi sayıları ile doğrudan ilişki kurulamamıştır. Bu durum İngiltere'nin gemi sayılarının imalattan daha çok ülke dışında ticari amaçla kullanılması anlamına gelebilmektedir. Gemi sayılarının artması özellikle Türkiye ve Almanya'nın imalatını daha fazla arttıracağı anlamına gelmektedir.

Türkiye ve Avrupa ülkelerinin imalat ve dış ticaretinde ağırlıklı olarak denizyolu taşımacılığını kullandığı anlaşılmaktadır. İmalat sanayileri açısından, denizyolu taşımacılığını en fazla kullanan ülkeler sırasıyla Almanya, Türkiye, Fransa, İtalya ve İngiltere olduğu söylenebilir. Fakat gemi sayıları, en çok Fransa'nın imalatını etkilemekte ve Türkiye ikinci sırada yer almaktadır. İngiltere'nin ardından gemi sayıları en az İtalya'nın imalatını etkilemektedir. Bu durum İtalya'nın imalat sanayileri için kendi gemilerinin yanında başka ülkelerin gemilerini ağırlıklı kullandığı anlamına gelmektedir.

Çalışmada, Türkiye'nin imalat sanayilerinin güçlenmesi için büyük ölçüde denizyolu taşımacılığına bağlı olduğu görülmektedir. Bu konuda Türkiye'nin yeterli büyüme potansiyeline sahip olduğu, denizyolu altyapısına ve ticarete (gemi sayıları, yük miktarını arttıracak unsur vb.) yeterli kaynak ve yöneticilerin vakit ayırması gerektiği anlamına gelmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Çalışkan, A., Öztürkoğlu, Y. (2020), "Konteyner Hatlarının finansal Performanslarının Operasyonen nitelikler üzerinden değerlendirilmesi", Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi, 0-2.

[2] Çetinkaya, M. Şahin, A. (2009), "Türkiye'de Toplam Kamu Harcamaları ve Üretim İlişkisi", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22, ss.105-115.

[3] Daniels, J. P., Von Der Ruhr, M. (2014), "Transportation Costs And US Manufacturing FDI. Review Of International Economics", 22(2), pp.299-309.

[4] Develi, E. İ. (2021), Lojistik Türlerinden Denizyolu Taşımacılığı ve Türkiye Pazarı Özelinde Bir Durum (Gzft) Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, ss.1640-1661.

[5] Dördüncü, H. (2021), Türkiye' De İhracat İle Konteyner Taşımacılığı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Nedensellik Analizi", Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi, 2021, 6(Özel Sayı):

[6] Emeç, A.S. (2021), "Türkiye'nin Deniz Yolu İhracatını Etkileyen Faktörler", Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 1(2), ss.1-14.

[7] EUROSTAT, (2022), https://ec.europa.eu/eurostat/data/database , 14.01.2023.

[8] Eygü, H., Kılınç, A. (2020), "OECD Ülkelerinin Lojistik Performans Endekslerinin Rıdge Regresyon Analizi İle Araştırılması", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2, 0-2.

[9] Germir, H. N., Korkmaz, M. (2015), "The Effect Of Maritime Transport On Industrial Production". International Refereed Academic Social Sciences Journal, 19, 19-19.

[10] Köseoğlu, S. D., Mercangöz, B. A. (2012), "2008 Küresel Finansal Krizinin Küçük Tonaj Gelirleri Üzerindeki Etkisinin Yapısal Kırılma İle Araştırılması", Denizcilik Fakültesi Dergisi, 4(1), ss.25-38.

[11] Ma, Z. (2022), "Analysis On The Adjustment Of Marine Economic Industrial Structure Based On The Least Square Regression Model", Discrete Dynamics İn Nature And Society.

[12] Matekenya, W., Ncwadi, R. (2022), "The İmpact Of Maritime Transport Financing On Total Trade in South

Africa", Journal Of Shipping And Trade, 7(1), pp.5.

[13] Mišura, A., Stanivuk, T., Šoda, J., Jugović, A. (2020), "Model Of Short-Term Forecasting Liner Maritime Transport İn The Port System: A Case Study For Split City Port", Pomorstvo, 34(2), pp.363–375.

[14] Morrissey, K., O'Donoghue, C., Hynes, S. (2011), "Quantifying The Value Of Multi-Sectoral Marine Commercial Activity İn Ireland", Marine Policy, 35(5), pp.721–727.

[15] Odorut, A.V., Palıu-Popa, L., Cırnu, D. (2016), "Interdependence Between Iron Ore Produc Tıon And Marıtıme Transport", Metalurgıja, 55(4), pp.859–861.

[16] Ogonna Igberi, C., Babatope, M., 2□, O. (2013), "Has Maritime Transport Sector Impacted On The Growth Of Nigeria's Economy?", Journal Of Business And Economics, 4(8), pp.2155–7950.

[17] Park, J. S., Seo, Y. J., Ha, M. H. (2019), "The Role Of Maritime, Land, And Air Transportation İn Economic Growth: Panel Evidence From OECD And Non-OECD Countries. Research İn Transportation Economics", 78(August), 100765.

[18] Peele, R.B. (1997), "The İmportance of Maritime Chokepoints", The US Army Parameters, Summer, pp.61-74.

[19] Polat, O., Uslu, E. E., Panel, U., Aydemir, C. (2011), "İmalat Sanayinde Dış Ticaret Ve İstihdamın Panel Veri Analizi", Business and Economics Research Journal, 2(3), ss.161–171.

[20] Sénquiz-Díaz, C. (2021), "The Effect of Transport And Logistics on Trade Facilitation And Trade: A PLS-SEM Approach", Economics, 9(2), pp.11–24.

[21] Silva, V. M. D., Novaes, A. G. (2017), "Analysis And Simulation Of Collaboration Policies Among Manufacturing İndustries And İts Effects On The Maritime Transportation Cost", Marine Systems And Ocean Technology, 12(2), pp.65–79.

[22] Teweldebrhan, B. T., Maghelal, P., Galadari, A. (2022), "Impact Of Additive Manufacturing On Maritime Transportation: A Review", Journal Of International Logistics And Trade, 20(4), pp.190–209.

[23] Topal, M., Eyduran, E., Yağanoğlu, A.M., SÖNMEZ, A.Y., Keskın, S. (2010), "Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge Ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı", Journal Of Agricultural Faculty Of Atatürk University, 41(1), 1300–9036.

[24] Tunalı, H., Akarçay, N. (2018), "Deniz Taşımacılığı İle Sanayi Üretim İlişkilerinin Analizi: Türkiye Örneği", İktisadi İdari Ve Siyasal Araştırmalar Dergisi, 3(6), ss.111–122.

[25] UTİKAD, (2020), Https://Www.Utikad.Org.Tr/İmages/Hizmetrapor/Utikadlojistiksektoruraporu 202053923, 05.01.2023.

[26] Uzgören, N., Uzgören, E. (2005), "Zaman Serilerinde Sahte Regresyon Sorunu Ve Reel Kamu Harcamalarina Yönelik Bir Ekonometrik Model Uygulaması", Akademik Bakış, 5, ss.1–14.

[27] Ünalmiş, A.N., Oğuz, Ş. (2019), "2008 Rusya-Gürcistan Savaşının Vekalet Savaşı Teorisi Açısından İncelenmesi", Karadeniz Araştırmaları, XVI/61, ss.31-41.

[28] Valentine, V. F., Benamara, H., Hoffmann, J. (2013), "Maritime Transport And İnternational Seaborne Trade", Maritime Policy And Management, 40(3), pp.226–242.

[29] Wilmsmeier, G., Martínez-Zarzoso, I. (2009), "Determinants Of Maritime Transport Costs – A Panel Data Analysis For Latin American Trade", Transportation Planning and Technology, Vol. 33, No. 1, pp.105-121

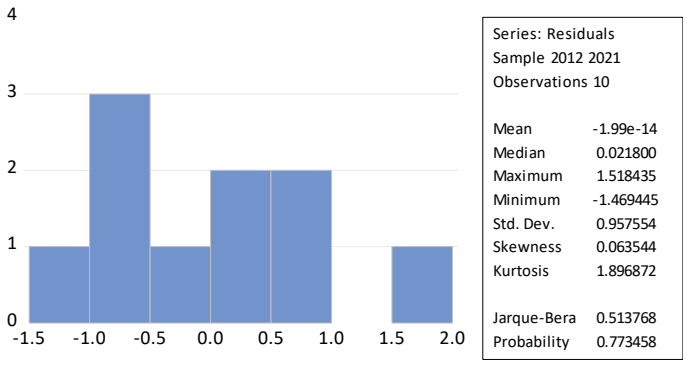
[30] Wold, S., Trygg, J. (2004), "The PLS Method -- Partial Least Squares Projections To Latent Structures And İts Applications İn İndustrial RDP (Research , Development , And Production)", PLS İn Industrial RPD For Prague, 1(June), pp.1–44.

[31] WTO, (2023), https://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/transport_e/transport_maritime_e.htm , 19.01.2023.

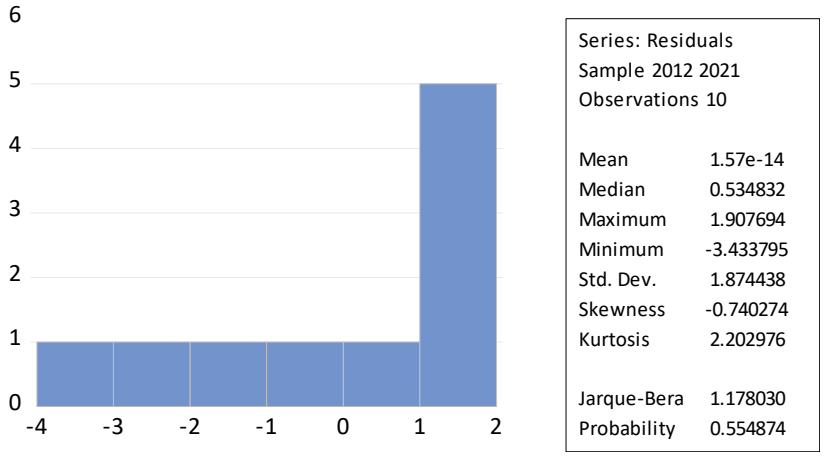
[32] Zivot, E. Ve Andrews, D. W. K. (1992), Further Evidence On The Great Crash, The Oil-Price Shock, And The Unit-Root Hypothesis. Journal Of Business And Economic Statistics 10(3), pp. 251-270.

EKLER

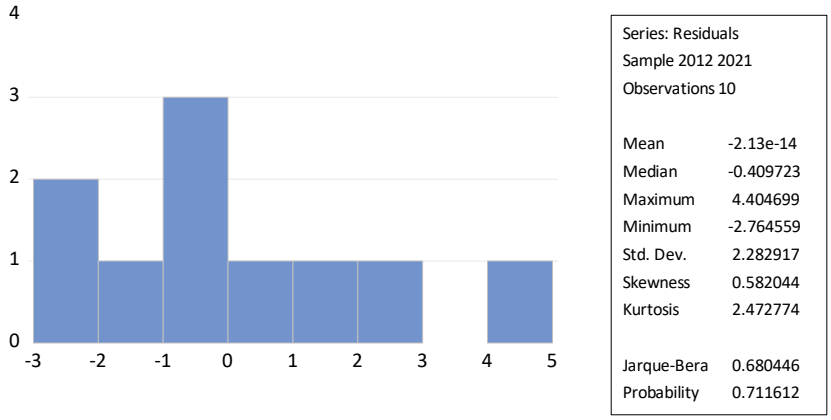
Kurulan modellerin Jarque-Bera normallik dağılımları aşağıdaki şekillerde (Şekil Ek 1-4) verilmektedir.



Şekil Ek 1: Fransa İçin Kurulan Modelin Jarque-Bera Normallik Dağılımı

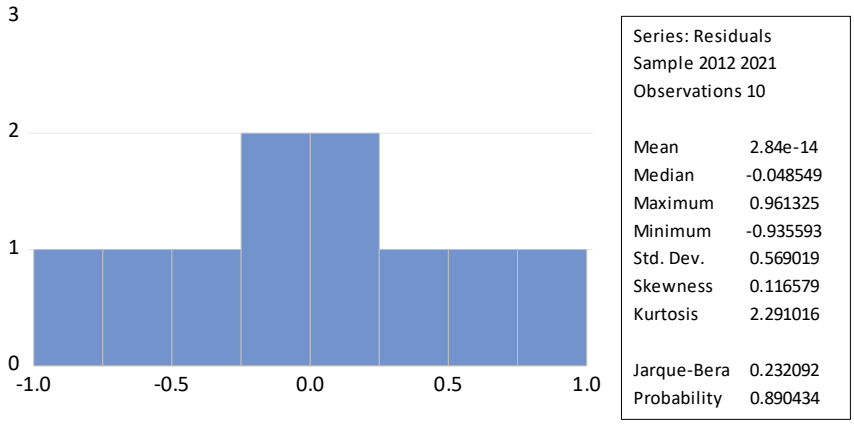


Şekil Ek 2: İtalya İçin Kurulan Modelin Jarque-Bera Normallik Dağılımı



Şekil Ek 3: Türkiye İçin Kurulan Modelin Jarque-Bera Normallik Dağılımı

Lojistik Dergisi ■Yıl 20 ■Sayı: 57 ■Sayfa 62-77 ■Haziran 2023



Şekil Ek 4: İngiltere İçin Kurulan Modelin Jarque-Bera Normallik Dağılımı

Öğr. Gör. Ramazan YILDIZ

Ramazan YILDIZ, 1978 yılı Mersin doğumludur. Lisans diplomasını 2001 yılında Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden almıştır. Yüksek lisans eğitimini 2015 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği'nde, Doktora eğitimini ise, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme alanında tamamlamıştır. Yaklaşık 3 yılı yurt dışında olmak üzere, uzun süre yurt içinde farklı işletmelerde, "üretim ve lojistik mühendisi", "üretim planlama mühendisi", "üretim planlama şefi" olarak görev yapmıştır. 2012 yılından beri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yenice Meslek Yüksekokulu Yönetim ve Organizasyon Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışan Ramazan YILDIZ, Nisan 2022 itibari Bölüm Başkanı görevini yürütmektedir.