

EDİTÖR

Prof. Dr. Mustafa TALAS

**NİCEL
KARAR
YÖNTEMLERİ**

Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

**MART
2025**

İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel
Yayına Hazırlayan • Gece Kitaplığı
Editör • Prof. Dr. Mustafa TALAS

Birinci Basım • Mart 2025 / ANKARA

ISBN • 978-625-388-246-4

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Adres: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt
No: 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40

www.gecekitapligi.com
gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt
Bizim Buro
Sertifika No: 42488

Nicel Karar Yöntemleri Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

Mart 2025

**Editör:
Prof. Dr. Mustafa TALAS**

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ: BİR LİTERATÜR TARAMASI

Emrah AĞIRBAŞ, Serap Pelin TÜRKOĞLU1

BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE KARAYOLU İLE YOLCU TAŞIMACILIĞINDA MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Zeliha KAYGISIZ ERTUĞ23

BÖLÜM 3

DENİZ TAŞIMACILIĞINDA BİRLEŞMİŞ MİLLETLER ÜYESİ ÜLKELERİN ETKİNLİKLERİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Fatih ALP, Nuray GİRGİNER45

BÖLÜM 4

AHP-TOPSIS HİBRİT METODU İLE SAHRA HASTANESİ MODELLEMESİ VE LOKASYON TESPİTİ

*Aslı ERGENEKON ARSLAN, Bülent TURAN,
Buket MÜSÜROĞLU* 65

BÖLÜM 1

ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ: BİR LİTERATÜR TARAMASI¹

Emrah AĞIRBAŞ²

Serap Pelin TÜRKOĞLU³

1 Bu çalışma, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Finans Anabilim Dalında hâlihazırda Doç. Dr. Serap Pelin Türkoğlu danışmanlığında yürütülen yüksek lisans tezine dayanarak hazırlanmıştır.

2 Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Finans Anabilim Dalı, emrahagirbas24@aybu.edu.tr, ORCID: 0009-0000-9692-2664.

3 Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Şerefikoçhisar Berat Cömertoğlu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, spturkoglu@aybu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9566-9898.

1. GİRİŞ

Endüstri devrimleri, tarihsel olarak buhar ve su gücünün kullanılması, elektrik gücünün yardımıyla seri üretim süreçlerinin hayata geçirilmesi ve elektronik ile bilgi teknolojilerinin entegrasyonu ile belirli bir evrimsel düzeye ulaşmıştır. Çağımızda dördüncü endüstriyel devrim olarak tanımlanan Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde köklü değişikliklere yol açmaktadır. 2011 yılında Hannover 'da gerçekleştirilen bir teknoloji fuarında ortaya çıkan bu kavram, hızla küresel bir etki yaratarak hem endüstriyel hem de akademik çevrelerde tartışılmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0, geleneksel üretim yöntemlerinin internet tabanlı teknolojilerle bütünleşmesini ifade eder. Bu bütünleşme, sistemdeki birimlerin birbirleriyle etkileşim kurmasını, gerçek zamanlı veri toplamayı ve bu veriler üzerinden en uygun kararların alınmasını mümkün kılar. Ayrıca, tedarik zincirinin ilk aşamasından son tüketiciye kadar olan tüm süreçlerin dijitalleşmesini de içermektedir (Ak ve Kağnıcıoğlu, 2021).

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, birden fazla kriterin dikkate alındığı karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılan etkili araçlardır. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler, ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilirliğini ve önemini daha da artırmıştır. Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 perspektifinde ÇKKV yöntemlerinin nasıl kullanıldığını incelemek ve bu alandaki literatürü taramaktır. Bu çalışma sırası ile Endüstri 4.0 kavramı ve unsurları, çok kriterli karar verme yöntemleri, literatürde çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak endüstri 4.0 düzeylerini değerlendiren çalışmalar, sonuç ve değerlendirme kısımlarından oluşmaktadır.

2. ENDÜSTRİ 4.0

2.1. Endüstri 4.0 Kavramı

Endüstri 4.0, Alman Hükümeti ve endüstriyel kuruluşlar tarafından üretim süreçlerinin otomasyonunu sağlamak amacıyla başlatılan bir girişimdir. 2011 yılında tanıtılan bu kavram, dijital teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonu ile imalat sektörünü dönüştürmeyi hedeflemektedir. Endüstri 4.0, bilgi teknolojileri ve otomasyonun birleşimiyle ortaya çıkan yeni teknik yetenekler sayesinde, geleneksel üretimden dijital üretime geçişi ifade eder (Mercan ve Atalay, 2024).

Endüstri 4.0, insanlık tarihindeki diğer üç sanayi devriminin ardından gelmiştir. İlk sanayi devrimi, 18. yüzyılın ikinci yarısında mekanik üretim tesislerinin yaygınlaşmasıyla başlamıştır. İkinci sanayi devrimi, 1870'ler-

de elektriğin kullanımı ve Taylorizm¹ ile ortaya çıkmıştır. Üçüncü sanayi devrimi ise 1970'lerde elektronik ve bilgi teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu ile gerçekteşmiştir (Hermann, Pentek ve Otto, 2016).

Endüstri 4.0'ın başlıca unsurlarını dokuz ana başlıkta inceleyebiliriz. Bunlar: bulut teknolojisi, arttırılmış gerçeklik, büyük veri ve analitik, katmanlı üretim, siber güvenlik, nesnelerin interneti, yatay ve dikey entegrasyon, simülasyon ve otonom robotlar (Tanç ve Öz, 2024).

2.2. Bulut Teknolojisi (Bulut İletişim)

Bulut teknolojisi, bilgisayar kaynaklarının (sunucular, depolama, veri tabanları, ağlar, yazılımlar) internet üzerinden talep üzerine sunulmasıdır. Bu teknoloji, işletmelerin esnekliğini artırır ve maliyetleri düşürür. Endüstri 4.0'da bulut teknolojisi, veri paylaşımını, iş birliğini ve uzaktan erişimi kolaylaştırır. Ayrıca, veri analitiği ve yapay zekâ tabanlı sistem uygulamaları için gerekli hesaplama gücünü sağlar (Xu, Xu, & Li, 2018, s. 2945).

2.3. Zenginleştirilmiş Gerçeklik (Arttırılmış Gerçeklik)

Zenginleştirilmiş gerçeklik, gerçek dünya görüntülerinin dijital bilgilerle (ses, video, grafik veya GPS verileri) zenginleştirilmesidir. Arttırılmış Gerçeklik (AR), özellikle eğitim, bakım-onarım ve tasarım alanlarında kullanılır. Örneğin, bir tekniker, AR gözlükleri kullanarak bir makinenin bakım talimatlarını gerçek zamanlı olarak görüntüleyebilir. Bu teknoloji, insan-makine etkileşimini artırarak hata oranlarını azaltır ve verimliliği artırır (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013, s. 12).

2.4. Büyük Veri ve Analitik

Büyük veri, geleneksel veri tabanı sistemlerinin işleyemeyeceği boyutta, hızda ve çeşitlilikteki veri kümelerini tanımlar. Bu veriler, yapısal, yarı yapısal veya yapısal olmayan formatta bulunabilir. Büyük veri analitiği, bu verilerden anlamlı bilgiler çıkarmak için makine öğrenmesi, istatistiksel analiz ve veri madenciliği gibi yöntemler kullanır. Endüstri 4.0'da büyük veri, üretim süreçlerinin optimizasyonu, tahmini bakım ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda kullanılır (Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

1 Taylorizm, Frederick Winslow Taylor tarafından geliştirilen ve iş gücü verimliliğini arttırmayı amaçlayan bir yönetim teorisidir. Bu yaklaşım, iş süreçlerini bilimsel yöntemlerle analiz ederek görevleri standartlaştırmayı, işçilerin uzmanlaşmasını ve üretim verimliliğini maksimize etmeyi hedefler.

2.5. Eklemeli Üretim (Katmanlı Üretim)

Uluslararası rekabetteki sürekli artış, küreselleşme ve endüstriyel olarak üretilen ürünlerin karmaşıklığı nedeniyle, geleneksel üretim tekniklerinin karşılayamadığı daha esnek ve verimli süreçlere yönelik bir talep görülmektedir. Eklemeli üretim teknolojisi olarak tanınan katmanlı üretim veya 3D yazıcı teknolojisi, artık bu zorluklara karşı koymak için olası yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (Mercan, 2024, s. 38-39).

2.6. Siber Güvenlik

Network'lerin, sistemlerin ve data'nın siber saldırılara karşı korunmasına yönelik uygulamalar, siber güvenliğin temelini oluşturur. Nesnelerin interneti (IoT) ve bulut teknolojisi gibi birbirine bağlı sistemlerin Endüstri 4.0'da artış göstermesi, siber güvenlik tehditlerini de artırmıştır. Bu yüzden, sistem güvenliği; şifreleme, kimlik doğrulama ve erişim kontrolü gibi tekniklerle desteklenir. (Hermann, Pentek, & Otto, 2016, s. 3932).

2.7. Nesnelerin İnterneti

Donanımsal aygıtların internet üzerinden birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan ağ yapısına, nesnelerin interneti adı verilir. Endüstri 4.0'da IoT, üretim hatlarındaki makinelerin, sensörlerin ve diğer cihazların birbirleriyle veri alışverişi yapmasını mümkün kılar. Bu, gerçek zamanlı izleme, otomasyon ve verimlilik artışı sağlar (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013, s. 15).

2.8. Yazılım Entegrasyonları (Yatay ve Dikey Entegrasyon)

Sistem entegrasyonu, üretim süreçlerinde teorik olarak daha yüksek operasyonel verimlilik, esneklik ve daha kapsamlı otomasyon sağlayan bağlantılı ağları ve hizmetleri kapsamaktadır. Bu ağ, bilgi ve veri akışının kesintisiz bir şekilde sağlanmasını mümkün kılarak, üretim süreçlerinin her aşamasının daha verimli ve uyumlu bir şekilde çalışmasını hedefler. Ayrıca, bu entegrasyon, yatay ve dikey entegrasyon yoluyla, farklı sistemler arasındaki iletişimi ve koordinasyonu artırarak daha entegre ve optimize edilmiş bir üretim yapısı oluşturur (Mercan, 2024).

2.9. Simülasyon

Simülasyonlar, gerçek dünya süreçlerinin bilgisayar ortamında modellenmesi ve analiz edilmesidir. Endüstri 4.0'da simülasyonlar, üretim süreçlerinin optimizasyonu, ürün tasarımı ve eğitim gibi alanlarda kullanılır.

Örneğin, bir fabrika düzeni, simülasyonlar kullanılarak test edilebilir ve en verimli konfigürasyon belirlenebilir (Xu, Xu, & Li, 2018, s. 2950).

2.10. Akıllı Robotlar (Otonom Robotlar)

Akıllı robotlar, yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojilerini kullanarak karmaşık görevleri yerine getirebilen robotlardır. Endüstri 4.0'da akıllı robotlar, insanlarla iş birliği içinde çalışabilir öğrenme yetenekleri sayesinde sürekli olarak kendilerini geliştirebilir. Bu robotlar, özellikle tekrarlayan ve tehlikeli görevlerde kullanılır (Hermann, Pentek, & Otto, 2016, s. 3935).

3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİ KULLANARAK ENDÜSTRİ 4.0 DÜZEYLERİNİ DEğERLENDİREN ÇALIşMALAR

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, birden fazla kriterin dikkate alındığı ve karar süreçlerinde kullanılan yapılandırılmış yaklaşımlardır. Modern ve rekabetçi iş ortamlarında, karmaşık ve çok boyutlu sorunların çözümünde etkili bir araç olarak kullanılırlar. Bu yöntemlerde, her bir alternatif, belirlenen kriterler doğrultusunda detaylı bir şekilde değerlendirilir. Bu sayede, alternatiflerin avantajları ve dezavantajları karşılaştırılabilir hale gelir. ÇKKV sürecinde, alternatiflerin performansı tüm kriterler bazında analiz edilirken, karar probleminin doğru şekilde formüle edilmesi ve kararın sağlamlığının (robustness) test edilmesi de büyük önem taşır. (Durak, 2024).

3.1. TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemini Kullanan Çalışmalar

TOPSIS yöntemi, optimum çözüme en yakın ve anti-ideal çözüme en uzak alternatifin belirlenmesi ilkesini temel alır. Bu yöntem, en fazla fayda sağlayan çözüme yakın olmayı hedeflerken, aynı zamanda ideal olmayan çözümden mümkün olduğunca uzak durmayı amaçlar. Bu hesaplamalar sırasında, yöntem Öklid mesafe yaklaşımını kullanarak alternatiflerin ideal ve ideal olmayan çözümlere olan uzaklıklarını ölçer (Arslankaya & Göraltay, 2019).

Tablo 1 - Endüstri 4.0 alanında TOPSIS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Uslu, B. Gür, Ş. Eren, T. (2019)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0'a geçiş yapmayı hedefleyen bir firmanın hangi kriterlere öncelik vermesi gerektiği ve hangi stratejileri izlemesi gerektiği, AAS ve TOPSIS kullanılarak analiz edilmiştir. İlk olarak, AAS yöntemiyle Endüstri 4.0'a ilişkin kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, bu ağırlıklar TOPSIS yöntemine aktarılarak, firmanın hangi stratejileri hangi sırayla uygulaması gerektiği ortaya konulmuştur.
Oktay, U. (2021)	Bu çalışmada, Türk Savunma Sanayii'nde faaliyet gösteren önde gelen şirketlerde iş görenlerin fikir ve düşünceleri alınarak belirlenen kriterler, savunma sanayii açısından geçerliliği diğer uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Bu süreçte, öncelikle MACBETH yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra, bu ağırlıklar TOPSIS yöntemine aktarılarak bir olgunluk modeli oluşturulmuştur.
Yalçın, A. Y. Çaylak, İ. (2020)	Bu çalışmada, ülkemizin Endüstri 4.0 dönüşüm sürecine hangi alandan başlaması gerektiği konusunda bir fikir sunulması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, Türkiye'deki altı temel iş kolundan istihdam, verimlilik, dış ticaret dengesi gibi karar verme kriterleri göz önünde bulundurularak AHP oluşturulmuştur. Ardından, ÇKKV Yöntemlerinden TOPSIS metodu kullanılarak sektörler arasında bir sıralama yapılmıştır.
Köküner, Z. (2018)	Bu çalışmada, firmaların dijital dönüşüm kapasitelerini değerlendirmek amacıyla bir yapı geliştirilmiştir. Dört ana kriter ve yirmi üç alt kriterden oluşan bir anket, beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren yedi işletme üzerinde uygulanarak bu kriterler doğrultusunda puanlama yapılmıştır. Daha sonra, MACBETH ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak firmaların dijitalleşme kapasitelerinin değerlendirilmesi ve bu süreçteki teknolojik adaptasyon düzeylerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.
Sağbaş, A. Dermenci, M.S. (2023)	Bu çalışmada, beyaz eşya endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmanın Endüstri 4.0 kapsamındaki teknolojik olgunluk düzeyini değerlendirmek amacıyla, Endüstri 4.0'ın çağdaş teknolojilerini içeren bir dijital olgunluk ölçüm matrisi tasarlanmıştır. Bu matrisin geliştirilmesi sürecinde, AHS ve TOPSIS yöntemlerine başvurulmuştur. Modelde yer alan temel ve alt kriterlerin ağırlıklandırılması için AHS yöntemi kullanılmış olup, bu süreçte firma bünyesindeki uzmanların görüşleri dikkate alınmıştır. Geliştirilen olgunluk modelinde temel kriterler olarak belirlenen Akıllı Fabrika, Akıllı Lojistik, Akıllı Yönetim ve Akıllı Operatör boyutlarının teknolojik olgunluk düzeyleri, TOPSIS yöntemi aracılığıyla analiz edilmiştir.

3.2. COPRAS (Complex Proportional Assessment)

“Karmaşık Oransal Değerlendirme” anlamına gelen COPRAS yöntemi, hem niteliksel hem de niceliksel ölçütleri bir arada değerlendirebilen etkili bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemidir. Bu yöntem, kriterlerin minimize edilmesi veya maksimize edilmesi gereken durumları dikkate alarak alternatiflerin sıralanmasını ve değerlendirilmesini sağlar. Bu nedenle, birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. COPRAS yöntemi, literatürde kullanılan birçok ÇKKV yöntemlerine kıyasla daha basit ve kullanımı kolay bir yöntemdir. COPRAS yöntemini diğer yöntemlerden farklı kılan temel özellik, alternatiflerin karşılıklı olarak kıyaslanması sonucunda her bir seçeneğin diğerlerine göre ne derece üstün veya zayıf olduğunu yüzdesel bir şekilde ifade edebilmesidir. (Özbek & Erol, 2016, s. 30-31).

Tablo 2 - Endüstri 4.0 alanında COPRAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Marşap, B. Kablan, A. (2022)	Bu araştırma kapsamında, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (BİST) bünyesinde işlem gören ve Türkiye’de operasyonlarını sürdüren otomotiv sektörü firmalarının 2014-2020 yılları arasındaki faaliyet raporları, Endüstri 4.0 ve COVID-19 süreçleri perspektifinde nitel analiz yöntemiyle ele alınmıştır. Aynı zaman dilimine ilişkin finansal performans verileri ise, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden biri olan COPRAS (Complex Proportional Assessment) metodu kullanılarak değerlendirilmiştir.
Şahin, C. (2019)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan sanayi devrimi, tarihsel süreçte meydana gelen endüstriyel dönüşümlerle kıyaslamalı bir şekilde ele alınmış ve bu devrimin temel unsurları detaylı olarak açıklanmıştır. G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0’a yönelik olgunluk seviyelerini tespit etmek amacıyla, birden fazla kriteri dikkate alan karar verme yöntemlerine başvurulmuş ve en uygun seçenekler değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, çalışmanın yapısına uygun şekilde, Entropi tekniği ile ağırlıklandırılmış COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

3.3. AHP (Analytic Hierarchy Process)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analitik Hiyerarşi Süreci), çoklu seçeneklerin ve karar alıcıların bulunduğu karmaşık karar problemlerinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, zorlu karar süreçlerinde asıl hedefin, ölçütlerin, bu ölçütlere bağlı alt ölçütlerin ve seçenekler arasındaki bağlantıların net bir şekilde ortaya konulması olduğunu öngörmektedir. Bu nedenle,

AHP uygulanırken hiyerarşik bir yapının oluşturulması gerekmektedir (Terzi, Gür & Eren, 2020).

Tablo 3 - Endüstri 4.0 alanında AHP yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Gürsoy, U. T. Akçay Kasapoğlu, Ö. Gürler, C. Bozkurt Uzan, Ş. (2019)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 sürecinde öncelik verilmesi gereken kriterlerin belirlenmesi amacıyla AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemleri kullanılmıştır. Yönetim Bilişim Sistemleri bölümü öğrencilerinden elde edilen anket verileri kullanılarak, Analitik Hiyerarşi Prosesi ve DEMATEL teknikleri ile Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri arasındaki önemli kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir.
Terzi, S. Gür, Ş. Eren, T. (2020)	Bu çalışmada, lojistik yönetimi, akıllı nesne ağları (IoT) ve Endüstri 4.0 kavramları ele alınmıştır. Endüstri 4.0 geçiş süreci çerçevesinde, akıllı nesne ağları teknolojisinin çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir tedarik ağlarında ortaya çıkarabileceği olası avantajlar araştırılmıştır. Literatür incelemesi sonucunda tespit edilen ölçütler, firmaların Sanayi 4.0'a geçiş sürecine ne derece hazır olduklarını ve bu süreci başarıyla uygulamak için hangi stratejileri benimsemeleri gerektiğini analiz etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu ölçütler, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Analitik Ağ Modeli (AAM) teknikleriyle önceliklendirilmiş ve elde edilen bulgular bu doğrultuda yorumlanmıştır.
Eğilmez, Ö. Koca, G. (2018)	Bu çalışmada, lojistik yönetiminin sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla Endüstri 4.0 girişimleri kapsamında karşılaşılan 18 temel zorluk tanımlanmıştır. Bu zorluklar, LinkedIn platformunda Endüstri 4.0 alanında yönetici pozisyonunda çalışan 150 uzmana uygulanan bir anket aracılığıyla değerlendirilmiştir. Anket sonuçları, Keşfedici Faktör Analizi (KFA) kullanılarak analiz edilmiş ve Endüstri 4.0'a ilişkin zorluklar dört ana boyuta ayrılmıştır. Daha sonra, AHP kullanılarak bu zorluklar ve alt zorluklar önem derecelerine göre kıyaslanarak sınıflandırılmıştır.

3.4. ANP (Analytical Network Process)

ANP Türkçe dilindeki karşılığı ile Analitik Ağ Süreci (AAS), çok kriterli ve karmaşık yapıya sahip karar problemleri için kapsamlı çözümler sunan bir tekniktir. AAS'de, alternatiflerin değerlendirilmesinde yalnızca sayısal veriler değil, uzman görüşleri gibi nitel değerlendirmeler de önemli bir rol oynar. Bu yöntem, çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olup, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'nden farklı olarak, kriterler ve alt kriterler arasında hiyerarşik bir düzenden ziyade karşılıklı etkileşimleri temel alır. Bunun yerine, kriterler arasındaki ilişkiler, etkileşimler ve hem dışsal hem de içsel bağımlılıklar dikkate alınır. Bu sayede daha esnek ve gerçekçi karar modelleri geliştirilebilir. (Terzi, Gür & Eren, 2020).

Tablo 4 - Endüstri 4.0 alanında AAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Özkaya, A. Gür, Ş. Eren, T. (2019)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde karşılaşılan temel engellerin tanımlanması amaçlanmıştır. Yapılan derinlemesine literatür analizi ve ekspertiz görüşleri doğrultusunda dört majör kriter ve yirmi minör alt kriter saptanmıştır. Belirlenen kriterlerin ve alt kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesi için Analitik Ağ Süreci (AAS) metodu uygulanmıştır.
Karakoç, N. Eren, T. Özcan, E. (2020)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş sürecinde ortaya çıkan zorlukların sürdürülebilir tedarik ağı yönetimi çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, kriterler arası ilişkileri ve bağımlılıkları dikkate alan Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi kullanılarak, dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılan olumsuz faktörler incelenmiş ve her bir kriterin önem derecesi belirlenmiştir.
Sert, Y. O. Gür, Ş. Eren, T. (2020)	Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 bağlamında personel seçim süreçlerinde dikkate alınan kriterlerin önem düzeylerini analiz etmek için Analitik Ağ Süreci (AAS) yönteminden yararlanmaktır. Bu analiz sonucunda, insan kaynakları yönetimi kararlarının daha stratejik ve verimli biçimde yönlendirilmesi amaçlanmaktadır.

3.5. DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)

DEMATEL, karar verme süreçlerinde karmaşık sistemlerin analizinde kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu teknik, sistemdeki faktörler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirlemeye ve görselleştirmeye olanak tanır. DEMATEL, özellikle çok kriterli karar verme problemlerinde, kriterler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkileri analiz ederek, faktörlerin birbirleri üzerindeki etkilerini sayısal olarak değerlendirir ve bu sayede sistemin genel yapısını anlamaya yardımcı olur (Organ, 2013).

DEMATEL yöntemi, sistemdeki tüm bileşenleri neden ve sonuç grupları olarak sınıflandırarak, karar vericilerin stratejik öncelikleri belirlemesine ve kritik müdahale alanlarını tespit etmesine olanak sağlar. Bu sayede, karmaşık sistemlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesi ve iyileştirilmesi mümkün olur (Organ, 2013).

Tablo 5 - Endüstri 4.0 alanında DEMATEL yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Durmaz, Z. Aksakal, E. (2023)	Bu araştırmadaki amaç, Endüstri 4.0 dönemi ışığında çevrimiçi alışveriş platformlarının kullanıcı tercihlerini şekillendiren temel unsurları belirlemektir. İncelenen faktörler arasında ürün çeşitliliği ve bilgi erişilebilirliği, teslimat sürekliliği ve doğruluğu, web tasarımının kullanıcı dostu olması, veri güvenliği ve gizliliği ile müşteri memnuniyeti gibi unsurlar yer almaktadır. Bu unsurlar arasındaki etkileşimler ve her bir faktörün diğerleri üzerindeki etkisi, DEMATEL yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma, çevrimiçi alışverişin rekabetçi yapısını ve bu alandaki önemli kriterlerin sıralamasını ortaya koyarak, platformların performansını geliştirmek için önerilerde bulunmaktadır.
Ömürganülşen, M. Çekiç, B. Ar, İ. M. (2020)	Bu araştırmada, lojistik sektöründeki işletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş süreçlerinde göz önünde bulundurması gereken temel faktörler incelenmiştir. Çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamalarının lojistik firmaları üzerindeki etkisini şekillendiren unsurların etkileşim düzeylerinin belirlenmesi ve bu unsurların öncelik sırasının ortaya konması amaçlanmıştır. Literatür taraması ile belirlenen bu unsurlar, Bulanık DEMATEL yöntemiyle analiz edilmiştir.

<p>Erdem, M. B. Yılmaz, A. (2024)</p>	<p>Bu çalışmada, dijital dönüşümün tedarik zincirinde sağladığı iyileştirmelerin belirlenmesi ve bu iyileştirmeler arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Değerlendirme sürecinde, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden DEMATEL tekniği kullanılmıştır. Çalışmada, 10 adet faktör değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, diğer faktörleri en fazla etkileyen unsurların iş birliği ve bilgi yönetimi olduğu, en fazla etkilenen faktörlerin ise maliyet ve tam zamanında üretim olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, diğer kriterlerle en yüksek ilişkiye sahip olan faktörlerin şeffaflık ve iletişim olduğu ortaya çıkmıştır.</p>
<p>Saçak, R. Gür, Ş. Eren, T. (2019)</p>	<p>Bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerinden biri olan nesnelerin internetinin (IoT) işletmelerde etkin bir şekilde uygulanabilmesi için etkileyen faktörler incelenmiştir. IoT'nin başarılı bir şekilde entegrasyonu için kritik rol oynayan unsurlar, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve DEMATEL gibi çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan analizler, işletmelerde IoT'nin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için en öncelikli faktörün güvenlik olduğunu ve bunun başarının sağlanmasındaki en belirleyici unsur olduğunu ortaya koymuştur.</p>
<p>Ilgın, M. A. Urkan, B., Kurtul, E. (2021)</p>	<p>Bu araştırma, Türkiye'deki imalat sektöründe Endüstri 4.0'a geçiş sürecini olumsuz yönde etkileyen faktörleri sistematik bir şekilde incelemektir. Araştırma sürecinde, öncelikle literatür taraması ve anket yöntemleri kullanılarak önemli engeller belirlenmiştir. Sonrasında, bu faktörlerin öncelik sıralamaları, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS ve DEMATEL teknikleriyle hesaplanmıştır.</p>
<p>Aygün, D. Satı, Z. E. (2021)</p>	<p>Bu araştırma, Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde KOBİ'lerin mevcut durumlarının analiz edilmesi ve hazır olma seviyelerinin değerlendirilmesi amacıyla, ERP sistemlerinin etkin kullanımını esas alan bir olgunluk modeli geliştirilmiştir. Modelin oluşturulmasında, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve DEMATEL teknikleri kullanılarak kriterler arası ilişkiler analiz edilmiş ve önceliklendirme yapılmıştır.</p>

3.6. CODAS (Combinative Distance-based Assessment)

CODAS metodu, çok kriterli karar verme (ÇKKV) alanında Ghorabae vd. tarafından 2016 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntem, alter-

natiflerin ideal ve anti-ideal çözüme olan uzaklıklarını belirleyerek, en iyi seçeneği belirlemeyi amaçlar (Ghorabae vd., 2016). CODAS yönteminin temel amacı, alternatifleri sıralarken kriterlerin birbirleriyle etkileşimlerini dikkate alarak, her alternatifin ideal çözüm ve anti-ideal çözüm ile olan mesafelerini ölçmektir.

Tablo 6 - Endüstri 4.0 alanında CODAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Eşiyok, S. Demircioğlu, M. (2022)	Bu araştırma, 2019 yılı verileriyle ülkelerin dijital dönüşüm performanslarını değerlendirmek amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. Kriter ağırlıkları CRITIC yöntemiyle hesaplanmış, performans sıralaması ise CODAS tekniğiyle belirlenmiştir.

3.7. ARAS (Additive Ratio Assesment)

ARAS yöntemi, bulanık mantık ve gri teori gibi yaklaşımlarla entegre edilebilme özelliğine sahiptir. Literatürdeki pek çok ÇKKV yöntemi, alternatiflerin ideal pozitif veya negatif çözüme olan uzaklıklarını temel alırken ya da fayda fonksiyonlarını ideal çözümlerle kıyaslar, ARAS yöntemi alternatiflerin fayda fonksiyonlarını araştırmacı tarafından eklenen optimal alternatifin fayda değeriyle karşılaştırmaktadır. Bu yaklaşım, karar verme sürecinde daha gerçekçi ve kapsamlı bir değerlendirme imkânı sunmaktadır. (Yıldırım, 2015).

Tablo 7 - Endüstri 4.0 alanında ARAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Nebati, E. E. (2024)	Bu çalışmada, tekstil sektöründe Endüstri 4.0 teknolojileri ve uygulamaları üzerine bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin değerlendirilmesinde BWM yöntemi kullanılmış, uygulamaların sıralanmasında ise ARAS ve OCRA yöntemleri uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, sistem entegrasyonunun en önemli kriter olduğunu ortaya koyarken, Endüstri 4.0 uygulamalarında en yüksek önceliğin gerçek zamanlı verimlilik hesaplamalarına verildiği sonucunu göstermektedir.

3.8. ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English)

ELECTRE, temel olarak alternatiflerin sıralanması veya sınıflandırılmasında kullanılan bir karar verme metodudur. Yöntemin temel ilkesi, her alternatifin güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirecek bir karşılaştırma yapmak ve ideal çözümü belirlemektir. Bu sayede, karar verici için en uygun seçenek seçilebilir. ELECTRE, karar vericinin subjektif tercihleri doğrultusunda alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılmasını sağlar (Munda & Nardo, 2005).

Yöntemin temel özelliklerinden biri, alternatiflerin karşılaştırılmasında tercih fonksiyonları kullanılmasıdır. Bu fonksiyonlar, her kriterin doğasına göre alternatiflerin değerlerini değerlendiren fonksiyonlardır. ELECTRE yöntemi, ideal çözüm (pozitif akış) ve anti-ideal çözüm (negatif akış) kavramlarını kullanarak alternatifler arasındaki mesafeleri hesaplar (Roy, 1996). Bu hesaplamalar sayesinde, her bir alternatifin ne kadar uygun olduğu belirlenir.

Tablo 8 - Endüstri 4.0 alanında ELECTRE yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Balkan, D. (2020)	Bu çalışmada, enerji üretimi ve dağıtımında en yüksek verimliliği sağlayacak bölgenin belirlenmesi amacıyla enerji tesisi lokasyon seçimi ele alınmıştır. Araştırmada, kamu sektörü uzmanlarından elde edilen görüşlerle karar aşamasında etkili olan faktörler tespit edilmiş ve bu faktörlerin öncelikleri, ikili lojistik model kullanılarak belirlenmiştir. Türkiye’de ilk kez bu araştırmada dikkate alınan faktörler, önem sırasına göre sıralanmış ve detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. ELECTRE yöntemi ile potansiyel bölgeler üzerinde incelemeler yapılmış, her bir bölgeye ait yedi farklı ölçüt üzerinden uyumluluk, uyumsuzluk ve eşik matrisleri oluşturulmuştur. Nihayetinde, enerji üretim tesislerinin kurulabileceği beş farklı alternatif bölge öneri olarak sunulmuştur.

3.9. SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis)

ÇKKV problemlerinde sonucu etkileme özelliğine sahip, özelliklerin veya kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesine imkân veren yöntemlerden biri olan SWARA yöntemidir. Ağırlık belirlenirken uzmanların kriterlerin önem derecelerine ilişkin görüşlerini tahmin edebilme yeteneği, bu yöntemin ana unsurunu oluşturmaktadır ve bundan

dolayı uzman odaklı yöntem olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem, uzmanların verilerini koordine etmek ve toplamak için kullanışlıdır. SWARA uygulamaları karmaşık değildir ve çeşitli alanlardaki uzmanlar bu yöntemi kolayca uygulayabilir (Mercan, 2024, s. 59).

Tablo 9 - Endüstri 4.0 alanında SWARA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Erdem, M. B. Koska, A. (2023)	Bu çalışma, üretim süreçlerinde verimliliği artıracak robot seçiminde en uygun alternatifi belirlemeyi hedeflemiştir. Robot seçiminde kullanılan kriterler arasında verimlilik, üretim hızı ve ürün kalitesi ön planda yer almaktadır. Bunun yanı sıra, robotların mekanik ağırlık ve hacmi gibi faktörler ise daha düşük öneme sahiptir. Çalışma, SWARA ve bulanık TOPSIS tekniklerini birleştirerek robot alternatifi sıralaması yapılmasını sağlamıştır. Bu araştırma, endüstriyel robot seçiminde karar vericilerin çeşitli değişkenleri etkili bir biçimde değerlendirebilmeleri için sistematik bir yöntem sunmuştur.
Aka, D. Ç. (2024)	Bu çalışmada, Türkiye'deki küçük ve orta ölçekli işletmelerin Endüstri 4.0 ve dijital dönüşümle ilgili tutumlarını analiz etmek ve bu süreçte kazandıkları bilgi düzeyinin gelişim potansiyelini değerlendirmektir. Çalışma, beş yıl önce yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin aynı katılımcılarla tekrarlanması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, işletme yöneticilerinin 2017 yılına kıyasla Endüstri 4.0 alanında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve bu konudaki farkındalıklarının arttığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın bir diğer bölümünde ise, uzmanlardan alınan görüşler ışığında SWARA uygulaması yapılmıştır.

3.10. PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)

PROMETHEE çok kriterli karar verme problemlerinde alternatifleri sıralamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu metod, her bir alternatifin kriterlere göre değerlendirilmesini ve bu değerlendirmelerle alternatiflerin karşılaştırılmasını sağlar (Brans, 1982). Alternatifler arasındaki tercihler, karar vericinin belirlediği ağırlıklara göre hesaplanır ve sıralama yapılır (Mousseau ve Roy, 1998). PROMETHEE, çok sayıda kriterin dikkate alındığı karar verme süreçlerinde subjektif yargıları da hesaba katarak doğru tercihi belirlemeye yardımcı olur. Sonuç olarak, bu yöntem, karmaşık ka-

rar alma süreçlerinde alternatifleri net bir şekilde sıralamak için etkili bir araçtır (Brans, 1982; Mousseau & Roy, 1998).

Tablo 10 - Endüstri 4.0 alanında PROMETHEE yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar

Yazar	Çalışmanın İçeriği
Taşkın, E. Gezik, N. Yumuşak, R. Eren, T. (2022)	Bu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminin kritik unsurlarından biri olan depo ve sevkiyat yönetimi için en uygun RFID teknolojisinin seçimi ele alınmıştır. Endüstri 4.0 dönüşümünü tamamlamamış olan işletmelerin bu teknolojiye yatırım yaparken karşılaştığı yüksek maliyetler ve sektörel farklılıklar göz önünde bulundurulmuştur. Araştırma kapsamında, bahsi geçen firma için 6 farklı RFID teknolojisi, 7 önemli kriter ışığında değerlendirilmiştir. Çalışmada, RFID teknolojisi seçimi için ANP, PROMETHEE ve MAUT yöntemlerinin entegrasyonu ilk kez kullanılarak sektöre özgü bir çözüm önerisi sunulmuştur. Bu yöntem birleşimi, sektöre katkı sağlayacak bir yenilik sunmaktadır.
Deringöz, A. Danışan, T. Eren, T. (2021)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 dönemi ile birlikte endüstriyel alanda kullanılan akıllı gözlüklerin seçim problemi ele alınmıştır. Çalışma, sektörün lideri olan yedi farklı akıllı gözlük alternatifini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Seçim kriterleri olarak ürün maliyeti, pil ömrü, ergonomik tasarım, dahili bellek kapasitesi ve görüş alanı belirlenmiştir. Bu kriterler ışığında, alternatifler çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) ile incelenmiştir. AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve ardından bu ağırlıklar, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile çözülmüştür. Sonuçlar, her iki yöntemle yapılan analizlerde farklı alternatiflerin en uygun seçenek olarak sıralandığını göstermiştir.

Demirel, B. E. Tınmaz, G. Güven, E. Eren, T. (2024)	Bu araştırma, Türk savunma sanayisinde faaliyet gösteren firmaların dijital gelişim düzeylerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Dijital olgunluk, şirketlerin akıllı üretim sistemlerini ne kadar etkin kullanarak verimliliklerini arttırabildikleri bir ölçüt olarak ele alınmıştır. Çalışmada, firmaların dijital olgunluk seviyelerini belirlemek için AHP yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmış, TOPSIS ve PROMETHEE kullanılarak sıralama yapılmıştır. Bu çalışma, sektördeki firmaların dijital dönüşüm süreçlerine yönelik yeni stratejik yaklaşımlar geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.
---	--

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Endüstri 4.0, sanayide yeni nesil dönüşüm olarak tanımlanan ve üretim süreçlerinin dijitalleşmesi, otomasyonu ve akıllı sistemlerin entegrasyonu ile karakterize edilen bir dönüşüm sürecidir. Bu süreç, geleneksel üretim yöntemlerinden dijital üretime geçişi ifade ederken, aynı zamanda büyük veri, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ, bulut bilişim ve siber güvenlik gibi teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonunu da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 perspektifinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin nasıl kullanıldığı incelenmiş ve bu alandaki literatür taranmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, Endüstri 4.0 kavramı ve bu kavramın temel unsurları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Endüstri 4.0'ın dokuz temel bileşeni olan artırılmış gerçeklik, katmanlı üretim, yatay ve dikey entegrasyon, bulut teknolojisi, büyük veri ve analitik, siber güvenlik, nesnelerin interneti,, simülasyon ve otonom robotların üretim süreçlerine nasıl entegre edildiği ve bu entegrasyonun endüstriyel verimlilik ve rekabet gücü üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Bu bileşenler, Endüstri 4.0'ın yalnızca teknolojik bir dönüşümle sınırlı kalmayıp, iş modelleri, tedarik zincirleri ve insan kaynakları yönetimi gibi alanlarda da derinlemesine değişimler gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

İkinci bölümde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin Endüstri 4.0 bağlamında nasıl kullanıldığı incelenmiştir. ÇKKV yöntemleri, çok sayıda kriterin göz önünde bulundurulduğu karmaşık karar sorunlarının çözümünde güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın sunduğu devrimsel gelişmeler bu yöntemlerin uygulanabilirliğini ve önemini daha da artırmıştır. Özellikle TOPSIS, COPRAS, AHP, AAS, DEMATEL, CODAS, ARAS, ELECTRE, SWARA ve PROMETHEE gibi yöntemler, Endüstri 4.0'ın farklı boyutlarını değerlendirmek ve karar verme süreçlerini optimize etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemler, firmaların dijital

dönüşüm süreçlerinde karşılaştıkları karmaşık problemleri çözmek ve en uygun stratejileri belirlemek için önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölümde ayrıca literatürde Endüstri 4.0 düzeylerini değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerini kullanan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar, farklı sektörlerde (örneğin, savunma sanayii, otomotiv, beyaz eşya, tekstil vb.) Endüstri 4.0'ın uygulanabilirliğini ve etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Özellikle TOPSIS yöntemi, firmaların dijital dönüşüm stratejilerini belirlemek ve Endüstri 4.0'a geçiş süreçlerini en uygun hale getirmek için sıklıkla kullanılmıştır. AHP ve DEMATEL gibi yöntemler ise kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve faktörler arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi açısından öne çıkmaktadır. Bu çalışmalar, Endüstri 4.0'ın farklı sektörlerdeki yarattığı etkileri kavramak ve bu süreçte karşılaşılan zorlukları aşmak için önemli bir bilgi birikimi sağlamaktadır.

Sonuç olarak, Endüstri 4.0'ın bize sunduğu dijital dönüşüm süreci, firmaların karar verme mekanizmalarını da önemli ölçüde değiştirmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, bu süreçte firmaların karşılaştıkları karmaşık problemleri çözmek ve en uygun stratejileri belirlemek için kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, Endüstri 4.0 perspektifinde ÇKKV yöntemlerinin nasıl kullanıldığını inceleyerek, bu alandaki literatüre katkı sağlamayı amaçlamıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı sektörlerdeki firmaların dijital dönüşüm süreçlerinde karşılaştıkları zorlukların daha detaylı bir şekilde incelenmesi ve bu zorlukların aşılmasına yönelik yeni ÇKKV yöntemlerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik, çevresel etkiler ve sosyal sorumluluk gibi boyutlarının da ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi, bu alandaki çalışmaların daha kapsamlı hale gelmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma, çok kriterli karar verme yöntemleri ile Endüstri 4.0 arasındaki ilişkiyi anlamak isteyen araştırmacılar ve uygulayıcılar için önemli bir kaynak olma potansiyeli taşımaktadır. Endüstri 4.0'ın hızla gelişen teknolojileri ve bu teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonu, gelecekte de karar verme süreçlerini şekillendirmeye devam edecektir. Bu nedenle, bu alanda yapılacak yeni çalışmalar hem akademik hem de endüstriyel anlamda büyük bir öneme sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

- Ak, A. E., & Kağncıoğlu, C. H. (2021). Endüstri 4.0'in Etkisiyle Gelişen Lojistik 4.0: Sistematik Bir Literatür İncelemesi. In *International Sustainable Business and Economic Strategies Congress* 10-11.
- Aka, D. Ç. (2024). Evaluation of The Change in Perspectives of SME Executives Towards The Industry 4.0 Process and Opportunities in Digital Transformation with The SWARA Method. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (67), 45-53.
- Aygün, D., & Satı, Z. E. Türkiye'deki Kobi'lerin Endüstri 4.0 Faaliyetleri Açısından ERP Kullanım Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Analizi (Doktora Tezi).
- Balkan, D. (2020). Endüstri 4.0 Sürecinde ELECTRE Yöntemi ile Enerji Tesis Yer Seçiminin Gerçekleştirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 238-253.
- Brans, J. P. (1982). PROMETHEE: A New Method for the Selection of the Best Alternative. In M. L. G. & J. M. (Eds.), *Multi-criteria Decision Methods: Applications* (pp. 221-229). Springer.
- Demirel, B. E., Tınmaz, G., Güven, E., & Eren, T. (2024). Türk Savunma Sana-yiinde Dijital Olgunluk Seviyelerinin Karşılaştırılması. *Verimlilik Dergisi*, 58(4), 555-572.
- Deringöz, A., Danışan, T., & Eren, T. (2021). Endüstriyel Giyilebilir Teknolojilerin ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi ve Seçimi. *Ergonomi*, 4(1), 10-21.
- Durak, İ. (2024). Çok Kriterli Karar Verme: Temel Yöntemler, Süreçler ve Hibrit Yaklaşımı. *Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 1.
- Durmaz, Z., & Aksakal, E. (2023). Endüstri 4.0 Temelinde Online Alışveriş Sitelerinin Seçiminde Dikkate Alınacak Kriterlerin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(Özel Sayı), 1147-1155.
- Eğilmez, Ö., & Koca, G. (2018). Gelişmekte Olan Ekonomilerde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri için Endüstri 4.0 Girişimlerine Yönelik Güçlüklerin Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1521-1536.
- Erdem, M. B., & Koska, A. (2023). Endüstri 4.0 Kapsamında Robot Seçimi: SWARA ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu ile Metal Mutfak Eşyası İmalatında Bir Uygulama. *Business & Management Studies: An International Journal*, 11(3), 752-771.
- Erdem, M. B., & Yılmaz, A. (2024). Endüstri 4.0'ın Tedarik Zincirine Etkilerinin DEMATEL Tekniği ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası Stratejik Boyut Dergisi*, 3(1), 17-30.

- Eşiyok, S., & Demircioğlu, M. (2022). OECD Ülkelerinin Endüstri 4.0 Düzeylerinin CRITIC ve CODAS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(43), 377-398.
- Gürsoy, U.T., Akçay Kasapoğlu, Ö., Gürler, C. & Bozkurt Uzan, Ş. (2019). “Endüstri 4.0 Bileşenlerinin AHP ve Dematel Yöntemleri ile İncelenmesi”, *International Social Sciences Studies Journal*, 5(52): 7121-7132.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Hawaii International Conference on System Sciences*, 3928–3937.
- Ilgın, M. A., Urkan, B., & Kurtul, E. (2021). Türk İmalat Sanayinin Endüstri 4.0’a Geçiş Sürecini Olumsuz Etkileyen Faktörlerin Kalite Evi ve Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 591-599.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of The Industrie 4.0 Working Group.
- Karakoç, N., Eren, T., & Özcan, E. (2020). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi için Endüstri 4.0’daki Zorlukların Değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 215-233.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antuchevičienė, J. (2016). A New Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making. 25-44.
- Kökümer, Z. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Beyaz Eşya Sektöründe Endüstri 4.0 Dijital Dönüşüm Yetkinlik Analizi (Yüksek Lisans Tezi).
- Marşap, B., & Kablan, A. (2022). BIST Otomotiv Sektöründe Listelenen Şirketlerin Finansal Performanslarının Endüstri 4.0 ve Covid 19 Kapsamında COPRAS Yöntemi ile Analizi. *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 22(67), 41-56.
- Mercan, T. (2024). Endüstri 4.0 Unsurlarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Bir Üretim İşletmesi Araştırması (Doktora tezi).
- Mercan, T., & Atalay, M. (2024). Endüstri 4.0 Dijital Teknolojiler (Üretimde Dijital Dönüşüm). Çizgi Kitapevi.
- Mousseau, V., & Roy, B. (1998). Comparing the PROMETHEE and the ELECTRE Methods for Ranking Multi-criteria Decision Problems. *European Journal of Operational Research*, 110(2), 268-281.
- Munda, G., & Nardo, M. (2005). Non-Compensatory Decision Methods in Multi-Criteria Decision Analysis: ELECTRE and Its Applications. In *Multiple Criteria Decision Analysis: State of The Art Surveys*. Springer, 267-296.

- Nebati, E. E. (2024). Tekstil Sektöründe Endüstri 4.0 Perspektifinde Dijital Teknoloji Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*.
- Oktay, U. (2021). Türk Savunma Sanayisi İçin Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli Geliştirilmesi (Yüksek Lisans Tezi).
- Organ, A. (2013). Bulanık Dematel yöntemiyle makine seçimini etkileyen kriterlerin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 157-172.
- Ömürgönülşen, M., Çekiç, B., & Ar, İ. M., (2020). Lojistik Firmalarında Endüstri 4.0 Uyum Sürecinde Dikkate Alınacak Faktörlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 167-184.
- Öz, A. Ö., & Taç, Ş. G. (2024). Endüstri 4.0 Kapsamında Lojistik 4.0'ın İncelenmesine Yönelik Teorik Bir Çalışma. *The Journal of Academic Social Science*, 110, 460-469.
- Özbek, A., & Erol, E. (2016). COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1), 23-42.
- Özkaya, A., Gür, Ş., & Eren, T. (2019). Endüstri 4.0'a Geçiş Sürecinin Analitik Ağ Süreci ile Değerlendirilmesi. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 59-74.
- Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers.
- Saçak, R., Gür, Ş., & Eren, T. (2019). AHP ve DEMATEL Yöntemleri ile Nesnelerin İnternetinin İşletmelerde Yapılan Uygulamalarının Analizi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 82-95.
- Sağbaşı, A., & Dermenci, M. S. (2023). Dijital Dönüşüm Ekseninde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Endüstri 4.0 Olgunluk Modelinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(2), 74-85.
- Sert, Y. O., Gür, Ş., & Eren, T. (2020). Dördüncü Sanayi Devriminin Personel Seçimi Süreçlerine Etkisinin Değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (55), 191-202.
- Şahin, C. (2019). Ülkelerin Endüstri 4.0 Düzeylerinin COPRAS Yöntemi ile Analizi: G-20 Ülkeleri ve Türkiye (Yüksek Lisans Tezi).
- Taşkın, E., Gezik, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). Depo Yönetiminde Endüstri 4.0 Uygulaması: Bir İşletme için RFID Teknoloji Seçimi. *Endüstri Mühendisliği*, 33(1), 194-211.
- Terzi, S., Gür, Ş., & Eren, T. (2020). Sürdürülebilir Tedarik Zincirine Endüstri 4.0 Etkisinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(1), 511-528.

- Uslu, B., Gür, Ő., & Eren, T. (2019). Endüstri 4.0 Uygulaması için Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Eskişehir Technical University Journal Of Science & Technology B-Theoretical Sciences*, 7(1).
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of The Art and Future Trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Yalcıner, A. Y., & Çaylak, İ. (2020). Türkiye’de Dijital Dönüşüme Başlangıç için AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Sektörel Sıralama. *Academic Platform-Journal Of Engineering And Science*, 8(2), 258-265.
- Yildirim, B. F. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(9), 285-296.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildiene, S. (2012). Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Methods in Economics and Management. Springer Science & Business Media.

BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE KARAYOLU İLE YOLCU TAŞIMACILIĞINDA MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER¹

Zeliha KAYGISIZ ERTUĞ²

1 Bu çalışma, 09.05.2024 tarihinde tamamlanan 202017027 kodlu “Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Müşteri Memnuniyetinin Ölçümü: Eskişehir İli Örneği” başlıklı ESOĞU BAP (Normal Araştırma Projesi) projesinden türetilmiştir.

2 Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İşletme Bölümü, Orcid: 0000-0003-1488-2377

Giriş

Hizmet sektörünün önemli faaliyet kollarından birisi olan ulaştırma sektörü, yolcuların ve yüklerin karayolu, havayolu, demiryolu ve deniz yoluyla taşımaları esasına dayanmaktadır. Türkiye’de ulaşım sektöründe, yük ve yolcu taşımalarının büyük kısmı karayoluyla yapılmaktadır. Bu nedenle, karayoluyla taşımaları yapan firmalar arasında büyük rekabet yaşanmaktadır. Bu rekabet, sektörde çalışanların hem daha iyi ve kaliteli hizmet vermesini hem de yüksek müşteri memnuniyeti sağlamasını zorunlu hale getirmektedir.

İstihdama ve ekonomiye sağladığı yüksek katkı payı ile önemli bir sektör olan hizmet sektöründe çalışan firmaların, yüksek rekabetin yaşadığı günümüzde faaliyetlerini artırmak hatta sektörde kalabilmek için müşteri memnuniyeti sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada şehirlerarası yolcu taşımaları yapan otobüs firmalarının müşteri memnuniyetini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Müşteri memnuniyetini etkileyen faktörlerin belirlenmesinin bu sektörde çalışan firmalara yüksek müşteri memnuniyeti sağlama politikası oluşturmalarında fikir sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında çeşitli demografik değişkenler ile memnuniyeti etkileyen faktörler arasındaki ilişki incelenmiştir. Hangi değişkenlerin, memnuniyeti ne düzeyde etkilediğini saptamak firma yöneticilerine yaşanabilecek bir sıkıntıda (ekonomik) iyileştirme yapmaları gereken alanda katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla çalışma kapsamında ulaşılabilecek sonuçların, yolcu taşımaları sektöründe çalışanlara hatta daha geniş anlamda hizmet sektöründe çalışanlara yüksek müşteri memnuniyetinin nedenleri ve getirileri hakkında bilgi vereceği düşünülmektedir. Böylelikle müşterileri anlayan ve kaliteli hizmet veren firmalar sayesinde, yolcuların seyahat ederken toplu taşıma araçlarını daha çok kullanmaları beklenmektedir.

Yolcu taşımalarının geçmişinin uzun yıllara dayanmasından dolayı, bu alanda çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genellikle sektördeki firmaların; performans değerlendirmesi, müşteri memnuniyet düzeyi ve bu memnuniyeti etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmaların uygulama alanlarında ise genellikle, Regresyon analizi, Yapısal eşitlik modellemesi, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir:

Yeh vd. (2000), Taipei şehrindeki 10 otobüs firmasının performansını değerlendirmek amacıyla bulanık çok kriterli tekniklerden yararlandıkları çalışmalarında 5 ana kriter ve 18 alt kriter belirlenmiş, bu kriterlere göre otobüs firmalarının performans sıralaması yapılmıştır.

Pantouvakis (2010), Yunanistan'da Piraeus limanı'nı kullanan yolcuların memnuniyetlerini değerlendirmiştir. 434 yolcudan elde edilen verilere açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizlerini uygulamışlardır. SERVQUAL ve Nordic modellerini kullanarak yeni bir model önerisinde bulunmuşlardır.

Dell'Olio vd. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında İspanyanın Santander şehrinde halk otobüslerini kullananların, toplu taşımacılık hizmetlerinin kalitesini nasıl algıladıklarını araştırmışlardır. Ele aldıkları değişkenlerin kategorik formda olmasından dolayı Probit modellerden yararlanmışlar ve hangi değişkenlerin hizmet kalitesini daha çok etkilediğini belirlemişlerdir. Bu değişkenleri inceleyerek, halkın genel kalite algısını geliştirmek için, gelecekteki pazarlama politikalarının nereye yönlendirileceğine dair önerilerde bulunmuşlardır.

Yapraklı ve Ünalın (2016) şehirlerarası otobüs işletmelerinde hizmet kalitesinin ölçülmesini ve hizmet kalitesinin müşteri sadakatine etkisinin belirlenmesini amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde okuyan 398 öğrenciye SERVPERF hizmet kalitesi ölçeğini uygulamış ve verilere t-testi, faktör analizi ve regresyon analizlerini yapmışlardır. Araştırma sonuçlarında, hangi değişkenlerin hizmet kalitesi üzerinde daha önemli olduğunu belirtmiş ve hizmet kalitesinin müşteri sadakatini etkilediği sonucuna varmışlardır.

Özdipçiner ve Ceylan (2017), çeşitli demografik değişkenlerin hizmet kalitesi algısında yarattığı farklılığı araştırmışlardır. Şehirlerarası taşımacılık yapan bir seyahat işletmesinin yolcularına uygulanan anketle veriler elde edilmiş ve t testi, Anova ve Scheffe analizi ile veriler analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, demografik kriterlerin (cinsiyet, yaş, eğitim, gelir, deneyim), hizmet kalite algısı üzerinde önemli farklılıklar yarattığını tespit etmişlerdir.

Yukarıda kısaca özetlenen çalışmalardan da görüldüğü gibi: yabancı literatürde hem karayolu hem havayolu ile yolcu taşımacılığı alanında çalışılırken, yerli literatürde karayolu ile yolcu taşımacılığı alanındaki çalışmalar daha fazla yer almaktadır. Bu çalışmalarda genel olarak betimsel istatistikler yardımıyla müşterilerin memnuniyet düzeyleri ve çeşitli demografik özellikler bakımından farklılıkları belirlenmeye çalışılmıştır (Aksoy vd., 2003). Birkaç farklı çalışmada ise şehirlerarası ve şehir içi ulaşımda yalnızca firmaların tercih sıralamasının yapıldığı görülmüştür (Güner, 2017; Ay Türkmen ve Bildik, 2015).

Dolayısıyla karayolu ile ulaşım sağlayan firmaların müşteri memnuniyet düzeyinin ölçüldüğü, bu memnuniyet düzeyini etkileyen faktörlerin belirlendiği, belirlenen faktörler ile demografik değişkenler arasındaki farklılığın araştırıldığı bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Bu

sebeple, bu çalışmanın amacı müşteri memnuniyetini etkileyen faktörlerin açıklayıcı faktör analizi ile boyutlandırılması ve belirlenen faktörler ile demografik değişkenler arasındaki farklılığın bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) teknikleri ile araştırılmasıdır.

Yöntem

Çalışmanın evrenini Nisan 2023- Haziran 2023 ayları arasında, Eskişehir-Ankara hattında yolcu taşımacılığı yapan tüm otobüs firmalarını kullanan yolcular oluşturmaktadır. Eskişehir ilinin konumunun diğer illere kolay ulaşım imkânı sağlaması, nüfus yoğunluğunun yüksek olması ile farklı kültür ve gelir düzeylerinin temsil kabiliyeti bulunması gibi gerekçelerle çalışma için Eskişehir ili çalışma kapsamına alınmıştır. Ancak çalışma evrenini bütünü ile ele almak zaman ve mali kaynak açısından mümkün olmayacağından, otobüs firmalarının tabakalar olarak alındığı tabakalı örnekleme tekniğinden yararlanılmıştır. Günlük sefer sayılarına bakıldığında en çok sefer sayısı olan 5 otobüs firması (Pamukkale, Kamil Koç, Metro, Uludağ, Nilüfer) çalışmaya dâhil edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda Eskişehir'den Ankara'ya giden 5 firmanın örneklem sefer sayıları ve örneklem yolcu sayıları verilmiştir. Bu güzergâhta yol alan otobüsler genel olarak 2+1 koltuk dizaynına sahip otobüsler olup 37 koltuk yer almaktadır. Dolayısıyla örneklem yolcu sayısı, örneklem sefer sayısı ile koltuk sayısının çarpımı olarak elde edilmiştir.

Tablo 1. Otobüs Firmalarının Sefer Sayıları ve Yolcu Sayıları

Firma adı	Sefer sayısı	Örneklem sefer sayısı	Örneklem yolcu sayısı
Pamukkale	13	10	370
Kamil Koç	33	25	925
Metro	8	6	222
Uludağ	7	5	185
Nilüfer	6	5	185
Diğer	21		
Toplam	88	51	1887

Tabakalı örnekleme ile firmaların sefer sayıları şu şekilde hesaplanmıştır:

$$n_h = N_h * n/N$$

$$n_h = h. \text{ firmanın sefer sayısı,}$$

N_h =h.firmanın sefer sayısı,

$n=5$ firmanın sefer sayısı,

N =tüm firmaların sefer sayısı

Yolcuların şehirlerarası taşımacılık yapan otobüs firmalarından duydukları memnuniyet düzeyinin belirlenmesi amacıyla; Nisan 2023- Haziran 2023 ayları arasında, Eskişehir-Ankara hattında yolcu taşımacılığı yapan tüm otobüs firmalarını kullanan yolcular çalışma evrenini oluşturmaktadır. Ancak çalışma evrenini bütünü ile ele almak zaman ve mali kaynak açısından mümkün olmayacağından, otobüs firmalarının tabakalar olarak alındığı tabakalı örnekleme tekniğinden yararlanılmıştır. Günlük sefer sayılarına bakıldığında en çok sefer sayısı olan 5 otobüs firması (Pamukkale, Kamil Koç, Metro, Uludağ, Nilüfer) çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmanın verileri anket yöntemiyle elde edilmiştir. Anket 2 bölümden oluşmakta ve her bölüm araştırmanın farklı amaçlarına hizmet etmektedir. İlk bölümde yer alan 9 soru ankete katılanların çeşitli demografik özelliklerini ve seyahat etme tercihlerini belirlemeye yardımcı olmuştur. Anketin bu kısmından elde edilen verilerin analizinde, cinsiyet, eğitim düzeyi ve seyahat etme tercihlerine göre farklılığın araştırılması için bağımsız örneklemler t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gibi istatistiksel tekniklerden yararlanılmıştır.

Anketin ikinci kısmında yer alan ölçek, yolcuların şehirlerarası yolcu taşımacılığı yapan firmalardan duydukları memnuniyete ilişkin 25 ifadeden oluşan; Cronin ve Taylor (1992) tarafından, SERVQUAL ölçeğinin müşteri memnuniyetini ölçmede yeterli olmadığını düşünerek geliştirdiği SERVPERF ölçeği çalışmanın amacı doğrultusunda uyarlanmıştır. SERVPERF ölçek; hizmet performansına odaklanan ve müşteri algısı yoluyla hizmet kalitesinin ölçülmesini hedefleyen beş boyuttan oluşan 22 ifade içermektedir (Cronin ve Taylor, 1992). Geçerliliği ve güvenilirliği çeşitli ülkelerde ve farklı alanlarda belirlenen SERVPERF ölçeği, bu çalışma kapsamında, şehirlerarası yolcu taşımacılığı yapan firmalardan memnuniyeti ölçme doğrultusunda uyarlanmış 25 ifadeden oluşmaktadır. Elde edilen verilerle, betimleyici istatistiklerden faydalanarak yolcuların otobüs firmalarından duydukları memnuniyet düzeyleri belirlenmiştir. Daha sonra bu ölçeğin ele alınan örneklem ve konu kapsamına göre tekrar boyutlandırılmasının yapılması için Açıklayıcı Faktör Analizinden (AFA) yararlanılmıştır. AFA sonucunda bulunan faktör boyutları ile demografik değişkenler arasında t testi ve Varyans analizleri ile karşılaştırma yapılmıştır.

Bulgular

Analizin birinci aşamasında yolculara yönelik memnuniyet davranışlarının gruplandırılması amacıyla 25 maddeden oluşan Memnuniyet Tutum Ölçeğine (MTÖ) AFA uygulanmıştır. Uygulanan ilk AFA sonucunda faktör yükleri %50'den düşük olan maddeler (3, 4, 5, 8, 10, 19, 20) çıkarılarak tekrar 18 maddeli ölçeğe AFA uygulanmıştır. Bu işlem sonucunda belirlenen 6 faktörün varyans açıklama yüzdesi %61,623 olarak bulunmuş olup, 18 maddeli 6 faktörlü AFA sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. MTÖ (18 Maddeli) AFA Sonuçları

Memnuniyet Faktörleri	Öz Değer	Faktör Yükleri	Açıklanan Varyans%	KA.V %
Faktör 1: Güvene Yönelik Memnuniyet Tutumları	4,288		12,932	12,932
M16: Firma çalışanları yolculara güven vermektedir. M15: Firma şikâyetleri yanıtlar. M18: Sürücüler hız kurallarına uyar. M9: Bagajlar güvenli taşınmaktadır.		0,799 0,788 0,725 0,543	Cronbach alpha=0,731	
Faktör 2: Hizmete Yönelik Memnuniyet Tutumları	1,839		11,738	24,670
M13: Yazıhanedeki çalışanlar ve hostesler hızlı hizmet vermezler. M11: Firma taahhüt ettiği hizmeti vermemektedir. M14: Firma çalışanları yolculara yardım etmeye istekli değildir. M12: Yazıhanedeki çalışanlar yolculara değer vermektedir.		0,757 0,748 0,702 0,500	Cronbach alpha=0,709	
Faktör 3: Çalışan Yeterliliğine Yönelik Memnuniyet Tutumları	1,635		11,236	35,906

M21: Firma çalışanları işlerini iyi yapmaktadır. M22: Yolculuk öncesi ve sonrası şehir içi servis imkânları yeterlidir. M23: Firma çalışanları yolculara ilgisizdirler. M17: Sürücüler mesleki olarak yeterli değildir.		0,760 0,690 0,578 0,501	Cronbach alpha=0,604	
Faktör 4: Ekipman ve Teknolojiye Yönelik Memnuniyet Tutumları	1,157		9,563	45,470
M2: Otobüslerin görsel ve işitsel ekipmanları yetersizdir. M1: Otobüsler güncel ekipmana ve teknolojiye sahiptir.		0,910 0,888	Cronbach alpha=0,829	
Faktör 5: Zamanlamaya Yönelik Memnuniyet Tutumları	1,107		9,358	54,828
M6: Otobüsler vaktinde hareket eder. M7: Otobüsler vaktinde hedefe ulaşır.		0,880 0,880	Cronbach alpha=0,835	
Faktör 6: İkrâm ve Fiyata Yönelik Memnuniyet Tutumları	1,066		6,794	61,623
M25: Ulaşım sırasında ikramlar yetersizdir. M24: Otobüs firmasının bilet fiyatları uygundur.		0,772 0,663	Cronbach alpha=0,643	
KMO= ,794 Barletts- Ki Kare= 8386,514 sd= 153 p=0,0000 Cronbach alpha=0,806				

AFA sonucunda MTÖ için belirlenen 6 faktörden birinci faktör varyansın %12,932'sini, ikinci faktör varyansın %11,738'ini, üçüncü faktör varyansın %11,236'sını, dördüncü faktör varyansın %9,563'ünü, beşinci faktör varyansın %9,358'ini ve son faktör ise toplam varyansın %6,794'ünü açıklamaktadır. Söz konusu faktörler içerdikleri maddelerle ilişkilendirilerek literatüre paralel şekilde isimlendirilmiştir. Barlett testi sonucu 8386,514 ($p<0,001$) değeri ve Kaiser-Meyer-Olkin örneklem değeri 0,794 olarak gerçekleşmiştir ki bu değer, kabul sınırları içindedir. Ölçeğin güvenilirliği ise % 80,6 olarak belirlenmiştir.

Yolculara yönelik memnuniyet davranışlarının gruplandırılması amacıyla yapılan AFA sonucunda elde edilen 6 memnuniyet boyutunun yolcuların sahip oldukları demografik farklılıklara göre karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü ANOVA analizinden yararlanılmıştır.

Cinsiyete göre MTÖ boyutlarının bağımsız örneklem t testi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3.12’den de görüldüğü gibi; cinsiyet değişkeni dikkate alındığında anlamlı farklılığın Güvene Yönelik Memnuniyet Tutumları, Hizmete Yönelik Memnuniyet Tutumları, Çalışan Yeterliliğine Yönelik Memnuniyet Tutumları ve İkram ve Fiyata Yönelik Memnuniyet Tutumları boyutlarında ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 3. MTÖ Boyutlarının Cinsiyete Göre Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Davranış Faktörleri	t	s.d.	p
Faktör 1: Güven	-2,472	1885	0,014
Faktör 2: Hizmet	-3,571	1885	0,000
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	2,944	1865	0,003
Faktör 6: İkram ve Fiyat	3,392	1877	0,001

Yolcuların mesleklerine göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda 4 tutum boyutunda anlamlı farklılık gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4’e göre meslek dikkate alındığında yolcuların memnuniyet tutumlarının “Güven” (F=52,907; p=0,000), “Hizmet” (F=14,993; p=0,000), “Ekipman ve Teknoloji” (F=7,569; p=0,000) ve “İkram ve Fiyat” (F=4,773; p=0,001) boyutlarında anlamlı farka neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. MTÖ Boyutlarının Mesleğe Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	190,640	4	47,660	52,907	0,000
	Gruplar İçi	1695,360	1882	0,901		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 2: Hizmet	Gruplar Arası	58,245	4	14,561	14,993	0,000
	Gruplar İçi	1827,755	1882	0,971		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	29,862	4	7,465	7,569	0,000
	Gruplar İçi	1856,138	1882	0,986		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Gruplar Arası	18,942	4	4,735	4,773	0,001
	Gruplar İçi	1867,058	1882	0,992		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında mesleğin yarattığı anlamlı farklılığın, hangi meslekler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 5’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda gözlemlenen farklılığın kamuda çalışanlar ile diğer meslek mensuplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Kamuda çalışanlar ile diğer meslek mensuplarının güven boyutu ortalamaları özel sektörde veya kendi işinde çalışanlara ve çalışmayanlara göre daha düşüktür. Hizmet boyutunda gözlemlenen anlamlı farklılığın da yine kamu ve diğer meslek mensuplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda kamuda çalışanlar ile diğer meslek mensuplarının hizmet boyutu ortalamaları düşük çıkmıştır. Ekipman ve teknoloji boyutunda gözlenen farklılığın ise özel sektör çalışanlarından kaynaklandığı; özel sektörde çalışanların bu boyuttaki memnuniyet ortalamalarının diğer sektör çalışanlarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İkrâm ve fiyat boyutundaki farklılığa ise diğer meslek mensupları ile kendi işini yapanlar arasındaki farklılığın ve diğer meslek mensupları ile çalışmayanlar arasındaki farklılığın sebep olduğu görülmüştür.

Tablo 5. MTÖ'nün Mesleğe Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Meslek		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	Kamu	Özel sektör	-0,48391026	0,09091753	0,000
		Kendi işim	-0,42055892	0,10874404	0,001
		Çalışmıyorum	-0,59762900	0,09363697	0,000
	Diğer	Özel sektör	-0,70465444	0,05948998	0,000
		Kendi işim	-0,64130310	0,08425157	0,000
		Çalışmıyorum	-0,81837318	0,06356841	0,000
Faktör 2: Hizmet	Kamu	Özel sektör	-0,27909704	0,09440079	0,026
		Kendi işim	-0,41777379	0,11291028	0,002
		Çalışmıyorum	-0,28979421	0,09722442	0,024
	Diğer	Özel sektör	-0,37662958	0,6176918	0,000
		Kendi işim	-0,51530633	0,08747944	0,000
		Çalışmıyorum	-0,38732675	0,06600387	0,000
Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	Özel sektör	Kamu	-0,41537248	0,09513094	0,000
		Çalışmıyorum	-0,23307868	0,05895815	0,001
		Diğer	-0,22270330	0,06224694	0,003
Faktör 6: İkrâm ve Fiyat	Diğer	Kendi işim	0,24337920	0,08841499	0,047
		Çalışmıyorum	0,24968914	0,06670975	0,002

Yolcuların eğitim düzeylerine göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek

yönlü ANOVA sonucunda 5 tutum boyutunda anlamlı farklılık gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6’ya göre eğitim düzeyleri dikkate alındığında yolcuların memnuniyet tutumlarının “Güven” ($F=6,591$; $p=0,000$), “Hizmet” ($F=8,322$; $p=0,000$), “Ekipman ve Teknoloji” ($F=8,189$; $p=0,000$), Zamanlama ($F=4,177$; $p=0,001$) ve “İkram ve Fiyat” ($F=3,695$; $p=0,002$) boyutlarında anlamlı farklılığa neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 6. MTÖ Boyutlarının Eğitim Düzeyine Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	32,475	5	6,495	6,591	0,000
	Gruplar İçi	1853,525	1881	0,985		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 2: Hizmet	Gruplar Arası	40,819	5	8,164	8,322	0,000
	Gruplar İçi	1845,181	1881	0,981		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	40,179	5	8,036	8,189	0,000
	Gruplar İçi	1845,821	1881	0,981		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 5: Zamanlama	Gruplar Arası	20,711	5	4,142	4,177	0,001
	Gruplar İçi	1865,289	1881	0,992		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Gruplar Arası	18,345	5	3,669	3,695	0,002
	Gruplar İçi	1867,655	1881	0,993		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında eğitim düzeyinin yarattığı anlamlı farklılığın, hangi düzeyler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 7’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda gözlemlenen farklılığın ortaokul ile yüksek lisans mezunları, lise ile lisans mezunları ve lise ile yüksek lisans mezunları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı belirlenmiştir. Hizmet boyutunda meydana çıkan farklılık ise ilkokul ve ortaokul mezunlarının diğer eğitim düzeyine sahip yolcularla arasındaki farklılıktan meydana gelmiştir. Ekipman ve teknoloji boyutundaki farklılığa bakıldığında lisans mezunlarının ortaokul ve lise mezunları ile arasındaki farklılığın temelinde eğitim düzeyinin artması ile beraber bu boyuttaki memnuniyet puanının düşmesinin yattığı görülmektedir. Benzer şekilde zamanlamaya yönelik memnuniyet tutumlarına göre de eğitim düzeyinin artmasıyla bu boyuttaki memnuniyetin de düştüğü görülmektedir. İkram ve fiyat boyutundaki farklılık ise yine lisans mezunları ile lise mezunları arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır ve burada da eğitim düzeyinin artışının memnuniyeti düşürdüğü dikkati çekmektedir.

Tablo 7. MTÖ'nün Eğitim Düzeyine Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Eğitim Düzeyi		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	Yüksek Lisans	Ortaokul	-0,45320841	0,14309398	0,019
		Lise	-0,41622288	0,13256644	0,021
	Lisans	Lise	0,17315598	0,05065255	0,008
Faktör 2: Hizmet	İlkokul	Ortaokul	-0,87995945	0,16801261	0,000
		Lise	-0,55825404	0,15918315	0,006
		Lisans	-0,57116178	0,15832385	0,004
	Ortaokul	Lise	0,32170542	0,07560376	0,000
		Lisans	0,30879767	0,07377732	0,000
Yüksek lisans	Lisans	0,58249582	0,14277155	0,001	
	Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	Lisans	Ortaokul	-0,29496833	0,07379012
Lisans		Lise	-0,27133515	0,05054718	0,000
Faktör:5 Zamanlama	Lisans	Ortaokul	-0,23386702	0,07417823	0,020
		Lise	-0,14761167	0,05081305	0,043
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Lisans	Lise	-0,19470499	0,05084526	0,002

Yolcuların yaşlarına göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda bütün tutum boyutlarında anlamlı farklılık gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. MTÖ Boyutlarının Yaşa Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	95,565	6	15,927	16,724	0,000
	Gruplar İçi	1790,435	1880	0,952		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 2: Hizmet	Gruplar Arası	59,506	6	9,918	10,208	0,000
	Gruplar İçi	1826,494	1880	0,972		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	Gruplar Arası	16,611	6	2,768	2,784	0,011
	Gruplar İçi	1869,389	1880	0,994		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	22,129	6	3,688	3,720	0,001
	Gruplar İçi	1863,871	1880	0,991		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 5: Zamanlama	Gruplar Arası	23,811	6	3,968	4,006	0,001
	Gruplar İçi	1862,189	1880	0,991		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Gruplar Arası	27,995	6	4,666	4,721	0,000
	Gruplar İçi	1858,005	1880	0,988		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında yaşın yarattığı anlamlı farklılığın, hangi düzeyler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 9’da verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda gözlenen farklılığın 18 yaş altı yolcular ile 25-35 yaşları arasındaki yolcular, 18 yaş altı yolcular ile 35-45 yaşları arasındaki yolcular, 18-25 yaşları arasındaki yolcular ile 25-35, 35-45 ve 55-65 yaşları arasındaki yolcular ve 35-45 yaşları arasındaki yolcular ile 45-55 yaşları arasındaki yolculardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda yaşın artmasıyla güven boyutundaki memnuniyet puanının da arttığı gözlenmektedir. Hizmet boyutundaki farklılığa sebep olan düzey ise 18-25 yaşları olmuştur. Hizmet boyutundaki memnuniyet puanı bu düzeyde diğer yaş gruplarına göre daha düşük belirlenmiştir. Çalışan yeterliliği boyutunda ortaya çıkan farklılık sadece 18-25 yaşları ile 35-45 yaşları arasındaki farklılıktan kaynaklanırken, ekipman ve teknoloji boyutunda ise 25-35 yaşları ile 18-25 ve 35-45 yaşları arasında farklılık gözlenmiştir. Benzer şekilde zamanlama boyutunda da 18-25 yaşları ile 25-35 ve 45-55 yaşları arasında farklılık ortaya çıkmıştır. Burada da yaşın artmasıyla zamanlama memnuniyeti puanında da artış meydana geldiği söylenebilir. İkram ve fiyat boyutunda ise 18-25 yaşları ile 25-35 ve 35-45 yaşları arasında farklılık gözlenmiştir.

Tablo 9. MTÖ'nün Yaşa Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Yaş		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	18 yaş altı	25-35	-0,45678422	0,14609230	0,030
		35-45	-0,59964864	0,15188532	0,002
	18-25	25-35	-0,42226506	0,05418874	0,000
		35-45	-0,56512949	0,06828332	0,000
55-65		-0,40023890	0,11748437	0,012	
	35-45	45-55	0,34693248	0,09543111	0,005
Faktör 2: Hizmet	18-25	25-35	-0,26320384	0,05473169	0,000
		35-45	-0,41189004	0,06896749	0,000
		45-55	-0,34799088	0,08637312	0,001
		55-65	-0,61326766	0,11866151	0,000
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	18-25	35-45	0,21470503	0,06977264	0,035
Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	18-25	25-35	0,16405500	0,05528886	0,048
	25-35	35-45	-0,27427704	0,07017480	0,002
Faktör:5 Zamanlama	18-25	25-35	-0,18636878	0,05526392	0,013
		45-55	-0,26756603	0,08721305	0,035
Faktör 6: İkram ve Fiyat	18-25	25-35	0,26405002	0,05520179	0,000
		35-45	0,21372264	0,06955987	0,035

Yolcuların gelirlerine göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda bütün tutum boyutlarında anlamlı farklılık gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. MTÖ Boyutlarının Gelire Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	158,436	4	39,609	43,150	0,000
	Gruplar İçi	1727,564	1882	0,918		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 2: Hizmet	Gruplar Arası	49,874	4	12,469	12,780	0,000
	Gruplar İçi	1836,126	1882	0,976		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	Gruplar Arası	23,220	4	5,805	5,865	0,000
	Gruplar İçi	1862,780	1882	0,990		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	46,605	4	11,651	11,921	0,000
	Gruplar İçi	1839,395	1882	0,977		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 5: Zamanlama	Gruplar Arası	23,564	4	5,891	5,953	0,000
	Gruplar İçi	1862,436	1882	0,990		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Gruplar Arası	33,698	4	8,424	8,559	0,000
	Gruplar İçi	1852,302	1882	0,984		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında gelirin yarattığı anlamlı farklılığın, hangi düzeyler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 11’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda gözlenen farklılığın 10000 TL’den az geliri olanlar ile 20000-30000 TL ve 30000-40000 TL geliri olanlar arasındaki, 10000-20000 TL geliri olanlar ile 20000-30000 TL ve 30000-40000 TL geliri olanlar arasındaki, 20000-30000 TL geliri olanlar ile 30000-40000 TL ve 40000 TL’nin üzerinde geliri olanlar arasındaki ve 30000-40000 TL geliri olanlar ile 40000 TL’nin üzerinde geliri olanlar arasındaki farklılıktan kaynaklandığı belirlenmiştir. Hizmet boyutunda ortaya çıkan farklılığın da 20000-30000 TL geliri olanların 10000-20000 TL ve 40000TL’nin üzerinde geliri olanlarla olan farklılıktan ortaya çıktığı görülmüştür. Çalışan yeterliliği ve ikram ve hizmet boyutları bakımından ise farklılık sadece 40000 TL ve üzeri geliri olanlar ile diğer gelir grupları arasındadır. Gelir seviyesi arttıkça yolcuların çalışan yeterliliği ve ikram ve fiyat boyutlarındaki memnuniyet puanları da artma eğilimi göstermektedir. Ayrıca 10000-20000 TL grubu zamanlama boyutundaki farklılığın ortaya çıkmasına sebep tek gruptur. Ekipman ve teknoloji boyutunda da farklılık genel olarak 30000-40000 TL grubundan kaynaklanmaktadır.

Tablo 11. MTÖ'nün Gelire Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Gelir		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	10000 TL'den az	20000-30000 TL	-0,46627136	0,11373347	0,000
		30000-40000 TL	-0,81957365	0,10852758	0,000
	10000-20000 TL	20000-30000 TL	-0,33161836	0,08859003	0,002
		30000-40000 TL	-0,68492066	0,08179930	0,000
20000-30000 TL	30000-40000 TL	-0,35330229	0,06009538	0,000	
	40000 TL ve üzeri	0,24063840	0,06499093	0,002	
Faktör 2: Hizmet	10000-20000 TL	20000-30000 TL	-0,37782117	0,09133116	0,000
		30000-40000 TL	-0,44023560	0,08433031	0,000
	40000 TL ve üzeri	20000-30000 TL	-0,26649965	0,06700187	0,001
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	40000 TL ve üzeri	10000 TL'den az	0,37565679	0,11558724	0,010
		20000-30000 TL	0,28156283	0,06748643	0,000
		30000-40000 TL	0,16159831	0,05750467	0,040
Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	10000 TL'den az	30000-40000 TL	0,38301450	0,11198517	0,006
	10000-20000 TL	30000-40000 TL	0,26223585	0,08440535	0,016
	40000 TL ve üzeri	20000-30000 TL	0,27396474	0,06706149	0,000
30000-40000 TL		0,35591801	0,05714258	0,000	
Faktör:5 Zamanlama	10000-20000 TL	10000 TL'den az	-0,39580872	0,13139737	0,022
		20000-30000 TL	-0,42692300	0,09198318	0,000
		30000-40000 TL	-0,32794230	0,08493235	0,001
		40000 TL ve üzeri	-0,38199012	0,08873375	0,000
Faktör 6: İkram ve Fiyat	40000 TL ve üzeri	20000-30000 TL	0,21760715	0,06729637	0,011
		30000-40000 TL	0,33329385	0,05734272	0,000

Yolcuların şehirlerarası seyahat etme sıklıklarına göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda sadece güven tutum boyutunda anlamlı farklılık gözlemlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. MTÖ Boyutlarının Şehirlerarası Seyahat Etme Sıklığına Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	20,158	5	4,032	4,064	0,001
	Gruplar İçi	1865,842	1881	0,992		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında şehirlerarası seyahat etme sıklıklarının yarattığı anlamlı farklılığın, hangi düzeyler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 13’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda meydana gelen farklılığa sebep olan grubun yılda birkaç kez şehirlerarası seyahat edenler grubu olduğu belirlenmiştir. Buna göre yılda birkaç kez şehirlerarası seyahat edenlerin güven boyutundaki memnuniyet puanları daha sık seyahat edenlere göre yüksektir.

Tablo 13. MTÖ’nün Şehirlerarası Seyahat Etme Sıklığına Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Şehirlerarası Seyahat Etme Sıklığı		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	Yılda bir kaç kez	Ayda bir	0,21370808	0,06075440	0,006
		Ayda bir kaç kez	0,22246588	0,06812967	0,014

Yolcuların seyahat etmeyi tercih ettikleri zaman dilimine göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda güven, ekipman ve teknoloji ve ikram ve fiyat tutum boyutlarında anlamlı farklılık gözlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. MTÖ Boyutlarının Seyahat Etmede Tercih Edilen Zaman Dilimine Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	35,295	5	7,059	7,175	0,000
	Gruplar İçi	1850,705	1881	0,984		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	18,267	5	3,653	3,679	0,003
	Gruplar İçi	1867,733	1881	0,993		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 6: İkrâm ve Fiyat	Gruplar Arası	33,258	5	6,652	6,753	0,000
	Gruplar İçi	1852,742	1881	0,985		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların memnuniyet tutumlarında seyahat etmede tercih ettikleri zaman dilimine göre meydana gelen anlamlı farklılığın, hangi düzeyler arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testi-ne (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 15’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre akşam saatlerinde seyahat etmeyi tercih edenlerin güven boyutundaki memnuniyet puanlarının diğer dilimleri tercih edenlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ekipman ve teknoloji boyutunda ise zaman dilimine fark etmez cevabını verenlerin sabah ve gece saatlerini tercih edenlere göre bu boyuttaki memnuniyet puanlarının yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca ikram ve fiyat boyutunda da farklılığa sebep olan grubun gece saatlerini tercih edenler olduğu, buna bağlı olarak bu grubun bu boyuttaki memnuniyet puanının diğer gruplara göre düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 15. MTÖ'nün Seyahat Etmede Tercih Edilen Zaman Dilimine Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Tercih Edilen Zaman Dilimi		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	Sabah saatleri	Akşam saatleri	-0,23685231	0,07253878	0,014
	Öğle saatleri	Fark etmez	0,31021150	0,08258860	0,002
	Akşam saatleri	Gece saatleri Fark etmez	0,28063617 0,45746383	0,06841598 0,08131538	0,001 0,000
Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	Fark etmez	Sabah saatleri	0,23865253	0,07848302	0,029
		Gece saatleri	0,25012374	0,07465325	0,011
Faktör 6: İkram ve Fiyat	Gece saatleri	Sabah saatleri	-0,31373383	0,06462643	0,000
		Akşam saatleri	-0,30558596	0,06845363	0,000
		Fark etmez	-0,28920004	0,07435306	0,001

Yolcuların verilerin toplanması esnasında (en son) seyahat etmeyi tercih ettikleri firmaya göre MTÖ puanlarının her bir boyutu bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA sonucunda ikram ve fiyat boyutu hariç diğer tüm boyutlarda anlamlı farklılık gözlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. MTÖ Boyutlarının En Son Seyahat Edilen Firmaya Göre ANOVA Sonuçları

		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	p
Faktör 1: Güven	Gruplar Arası	43,517	4	10,879	11,113	0,000
	Gruplar İçi	1842,483	1882	0,979		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 2: Hizmet	Gruplar Arası	26,503	4	6,626	6,706	0,000
	Gruplar İçi	1859,497	1882	0,988		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	Gruplar Arası	11,599	4	2,900	2,912	0,020
	Gruplar İçi	1874,401	1882	0,996		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 4: Ekipman ve Teknoloji	Gruplar Arası	21,743	4	5,436	5,487	0,000
	Gruplar İçi	1864,257	1882	0,991		
	Toplam	1886	1886			
Faktör 5: Zamanlama	Gruplar Arası	25,848	4	6,462	6,538	0,000
	Gruplar İçi	1860,152	1882	0,988		
	Toplam	1886	1886			

Yolcuların en son seyahat etmeyi tercih ettikleri firmaya göre ortaya çıkan anlamlı farklılığın, hangi firmalar arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testine (Tukey) başvurulmuştur. Tablo 17’de verilen Tukey testi sonuçlarına göre güven boyutunda en yüksek memnuniyet puanının Pamukkale firmasına, en düşük memnuniyet puanının ise Metro firmasına ait olduğu görülmektedir. Balıkesir Uludağ firması ise hizmet boyutunda memnuniyetin en yüksek olduğu firma olmuştur. Diğer taraftan çalışan yeterliliği ile ekipman ve teknoloji boyutlarında farklılığı oluşturan firma da yine Balıkesir Uludağ firması olarak belirlenmiştir. Zira her iki boyuta da bu firmanın memnuniyet puanı Kamil Koç ve Pamukkale’ye göre düşüktür. Zamanlama boyutunda da Pamukkale firmasının diğer firmalara göre memnuniyet puanının yüksek olduğu Tablo 17’den görülmektedir.

Tablo 17. MTÖ'nün En Son Seyahatte Tercih Edilen Firmaya Göre Tukey Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Firma		Ortalama fark	Std. hata	p
Faktör 1: Güven	Pamukkale	Metro	0,31674771	0,08399925	0,002
	Kamil Koç	Balıkesir Uludağ	-0,29353390	0,07968869	0,002
		Nilüfer	-0,35528676		0,000
Metro	Balıkesir Uludağ Nilüfer	-0,45813391 -0,51988677	0,09849786 0,09849786	0,000 0,000	
Faktör 2: Hizmet	Balıkesir Uludağ	Pamukkale	0,31444554	0,08950508	0,004
		Kamil Koç	0,23337774		0,030
	Nilüfer	Pamukkale Kamil Koç Metro	0,37688321 0,29581541 0,30926685	0,08950508 0,08950508 0,09895159	0,000 0,002 0,015
Faktör 3: Çalışan Yeterliliği	Balıkesir Uludağ	Kamil Koç	-0,24206526	0,08037596	0,022
Faktör:4 Ekipman ve Teknoloji	Balıkesir Uludağ	Pamukkale	-0,26809363	0,08961958	0,024
Faktör:5 Zamanlama	Pamukkale	Kamil Koç	0,21893880	0,06115438	0,003
		Metro	0,39909286	0,08440106	0,000
		Balıkesir Uludağ	0,29812625	0,08952084	0,008

Sonuç

Yolcuların mesleklerine göre MTÖ puanları incelendiğinde; dört tutum boyutunda anlamlı farklılık gözlenmiştir. Buna göre kamuda çalışanlar ile diğer meslek mensuplarının güven ve hizmet boyutu ortalamaları özel sektörde veya kendi işinde çalışanlara ve çalışmayanlara göre daha düşüktür. Özel sektörde çalışanların ise ekipman ve teknoloji boyutundaki memnuniyet tutumları diğer sektör çalışanlarına göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Eğitim seviyesinin ise memnuniyetle ters ilişkili olduğu, diğer bir ifadeyle eğitim seviyesindeki artışın hemen hemen tüm boyutlarda memnuniyeti düşürdüğü ortaya çıkmıştır. Yolcuların yaşları ile firmalardan duyulan memnuniyet arasındaki ilişkiye bakıldığında ise yaş artışı ile birlikte memnuniyetin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda firmaların genç ve eğitimli kesimler için bir takım memnuniyeti artırıcı çalışmalar yapmaları önerilebilir.

Diğer taraftan yolcuların gelirlerine göre MTÖ puanlarının tüm tutum boyutlarında anlamlı farklılığa sahip olduğu görülmüştür. Bu durum

çalışmadan elde edilen sonuca göre gelir artışı ile beraber memnuniyetin de arttığı yönünde yorumlanabilmekte olduğundan, firmaların dar gelirli yolcular için de memnuniyeti artırıcı bazı yenilikler yapmaları lehlerine olabilir. Ayrıca yolcuların seyahat etme sıklıklarına bakıldığında az seyahat edenlerin güven boyutu memnuniyetlerinin çok sık seyahat edenlere göre yüksek olduğu, dolayısıyla firmaların seyahat etme sıklıklarındaki artışı yolcuların lehine olacak şekilde değerlendirmeleri ve bu konuda bazı inovasyonlar yapmaları önerilebilir.

Sonuç olarak yolcu taşımacılığı yapan firmaların, müşteri memnuniyeti tutumlarını belirlemesi ve hizmet kalitesine ilişkin iyileştirmeler yapması, yoğun rekabetin yaşandığı hizmet sektöründe kalıcı olmalarının gereğidir. Bu bağlamda çalışma kapsamında elde edilen memnuniyet tutumları ve bu tutumlara etki eden faktörler literatürle paralellik göstermekte olup, elde edilen bulguların gelecekteki proje ve çalışmalara bir başlangıç oluşturması beklenmektedir.

Kaynakça

- Ay Türkmen, M. & Bildik, T. (2015). Şehirlerarası yolcu taşımacılığında bulanık vikor uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (2):1-15.
- Cronin, J. J. & Taylor, S. A. (1992). Measuring service quality: A reexamination and extension. *Journal of Marketing*, 56 (3):55-68.
- Dell'Olio, L., Ibeas, A. & Cecin, P. (2010). Modelling user perception of bus transit quality. *Transport Policy*, 17 (6): 388-397.
- Güner, S. (2017). Operational efficiency and service quality analysis in public transportation systems. *Journal of Transportation and Logistics*, 2 (2):33-48.
- Özdipçiner, N. & Ceylan, S. (2017). Şehirlerarası yolcu taşımacılığında hizmet kalitesi ve bir uygulama. *Social Sciences*, 12 (2):63-77.
- Pantouvakis, A. (2010). The relative importance of service features in explaining customer satisfaction: A comparison of measurement models. *Managing Service Quality: An International Journal*, 20 (4):366-387.
- Yapraklı, Ş. & Ünalın, M. (2016). Karayolu yolcu taşımacılığında hizmet kalitesinin ölçülmesi ve hizmet kalitesinin müşteri sadakatine etkisi: Bir uygulama. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1):115-130.
- Yeh, C.H., Deng, H. & Chang, Y.H. (2000). Fuzzy multicriteria analysis for performance evaluation of bus companies. *European Journal of Operational Research*, 126 (3):459-473.

BÖLÜM 3

DENİZ TAŞIMACILIĞINDA BİRLEŞMİŞ MİLLETLER ÜYESİ ÜLKELERİN ETKİNLİKLERİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA¹

Fatih ALP²

Nuray GİRĞİNER³

¹ This paper is derived from PhD thesis title of “Turkey Model Research in World Maritime Transport” written by Fatih ALP and supervised by Prof. Dr. Nuray GİRĞİNER. This thesis was prepared at Eskişehir Osmangazi University Institute of Social Sciences.

² Dr. Fatih ALP, fatihalpposta@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0109-4243>

³ Prof. Dr. Nuray GİRĞİNER, Eskişehir Osmangazi University, Institute of Social Sciences, ngirginer@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1228-5800>

Anahtar Kelimeler:

İşletme, Sayısal Yöntemler, Deniz Taşımacılığı, Etkinlik, Veri Zarflama Analizi.

Giriş

Denizyolu ile yapılan ticaret son 50 yılda yaklaşık 20 kat artmış ve dünya ticaret hacminin yaklaşık %85'i deniz taşımacılığıyla yapılmaya başlanmıştır. Deniz taşımacılığındaki bu gelişimin nedenleri; denizyolu taşımacılığının güvenli ve çevresel etkileri yönünden sürdürülebilir bir taşımacılık yöntemi olmasının yanında, hava yoluna göre 21, karayoluna göre 7, demiryoluna göre 3,5 kat daha ekonomik olmasıdır. Denizyolu taşımacılığının sözü edilen üstün yönleri nedeniyle, tarih boyunca denizciliğini ve deniz taşımacılığını geliştirmeye yönelik politika ve strateji geliştiren ülkeler, ulaştıkları deniz aşırı kıtalarda doğal kaynaklar keşfetmiş ve buralarda yaptıkları ticaret sayesinde zenginleşerek ekonomik olarak büyümüşlerdir. Bu nedenle geçmişte olduğu gibi günümüzde de büyük medeniyetler ve ticaret merkezleri, deniz kıyılarında veya buralara yakın bölgelerde kurulmuştur. Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık %75'i bu deniz kıyılarında veya buralara yakın alanlarda yaşamaktadır. Ayrıca günümüzde üretim ve tüketimin çok büyük boyutlara ulaşması ve ticaretin küresel boyutlarda yapılması, mega limanların, mega gemilerin ve çok büyük ölçekli algoritmalarla yönetilen lojistik tedarik zincirlerin oluşmasına neden olmuştur (Reel ve Terzi, 2008).

Modern ekonominin öncülerinden olan Adam Smith'in (1723-1790) "*Dünya ekonomisinin büyüme taşlarından birisi denizcilik endüstrisi olacaktır.*"¹ sözü deniz taşımacılığının gelecekte, geçmişte olduğundan daha önemli olacağına vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda, geçmişte de, günümüzde de deniz taşımacılığına önem veren ülkeler dünya ekonomisine yön veren ülkeler olmuşlardır. Ancak deniz taşımacılığına ilişkin verilerin geçmişte de günümüzde de kendi aralarında sıralanması dışında herhangi bir kapsamlı analize tabi tutulduğuna rastlanmamaktadır. Bu alanda geçmişteki öncü olan ülkeler, tarih kitaplarında yazan bilgilerin derlenmesiyle belirlenebilirken, günümüzde ise ülkelerin deniz taşımacılığı verilerini toplayan uluslararası kurumların yayımladığı istatistiki bilgilere dayalı yorumlar yapılabilmektedir. Bu sebeple, günümüzde dünya genelinde ülkelerin deniz taşımacılığındaki etkinliklerinin belirlenmesi için analiz tabanlı bir çalışma yapılması ve ülkelerin deniz taşımacılığı alanındaki mevcut durumlarının görülmesi

¹ "*Milletlerin Zenginliği*" isimli kitap, doğada ve iktisatta gözlem yaparak ahlak duygusu ile tespit edilebilecek bir düzen olduğunu anlatan ve iktisadın başlangıç kitabı olarak nitelendirilen, Adam Smith'in 1776 yılında yazdığı kitabıdır.

amaçlanmıştır. Çalışmanın alt amacı olarak ise, analizler sonunda deniz taşımacılığında etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmek için referans alması gereken ülkelerin ve yapılması gereken iyileştirmelerin görebilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın doğru sonuçlar verebilmesi için, doğru analiz yönteminin kullanılması ve verilerin güvenilir kaynaklardan elde edilmesi en önemli iki husustur. Bu bağlamda ülkelerin kendileri tarafından yayımlanan ve belirli bir standardı olmayan verilerin kullanılması yerine, 1964 yılından günümüze kadar uluslararası ticaret, yatırım ve kalkınma konularında, uluslararası işbirlikleri ve bölgesel gelişmeler gibi birçok konuda faaliyetlerde bulunan Birleşmiş Milletler (BM) bağlısı bir kuruluş olan Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development-UNCTAD)² tarafından tüm ülkeler için aynı standartlarda yayımlanan veriler kullanılmıştır., Bu verilerin analizinde, fiili çıktının potansiyel çıktıya oranı veya girdinin en verimli şekilde kullanılarak en yüksek çıktıyı elde edebilme başarısı olarak tanımlanan “etkinlik” kavramı temel alınmıştır. Etkinlik ölçümü için ise birçok bilim dalında ve işletmelerde çok yaygın olarak kullanılan bir Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi olan Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılmıştır.

Deniz taşımacılığının sözü edilen önemi doğrultusunda literatürde çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak ülkelerin deniz taşımacılığı sektörlerinin topyekûn değerlendirildiği ve deniz taşımacılığı alanında mevcut verilerinin genel bir perspektif ile analiz edildiği bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Literatürdeki çalışmaların ise, genellikle verilerin sıralandığı istatistiki çalışmalardan veya deniz taşımacılığının alt sektörlerine ilişkin ülke veya bölge bazlı çok sayıda analiz çalışmaları olduğu görülmektedir. Bu bağlamda VZA'nın bu çalışma için uygunluğunun da test edilebilmesi amacıyla; deniz taşımacılığının alt sektörlerine ilişkin VZA ile yapılan çok sayıda analiz çalışmalarından farklı ülkelerde, farklı kıtalarda ve farklı bakış açıları ile yapılmış bazıları incelenmiştir. Park ve De (2004) tarafından Kore'deki limanların verimlilik, karlılık ve toplam etkinlik aşamalı olarak VZA ile ölçülmüş, Wang ve Cullinane (2006) tarafından Avrupa ülkelerindeki en büyük konteyner limanların VZA ile etkinlikleri ölçülmüş, Ateş ve Esmer (2011) tarafından Türkiye'deki konteyner limanlarının VZA ile etkinlikleri ölçülmüş, Leo vd. (2014) tarafından Dünyanın en büyük konteyner limanlarının etkinlikleri VZA ile ölçülmüş ve liman şehrine olan çevresel etkileri belirlenmiş, Bircan (2014) tarafından Türkiye'deki kruvaziyer gemi limanlarının VZA ile etkinlikleri ölçülmüş, Barros ve Athanassiou (2014) tarafından Yunanistan ve Portekiz'deki limanların etkinlikleri VZA

² <http://www.unctad.org>

ile ölçülmüş ve karşılaştırmalar yapılmış, Akgül vd. (2015) tarafından Türkiye'deki konteyner limanlarının VZA ile etkinlikleri ölçülmüş, Güner (2015) tarafından Türkiye'deki limanların operasyonel ve finansal etkinlikleri iki aşamalı bir VZA çalışmasıyla ölçülmüş, Chang vd. (2015) tarafından Konteyner limanları için kaynak tahsisinin daha etkin yapılabilmesi için etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Van Dyck, (2015) tarafından Batı Afrika ülkelerindeki limanların etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Wu vd. (2015) tarafından deniz trafiğinin güvenliğinin daha etkin olarak sağlanmasına ilişkin bir çalışma yapılmış, Demirci ve Tarhan (2016) tarafından limanların etkinliklerinin VZA ile ölçülen etkinliklerinin istihdam, ulaşım ve sanayi bölgelerinin kurulmasına etkileri belirlenmiş, Nguyen vd. (2016) tarafından Vietnam'daki limanların etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Wiegmansa ve Witteb (2017) tarafından Avrupa'da iç sularında çalışan gemilerin tercih ettiği limanların VZA ile etkinlikleri ölçülmüş, Pjevecevic vd. (2017) tarafından Konteyner limanlarındaki otonom yükleme sistemlerinin maliyet etkinliğine olan katkıları ölçülmüş, Zahran vd. (2017) tarafından liman yönetimlerinin etkinliği VZA ile ölçülmüş, Açık vd. (2017) tarafından Türk gemi inşa sanayisinin etkinliği VZA ile ölçülmüş, Wiśnicki vd. (2017) tarafından Avrupa ülkelerindeki limanların etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Altın vd. (2017) tarafından Avrupa Birliği (AB) ülkelerindeki 44 liman ile Türkiye'deki 12 limanın etkinliği VZA ile ölçülmüş, Mienie vd. (2017) tarafından Güney Afrika'daki limanların etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Chen ve Lee Lam (2018) tarafından şehirlerin ve limanların birbirleri ile olan etkileşimlerinin ölçülmeye çalışıldığı sürdürülebilir bir etkinlik modeli oluşturulmuş, Rios ve Ramos (2018) tarafından Brezilya limanlarının etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, Gökmen vd. (2018) tarafından Türkiye de dahil 25 Avrupa ülkesinin VZA ile deniz ticareti etkinliği ölçülmüş, Shaheen ve Elkalla (2019) tarafından Orta doğudaki konteyner limanlarının etkinliği VZA ile ölçülmüştür.

Literatür incelemesi sonucunda; çalışmaların daha çok konteyner limanları olmak üzere limanların yükleme-boşaltma, finansman, yönetim, turizme katkısı ve çevresel etkileri ile gemi inşa sanayisi ve deniz trafiği gibi alanlardaki etkinlik ölçümüne yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın ise deniz taşımacılığının temel bileşenlerine dayalı olarak küresel ölçekte yapılmış olması çalışmada yer alan ülkelerin deniz taşımacılığı alanındaki konumlarının görülebilmesi açısından dünya deniz taşımacılığı literatürüne özgün bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Yöntem

Günümüzde küresel rekabetin artması ve arz talep dengesinin bozulması sonucunda optimal çözümler önemini artırmıştır. Bu sebeple

Ülkelerin ve işletmelerin kendi kapasitelerini bilmesinin yanında rakiplerini de tanınması ve onlarla kıyaslama yaparak eksikliklerini tespit etme ve gerekli iyileştirmeleri yapma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu iyileştirmelerin yapılması ihtiyacı ise etkinlik analizlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu çalışmada da ülkelerin deniz taşımacılığı sektörlerinin birbirleri ile kıyaslanarak performanslarının ölçülmesi amaçlandığından etkinlik kavramı temel alınmıştır. Kavramsal altyapı ile yöntemin doğru belirlenmesi, çalışma sonuçlarını temelden etkileyecek olması sebebiyle, işletme literatüründe göreli etkinlik ölçümünde en çok kullanılan yöntemlerden birisisi olan Veri Zarflama Analizi (VZA) tercih edilmiştir. Yapılan VZA denemeleri sonucunda, ölçeğe göre değişkenlik gösteren ve çıktı değişkenlerinin maksimize edilmesi amaçlanan Banker vd. (1984) tarafından geliştirilen VZA'nın çıktıya yönelik BCC yöntemi kullanılmış ve elde edilen sonuçların tutarlı ve güvenilir olduğu görülmüştür. VZA ile belirlenebilecek olan etkinlik sınırları sayesinde, etkin olmayan birimlerin etkinlik sınırına uzaklıkları belirlenebilmiş, en iyi uygulamalar referans alınarak etkin olmayan birimler tarafından kendi durumlarını iyileştirecek hedefler geliştirilebilmiştir. VZA analizinde teknik etkinliğin ve ölçek etkinliğinin bir arada ölçüldüğü toplam etkinlik kavramının aynı zamanda ekonomik etkinlik anlamına gelmesi de; çıktı değişkenlerinin verimliliğinin artırılmasının amaçlandığı çalışmanın kavramsal olarak tutarlı olduğunu teyit eder niteliktedir.

VZA'nın çıktıya yönelik BCC modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$X_{io} = o$. KVB'ye ait i . girdi değişkeni miktarı

$y_{ro} = o$. KVB'ye ait r . çıktı değişkeni miktarı

$X_{ij} = j$. KVB'ye ait i . girdi değişkeni miktarı

$y_{rj} = j$. KVB'ye ait r . çıktı değişkeni miktarı

$\mu_r = o$. KVB tarafından r . çıktıya verilen ağırlık

$v_i = o$. KVB tarafından i . çıktıya verilen ağırlık

$m =$ Girdi değişkeni sayısı

$s =$ Çıktı değişkeni sayısı

$n =$ KVB sayısı

$\theta^* =$ Etkinlik değeri

$\lambda = (n \times 1)$ düzeyinde KVB'lerin yoğunluk vektörü

Amaç Fonksiyonu

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m v_i X_{io} - v_0$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - v_0 - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} \geq 0$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r - y_{ro} = 1$$

$i=1,2,\dots,m$

$j=1,2,\dots,n$

$r=1,2,\dots,s$

$\mu_r, v_i \geq 0$

v_0 serbest

VZA yapılırken aynı girdilerle aynı çıktılar üreten homojen yapıda Karar Verme Birimleri (KVB) ile girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple homojen yapıda KVB'ler ile aynı standartlarda belirlenmiş değişkenler ve doğru verilerin kullanılması da en az doğru analiz yöntemlerinin seçilmesi kadar önemlidir. Bu sebeple BM standartlarına göre homojen yapıda olan ülkeler KVB olarak belirlenmiş, değişkenler ve verilerin belirlenmesinde ise BM'nin bağlı bir kuruluşu olan UNCTAD tarafından düzenli ve aynı standartlarda yansız olarak yayımlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda; deniz taşımacılığında aynı girdilerle aynı çıktılar üreten homojen yapıda oldukları kabul edilen ülkelerin VZA'daki Karar Verme Birimleri (KVB) olarak belirlenmesi amacıyla 2017 yılında BM'ye kayıtlı 248 ülkeye ait veriler incelenmiştir (Yıldırım ve Önder, 2015). İnceleme sonucunda; UNCTAD bünyesinde hiçbir verisi olmayan 27 ülke, denize kıyısı olmayan 39 ülke, verileri dünya geneline göre %0,01'den daha küçük olan 28 ülke ve Alp (2020) tarafından yapılan çalışmada yapılan Kümeleme Analizi sonuçlarına göre değerleri görece olarak kıyaslanabilecek oranda verilere sahip olmayan 117 ülke çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Böylece 211 ülke çalışma kapsamından çıkarılmış ve çalışmada KVB olarak BM üyesi 37 ülkenin verileri kullanılmıştır.

Yapılacak analizlerin doğru sonuçlar verebilmesi için KVB'ler belirlendikten sonra bu KVB'leri deniz taşımacılığı bağlamında en iyi temsil eden girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri belirlenirken; literatürde deniz taşımacılığı alt başlığında yapılmış VZA çalışmalarındaki değişkenler ile UNCTAD tarafından deniz taşımacılığı ile ilgili yayımlanan tüm başlıklar incelenmiştir. İnceleme sonucunda; tüm ülkeler için aynı standartlarda belirlenmiş olan, deniz taşımacılığına etki ettiği değerlendirilen, birbirleri arasında yüksek korelasyon olmayan başlıklar, değişken olarak belirlenmiştir.

Ayrıca değişkenler belirlenirken deniz taşımacılığı canlı bir süreç olarak düşünülerek bu sürecin bir hayat döngüsü olduğu metaforu³ kurgulanmıştır. Bu metafora göre deniz taşımacılığı sürecinin de tüm canlılarda olduğu gibi doğumla başlayıp ölüm ile sonlandığı kabul edilmiştir. Bu bağlamda, gemilerin inşa edilmesi, bu sürecin doğumu olarak kabul edilmiştir. Doğumu gerçekleştiren sürecin yaşamı ise deniz taşımacılığının ana unsuru olan gemiler ve bu gemileri kullanan gemi adamları ile gemilerin uğradığı limanlar olarak kabul edilmiştir. Deniz taşımacılığındaki ölüm olarak ise gemilerin ticari ömürlerini tamamlayarak hurdaya ayrılmaları ve geri dönüşüme uğramaları olarak düşünülmüştür. Sonuç olarak, deniz taşımacılığı ile ilgili teknik bilgiler ile kurgulanan

³ Metafor, bir durumun daha güçlü anlatımı için mecaz sanatı kullanarak başka bir şeye benzetilmesi veya başka şekilde ifade edilmesidir. (<https://www.metafor.com/metafor-nedir/>)

metafor ile birlikte girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiş aşağıdaki şekilde girdi ve çıktı değişkeni olarak tanımlanmıştır. (Tablo 1)

Tablo 1: VZA'da Kullanılan Değişkenler ve Tanımlamaları

Değişken Cinsi	Değişken Adı	Değişkenin Tanımı
Girdi Değişkenleri	X_1 : Kıyıların Yüzölçümüne Oranı	Ülkelerin metre cinsinden kıyı uzunluklarının kilometrekare cinsinden yüzölçümlerine oranıdır. (m/km^2)
	X_2 : Düzenli (Liner) Deniz Taşımacılığı Endeksi (LSCI)	Taşınan konteyner miktarı, düzenli hat sayısı, firma sayısı, düzenli hatların bağlı olduğu ülke sayısı gibi değerlerden türetilmiştir.
Çıktı Değişkenleri	Y_1 : Gemi İnşa Kapasitesi	Ülkelerin 100 Gross Tonaj (GT) ve üzeri boyutta inşa edilen ticari gemilerin toplam boyutunun GT cinsinden değeridir.
	Y_2 : Gemi Geri Dönüşüm Kapasitesi	Ülkelerin 100 Gross Tonaj (GT) ve üzeri hurdaya ayrılarak geri dönüşüme alınan ticari gemilerin toplam boyutunun GT cinsinden değeridir.
	Y_3 : Konteyner Limanı Kapasitesi	Ülkelerin tüm konteyner limanlarının Twenty-foot Equivalent Unit (TEU) cinsinden toplam konteyner miktarı kapasitesinin değeridir.
	Y_4 : Gemi Adamı Sayısı	Ticaret gemilerinde çalışan kaptan ve mühendisler ile diğer rütbeli gemi adamları ile gemilerde diğer işleri yapan tayfa sayısıdır.
	Y_5 : Milli Bayraklı Gemi Sayısı	Ülkelerin milli bayraklı 1000 GT ve üzere her türlü deniz aracının toplam sayısıdır.
	Y_6 : Diğer Ülke Bayraklı Gemiler	Ülkelerin diğer ülke bayraklı 1000 GT ve üzere her türlü deniz aracının toplam sayısıdır.

Bulgular

Çalışmanın kavramsal temelini oluşturan etkinlik kavramı; Farrell (1957) tarafından teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır. Teknik etkinlik, mevcut girdilerle maksimum çıktıyı elde etmek olarak tanımlanmış, ölçek etkinliği ise ölçeğe göre elde edilen çıktının seviyesi olarak ifade edilmektedir. Ölçek etkinliğinde; çıktı değişkenlerindeki artışın, girdi değişkenlerindeki artış oranından fazla olması durumunda ölçeğe göre artan getiri IRS (Increasing Returns to Scale), çıktı değişkenlerindeki artış ile girdi değişkenlerindeki artış aynı olması durumunda ise ölçeğe göre sabit getiri CRS (Constant Returns to Scale), çıktı değişkenlerindeki artış girdi değişkenlerindeki artıştan az olması durumunda ölçeğe göre azalan getiri DRS (Decreasing Returns to Scale) olmak üzere üç farklı ölçeğe göre getiri RTS (Return to Scale) söz konusudur. Daha sonra Coelli (1996) tarafından bu iki etkinlik kavramının birleştirilmesi sonucunda toplam etkinlik kavramı ortaya atılmıştır. VZA'nın gelişimi sayesinde, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) ve Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından ölçek etkinliği kavramı ve teknik etkinlik kavramı ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır (Seiford ve Zhu, 1999). Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen ve CCR

olarak adlandırılan VZA modelinde CRS yaklaşımı benimsenmesine karşın Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC olarak anılan modelde IRS ve DRS yaklaşımı benimsenmiştir. Bu çalışmada ülkelerin deniz taşımacılığı etkinliklerinin artırılması için çıktı değişkenlerinin maksimize edilmesi amaçlandığı için VZA'nın çıktı odaklı BCC modeli daha tutarlı sonuçlar vermiştir.

KVB olarak belirlenen 37 ülkenin deniz taşımacılığındaki etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan VZA'nın çıktı odaklı BCC modelinin uygulanması sonucunda; 15 ülke etkin, 17 ülke ise etkin olarak belirlenmiştir. VZA etkinlik değerlerini vermenin yanında etkin olmayan ülkeler tarafından etkin olabilmek için değişkenlere dayalı olarak yapılması gereken iyileştirme oranlarını da vermektedir. Elde edilen etkinlik değerine göre bazı ülkelerin deniz taşımacılığı konusunda herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duymamasına karşın bazı ülkelerin değişkenlere dayalı olarak iyileştirme ihtiyacı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda etkin olmayan ülkeler tarafından; mevcut durum, hedeflemesi gereken durum ve bu hedefe ulaşabilmek için yapılması gereken iyileştirme oranları elde edilmiştir. Tablo 2'de; ülkelerin etkinlik değerleri ve etkin olmayan ülkeler tarafından değişkenlere dayalı olarak yapılması gereken iyileştirme oranları bulunmaktadır.

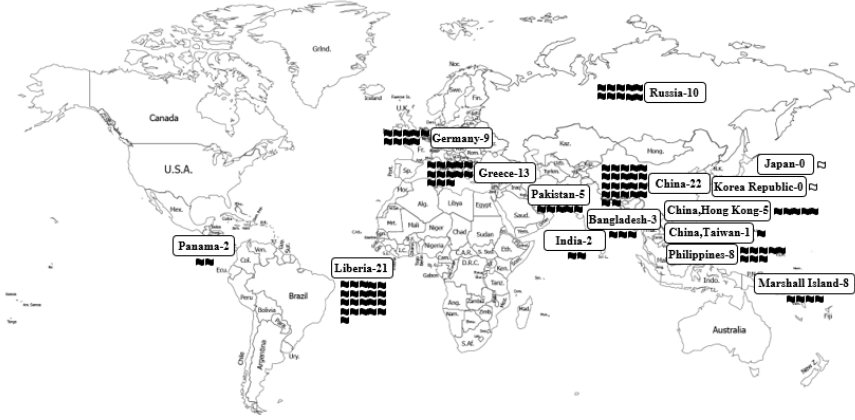
Tablo 2: Ülkelerin Etkinlik Değerleri ve Etkin Olmayan Ülkelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

S. No.	Ülkeler	Etkinlik Değeri	Değişkenlere Göre Potansiyel İyileştirme Oranları (%)					
			Y_1 Gemi İnşa Kapasitesi	Y_2 Gemi Geri Dönüşüm Kapasitesi	Y_3 Konteyner Limanı Kapasitesi	Y_4 Gemi Adanı Sayısı	Y_5 Milli Bayraklı Gemi Sayısı	Y_6 Diğer Ülke Bayraklı Gemi Sayısı
1.	China,Taiwan	1,00	-	-	-	-	-	-
2.	Ch.Hong Kong	1,00	-	-	-	-	-	-
3.	China	1,00	-	-	-	-	-	-
4.	Liberia	1,00	-	-	-	-	-	-
5.	Bangladesh	1,00	-	-	-	-	-	-
6.	Philippines	1,00	-	-	-	-	-	-
7.	Greece	1,00	-	-	-	-	-	-
8.	India	1,00	-	-	-	-	-	-
9.	Russian Fed.	1,00	-	-	-	-	-	-
10.	Marshall Islands	1,00	-	-	-	-	-	-
11.	Japan	1,00	-	-	-	-	-	-
12.	Korea Republic	1,00	-	-	-	-	-	-
13.	Pakistan	1,00	-	-	-	-	-	-
14.	Germany	1,00	-	-	-	-	-	-
15.	Panama	1,00	-	-	-	-	-	-
16.	Indonesia	0,91	4705	1091	-	-	-	-
17.	Ukraine	0,88	6742	-	479	-	13858	400
18.	Singapore	0,67	17470	73445808	-	705	-	-
19.	Poland	0,66	8085	373988461	1372	-	12184	983
20.	USA	0,55	4352	2455	-	215	833	-
21.	Turkey	0,53	4380	-	402	-	1580	-
22.	Denmark	0,49	63037767	103	1567	103	426	103

23. France	0,42	136	596051	138	136	376	136
24. Saudi Arabia	0,33	199118964	26798759	204	208105039	3378	204
25. Belgium	0,29	319268573	3658	250	581	1961	250
26. Italy	0,27	1239	87158213	436	277	277	277
27. United Kingdom	0,26	438909627	6383119	322	282	282	282
28. Un.Arab Em.	0,24	165420	144472910	322	9385	19568	322
29. Viet Nam	0,21	1881	90886191	390	390	520	487
30. Malaysia	0,20	39341	199727419	407	407	934	427
31. Spain	0,16	24933	397265	521	4974	7684	3428
32. Netherlands	0,14	10347	30880	622	2188	1641	622
33. Egypt	0,13	690850	180053775	707	1681	8348	1241
34. Sri Lanka	0,12	65558	97429257	983	734	7023	28974
35. Oman	0,11	414194962	58027440	786	8679	972550	786
36. Morocco	0,08	636508081	195255104	1209	1209	24952	55779
37. Sweden	0,06	436493686	54186726	2317	1579	2953	1579

Tablo 2'deki potansiyel iyileştirme oranları incelendiğinde; potansiyel iyileştirme oranlarının %103 gibi makul değerler ile %636508081 gibi aşırı değerler arasında değiştiği görülmektedir. Aşırı değerlere sahip olan gemi inşa ve gemi geri dönüşüm kapasitesine dayalı iyileştirme oranlarının, Çin, Japonya, Güney Kore ve Almanya gibi gemi inşa kapasitesi yüksek olan ülkeler ile Çin, Hindistan, Pakistan ve Bangladeş gibi dünya gemi geri dönüşüm kapasitesinin %90'ından fazlasını elinde bulunduran ülkelere kaynakladığı değerlendirilmiştir. Diğer değişkenlerin bazı sapmalara rağmen etkin olmayan ülkeler arasında homojen dağıldığı ve bu sebeple rasyonel oranlarda olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca etkin ülkelerin hiçbir potansiyel iyileştirmeye ihtiyacı olmadığı gibi bazı Endonezya, Ukrayna, Singapur, Polonya, USA ve Türkiye gibi etkinlik sınırına yakın ülkelerin de bazı değişkenler bakımından iyileştirme ihtiyaçlarının olmadığı görülmektedir. Bu yüzden potansiyel iyileştirme ihtiyacı olmayan ülkelere ait kutular boş bırakılmıştır.

VZA'nın etkinlik analizlerinde sık kullanılan bir yöntem olmasının diğer bir sebebi ise, etkin olmayan ülkeler tarafından etkin olabilmek için referans alınması gereken ülkeler ile bu ülkelerin hangi değişkenlere göre hangi oranlarda referans alınması gerektiğini göstermesidir. Bu bağlamda etkin 15 ülke ve referans oldukları ülke sayılarını gösteren harita Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Etkin Ülkeler ve Referans Olma Sayıları

Şekil 1'deki haritaya göre 22 ülkeye referans olan Çin ile 21 ülkeye referans olan Liberya, referans alınma sayısı itibariyle listenin ilk iki sırasında yer almaktadır. Çin ve Liberya'nın referans olma sayısı yüksek ve birbirine çok yakın olmasına karşın referans oldukları değişkenler incelendiğinde, Çin'in tüm değişkenlere dayalı olarak referans gösterildiği görülmektedir. Buna karşın Liberya'nın sadece milli bayraklı gemi sayısı ile referans olması dikkat çekicidir. Bu durum, Çin'in deniz taşımacılığında tüm değişkenlere dayalı olarak kabul görmüş bir lider konumunda olduğunu göstermektedir. Liberya'nın ise referans sıklığının bu kadar yüksek olması, sadece gemilerin bayrak ülkesi olma sayısındaki aşırı değerlere sahip olmasından kaynaklıdır. Benzer şekilde Yunanistan ve Panama'nın da sadece gemi sayısı değişkenlerindeki aşırı değer sayesinde referans gösterildiği görülmektedir. Diğer referans ülkelerden Almanya'nın gemi sayıları, konteyner limanı kapasitesi ve gemi inşa kapasitesi, Rusya, Hindistan ve Filipinler'in gemi adamı sayısı, Hong Kong ve Tayvan'ın konteyner limanı kapasitesi, Hindistan, Pakistan ve Bangladeş'in ise gemi geri dönüşüm kapasitesi bağlamında referans olduğu görülmektedir. Etkin olan ülkelerden Güney Kore ve Japonya'nın referans olduğu ülke olmaması ise bu ülkelerin tüm değişkenlerde homojen olarak yüksek değerlere sahip olmasına karşın uç değerlere sahip olmamaları olarak yorumlanabilir.

Bu çalışmanın bir amacı da; etkin olmayan ülkelerin referans gösterilen ülkelere ve değişkenlere dayalı olarak yapması gereken potansiyel iyileştirme oranlarının görülebilmesidir. Böylece referans ülkelerin iyi uygulamalarından örnek alınması gerekenlere dayalı olarak etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmesi için yapılması gerekenler belirlenebilecektir. VZA'nın bu özelliği sayesinde ülkeler tarafından, değişkenlere göre yapılması gereken iyileştirmelerin nicel oranları

görülebildiği gibi referans ülkelerin uygulamaları incelendiğinde yapılması gereken iyileştirmelerin niteliği de belirlenebilmekte ve bu alanlarda somut öneriler geliştirilebilmektedir. VZA sonucunda etkin olmayan ülkeler için referans olarak belirlenen ülkeler ve değişkenler bağlamında referans olma oranları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Etkin Olmayan Ülkelere Referans Olan Ülkeler ve Referans Oranları

S. No.	Referans Olunan Ülkeler (Etkin Olmayan Ülkeler)	Referans Olan Ülkeler (Etkin Ülkeler)	Referans Olan Ülkelerin Değişkenlere Göre Referans olma oranları (%)					
			Y ₁ Gemi İnşa Kapasitesi	Y ₂ Gemi Geri Dönüşüm Kapasitesi	Y ₃ Konteyner Limanı Kapasitesi	Y ₄ Gemi Adanı Sayısı	Y ₅ Milli Bayraklı Gemi Sayısı	Y ₆ Diğer Ülke Bayraklı Gemi Sayısı
16.	Indonesia	China	35980	12380	1542	169	389	881
		Liberia	-	-	-	-	1071	-
		Philippines	3008	-	-	149	-	-
		Russian Federation	-	-	-	-	-	117
17.	Ukraine	Bangladesh	2193	272590	412	-	490	-
		Liberia	-	-	-	-	57662	-
		Philippines	194149	111	1307	312	1655	-
		Russian Fed.	5165	-	720	140	2222	644
18.	Singapore	China	82401	344515000	636	2980	-	161
		Greece	-	100	-	114	-	304
		Panama	-	100	-	307	275	-
19.	Poland	China	51934	344515000	8688	756	74328	6707
		Pakistan	-	379503000	121	-	675	-
		Russian Fed.	115	22000	183	301	7885	891
20.	United States of America	China	10497	6076	415	733	671	264
		Germany	208	-	-	-	-	176
		Greece	-	-	-	-	614	499
		Liberia	-	-	-	-	1847	-
21.	Turkey	China	20521	274	2152	624	984	592
		Germany	406	-	195	-	131	395
		Greece	-	-	-	-	901	1115
		India	-	551	133	220	216	-
		Liberia	-	-	-	-	2709	-
22.	Denmark	China	1000000000	12092	26028	3266	458	447
		Germany	46963000	-	2368	-	-	298
		Greece	265000	-	543	125	419	843
		Liberia	100	-	-	-	1261	-
		Russian Fed.	6269000	-	549	1301	-	-
23.	France	China	13685	344515000	3182	4544	1072	379
		Germany	271	100	289	116	143	2531
		Greece	-	100	-	173	982	715
		Liberia	-	100	-	-	2953	-
		Russian Fed.	-	22000	-	1810	113	-
24.	Saudi Arabia	China	1000000000	344515000	2543	1000000000	1978	1066
		Ch.Hong Kong	100	100	247	82400000	4353	596
		China,Taiwan	55050000	100	178	513400000	113	301
		Liberia	100	100	-	66200000	5447	-
25.	Belgium	China	1000000000	28032	1802	4947	982	722
		Ch.Hong Kong	100	-	175	-	2160	403
		Germany	46963000	-	164	126	131	482
		Liberia	100	-	-	-	2703	-
26.	Italy	China	5043	344515000	1997	796	493	805
		Greece	-	100	-	-	452	1517
		Liberia	-	100	-	-	1359	-

		Philippines	421	282000	-	624	-	-
		Russian Fed.	-	22000	-	281	-	107
27.	United Kingdom	China	1000000000	344515000	2029	1629	193	338
		Ch.Hong Kong	100	100	197	-	424	189
		Greece	265000	100	-	-	176	637
		Panama	100	100	-	168	839	-
		China	394702	344515000	1004	22496	9928	921
28.	United Arab Emirates	Greece	-	100	-	861	9095	1735
		Liberia	-	100	-	-	27331	-
		Marshall Is.	-	100	-	-	27245	-
		China	6867	344515000	1739	750	984	1882
29.	Viet Nam	Liberia	-	100	-	-	2708	-
		Philippines	574	282000	-	664	-	-
		Russian Fed.	-	22000	-	299	104	250
		China	66448	344515000	864	696	801	9060
30.	Malaysia	Liberia	-	100	-	-	2206	-
		Marshall Is.	-	100	-	-	2199	-
		Philippines	5556	282000	-	615	-	-
31.	Spain	China	50473	801197	1252	10202	4132	7103
		Liberia	-	-	-	-	11376	-
		Marshall Is.	-	-	-	-	11340	-
32.	Netherlands	China	22339	66252	1531	4818	1067	927
		Greece	-	-	-	184	977	1747
		Liberia	-	-	-	-	2938	-
		Marshall Is.	-	-	-	-	2929	-
33.	Egypt	China	2492858	344515000	2876	6149	5102	4809
		Liberia	-	100	-	-	14046	-
		Pakistan	-	379503000	-	307	-	-
34.	Sri Lanka	China	209206	344515000	3561	1117	20427	87158
		Philippines	17493	282000	136	988	1614	1027
		Russian Fed.	465	22000	-	445	2167	11590
35.	Oman	China	1000000000	344515000	4466	49219	610919	2224
		Germany	46963000	100	406	1259	81509	1484
		Greece	265000	100	-	1883	559645	4191
		Liberia	100	100	-	133	1681680	-
		China	1000000000	344515000	4676	3014	47566	174563
36.	Morocco	Liberia	100	100	-	-	130936	228
		Pakistan	100	379503000	-	150	432	787
		Russian Fed.	5269000	22000	-	1201	5046	23214
		China	1000000000	344515000	13411	2957	7317	2715
37.	Sweden	Greece	265000	100	279	113	6702	5117
		Philippines	198032000	282000	514	2615	578	-
		Russian Fed.	5269000	22000	283	1178	776	361

Tablo 3 genel olarak incelendiğinde; çıktı odaklı bir iyileştirme amaçlandığından bu tabloda sadece etkin olmayan ülkelerin çıktı değişkenlerine göre referans olma oranları yer almıştır. Ayrıca Tablo-2'den farklı olarak ülkelerin mevcut potansiyel iyileştirme oranları yerine etkin ülkelerle yapılan karşılaştırmalara dayalı iyileştirme ihtiyaçları belirtilmiştir. Tablo 2'de olduğu gibi, etkin olmayan ülkenin etkin ülkeye kıyasla daha iyi duruma denk gelen kutucuklar boş bırakılmıştır. Referans olma oranları ile Şekil 1'de yer alan referans olma sayıları ve etkinlik değerleri birbirleri ile paraleldir. Referans ülkelere göre belirlenen potansiyel iyileştirme oranlarının, ülkelerin potansiyel iyileştirme oranlarına kıyasla daha aşırı değere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi, Çin, Liberya, Hindistan, Yunanistan ve Rusya'nın bazı değişken değerlerinin çok yüksek olması, bazı etkin olmayan ülkelerin örtüşen değişken değerlerinin ise çok düşük olmasıdır. Bununla birlikte bazı ülkelere referans gösterilen ülke sayısı fazla sayıda olmasına karşın

bazı ülkeler için referans olan ülke sayısının az olduğu, bazı ülkelerin referans gösterilen ülkelere göre potansiyel iyileştirme oranlarının aşırı değerlerde olmasına karşın bazılarının rasyonel oranlarda iyileştirme ihtiyaçlarının olduğu görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada genel olarak ülkelerin deniz taşımacılığındaki etkinliğinin ölçülmesinin yanında, deniz taşımacılığı konusunda karar vericiler ve ülkelerin denizcilik politikalarına yön verenler için aşağıda sıralanan karar destek referansları oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu kapsamda;

1. 2017 yılında BM'ye kayıtlı 248 ülkeye ait deniz taşımacılığı verileri incelenmiştir
2. 2 adet girdi değişkeni, 6 adet çıktı değişkeni olmak üzere ülkelerin deniz taşımacılığı etkinliğini belirleyen değişkenler belirlenmiştir.
3. Analizlere dahil edilen 37 ülkeden 15'inin etkin 17'sinin ise etkin olmadığı belirlenmiştir.
4. Etkin ülkelerin değişkenlere dayalı olarak referans olduğu ülkeler belirlenmiştir.
5. Etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmesi için değişkenlere dayalı olarak ihtiyacı olan potansiyel iyileştirme oranları belirlenmiştir.
6. Deniz taşımacılığı alanında tüm ülkelerin mevcut durumu görmesi sayesinde yapılması gereken iyileştirmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Deniz taşımacılığı yönünden ülkelerin etkinlik değerleri incelendiğinde; 15 ülkenin etkin olduğu görülmektedir. Etkin olmayan 17 ülkenin ise, 0,0596 ile 0,9055 arasında değişen etkinlik değerleri aldığı ve en düşük etkinlik değeri alan ülkenin İsveç olduğu görülmüştür. Bu etkinlik değerleri daha detaylı incelendiğinde; deniz taşımacılığında 0,5'in üzerinde etkinlik değerine sahip 16-21.sıralar arasındaki Endonezya, Ukrayna, Singapur, Polonya, ABD ve Türkiye'nin tüm değişkenlere göre iyileştirme ihtiyaçlarının olmadığı görülmektedir. Buna karşın, 22-37. sıralar arasında yer alan Denmark, France, Saudi Arabia, Belgium, Italy, United Kingdom, United Arab Emirates, Viet Nam, Malaysia, Spain, Netherlands, Egypt, Sri Lanka, Oman, Morocco and Swedenin ise etkin ülkeleri arasına girebilmek için tüm değişkenlere dayalı olarak iyileştirme ihtiyacı olduğu görülmektedir.

Ülkelerin değişkenlere göre potansiyel iyileştirme oranları incelendiğinde; etkin olmayan ülkelerin gemi inşa kapasitesi değişkenine göre tümünün %136-%636508081 arasında, gemi geri dönüşüm kapasitesi değişkenine göre Ukrayna ve Türkiye dışında kalan ülkelerin %103-

%373988461 arasında, konteyner limanı kapasitesi değişkenine göre Endonezya, Singapur ve ABD dışında kalan ülkelerin %138-%2317 arasında, gemi adamı sayısı değişkenine göre Endonezya, Ukrayna, Polonya ve Türkiye dışında kalan ülkelerin %103-%208105039 arasında, milli bayraklı gemi sayısı değişkenine göre Endonezya ve Singapur dışında kalan ülkelerin %277-%972550 arasında, diğer ülke bayraklı gemi sayısı değişkenine göre ise Endonezya, ABD, Singapur ve Türkiye dışında kalan ülkelerin %103-%55779 arasında değişen potansiyel iyileştirme oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu oranlar incelendiğinde, en yüksek oranların gemi inşa kapasitesi ve gemi geri dönüşüm kapasitesine dayalı olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bunun sebebinin ise Çin, Güney Kore, Japonya ve Almanya'nın ise gemi inşa değişkeni yönünden, Çin, Hindistan, Pakistan ve Bangladeş'in de gemi geri dönüşüm kapasitesi yönünden çok yüksek kapasiteye sahip olmaları gösterilebilir.

Etkin ülkelerin etkin olmayan ülkelere referans olma durumları incelendiğinde; 22 ülkeye referans gösterilen Çin ile 21 ülkeye referans gösterilen Liberya referans gösterilen etkin ülkeler arasında ilk iki sırada yer almalarına karşın Çin'in tüm değişkenlere dayalı olarak, Liberya'nın ise sadece milli bayraklı gemi sayısı değişkenine dayalı olarak referans olduğu görülmektedir. Bu durum; referans gösterilen bazı etkin ülkelerin bazı değişkenlere dayalı olarak aşırı değerlere sahip olması sebebiyle etkin olarak belirlendiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Benzer şekilde sadece milli bayraklı gemi sayısı değişkenine göre referans olan Panama ve Marşal Adaları, gemi geri dönüşüm kapasitesi değişkenine dayalı olarak Hindistan, Pakistan ve Bangladeş, gemi adamı sayısı değişkenine göre Rusya, Filipinler ve Ukrayna ile toplam gemi sayısının fazlalığı sebebiyle Yunanistan için de benzer durumun geçerli olduğu söylenebilir.

Etkin olmayan ülkelere referans olan etkin ülkeler ve referans oranları incelendiğinde; Çin'in %5043-%1000000000 arasında değişen oranlarda tüm ülkelere referans olduğu, Japonya ve Kore'nin ise etkin olmasına karşın herhangi bir ülkeye referans olmadığı görülmektedir. Birkaç aşırı değer içermekle birlikte konteyner limanı kapasitesi ve gemi adamı sayısı ile milli ve diğer ülke bayraklı gemi sayılarında rasyonel iyileştirme oranları olduğu görülmektedir. Ancak gemi inşa kapasitesi ve gemi geri dönüşüm kapasitesi değişkenlerine göre bazı ülkelerin aşırı değerlere sahip olması sebebiyle bazı ülkelerin gemi inşa değişkenine göre %136-%636508081, gemi geri dönüşüm kapasitesi değişkenine göre ise %103-%199727419 arasında değişen aşırı oranlarda iyileştirme ihtiyacı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Etkinlik ve referans olma durumlarını gösteren tablolar birlikte incelendiğinde; 16-21.sıralar arasındaki Endonezya, Ukrayna, Singapur, Polonya, ABD ve Türkiye gibi bazı ülkelerin etkin olabilmek için kısa vadede basit bazı iyileştirmeler yapmasının yeterli görünmesine karşın 22-

37. sıralar arasında yer alan ülkelerin ise uzun zamana ihtiyacı olduğu görülmektedir. Analizlerde kullanılan verilerin BM tarafından yayımlanmış güvenilir veriler olması ve kullanılan analiz yöntemlerinin kabul görmüş bilimsel yöntemler olduğu göz önünde bulundurulduğunda; elde edilen bulguların da tutarlı ve mevcut yapıya uygun olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın bulgularından yararlanmak isteyen ülkeler; deniz taşımacılığındaki mevcut durumunu rasyonel olarak görebilecek ve etkinliğin artırılması için yapılması gerekenleri belirleyerek kısa ve uzun vadeli planlar yapabilecektir. Dolayısıyla analizler sonucunda belirlenen referans ülkeler ile bu ülkelerin uygulamaları örnek alınarak yapılacak iyileştirmelerin de tutarlı sonuçlar vermesini sağlayacaktır. Böylece ülkelerin deniz taşımacılığındaki etkinliğini artırmak için oluşturacağı vizyon ve bu vizyona ulaşmak için yapılması gerekenleri içeren öneriler de rasyonel ve uygulanabilir olacaktır. Ayrıca referans olarak belirlenen ülkelerin iyi uygulamaları kapsamında; kara, hava ve demiryolu gibi diğer taşımacılık yollarına göre karşılaştırmalar yaparak maliyetler, kapasite, enerji tüketimi ve çevresel etkiler gibi faktörlere dayalı olarak iyileştirme önerileri yapılabilecek, projeler geliştirilebilecektir.

Günümüzde ekonomik olarak gelişmiş ülkeler, sanayileşme ve ulaştırmada gerekli yatırımları yaparak kalkınmayı yakalamışlardır. Ulaştırma ve taşımacılık sektörü geçmişte sanayi ve ticaret için tamamlayıcı bir unsur olarak görülürken, günümüzde ekonominin temel bileşenlerden birisi haline gelerek deniz taşımacılığı, tek başına 500 milyar USD'lik bir geliri ile büyük bir sektördür. Ayrıca deniz taşımacılığı sayesinde, ülkelerin ticaret maliyetleri düşmekte, verimlilikleri artmakta, daha sürdürülebilir bir ticaret imkânı sunulmakta ve çok büyük miktarlarda malzemenin kıtalararası nakledilmesine imkân sağlanmaktadır. Bu büyük miktarlardaki malın büyük mesafeler kat ederek yer değiştirmesi, deniz taşımacılığında öncü ülkeleri ekonomik olarak zenginleştirmesinin yanında tüm ülkelerin ulaşabildiği imkânların dengeye gelmesine katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak ünlü Türk devlet adamı ve Amiral Barbaros Hayrettin Paşa'nın "*Denizlere hâkim olan cihana hâkim olur*" özdeyişine genellikle askeri bir anlam yüklense de bu sözün deniz taşımacılığı konusunda geçerli olduğu açıkça görülmektedir. Kıtalararası ticarete söz sahibi olan ülkelerin küresel ekonomide de söz sahibi olacağı göz önünde bulundurulduğunda, karar vericilerin bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan faydalanarak ülkelerinin deniz taşımacılığı alanında gelişmesine katkı sağlayabilecekleri değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Açık, A., Ertürk, E. & Sağlam, B.B. (2017). Veri Zarflama Analizi yöntemiyle Türk gemi inşa sanayinin etkinlik değerlendirmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 9(2), 234-251.
<https://doi.org/10.18613/deudfd.351641>
- Akgül, E.F., Solak Fıışkın, S., Düzalan, B., Erdoğan, T. & Karataş Çetin, Ç. (2015). Liman rekabetçiliği ve etkinlik: Türkiye'deki konteyner limanları üzerine bir analiz, *II. Ulusal Liman Kongresi*.
<http://doi.org/10.18872/DEU.b.ULK.2015.0045>
- Altın, F.G., Şahin, Y., Karaatlı, M. & Yıldız, Ö (2017). Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'deki limanların etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 21-30.
https://www.researchgate.net/profile/Yusuf_Sahin9/publication/321159538
- Alp, F. (2020). *Dünya deniz taşımacılığında Türkiye modeli araştırması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33158.91204>
- Andersen, P. & Petersen, N.C. (1993). A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 39(10), 1261-1294.
<https://www.jstor.org/stable/2632964>
- Ateş, A. & Esmer, S. (2011). Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki konteyner terminallerinin etkinlik ölçümü, *12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu*.
<http://www.soneresmer.com/downloads/puplications/b3.pdf>
- Ateş, A. & Esmer, S. (2014). Farklı yöntemler ile Türk konteyner limanlarının verimliliği, *Verimlilik Dergisi*, 0(1), 61-76.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/verimlilik/issue/21768/233979>
- Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
<http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Barros, C.P. & Athanassiou, M. (2014). Efficiency in European seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal, *Maritime Economics & Logistics*, 6, 122-140.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100099>

- Bircan, K. (2014) *Kruvaziyer Yolcu taşımacılığı kapsamında kruvaziyer limanların etkinliğinin değerlendirilmesi: alternatif liman önerisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
http://adudspace.adu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11607/694/2/Kamil_Bircan_Tez_Referans_No_10024395.pdf
- Chang, S., Wang, J., Yu, M., Shang, K., Lin, S. & Hsiao, B. (2015). An application of centralized Data Envelopment Analysis in resource allocation in container terminal operations, *Maritime Policy & Management*, 42(8), 776-788.
<https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1037373>
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodos, E (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, C. & Lee Lam, J.S. (2018). Sustainability and interactivity between cities and ports: A two-stage Data Envelopment Analysis (DEA) approach, *Maritime Policy & Management*, 45(7), 944-961.
<https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1450528>
- Coelli, T. (1996), A guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) program, *Centre for Efficiency and Productivity Analysis CEPA Working Paper*, University of New England, Armidale, 08/1996.
- Demirci, A. (2018). *Teori ve uygulamalarla Veri Zarflama Analizi*. Gazi Kitabevi.
- Demirci, A. & Tarhan, D.B. (2016). Türkiye’de faaliyet gösteren liman işletmeleri ve bu işletmelerin etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ölçümü, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 2(2), 144-160.
<http://dergipark.gov.tr/uiibd/issue/27132/285435>, 29 Temmuz 2018.
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical*, 20(3), 253-290.
<https://doi.org/10.2307/2343100>
- Gökmen, Ş., Tokatlıoğlu, Y. & Coşar, K. (2018). *Avrupa ülkelerinin deniz ticareti bakımından etkinlik analizi*, Nicel Karar Yöntemlerinde Güncel Konular (Bölüm 3), 29-52, Gazi Kitabevi.
- Güner, S. (2015). Liman etkinliği ölçümünde iki aşamalı bir model önerisi ve Türk limanları üzerinde bir uygulama, *Alphanumeric Journal*

(*The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*), 3(2), 99-106.

<https://www.academia.edu/19924408>

Leo, T., Yeo, G. & Thai, V.V. (2014). Environmental efficiency analysis of port cities: Slacks-based measure Data Envelopment Analysis approach, *Transport Policy*, 33, 82-88.

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.02.009>

Mienie, B., Sharp, G. & Brettenny, W. (2017). Ranking selected container terminals in Africa using Data Envelopment Analysis, *Management Dynamics*, 26(1), 16-29.

<https://search.proquest.com/openview/2a0af5f7f4e2dde3e5098b196672578f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=28942>

Nguyen, H-O., Nguyen, H-V., Chang, Y., Chin, A.T.H. & Tongzong, J. (2016). Measuring port efficiency using bootstrapped DEA: the Case of Vietnamese Ports, *Maritime Policy & Management*, 43(5), 644-659.

<https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1107922>

Park, R. & De, P. (2004). An alternative approach to efficiency measurement of seaports, *Maritime Economics & Logistics*, 6(1), 53-69.

https://doi.org/10.1057/9781137475770_13

Pjevcevic, D., Nikolica, M., Vidic, N. & Vukadinovica, K. (2017). Data Envelopment Analysis of AGV fleet sizing at a port container terminal, *International Journal of Production Research*, 55(14), 4021-4034.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1241445>

Reel, Y. ve Terzi, N. (2008). World marine markets and ports privatization, *Marmara University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 2(25), 119-139

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/muiibd/issue/484/4343>

Rios, C.A.M. & Ramos, F.S. (2018). Efficiency container ports in Brazil: A DEA and FDH approach, *Central European Review Of Economics and Management*, 2(1), 43-64.

<http://doi.org/10.29015/cerem.579>

Seiford, L.M. & Zhu, J. (1999). Infeasibility of Super-Efficiency Data Envelopment Analysis models, *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 37(2), 174-187.

<https://doi.org/10.1080/03155986.1999.11732379>

Shaheen, A.A. & Elkalla, M.A. (2019). Assessing the Middle East top container ports relative technical efficiency, *Annals of Maritime Studies* 56(1), 59-71.

<https://doi.org/10.18048/2019.56.04>

- Smith, A. (1776). *Milletlerin zenginliği*. Türkiye İş Bankası Yayınları.
- Van Dyck, G.K. (2015). Assessment of port efficiency in West Africa using Data Envelopment Analysis, *American Journal of Industrial and Business Management*, 5(4), 208-218.
<https://doi.org/10.4236/ajibm.2015.54023>
- Wang, T. & Cullinane, K. (2006). The efficiency of European container terminals and implications for supply chain management, *Maritime Economics & Logistics*, 8(1), 82-99.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100151>
- Wiegmansa, B. & Witteb, P. (2017). Efficiency of inland waterway container terminals: stochastic frontier and Data Envelopment Analysis to analyze the capacity design and throughput efficiency, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106, 12-21.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.007>
- Wiśnicki, B., Chybowski, L. & Czarnecki, M. (2017). Analysis of the efficiency of port container terminals with the use of the Data Envelopment Analysis method of relative productivity evaluation, *Management Systems in Production Engineering*, 1(25), 9-15.
<https://doi.org/10.1515/mspe-2017-0001>
- Wu, B., Wang, Y., Zhang, J., Savan, E.E. & Yan, X. (2015). Effectiveness of maritime safety control in different navigation zones using a spatial sequential DEA model: Yangtze River case, *Accident Analysis & Prevention*, 81, s.232-242.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.12.024>
- Yıldırım, B.F. & Önder E. (2015). *İşletmeciler, mühendisler ve yöneticiler için operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Dora Basın Yayın Dağıtım Ltd.Şti.
- Zahran, S.Z., Alam, J.B., Zahran, A.H.A., Smirlisb, Y., Papadimitrioub, S. & Tsioumasb, V. (2017). Analysis of port authority efficiency using Data Envelopment Analysis, *Maritime Economics & Logistics*, 19(3), 518-537.
<https://doi.org/10.1057/mel.2015.33>

BÖLÜM 4

AHP - TOPSIS HİBRİT METODU İLE SAHRA HASTANESİ MODELLEMESİ VE LOKASYON TESPİTİ

Aslı ERGENEKON ARSLAN¹

Bülent TURAN²

Buket MÜSÜROĞLU³

1 Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, ORCID:0000-0001-8052-8566, asli.arslan@bilecik.edu.tr

2 Dr. Öğr. Üyesi Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, ORCID:0000-0002-3553-9538, bulent.turan@bilecik.edu.tr

3 ORCID: 0009-0001-3263-7634, ozmenbuket38@gmail.com

GİRİŞ

Afetler önlenemeyen ve öngörülemeyen yıkıcı olaylar olarak tanımlanmakta olup doğal veya insan kaynaklı meydana gelmektedir. Afetler can ve mal kayıplarının yanı sıra sosyal ekonomik ve çevresel kayıplara da neden olmaktadır. Afetler toplumsal hayatı derinden etkilerken meydana geldiği bölgede günlük hayatı ve işleyişi de olumsuz olarak etkilemektedir. Afet durumlarında afetin olduğu bölgedeki kapasitenin yetersiz kalması, afet sonuçları ile baş edilememesi ve dış kaynaklara ihtiyaç duyulması afetlerin ortak özellikleri arasında yer almaktadır. Afet sonrasında özellikle barınma, beslenme, sağlık hizmetleri, iletişim, ulaşım hizmetlerinde ciddi aksamalar ve yetersizlikler yaşandığı tarih boyunca yaşanan afetlerde tecrübe edilmiştir. Olası bir afet durumu ile karşı karşıya kalındığında sözü edilen problemlerle başa çıkabilmek ve etkin bir afet yönetimi yapabilmek için arama kurtarma, iletişim, organizasyon gibi hayatı önem arz eden konuların mutlaka önceden planlanmış olması gerekir.

Afet durumlarında mevcut yerel sağlık kurumlarının da afetlerden olumsuz etkilenmesi veya afet durumlarında artan sağlık talebine karşı kapasitelerinin yetersiz kalması nedeni ile bireyler yeterli sağlık hizmeti alamamakta ve can kayıpları ile bedensel kalıcı hasarlar meydana gelebilmektedir. Özellikle ani gelişen ve yıkıcı etkilere sahip olan afetler sonrasında acil müdahaleye gereksinim duyan yaralı sayısı yanında afet sonrasında meydana gelen akut travmatik yaralanmalar ve afet sonrası yaşanabilecek salgın hastalıkların önlenmesi ve tedavisi, afet sonrası yaşanabilecek psikolojik olumsuzluklara karşı destek, kronik hastalıkların teşhis ve tedavilerinin de aksayabileceği unutulmamalıdır. Olası bir afet durumunda toplumların belki de en önemli ihtiyaçlarından birisini karşılayan alternatif sağlık kurumlarının; planlanması ve afet sonrasında en kısa sürede hayata geçirilmesi büyük önem arz etmektedir. Meydana gelen afetler sonrasında mevcut sağlık kurumlarının yapısal zarar görmesi, artan talebi karşılayamaması durumunda afette meydana gelen yaralanmaların tedavisinin yanı sıra olası acil vakalarda cerrahi girişimler için imkân sağlayan sahra hastaneleri sağlık desteğine ihtiyaç duyan bireyler için afet sonrasında yaşamsal öncelikler arasında yer almaktadır. Afete müdahalede geçici sahra hastanelerinin bulunması ve yaralıların bu hastanelerde sağlık hizmeti alması doğal afet yönetiminin belki de en önemli unsurudur. Sahra hastanelerinin afet sonrasında etkin ve kaliteli bir sağlık hizmete verebilmesi için Sahra hastanesi kuruluş yeri seçimi de büyük önem arz etmektedir. Kuruluş yeri seçiminde en doğru kararın alınabilmesi için söz konusu pek çok kriterin analiz edilerek doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve karar alınması gerekmektedir. Bu tür karmaşık karar verme süreçlerinde kararın alınması için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri son derece etkili bir araçtır. Bu çalışmada

Bilecik ili sahra hastanesi yer seçimi için ÇKKV tekniklerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonundan doğan AHP-TOPSIS Hibrit Metodu kullanılarak en optimal alternatifin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada Bilecik ili özelinde sahra hastanesi kurulumu için belirlenen kriterler ve alternatif alanlar detaylı bir şekilde ele alınarak, AHP yöntemiyle kriterler ağırlıkları belirlenmiş ve alternatif alanların kriterlere göre sıralanması TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Bilecik ili üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma ile sahra hastanesi kurulum yer seçimi sürecinde en uygun alanın belirlenmesine yönelik rehberlik oluşturulması hedeflenmektedir. Bu çalışma ile Bilecik ili sahra hastanesi yer seçimi konusunda önerilerde bulunarak afet yönetiminde daha etkin bir planlama yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Afet Kavramı

Halk dilinde “kıran” olarak da tabir edilen afet, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak, toplulukları olumsuz etkileyen doğal, teknolojik veya insan kökenli olaylar olarak tanımlanmaktadır (Gökçe ve Tetik, 2012). Türk Dil Kurumu (TDK) ise “Afet” kavramını çeşitli doğa olaylarının neden olduğu yıkım olarak tanımlamıştır (TDK, 2024). Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisi (UNDRR) Terminolojisi ise maruziyet, kırılganlık ve kapasite şartlarıyla etkileşime girerek insani, ekonomik, maddi ve çevresel etki ve kayıpların biri veya birden fazlasına neden olan tehlikeli olaylar nedeniyle bir toplumun veya topluluğun işleyişinin ciddi ölçekte bozulması olarak açıklamıştır (UNDRR, 2017). Afetlerde söz konusu olan olayın kendisinden ziyade neden olduğu sonuçlardır (Ergünay, 2002). Afet olarak değerlendirilen bir olayda insanlar, yerleşim alanları ve toplumsal unsurlar zarar görmekte (Uluğ, 2014) ve olaya maruz kalan toplum söz konusu olumsuz durum ile baş edemeyip dış yardıma ihtiyaç duymaktadır (Akdur, 2000). Afetlerde yaralanmalar ve can kaybı, hasar ve tarımsal alanların zarar uğraması, ulaşım alt yapısında meydana gelen bozulmalar doğrudan etkiler iken işsizlik, ekonomi ve sosyal dengedeki bozulmalar, göç ve afet sonrası görülen salgın hastalıklar dolaylı etkiler arasındadır (Büyükbaş ve Ormanoğlu, 2013: 16). Bir olay veya felaketin afet olarak değerlendirilebilmesi için Acil Durum Veri Tabanı’na (Emergency Disaster Database, EM-DAT) göre “Kayıp ve ölümler dahil en az on kişinin can kaybı yaşaması”, “Yaralanma ve evsiz kalma dahil etkilenen insan sayısının en az yüz kişi olması” yada “Olağanüstü hâl ilan edilmiş ve uluslararası yardım çağrısında bulunulmuş olması gerekmektedir” kriterlerden en az birinin karşılanması gerekmektedir (EMDAT, 2024). Kaynağı ne olursa olsun afetlerin ortak özelliklerine bakıldığında afetler; doğrudan zarar görebilirlikle ilgili olup tehlike ile tetiklenen ve tüm

canlıları etkileyen, toplumun baş edebilme kapasitesini aşan sosyal ve toplumsal faktörlerin önemli olduğu teknolojik ve veya doğa kaynaklı olaylardır (Kadioğlu, 2011: 39).

Dünya üzerinde insanoğlu her an farklı çeşitlerde afet, felaket ve yıkıcı olaylar ile karşılaşmaktadır. Yaşanılan bu afetler bazen depremler, tayfunlar, sel, çığ düşmesi gibi aniden meydana gelirken küresel ısınma, kuraklık, iklim değişikliği gibi olaylarda tehditlerin gerçekleşmesi daha uzun süreler alabilmektedir. Gerçekleşme hızı ve kökeni her ne olursa olsun afetlerin yıkıcı etkileri karşısında toplumlar maddi kayıplar, can kayıpları ile birlikte sosyolojik, ekonomik, toplumsal olarak da ağır hasarlar söz konusu olmakta ve normal hayata dönebilmek bazı afetlerden sonra uzun yıllar alabilmektedir. Her yıl milyonlarca insan afetlerde felaketle ve afetlerin birçok korkutucu sonuçlarıyla karşı karşıya gelir. Son 10 yılda dünyada 2016 Haiti Matthew kasırgası, 2017 Bangladeş mülteci akını, 2019 Bahamalar Dorian kasırgası, 2020 Beyrut liman patlaması, 2021 Haiti deprem, 2022 Tonga Deprem ve tsunami, 2022 Peru petrol sızıntısı (Usta, 2023) ve 2019 yılının sonlarına doğru Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve tüm dünyaya hızla yayılan Covid-19 pandemisi dünya genelinde epidemik bir afete neden olmuştur (Zafer, 2023). Afet etkilerinin önemli bir yılı olduğunu işaret eden EM-DAT 2023 yılı raporunda toplam 399 afeti kaydetmiş olup hazırlanan raporda Endonezya Kuraklığı birinci, Türkiye ve Suriye Arap Cumhuriyeti'nde yaşanan depremler ise yıkıcılığı en fazla olan ikinci afetler olarak raporda kayıt altına alınmıştır.

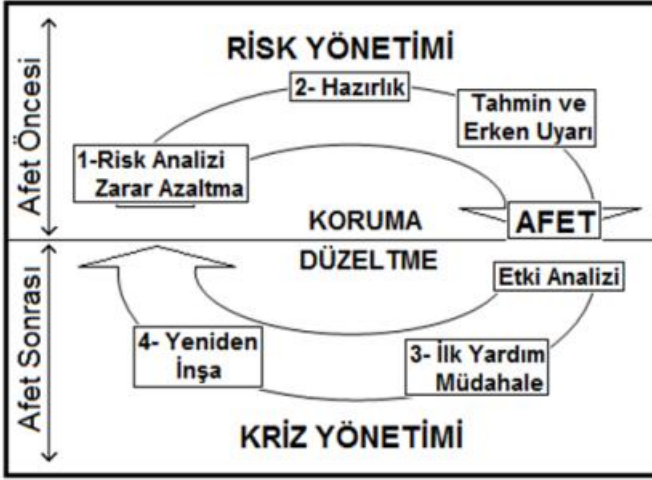
Türkiye bulunduğu jeopolitik konum nedeniyle deprem, sel, erozyon, heyelan, kuraklık, çığ gibi farklı afet çeşitliliğine sahip bir ülkedir. Doğal afetlerin yarattığı etkilere bakıldığında zaman, en çok zarar veren afet türünün deprem olduğu görülmektedir (Gözükızıl ve Tezcan, 2023: 98). Coğrafi konum olarak dünyanın aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alması depremlerin etkinliğinin fazla olmasına neden olmaktadır (JICA, 2004: 28). Türkiye'de yılda ortalama 3000- 4000 yer hareketliliği kaydedilmekte ve bulunduğu toprakların %91'i, ülke nüfusunun %95'i deprem açısından risk altında bulunmaktadır (Akdur, 2000: 9). 1939 Büyük Erzincan Depremi, 1976 Van Çaldıran Depremi, 1988 Çatak Heyelan Faciası, 1992 Çığ Felaketleri, 1999 Gölcük Depremi, 2020 Elazığ Depremi, 2020 İzmir Seferihisar Depremi, 11 Ağustos 2021'de Batı Karadeniz bölgesinde yaşanan sel felaketi, 2023 Kahramanmaraş Depremleri ülkemizde yaşanan büyük afetler olarak tarihte yerini almıştır. Türkiye'nin son 50 yılda gerçekleşen afet verileri incelendiğinde afete bağlı olay sayılarının heyelan (%45) ve depremlerden (%18) oluştuğu görülmektedir (Gökçe vd., 2008: 10-12). Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü (2023) tarafından yayınlanan raporda Türkiye'de 2022 yılında meteorolojik kökenli afetlerin %33,5'i sel/ şiddetli yağışlar,

%18,5'i dolu kaynaklı afetler ve %21,3'i fırtınadan kaynaklı afetler olduğu görölmektedir (Müsüroğlu, 2025).

Afet Yönetim

Afet yönetimi, afet sonucunu doğurabilecek olayların önlenmesi veya zararlarının azaltılması amacıyla, afetlere hazırlık için olası risk ve zararların azaltılması bunun yanında afetlerden sonraki müdahale ve iyileştirme gibi çalışmaların gerçekleştirilebilmesi amacı ile yapılması gereken çalışmaların, toplumun tüm kesimlerini kapsayacak şekilde planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesini kapsamaktadır. Bunun için gerekli mevzuat ve kurumsal yapılanmaların oluşturulması veya yeniden düzenlenmesi ile etkin ve verimli bir uygulamanın sağlanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarına ait kaynaklarının ortak amaçlar doğrultusunda yönetilmesi afet yönetimi kavramı içerisinde yer almaktadır (Kadıoğlu, 2011). Diğer bir ifade ile Afet Yönetimi; afetlerin önlenmesi ve afet kayıpların en aza indirilmesi, afete neden olan olaylara karşı zamanında, etkin ve hızlı bir müdahale oluşturulması ve afetzedelere daha güvenilir yaşam alanlarının oluşturulabilmesi için tüm toplumun birlik ve beraberlik içinde bulunması gereken bir müdahale sürecidir (Yılmaz, 2004: 30). Günaydın (2019) ise afet yönetimini, afet öncesi dönemden başlayarak afet sırası ve afet sonrası dönemlerini kapsayan afetten kaynaklanan zararları en aza indirmek için toplumun tamamını kapsayacak şekilde planlama, yönlendirme, gerekli kurumsal yapıların oluşturulması, kaynaklardan etkin bir şekilde yararlanmayı gerektiren ve birçok disiplini içinde barındıran bir süreç olarak tanımlamaktadır.

Günümüzde Afet Yönetimi (Kadıoğlu, 2008: 9) tüm tehlikelere karşı hazırlıklı olma, zarara azaltma ve müdahale etme ve iyileştirme gibi faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için mevcut kaynakların tamamının planlı ve etkin bir şekilde kullanıldığı analiz, karar alma, planlama ve uygulama süreçlerinin bütünüdür. Afet yönetimi zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme olmak üzere dört evreden oluşmaktadır (Şekil, 1). Ancak bu evreler zarar azaltma, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, etki analizi, müdahale, iyileştirme, yeniden yapılanma gibi sekiz evreye kadar detaylandırılabilir. Afet yönetim sistemindeki tüm evreler bir diğerini doğrudan etkilemekte olup afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında bir bütün olarak değerlendirilmeli, etkin ve verimli şekilde çalışmalar uygulanmalıdır. Evrelerin hepsi birbirini takip eden bir sistemden ziyade döngüsel bir sistemdir. Tüm bu özellikler nedeni ile afet yönetimini bütünleşik ve kapsamlı bir sistem olarak nitelendirilmektedir (Kadıoğlu, 2008: 52-53).



Şekil 1: Modern Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi ve Evreleri (Kaynak: Şahin ve Üçgül, 2018)

Zarar azaltma evresi; afetin neden olduğu kayıp ve zararların önlemesi amacı ile olası tehlikeleri görülmesi ve engellenmesine yönelik önlemlerin alındığı gerekli çalışmaların yapıldığı aşamadır (Ergünay, 2009). Hazırlık evresi; afetlere etkin, verimli ve hızlı bir şekilde müdahalede bulunabilmesi için afetten önceki süre içerisinde yapılan planlama, tatbikatlar, düzenlenen eğitimler, halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları, acil durumda kullanılacak malzeme hazırlıkları gibi çalışmaların bulunduğu devamlılık gerektiren süreçtir. Müdahale evresi; afetin meydana gelmesinden sonra başlayan can ve mal kurtarma çalışmaları olup ilgili kurumların afet öncesinde hazırlanan planlamalarını hayata geçirme aşamasıdır. Bu evre ihtiyaçların hızlı ve etkili belirlenerek hasar tahmininin yapılması, sağlık hizmetleri, barınma ve beslenme gibi temel gereksinimlerin karşılanması adına gerekli çalışmaların gerçekleştirilmesi ile afet sonrası süreçte yaşanabilecek ikincil felaketler, salgın hastalıklar, ulaşım-koordinasyon, çevre sorunları gibi faaliyetleri kapsamaktadır (Günaydın, 2019). İyileştirme evresi; afetten etkilenen toplumun afet öncesinden daha iyi duruma getirilmesini için geçici barınma, ulaşım, sosyal, ekonomik ihtiyaçların karşılanması adına çalışmaları kapsamaktadır. Afet sonrası etkilenen toplumun sosyo-ekonomik ve psikolojik bütünlüğünün tekrar kazandırılması, hasar gören tüm yapıların yeniden inşa edilmesi gibi geniş bir alana yayılan çalışmalar bu evrede yer almaktadır (Ergünay, 2009: 9; Kadioğlu, 2011; Karagel, 2019; Yaman ve Düger, 2017: 16-17).

Sahra Hastanesi

Sahra hastaneleri olası bir afet sonrasında hastanelerin hasar görek kısmen veya tamamen kullanılamaz olduğu veya hastane kapasitesinin ihtiyaca cevap veremediği durumlarda sağlık hizmetlerinin devamlılığının

sağlanması amacıyla geçici süreler için kurulan hastanelerdir (Dursun ve Karakoç, 2019). Sahra hastaneleri Dünya Sağlık rgt (WHO) ve Pan Amerikan Sağlık rgt (PAHO) tarafından, etkilenen nüfusa paralel olarak alanın genişletilebilmesi veya daralma özelliklerine sahip, hızlı kurulabilen, en az 10 yatan hastaya hizmet verebilecek kapasitesi ile kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen, en az bir ameliyathane ve laboratuvar birimleri bulunan ve mobil röntgen ekipmanına sahip sağlık kuruluşu olarak tanımlanmaktadır (King ve Jatoui, 2005; 648-649). Sahra hastaneleri hastane afet planındaki gibi idari, hastaneye kabul, operasyonel, lojistik ve insani yardım hizmetleri olmak üzere afet koşullarına bağlı olarak genişletilebilen, kltlebilinen beş ana birimden oluşan bir yapıya sahiptir. Ayrıca sahra hastaneleri, afetten etkilenen insanlara beslenme ve barınma gibi görevleri üstlenmek zorunda kalabilirler (Dursun ve Karakoç, 2019). Yaşanılan afetin büyüklüğüne, oluşturduğu etkiye, hastane ve ülkenin maddi olanaklarına göre hasarsız veya işlevine engel olmayacak şekilde az hasarlı kamu binaları, özel sektör binaları sahra hastanesi olarak kullanılabilirken; çadır tipi, mobil-treyler tipi, konteyner tipi, prefabrik ve baraka tipi gibi hastane modülleri sahra hastanesi olarak kullanılmaktadır (Biter, 2023). Sahra hastanesi planlanmasında hizmet verilecek nüfus, sahra hastanesi kullanım süresi, maliyet, bulunulan yerin iklim şartları, hastanenin gerekli durumlarda kapasitesinin artırılma gereksinimi, bakımı, ısınma ve izolasyonu gibi pek çok parametreni değerlendirilmesi gerekmektedir. Su geçirmeyen ve ağır iklim koşullarına karşı zemin yalıtımı yapılan çadırlar, diğer kurulum modellerine göre daha hızlı kurulabilmeleri, kolay taşınmaları, kolay tamir edilebilmeleri ve birden fazla kullanım olanaklarına sahip olmaları nedeni ile düşük maliyetli alternatifler arasında yer almaktadır (Tekin vd., 2017; Bıçakçı ve Nevruz, 2021; Dursun ve Karakoç, 2019; insapedia.com, 2020). adır tipi şişme sahra hastaneleri boyutlarına ve şişirilebilir veya metal çerçeveli gibi kurulum tekniklerine göre 10 dakika ile birkaç saat içerisinde kurulabilmekte ve kullanıma hazır olmaktadırlar. Hızlı bir montaj ve minimum iş gücüyle hazırlanan çadırlar başka çadır veya konteynirlara da bağlanabilmektedir. Sahra hastanesi kurulum tipi seçiminde mevsimsel farklılıklar da önemlidir. Zira adır ve şişirilebilir yapıların her altı ayda bir değiştirilmeleri gerekirken diğer yapıların çadırlara kıyasla kullanıma bağlı olarak daha uzun süre dayanıklılığı devam edebilmektedir. Genişletilebilir konteyner kurulması ile kapasiteyi iki buçuk katına kadar ıkartabilmekte ve sahra hastanelerinin kurulumunda ameliyathane, yoğun bakım ve komuta merkezleri için kullanılabilmeye uygun teknolojiye sahiptir (turmaks.com, 2024). şekil 2’de örnek bir sahra hastanesi görülmektedir.



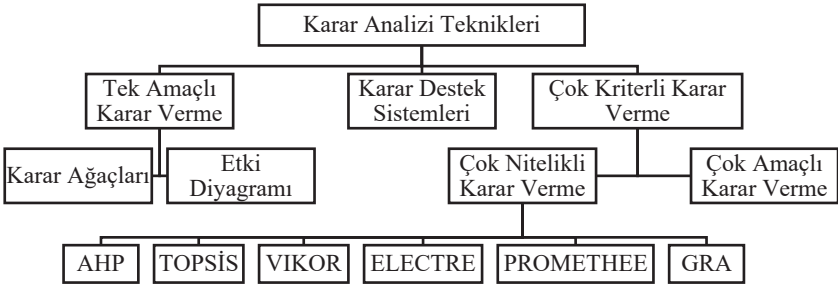
Şekil 1: AFAD Tarafından Kurulan Modüler Sahra Hastanesi (Kaynak: Dursun ve Karakoç, 2019)

Sahra hastanesi kurulması planlanan yerleşim yerinin iyi araştırılması ve gerekli durumlarda ilgisi bulunan kuruluşlar ile anlaşmalar yapılmalıdır. Sahra hastaneleri afete maruz kalan bölgeye, sağlık tesislerine, ana yollara, gıda, su, enerji gibi kriterleri karşılayabilecek kaynaklara yakın olmasının yanında ikincil afet risklerinin olmadığı güvenilir alanlarda kurulmalıdır. Sahra hastanesi kurulum planlamasında sağlık hizmetlerinin sürekliliğini ve etkinliğini etkileyecek jeneratör, taşınabilir ventilatör cihazları, bataryalar, ilaçlar, sarf malzemeleri gibi malzeme, ekipmanların afetten etkilenmeyecek şekilde uygun yerlerde depolanması ve düzenli olarak kontrollerinin yapılması gerekir. Depolanmayan ekipman ve malzemeler varsa ilgili firmalar ile önceden sözleşme yapılmalıdır. Uygun şekilde depolanan malzeme ve ekipmanlar etkin bir şekilde kullanılmasına ve maliyet artışının önüne geçebilir (Tekin vd., 2017; Bıçakçı ve Nevruz, 2021; Dursun ve Karakoç, 2019).

YÖNTEM

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemleri, en iyi çözüme ulaşabilmek amacı ile birden fazla kriterin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir (Turan, 2018; Öztel, 2016). ÇKKV, çok sayıda birbirinden bağımsız kriterin ne derecede etkili olduğunu dikkate alarak birden fazla ve aynı anda alternatifler içerisinde en iyi tercihin seçilmesini sağlayan ve faktörlere göre en uygun kararın verilmesine ışık tutan karşılaştırma veya sıralamaya dayalı yöntemlerdir (Taş vd. 2017). ÇKKV yöntemleri, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutarak karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde edilmesine imkan tanımaktadır (Karakaşoğlu, 2008). ÇKKV’de alternatiflerin birden fazla kritere göre sıralanmasını sağlayan farklı teknikler kullanılabilir (Şekil 3).



Şekil 2: Karar Analizi Tekniklerinin Sınıflandırılması (Zhou vd., 2006).

İlgili literatür incelendiğinde ÇKKV tekniklerinin karar verme problemlerinde en çok tercih edilen yöntem olduğu görülmektedir. ÇKKV sayısal ve sözel kriterleri kullanarak alternatifleri birden fazla kritere göre değerlendirip sıralama, seçme, karşılaştırma yöntemleri ile en iyi alternatifi belirleyebilir. Bu nedenle ile minimum kayıp ve maksimum kazanç elde edilmesi amaçlanan karar verme problemlerinde enerji (Arslan vd., 2021; Arslan ve Arslan, 2024; Atıcı ve Ulucan 2009, Lee, 2009) hastane kurulum yeri (Baki, 2021; İnce vd., 2016; Khaksefidi ve Miri, 2016; Çelikkbilek, 2018; Miç ve Antman, 2019), afet sonrası toplanma-barınma alanları (Kınık vd. 2022; Şekelli, 2020; Sayar, 2018), sahra hastanesi kurulum yeri (Müsüroğlu ve Arslan, 2024a; Müüsüroğlu ve Arslanb, 2024; Vafaei, 2014; Akpınar ve Ilgın, 2021), bankacılık-finans (Demirelli, 2010; Akyüz vd. 2011; Çalışkan ve Eren 2016; Kandemir ve Karataş, 2016), tedarikçi seçimi (Boran vd., 2009; Özdemir ve Deste, 2009); performans sıralaması (Arslan ve Güven, 2018; Uyguntürk ve Korkmaz, 2012; Çakır ve Perçin, 2013) gibi pek çok alanda tercih edilmektedir.

Bu çalışmada ÇKKV yöntemleri arasında yer alan AHP-TOPSIS hibrit yöntemi ile Bilecik ili sahra hastanesi yer tayini yapılacak olup sadece AHP, TOPSIS ve AHP-TOPSIS yöntemleri hakkında detaylı bilgi verilecektir.

AHP Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970’li yıllarda Thomas ve Saaty tarafından ÇKKV problemlerinin çözümü için geliştirilen ve kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde bir uzman görüşüne ihtiyaç duyan bir tekniktir. AHP kullanım kolaylığının yanı sıra objektif ve subjektif yargıları birlikte değerlendirebilmesi nedeni ile karmaşık karar problemlerinde başarı ile uygulanabilmektedir. AHP’de karar vericiler tüm kriterleri Saaty’nin 1-9 (Tablo 1) ölçeğini kullanarak birbirleri ile karşılaştırırlar ve böylelikle bir öncelik sırası elde edilir. AHP kriterlerin önem derecelerini belirleyerek çok boyutlu bir problemi tek boyuta indirgeyebilmektedir. Alternatifler arasından en iyi olanın elde edilebilmesi için öncelik vektörleri ile kararlar sıralanmaktadır (Önder ve Önder, 2015).

Tablo 1: Karşılaştırmalarda kullanılan önem derecesi tablosu

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Teçrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemli	Faktörlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerleri temsil etmektedir	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.
Karşılıklı değerler	İ,j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

Kaynak: (Timor, 2010).

AHP yönteminde karar problemine ait hiyerarşik yapının oluşturulmasının akabinde her bir seviyedeki kriterlerin öncelik değerlerinin hesaplanması için ilgili seviyede yer alan elemanların ikili karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre AHP’de izlenilmesi gereken adımlar

1. Problemin tanımlanarak amaç ve hedeflerin belirlenmesi,
2. Belirlenen amaçlara ulaşabilmek için gerekli olan karar kriterlerinin listelenmesi
3. Olası karar alternatiflerinin belirlenmesi
4. Probleme ilişkin hiyerarşik yapının oluşturulması
5. Hiyerarşik yapının her seviyesi için kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması ve özvektörlerden yararlanarak kriter önem derecelendirilmesi.
6. Alternatiflerin ikili olarak karşılaştırılarak önceliklerinin hesaplanması,
7. Uyum oranının hesaplanması,
8. Göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerin sıralanması ve en yüksek öncelik derine sahip alternatifin seçilmesi,
9. Duyarlılık analizinin gerçekleştirilmesi

AHP yönteminde kriterlerin ağırlıkları (w) sözel veya sayısal olarak karar vericinin yaptığı ikili karşılaştırmalar ile elde edilir. İkili karşılaştırmalara için Saaty’nin 1-9 skalası kullanılmaktadır. AHP yönteminin matematiksel yapısı sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Tzeng ve Huang, 2011; Önder ve Önder, 2015, Arslan vd., 2020):

Kriterler a_1, a_2, \dots, a_n , ve ağırlıkları w_1, w_2, \dots, w_n olacak şekilde n adet kriterin göreceli önem ağırlıklarına göre ikili karşılaştırılmasına ait matrisi yapısı;

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ (karşılıklı olma özelliğine göre) ve $a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}}$ olmaktadır. Gerek problemlerde genellikle $\frac{w_i}{w_j}$ bilinmediği için AHP yönteminde $a_{ij} \cong \frac{w_i}{w_j}$ olacak şekilde a_{ij} değeri bulunmaktadır. Ağırlık matrisinin genel formülü ise;

$$W = \begin{matrix} & w_1 & \dots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

W ve w değerleri çarpılarak;

$$W \cdot w = \begin{matrix} & w_1 & \dots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

Nispi ağırlıkları $Aw = \lambda_{max}w$ denklemini sağlayan λ_{max} temel alınarak bulunan özvektör w ile hesaplanır. λ_{max} A matrisinin en büyük değeri olmakla birlikte w özvektörü λ_{max} bağlı olarak $(A - \lambda_{max}I)w = 0$ denklemi ile elde edilir. Ayrıca göreceli ağırlıkların doğruluğu ve subjektif algıların tutarlılığı için (CI) Tutarlılık İndeksi ve (CR) Tutarlılık Oranı kullanılmaktadır.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (\text{Tutarlılık indeksi}) \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{Tutarlılık katsayısı}) \quad (5)$$

RI ‘‘Rastgele Değer İndisini’’ temsil etmektedir. Farklı eleman sayılarına (n) göre RI değeri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Rastal İndeks Değerleri

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

Kaynak: (Saaty,1990b; Saaty, 2008)

TOPSİS Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olan ‘‘Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution’’ (TOPSIS) Hwang ve Yoon tarafından 1981

yılında literatüre kazandırılmıştır (Cheng. vd, 2003: 550). TOPSIS yöntemi, karmaşık matematiksel modeller ve algoritmalar içermemesi, anlaşılması kolay, sonuçların yorumlanması zor olmayan bir metod olması nedeni ile üretim sistemleri (Özdağoğlu, 2012; Korucuk, 2019), tedarik zinciri (Vatansever, 2013; Şimşek vd. 2015), enerji yönetimi (Arslan vd., 2021; Erikgenoğlu, 2025), pazarlama (Tao vd. 2021; Wu vd., 2010), finansal uygulamalar (Wang, 2008; Akyüz vd., 2011) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. TOPSIS yönteminin temeli, karar verici tarafından oluşturulan alternatiflerin Pozitif İdeal çözüme en yakın ve Negatif İdeal çözüme en uzak olmasına dayanmaktadır. (Nan ve Tian, 2011: 1141; İşek vd. 2015).

TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda sıralaması yapılabilmesi için ilk olarak bir karar matrisinin oluşturulması gerekmekte olup sonrasında sırası ile normalize edilmiş karar matrisi elde edilerek matrisin ağırlıklandırılması aşamaları gerçekleştirilmelidir. İdeal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplanarak alternatiflerin göreceli puanları hesaplanır ve alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilir (Özdemir, 2015). Bu aşamalar sırasıyla (Özdemir, 2015; Müsüroğlu ve Arslan, 2024a).

1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisi karar vericiler tarafından oluşturulan ve satırlarda karar noktalarını gösterirken sütunlarda ise faktörlere yer veren bir matristir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mp} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Adım: Normalize matrisin elde edilmesi: Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir a_{ij} değerinin karesi alınarak ilgili değerlerin bulunduğu sütunların sütun toplamları elde edilir. Her bir a_{ij} değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon gerçekleştirilir.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, p) \quad (2)$$

Normalize edilmiş matris;

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & \dots & n_{12} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & \dots & n_{mp} \end{bmatrix} \quad (3)$$

3. Adım: Normalize edilmiş matrise ait her bir değer faktörlerin önem derecesine göre w_i gibi bir değerle ağırlıklandırılırken w_i değerlerinin toplamı 1'e eşit olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Normalize matris

ile elde edilen n_{ij} değerleri w_i ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris (V) elde edilir.

$$V = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & \dots & w_n n_{p1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 n_{m1} & \dots & w_n n_{mp} \end{bmatrix} ij = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \dots & v_{mp} \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. Adım: İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi: Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edildikten sonra problemin yapısına bağlı kalarak her sütuna ait maksimum değerler ile minimum değerler tespit edilir. Bu maksimum ve minimum değerler aynı zamanda ideal çözüm değerleri ve negatif ideal çözüm değerleridir.

İdeal çözüm değerleri;

$$A^* = \{ \max v_{ij} \setminus j = 1, \dots, p ; i = 1, \dots, m \}$$

$$A^* = \{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \} \text{ (her bir sütuna ait maksimum değer).}$$

$$A^- = \{ (\min v_{ij} \text{ olmak üzere}) \}$$

$$A^- = \{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \} \text{ her bir sütuna ait minimum değerdir.}$$

5. Adım: İdeal ve ideal olmayan noktalara uzaklık değerleri hesaplanırken Öklidyen uzaklık kullanılmaktadır.

Öklidyen uzaklık:
$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (5)$$

x_{ik} : i . gözlemin k . değişken değeri

x_{jk} : j . gözlemin k . değişken değeri

p : değişken sayısı

Öklidyen uzaklık formülü (5) ideal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklığın hesaplanması için formüle edilirse;

İdeal uzaklık:
$$S_{ij}^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (6)$$

Negatif ideal uzaklık:
$$S_{ij}^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

Adım 6: İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının hesaplanmasında ideal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklıklardan yararlanır. İdeal çözüme göreli yakınlık C_i^* ile gösterilmektedir. Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer almakla birlikte $C_i^* = 1$ karar noktasının ideal çözüme mutlak çözüm yakınlığını gösterirken $C_i^* = 0$ ise karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

AHP-TOPSIS Hibrit Analizi

ÇKKV teknikleri arasında yer alan TOPSIS yöntemi, optimal olmayan bir alternatifin öne sürülmesi durumunda alternatifler arasındaki sıralamanın değişimini belirtmede en iyi yöntemler arasında yer almakta olup, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme de en uzak sonucu vermesinden dolayı diğer basit ağırlıklara göre mantıksal bir düşünceye ve sezgilere dayanan uygulaması kolay ve anlaşılması basit bir yöntemdir. TOPSIS yöntemi sahip olduğu bu avantajlar nedeni ile pek çok alanda karar verme yöntemi olarak tercih edilmektedir. Ancak bu avantajların yanında TOPSIS'te karar verme kriterleri üzerinde bir belirsizlik yer almakta olup başlangıçta kriterler için başlangıç ağırlığının uzmanlar tarafından atanması gerekmektedir. Parametrenin ağırlıklandırılması işlemi TOPSIS yönteminin tek subjektif yönüdür (Kallo, 2015; Özdemir, 2015: 134; Koyuncu ve Özcan, 2014). AHP, görüş analitik hiyerarşik sürecinde bir uzman tarafından önemin ölçeklenmesine izin verdiği için daha hassas bir sıralamaya sahiptir. AHP, kendi içinde en iyiye yakınsama sırasını belirleyen bir yöntem olmasına rağmen, TOPSIS matematiksel prosedürüne bağlı olarak sıralama ölçeğinde daha iyi bir karar vermektedir. AHP ve TOPSIS'in sahip olduğu bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve karar noktasında daha güçlü ve etkili sonuçlar üretebilmek için her iki yöntemi melezleştirerek AHP-TOPSIS hibrit metodu kullanılabilir. AHP-TOPSIS hibrit metodunda AHP'nin yakınsama değerleri TOPSIS'in ağırlık parametreleri olarak kullanılmaktadır (Arslan vd. 2020).

İlgili literatürde AHP-TOPSIS hibrit metodunun pek çok alanda kullanıldığı görülmektedir (Arslan vd. 2021; Prakash ve Barua, 2015; Sindhu vd. 2017; Tyagi vd. 2014; Lachgar vd. 2024). Bilecik ili sahra hastanesi yer seçiminde de sözü edilen gerekçelere dayanılarak AHP-TOPSIS metodunun uygulanması tercih edilmiştir.

Literatür

Literatürde sağlık kurumları ve hastaneler ile ilgili ÇKKV ile yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlanılmıştır (Kahraman vd., 2019; Vahidnia vd., 2009; Zhou ve Wu 2012; Wu vd., 2007; Dell'Ovo vd., 2018; Dehe ve Bamford, 2015).

Moradian vd. (2018) çalışmasında, hastane yer seçimi amacı ile yapılmış olan çalışmalarda yer alan kriterleri inceleyerek kullanılan kriterleri sistematik bir şekilde kategorize ederek listelemeyi amaçlamıştır. Gai (2019) çalışmasında, olası bir afet meydana geldikten sonra acil tıbbi merkezlerin yerini ve kurtulanların tahliyesini belirlemek amacı ile acil tıbbi merkezlerin potansiyel yerlerini TODIM ve nesnel programlama tekniklerinden ile değerlendirmiştir. Müsüroğlu ve Arslan (2024a; 2024b) Bilecik ilinde sahra hastanesi kurulum yeri tespiti amacıyla AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak yapmış oldukları iki farklı çalışmada 4 farklı lokasyon ve 3 farklı hastane modellemesi ile en uygun alternatifi

belirlemeye çalışmışlardır. Her iki çalışmada da ana yollara uzaklık, deprensellik, depolara uzaklık, hastanelere uzaklık, alan kapasite kullanımı, yatak sayısı gibi faktörler çalışmaya dâhil edilmiştir. Vafaei (2014) coğrafi bilgi sistemleri ve AHP metodunu kullanarak İstanbul ilinde sahra hastanesi optimum kuruluş yerinin belirlenmesinde için yaptığı çalışmada ana arterlere uzaklık, mevcut hastanelere uzaklık, popülasyon yoğunluğu, operasyon süreleri ve yatak kapasitesi ilgili kriterler olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Kılıç vd. (2022) çalışmalarında Çanakkale'de olası bir deprem sonrasında sahra hastanelerinde depremzedelere müdahale için nüfus büyüklüğü, nüfus yoğunluğu, alan büyüklüğü, ana yollara yakınlık, yol ağı yoğunluğu, tıbbi tesislere uzaklık ve tıbbi depolara yakınlık seçilen kriterle dahilinde ÇKKV teknikleri arasında yer alan VIKOR yöntemini kullanarak bir yer seçimi modeli sunmuşlardır. Boyacı ve Şişman (2022) tarafından yapılan çalışmada, Samsun ili Atakum ilçesinde bir pandemi hastanesi yer seçimi için uygun yerlerin elde edilmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (PFAHP) ve TOPSIS olmak üzere üç tekniği birleştiren bir analitik araç geliştirilmiştir. Nüfus yoğunluğu, ulaşım ağına uzaklık, mevcut hastanelere uzaklık, itfaiye istasyonlarına uzaklık, arazi değeri, eğim, endüstriyel alanlara uzaklık kriterleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Akpınar ve Ilgın (2021) İzmir'de inşa edilecek bir COVID-19 sahra hastanesi için en uygun yeri belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, Fuzzy Choquet integral çok kriterli karar verme tekniği kullanmışlardır. Trafik yoğunluğu, ana yollara uzaklık, otobüs draklarına uzaklık, hava-iklim kalitesi, hava-su kirliliği, farklı ulaşım yollarının varlığı, sağlık merkezlerine uzaklık, nüfus yoğunluğu ve maliyet kriterlerine göre alternatifler değerlendirilmiştir.

UYGULAMA

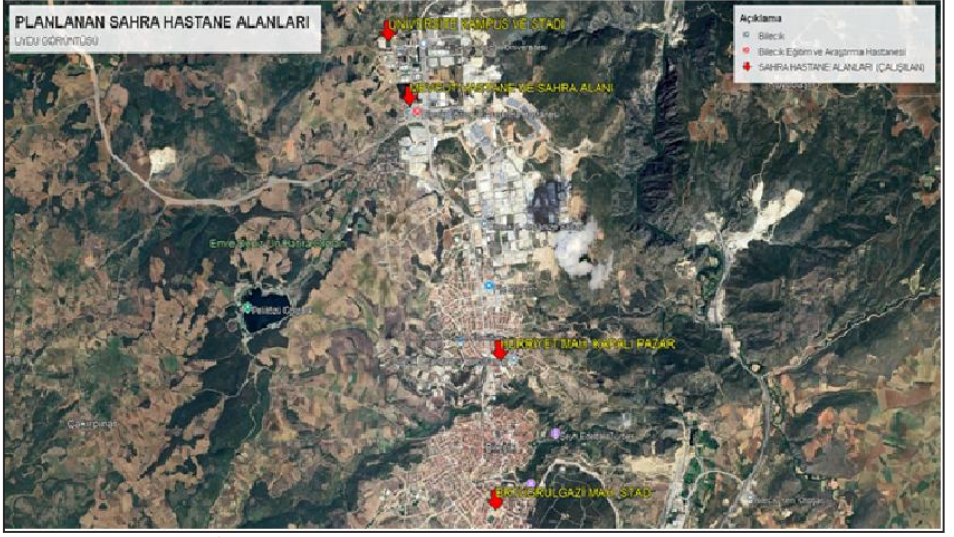
Araştırmanın Amaç, Önem ve Sınırlılıkları

Çalışma Bilecik ilinde yer sağlık kurumlarının, Bilecik ili veya çevresinde meydana gelebilecek olası bir afet durumunda hasar görmesi veya mevcut kapasitesinin üzerinde sağlık hizmetleri talebine cevap veremeyecek durumda kalması nedeni ile sağlık hizmetlerinin devamlılığının sağlanabilmesi için kurulması planlanan sahra hastanesinin yer seçimini konu almaktadır. Bilecik ili her ne kadar deprensellik açısından yüksek riskli iller arasında yer almasa da; Kuzeyinde bulunan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Güneyinde bulunan Eskişehir Fay Zonuna yakın olması, Sakarya, Eskişehir, Bursa, Kütahya ve Bolu illerinin kesişiminde yer almakta ve Türkiye'nin en kalabalık ili olan İstanbul iline yakın konumda bulunmaktadır. Söz konusu gerekçeler göz önüne alındığında, bu illerde gerçekleşebilecek afet durumlarında Bilecik ilinin hizmet verebilme potansiyelinin bulunması nedeni ile Bilecik ili örnek uygulama alanı olarak seçilmiştir.

İlgili alan yazınında Bilecik ilinde olası bir afet durumunda kurulabilecek sahra hastanesi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Müsüroğlu ve Arslan (2024a; 2024b) tarafından AHP ve TOPSIS ile ayrı ayrı yapılmış olan çalışmalar dikkat çekmektedir. Müsüroğlu ve Arslan (2024a) Bilecik ilinde 4 farklı lokasyon ve 3 farklı modelde kurulması planlanan sahra hastanesi yer seçimi çalışmasında 12 farklı senaryo dâhilinde TOPSIS metodu ile değerlendirmişlerdir. Müsüroğlu ve Arslan (2024b) tarafından yapılmış olan farklı bir çalışmada ise yine Bilecik ilinde 4 farklı lokasyon ve 3 farklı modelde kurulması planlanan sahra hastanesi için yer seçimi 12 farklı senaryo dâhilinde AHP metodu kullanılarak yer tespiti yapılmıştır. Her iki yöntem için elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Farklılıkların çalışmalarda kullanılan yöntemlerin bir sonucu olduğu düşünülmekle birlikte bu çalışmada ise her iki yöntemde söz konusu olabilecek dezavantajların bertaraf edilmesi için AHP sonucunda elde edilen ağırlıkların TOPSIS metoduna entegre edilmesi ile literatürde yer alan AHP-TOPSIS hibrit metodunun kullanılarak Bilecik ili için kurulması planlanan sahra hastanesinin modellenmesi ve yer tayininin yapılması amaçlanmaktadır. Çalışma, Bilecik il merkezi ve çalışmada kullanılan kriterler ile sınırlandırılmaktadır. Literatürde görüldüğü üzere (Müsüroğlu ve Arslan, 2024a; 2024b) farklı yöntemlerin ya da farklı kriterlerin kullanılması durumunda sonuçların değişebileceği dikkate alınması gereken bir durumdur.

Yer Seçimi

Çalışmada, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi (BŞEÜ) Stadyumu, Hürriyet Mahallesi'nde yer alan Kapalı Pazar, Ertuğrulgazi Mahallesi'nde yer alan Şeyh Edebali Stadyumu ve Bilecik ilinde hizmet veren tek hastane olan Bilecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi (BEAH) içerisindeki alan sahra hastanesi kurulum alanı açısından gerekli potansiyel özellikleri taşımaları ve kurulum için yeterli alana sahip olmaları nedeni ile alternatif konumlar olarak seçilmiştir. Seçilen alternatif kurulum yerlerine ait uydu görüntüleri Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 3: Bilecik İli Sahra Hastanesi Alternatif Kurulum Yeri Uydu Görüntüleri

Kriterlerin Belirlenmesi

Bu çalışmada seçilen kriterler ilgili literatürde ÇKKV teknikleri ile sahra hastanesi, sağlık kurumları, lojistik merkez, barınma alanı ve beslenme alanı ile ilgili olarak yapılmış olan çalışmalar incelenerek belirlenmiştir ve bu çalışmalar doğrultusunda ana yollara yakınlık, depremsellik, su baskını riski (kuru dere varlığı), faylara uzaklık, tıbbi depolara yakınlık, alan büyüklüğü, alan kullanım kapasitesi, sağlık kurumlarına olan mesafe Bilecik ilinde sahra hastanesi yer seçimi çalışmasında kullanılacak kriterler olarak belirlenmiştir.

Tablo 3: Çalışmada Kullanılan Kriterler

Kriter No	Açıklama	Kriter No	Açıklama
K1	Ana yollara yakınlığı	K7	İznik-Mekece Fay Zonu
K2	Tıbbi depolara olan mesafesi	K8	İnegöl Fay Zonu
K3	Sağlık kurumlarına mesafesi	K9	Dodurga Fay Zonu
K4	Alan Büyüklüğü	K10	Kurulacak çadır sayısı
K5	Su baskını riski	K11	Hasta Sayısı
K6	Ayvacık Segmenti	K12	Destek Birimlerinde Bakılacak Hasta Sayısı

Ana yollara yakınlık (K1): Sağlık personelin ve yaralıların hastaneye en hızlı şekilde ulaşabilmesi yaşanan afetin büyüklüğüne bağlı olarak ulaşımda söz konusu olabilecek aksaklıklar, ihtiyaç duyulan malzemelerin sevkiyatı ve diğer kurumlarla iletişimin etkin olarak gerçekleştirilebilmesi

adına ana yollara olan uzaklık sahra hastanesi kurulum yeri için önemli kriterle arasında yer almaktadır. Çalışmada kullanılan ana yollara yakınlık kriterine ait veriler Google Earth ve Google Haritalar aracılığıyla elde edilmiştir.

Tıbbi depolara yakınlık (K2): Afet sonrası gerekli malzeme temin edilmesi ve ivedikler taşınabilmesi için sahra hastanesinin lokal depolara olan uzaklıkları diğer önemli bir konudur. Bilecik il merkezinde AFAD'ın sorumluluğunda 1 adet depo bulunmakta olup alternatifler bu depoya göre değerlendirilmiştir.

Sağlık kurumlarına mesafe (K3): Afet sonrasında ihtiyaç duyulan ekipman ve malzemenin birincil olarak sağlık kurumlarından temin edilebilmesi halinde sahra hastanelerinin sağlık kurumlarına yakın olması istenilen bir durumdur. Diğer taraftan hastanelerde tedavi gören mevcut hastaların tahliyesi ve tedavilerinin devamı açısından sağlık kurumlarına yakınlık önem taşımaktadır. Bilecik ilinde hastane ölçekli sağlık hizmeti sağlayan bir kurum bulunmaktadır.

Alanın büyüklüğü (K4): Kurulması planlanan sahra hastanesi alanının nüfus yoğunluğuna göre gerekli olan kapasiteye ve gerekli görüldüğü hallerde esnekliğe sahip olması önemlidir.

Su baskını (K5): Afet sonrası kurulacak olan sahra hastanelerinin yer seçiminde su baskını kaynaklı ikincil zaiyatlar yaşanmaması adına kurulum yerinin dere yatakları, su baskını riski olan alanlardan uzak olması gerekmektedir. Çalışmada kuru dere yataklarının varlığına göre değerlendirilmiş olup kuru dere yataklarına olan uzaklıklar Google Earth ve Google Haritalar aracılığıyla elde edilmiştir.

Depressellik (K6, K7, K8, K9): Meydana gelen bir deprem sonrasında bölgede yer alan diğer fayların da etkilenip ikinci bir afete maruz kalınmaması açısından depreszellik kriteri çalışmaya dâhil edilmiştir. Bilecik ili depreszellik olarak değerlendirildiğinde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Eskişehir-Bursa Fay Zonu (BEFZ) etkisinde kalmaktadır (Bilecik İRAP, 2021). Bilecik ili ve çevresinin yapısal jeolojisi değerlendirildiğinde etrafında Geyve Fayı, İznik Fayı, Gemlik Fayı ve Dodurga Fayının diri faylar olduğu belirtilmekte olup fay hatlarına olan uzaklıklar Google Earth ve Google Haritalar aracılığıyla elde edilmiştir.

Kurulacak çadır sayısı (K10): Sahra hastanesi kurulum yeri kapasitelerinin değerlendirilmesi açısından alan büyüklüklerine bağlı kurulacak çadır sayısı çalışmaya dâhil edilmiştir. Alternatif alanların büyüklüğüne göre kurulacak sahra hastanesi modülleri ve verilecek sağlık hizmetlerinin kapasitesinin de değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Hasta sayısı (K11): Afet sonrasında kurulacak sahra hastanelerinde maksimum kişiye gerekli görülen farklı sağlık hizmetlerinin verilmesi temel amaçtır. Sahra hastaneleri yalnızca afet sonrasında afete bağlı yaralanmalara bağlı hizmet vermesinin yanında afet sonrasında yaşanabilecek salgın hastalıklar, psikolojik destek, afet sonrasında normale

dönüş sürecinde kronik hastalıkların tedavisi gibi görevleri de yerine getirebilecek birimlere sahip olmalıdır.

Destek Birimlerinde Bakılacak Hasta Sayısı (K12): Çalışma kapsamında kurulacak olan 3 farklı model sahra hastanesinin mevcut yatan hasta ve sağlık destek birimleri vasıtası ile hizmet vereceği hasta sayıları dikkate alınmıştır. Alternatif olarak kurulması planlanan 3 modele ait hasta kapasitelerine ve sahip oldukları birim özelliklerine Sahra Hastanesi Modelleri başlığı altında detayları ile değinilmiştir.

Sahra Hastanesi Modelleri

Çalışmada farklı kurulum alanlarına sahip olup farklı birimlerde farklı kapasite ve donanım ile sağlık hizmeti verebilen 3 farklı sahra hastanesi U-Project açık erişimde yer alan tanıtım verileri baz alınarak modellenmiştir. Bu verilere göre Model1, Model2, Model3 olarak tanımlanan sahra hastanelerine ait özellikler sırasıyla verilmiştir.

Model1 (1 Nolu Sahra Hastanesi): Söz konusu göre kurulması planlanan sahra hastanesi çadırı 6 hasta kapasitesi olup toplam 64 m² alanda bir triyaj alanı ile çeşitli klinik durumlar için ilk müdahalenin gerçekleştirilebilecek bir acil servise sahiptir.

Model 2 (2 Nolu Sahra Hastanesi): İkinci modele göre tasarlanan sahra hastanesine ait bir ünite 13 hasta kapasitelidir. 186,3 m² alan ve 7 birimden oluşan ünite diş hekimliği uygulamaları, acil cerrahi vakalara yönelik tedavi, reanimasyon ünitesi, hasta takibi, değerlendirmesi ve raporlaması dâhil psikolojik danışmanlık ve rehberlik hizmetlerinin verebilmektedir.

Model 3 (3 Nolu Sahra Hastanesi): Tasarlanan 3. model 42 hastaya hizmet verebilme kapasitesine sahip olup 459 m² alana sahiptir. Bu modelde yaşam kurtarıcı cerrahi müdahaleler, invaziv bulaşıcı hastalıklar ile septik komplikasyonlarının tespit-tedavisi ve gözlemlenmesi, gerekli tüm izolasyon önlemlerinin uygulanması, psikolojik danışmanlık ve rehberlik, uygun düzeyde temel farmasötik destek, tıbbi malzeme, acil kan nakli, diş tedavileri, BT taraması, artroskopi, gelişmiş laboratuvar testleri yapılabilmekte ve sosyal yaşam için önem arz eden mutfak, yatakhane gibi kompleksleri de içermektedir.

Bilecik ilinde olası bir afet durumunda kurulacak olan sahra hastanesinin AHP-TOPSİS hibrit yöntemi ile yer seçimi için yapılan çalışmada 4 farklı alternatif kuruluş yerinin deprensellik, su baskını, alan büyüklüğü, tıbbi depolara olan uzaklık, ana yollara yakınlık, sağlık kurumlarına olan yakınlık, deprem faylarına olan uzaklık bilgileri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: 4 Farklı Lokasyona Ait Kriter Bilgileri

	Şeyh Edebali Stadyumu	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar alanı	(BEAH) Sahra Alanı	BŞEU Kampüs Stadı
Ana yollara yakınlık	500m	290m	120m	450m
Tıbbi depolara yakınlık	2.4 km	0.6 km	3.13 km	4.14 km
Sağlık kurumlarına mesafe	6 km	3.9 km	0	2 km
Alanın büyüklüğü	12630 m ²	10856 m ²	2712 m ²	14643
Su baskını	Var	Var	Yok	Yok
Ayvacak Segmenti	11.6 km	11.1	9.7 km	9.5
İznik-Mekece Fay Zonu	32.8 km	30.8	27.2 km	26.2 km
İnegöl Fay Zonu	27.0 km	28.4 km	30.0 km	30.5 km
Dodurga Fay Zonu	33.0 km	35 km	38.0 km	38.9 km

Bilecik ilinde olası bir afet durumunda kurulacak olan sahra hastanesinin AHP-TOPSİS yöntemi ile yer seçimi için yapılan çalışmada; kuruluş yerine ait 3 farklı sahra hastanesi modellemesi ve 4 farklı alternatif yer için yapılan 12 farklı senaryoya ait çadır sayısı, hasta sayısı ve destek birimlerde bakılacak hasta sayılarına ait bilgiler Tablo 5'te verilmiştir.

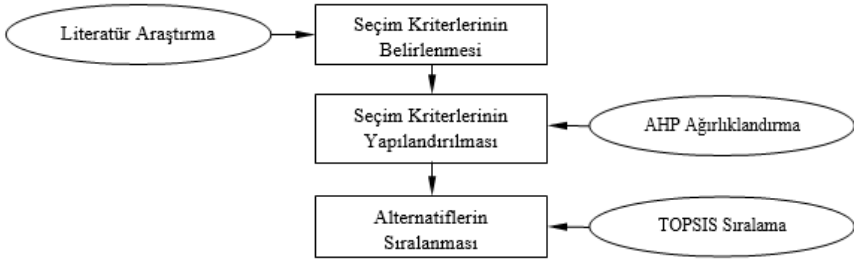
Tablo 5: Alternatiflere Ait Kapasite Bilgileri

	Yer Alternatifleri	Alternatif	Kurulacak çadır sayısı	Hasta Sayısı	Destek Birimlerinde Bakılacak Hasta Sayısı
Model 1	Şeyh Edebali Stadyumu	L1	164	984	0,0
	BŞEU Kampüs Stadı	L2	190	1140	0,0
	BEAH Sahra Alanı	L3	35	210	0,0
	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar Alanı	L4	141	846	0,0
Model 2	Şeyh Edebali Stadyumu	L5	56	728	280,0
	BŞEU Kampüs Stadı	L6	65	845	325,0
	BEAH Sahra Alanı	L7	12	156	60,0
	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar Alanı	L8	48	624	240,0
	Şeyh Edebali Stadyumu	L9	22	924	156,0

Model 3	BŞEU Kampüs Stadı	L10	26	1092	184,0
	BEAH Sahra Alanı	L11	4	168	30,0
	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar Alanı	L12	19	798	135,0

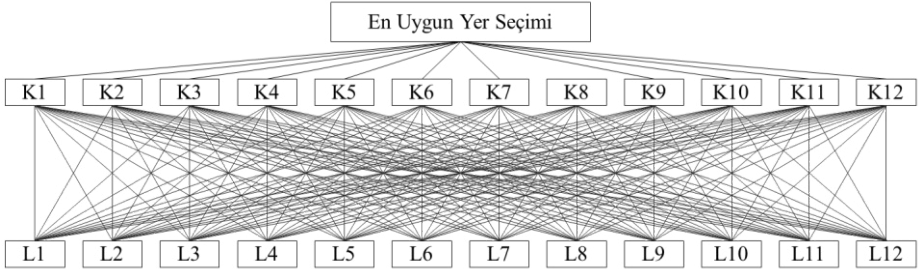
AHP-TOPSIS HİBRİT METODU BULGULAR

Çalışmada, AHP ve TOPSIS yöntemlerinin birleştirilmesinden oluşan entegre metod kullanılmakta olup söz konusu yöntem seçim Kriterlerinin Belirlenmesi, Seçim Kriterlerinin Yapılandırılması ve Alternatiflerin Sıralanması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Şekil 5).



Şekil 4: Çalışmanın AHP-TOPSIS Hibrit Metodu Aşamaları

Çalışma kapsamında uygulanacak olan yer seçim kararına ait hiyerarşik yapı Şekil 6'daki gibidir. Çalışmada Bilecik ilinde olası bir afet durumunda kurulması planlanan sahra hastanesi için 4 farklı lokasyon ve 3 farklı sahra hastanesinden oluşan 12 farklı kriter arasından en uygun yerin seçimi için öncelikle AHP metodu uygulanmıştır.



Şekil 5: AHP Hiyerarşik Yapı

Çalışmada, sahra hastanesi projelerinin değerlendirilmesinde dikkate alınan 12 kriter dahilinde problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından çözüm aşamasına geçilmiştir. Çözüm aşamasının ilk adımı olan ikili karşılaştırma matrisi kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılmaları ile elde edilmiştir. Çalışmaya konu olan sahra alanı yer seçiminde etkili olan kriterler önceliklerinin belirlenebilmesi için Saaty tarafından geliştirilmiş olan 1-9 ölçeği (Tablo 1) kullanılmıştır. İkili

karşılaştırma matrisi, her bir kriterin diğer kriterlere göre ne derece önemli olduğu göstermektedir. İkinci adımda normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Bunun için matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilmiştir. Sonraki adımda öncelik vektörünün hesaplanabilmesi için normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınmış ve öncelik vektörü hesaplanmıştır. Özvektör değerleri hesaplandıktan sonra tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı bulunmuştur. Çalışmada CR'nin hesaplanabilmesi için Tablo 2'de verilen Saaty'nin Rassal İndeks değerleri baz alınmıştır. Tablo 6'da Bilecik ili sahra hastanesi yer seçimi için yapılmış olan AHP analizi sonrasında elde edilen Kriterlerin Ağırlık, Tutarlılık İndeksi ve Tutarlılık Katsayıları sunulmuştur.

Tablo 6: Kriterlerin Ağırlık, Tutarlılık İndeksi ve Tutarlılık Katsayıları

	Kriter analizi			
	<i>W</i>	λ	<i>CI</i>	<i>CR</i>
K1	0,0513	13,03	0,09356	0,063214
K2	0,0643			
K3	0,0703			
K4	0,0707			
K5	0,1566			
K6	0,0276			
K7	0,0276			
K8	0,0276			
K9	0,0276			
K10	0,1408			
K11	0,1542			
K12	0,1811			

Değerlendirmeler sonrasında 12 kriter için elde edilen ağırlık değerleri Tablo 6'da sunulmuş olup matrisin tutarlılık oranı 0,063 olarak bulunmuş ve bu değer 0,10'dan küçük olması nedeni ile ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğuna karar verilmiştir. Bu sonuçlara göre Destek Birimlerinde Bakılacak Hasta Sayısı (K12), en yüksek ağırlık değeri ($W = 0,1811$) ile en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Su baskını riski (K5), ikinci sırada gelerek önemli kriterlerden biri olarak öne çıkmıştır ($W = 0,1567$). Yatan hasta sayısı (K11) ve çadır sayısı (K10) de yüksek ağırlık değerleri ile sıralamada dikkate değer kriterler arasındadır.

Çalışmanın ikinci kısmında Bilecik ili sahra hastanesi yer seçimi için TOPSIS analizi yapılmıştır. TOPSIS analizini gerçekleştirebilmek için ilk olarak çalışmada 4 farklı lokasyon ve 3 farklı kurulum modelini içeren 12 farklı kriterin dâhil olduğu karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo 7).

Karar matrisinde satırlar karar noktalarını gösterirken sütunlar ise faktörlere yer vermektedir.

Tablo 7: Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
L1	500,0	2,4	6,0	12630,0	2,0	11,6	32,8	27,0	33,0	164,0	984,0	0,0
L2	450,0	4,1	2,0	14643,0	1,0	9,5	26,2	30,5	38,9	190,0	1140,0	0,0
L3	120,0	3,1	0,1	2712,0	1,0	9,7	27,2	30,0	38,0	35,0	210,0	0,0
L4	290,0	0,6	3,9	10856,0	2,0	11,1	30,8	28,4	35,0	141,0	846,0	0,0
L5	500,0	2,4	6,0	12630,0	1,0	11,6	32,8	27,0	33,0	56,0	728,0	280,0
L6	450,0	4,1	2,0	14643,0	1,0	9,5	26,2	30,5	38,9	65,0	845,0	325,0
L7	120,0	3,1	0,1	2712,0	1,0	9,7	27,2	30,0	38,0	12,0	156,0	60,0
L8	290,0	0,6	3,9	10856,0	1,0	11,1	30,8	28,4	35,0	48,0	624,0	240,0
L9	500,0	2,4	6,0	12630,0	1,0	11,6	32,8	27,0	33,0	22,0	924,0	156,0
L10	450,0	4,1	2,0	14643,0	1,0	9,5	26,2	30,5	38,9	26,0	1092,0	184,0
L11	120,0	3,1	0,1	2712,0	1,0	9,7	27,2	30,0	38,0	4,0	168,0	30,0
L12	290,0	0,6	3,9	10856,0	1,0	11,1	30,8	28,4	35,0	19,0	798,0	135,0

İkinci adımda normalize matris elde edilmiştir bunun için oluşturulan karar matrisinde her bir satır değerinin karesi alınarak ilgili değerlerin bulunduğu sütunların sütun toplamları elde edilmiş ve söz konusu değerler ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon gerçekleştirilir (Tablo 8).

Tablo 8: Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
L1	0,3888	0,2410	0,4661	0,3263	0,4714	0,3185	0,3223	0,2686	0,2624	0,5308	0,3618	2,89.10 ³⁰
L2	0,3500	0,4157	0,1553	0,3784	0,2357	0,2608	0,2575	0,3035	0,3093	0,6149	0,4191	3,35.10 ³⁰
L3	0,0933	0,3143	0,0077	0,0700	0,2357	0,2663	0,2673	0,2985	0,3021	0,1132	0,0772	6,16.10 ³⁰
L4	0,2255	0,0602	0,3030	0,2805	0,4714	0,3047	0,3027	0,2826	0,2783	0,4563	0,3110	2,48.10 ³⁰
L5	0,3888	0,2410	0,4661	0,3263	0,2357	0,3185	0,3223	0,2686	0,2624	0,1812	0,2676	0,4930
L6	0,3500	0,4157	0,1553	0,3784	0,2357	0,2608	0,2575	0,3035	0,3093	0,2103	0,3106	0,5722

L 7	0,0 933	0,3 143	0,0 077	0,0 700	0,2 357	0,2 663	0,2 673	0,2 985	0,3 021	0,03 88	0,0 573	0,10 56
L 8	0,2 255	0,0 60	0,3 030	0,2 805	0,2 357	0,3 047	0,3 027	0,2 826	0,2 783	0,15 53	0,2 294	0,42 25
L 9	0,3 888	0,2 41	0,4 661	0,3 263	0,2 357	0,3 185	0,3 223	0,2 686	0,2 624	0,07 12	0,3 397	0,27 46
L 10	0,3 500	0,4 157	0,1 553	0,3 784	0,2 357	0,2 608	0,2 575	0,3 035	0,3 093	0,08 415	0,4 015	0,32 39
L 11	0,0 933	0,3 143	0,0 077	0,0 700	0,2 357	0,2 663	0,2 673	0,2 985	0,3 021	0,01 29	0,0 617	0,05 28
L 12	0,2 255	0,0 602	0,3 030	0,2 805	0,2 357	0,3 047	0,3 027	0,2 826	0,2 783	0,06 14	0,2 934	0,23 77

Üçüncü adımda normalize edilmiş matrisine ait her bir değer, Tablo 6'da sunulmuş olan AHP sonucunda elde edilen her bir kritere ait ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
L 1	0,0 199	0,0 155	0,0 327	0,0 230	0,0 738	0,0 087	0,0 089	0,0 074	0,0 072	0,0 747	0,0 558	5,23 10 ⁻³¹
L 2	0,0 179	0,0 267	0,0 109	0,0 267	0,0 369	0,0 072	0,0 071	0,0 083	0,0 085	0,0 865	0,0 646	6,05 10 ⁻³¹
L 3	0,0 047	0,0 202	0,0 005	0,0 049	0,0 369	0,0 073	0,0 073	0,0 082	0,0 083	0,0 159	0,0 119	1,11 10 ⁻³¹
L 4	0,0 115	0,0 038	0,0 213	0,0 198	0,0 738	0,0 084	0,0 083	0,0 078	0,0 076	0,0 642	0,0 479	4,49 10 ⁻³¹
L 5	0,0 199	0,0 155	0,0 327	0,0 230	0,0 369	0,0 087	0,0 089	0,0 074	0,0 072	0,0 255	0,0 412	0,08 93
L 6	0,0 179	0,0 267	0,0 109	0,0 267	0,0 369	0,0 072	0,0 071	0,0 083	0,0 085	0,0 296	0,0 479	0,10 36
L 7	0,0 047	0,0 202	0,0 005	0,0 049	0,0 369	0,0 073	0,0 073	0,0 082	0,0 083	0,0 054	0,0 088	0,01 91
L 8	0,0 115	0,0 038	0,0 213	0,0 198	0,0 369	0,0 084	0,0 083	0,0 078	0,0 076	0,0 218	0,0 353	0,07 65
L 9	0,0 199	0,0 155	0,0 327	0,0 230	0,0 369	0,0 087	0,0 089	0,0 074	0,0 072	0,0 100	0,0 524	0,04 97
L 10	0,0 179	0,0 267	0,0 109	0,0 267	0,0 369	0,0 072	0,0 071	0,0 083	0,0 085	0,0 118	0,0 619	0,05 86
L 11	0,0 047	0,0 202	0,0 005	0,0 049	0,0 369	0,0 073	0,0 073	0,0 082	0,0 083	0,0 018	0,0 095	0,00 95
L 12	0,0 115	0,0 038	0,0 213	0,0 198	0,0 369	0,0 084	0,0 083	0,0 078	0,0 076	0,0 086	0,0 452	0,04 305

Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edildikten sonra problemin yapısına bağlı kalarak her sütuna ait maksimum değerler ile minimum değerler tespit edilerek ideal çözüm değerleri ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10: Pozitif İdeal Çözüm Değerleri ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

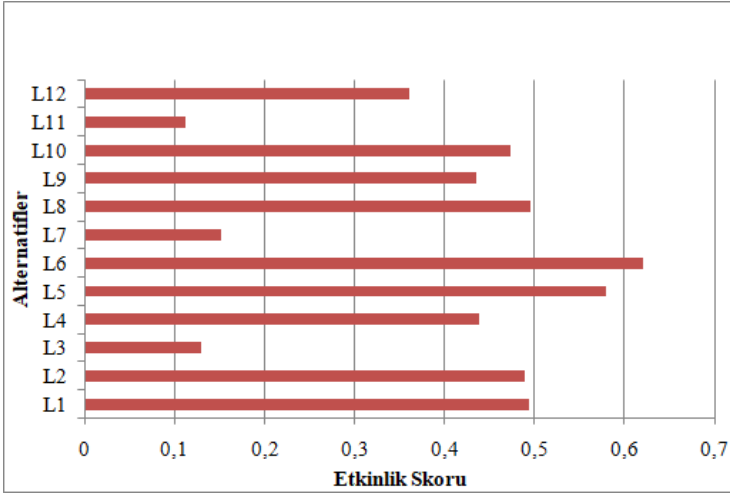
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
A ⁺	0,0 199	0,0 267	0,0 327	0,0 267	0,0 738	0,0 087	0,0 089	0,0 08	0,0 085	0,0 865	0,0 646	0,10 36
A ⁻	0,0 047	0,0 038	0,0 005	0,0 049	0,0 369	0,0 072	0,0 07	0,0 074	0,0 072	0,0 018	0,0 088	1,12 ·10 ⁻³¹

Bir sonraki adımda ideal ve ideal olmayan noktalara uzaklık değerleri ve ideal çözüme mutlak yakınlık değerleri hesaplanmıştır. Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer almakla birlikte $C_i^* = 1$ karar noktasının ideal çözüme mutlak çözüm yakınlığını gösterirken $C_i^* = 0$ ise karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir (Tablo 11).

Tablo 11: İdeal ve İdeal Olmayan Noktalara Uzaklık Değerleri ve Sıralama Puanları

Sahra Hastanesi Yer-Model			Si*	Si-	C _i *	Sıralama
Model 1	Şeyh Edebalı Stadyumu	L1	0,1053	0,1030	0,4944	4
	BŞEU Kampüs Stadı	L2	0,1122	0,1076	0,4895	5
	BEAH Sahra Alanı	L3	0,1472	0,0218	0,1293	11
	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar Alanı	L4	0,1108	0,0865	0,4384	7
Model 2	Şeyh Edebalı Stadyumu	L5	0,0773	0,1064	0,5790	2
	BŞEU Kampüs Stadı	L6	0,0733	0,1196	0,6201	1
	BEAH Sahra Alanı	L7	0,1414	0,0254	0,1526	10
	Hürriyet Mahallesi Kapalı Pazar Alanı	L8	0,0889	0,0875	0,4959	3
Model 3	Şeyh Edebalı Stadyumu	L9	0,1020	0,0786	0,4349	8
	BŞEU Kampüs Stadı	L10	0,0973	0,0874	0,4732	6
	BEAH Sahra Alanı	L11	0,1491	0,0189	0,1130	12
	Şeyh Edebalı Stadyumu	L12	0,1107	0,0626	0,3614	9

Tablo 11’de görüldüğü gibi yapılan analiz sonucunda, (L6) ile belirtilen alternatif olan BŞEU Kampüs Stadı’nda Model 2 ile belirtilen hastanenin C_i^* : 0, 6201 etkinlik değeri ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. 2. sırada ise L2 alternatifi ile Şeyh Edebalı Stadyumu’nda kurulması planlanan Model2 hastanesi C_i^* : 0,5790 skoru ile yer almaktadır.



Şekil 6: Sahra Hastanesi Kurulum Yeri Etkinlik Sıralaması

Şekil 7’de Bilecik ilinde kurulması planlanan sahra hastanesi için yapılan AHP-TOPSIS hibrit metodu sonuçlarına göre kurulum yeri sıralamaları verilmiştir. Buna göre L6 alternatifi ile verilen BŞEU Kampüs Stadı’nda kurulacak olan sahra hastanesi ilk sırada yer almaktadır. BŞEU Kampüs Stadı’nda kurulacak bu hastane modeli Model2 olarak belirtilen sahra hastanesi özelliklerinde olup, 65 modülden oluşmakta olup ve 845 yatan hasta ile 325 destek ünitelerde bakılan hasta kapasitesine sahiptir. Söz konusu alanda kuru dere yatağı olmamakla birlikte su baskını riski bulunmamaktadır. Çalışmada AHP sonucunda destek üniteler vasıtası ile bakılacak hasta sayısı en yüksek ağırlıklandırma değerine (K12 için $W=0,1811$) sahip olsa da AHP analizinde ikinci ve üçüncü sıradaki kriterler olan su baskını riski ($W=0,1566$) ve toplam hasta sayısı ($W=0,1542$) kriterleri de dikkate alındığında çıkan sonucun anlamlı olduğu görülmektedir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bilecik ili sahra hastanesi kurulum yer seçimini konu alan bu çalışmada AHP-TOPSIS hibrit metodu kullanılarak 4 farklı lokasyon ve 3 farklı hastane modelinin yer aldığı 12 farklı alternatif senaryo içerisinde en ideal alternatifin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için öncelikli olarak Bilecik il merkezinde sahra hastanesi kurulum yeri için uygun olabilecek 4 alan belirlenmiştir. Literatürde sahra hastanesi kurulum yeri ve sağlık kurumları ile ilgili çalışmalar incelenerek; ana yollara yakınlık, tıbbi depolara yakınlık, sağlık kurumlarına mesafe, alanın büyüklüğü, su baskını, deprensellik, kurulacak çadır sayısı, hizmet verilecek hasta sayısı ve destek birimler vasıtasıyla bakılacak hasta sayısı kriterleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Yapılan AHP-TOPSIS analizi sonucunda Bilecik ilinde BŞEU Kampüs Stadı’nda 65 modülden oluşan ve 845 yatan hasta ile 325

destek ünitelerde bakılan hasta kapasitesine sahip sahra hastanesinin diğer alternatiflere göre en ideal çözüm olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu noktada alan yönetiminin kullanımını ifade eden bakılan kurulacak çadır sayısı ve hasta sayısı kriterleri dikkate alındığında aslında çok daha fazla hastaya sağlık hizmeti verebilecek kapasiteye sahip olan alternatiflerin varlığı görülmektedir. Ancak özellikle sahra hastanelerinin kuruluş amaçları içerisinde yer alan destek birimlerin varlığı da unutulmamalıdır. Nitekim çalışmada AHP ile yapılan ağırlıklandırma sonucunda K12- “Destek Birimlerinde Bakılacak Hasta Sayısı” en yüksek ağırlık değeri ($W=0,1811$) olan kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Önem sırasına bakıldığında K5- “Su baskını riski” ($W=0,1567$) ve K11-“Yatan hasta sayısı” ($W=0,1542$) ve K10- “Çadır sayısı” ($W=0,1408$) kriterleri de yüksek ağırlık değerleri ile sıralamayı oluşturmaktadır. Sahra hastaneleri afet durumlarında sağlık hizmetlerinin aksamaması ve devamı için kurulmaktadır. Bu hastaneler afet sonrası primer yaralanmaların tedavisinin yanında mevcut hastanelerin yetersiz kaldığı veya zarar gördüğü durumlarda hâlihazırda tedavi alan hastalara ve kronik hastalara da sağlık hizmeti sunmakla yükümlüdür. Bu nedenle kurulacak sahra hastanelerinin mümkün mertebede destek sağlık hizmetleri vermesi beklenilmektedir. Özellikle acil durumlarda hizmet verebilecek cerrahi vakalara müdahale ünitesi, reanimasyon ünitesi ve psikolojik danışmanlık hizmetlerinin varlığı, dış tedavi destek üniteleri ile Model2 bu destek hizmetlerini de sunmaktadır.

Literatürde Müsüroğlu ve Arslan (2024a, 2024b) Bilecik ili özelinde planlanan sahra hastanesi kurulum yeri için AHP ve TOPSIS metotları ile gerçekleştirdikleri ve ana yollara yakınlık, tıbbi depolara yakınlık, sağlık kurumlarına mesafe, alanın büyüklüğü, su baskını, depremsellik, kurulacak çadır sayısı, hizmet verilecek hasta sayısı ve destek birimler vasıtasıyla bakılacak hasta sayısı kriterlerinin yer aldığı iki ayrı çalışmada farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Müsüroğlu ve Arslan (2024a) TOPSIS yöntemi ile yapılan çalışmada ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki ağırlık değerlerini eşit alınmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi ağırlıklandırma kısmı TOPSIS yönteminin tek subjektif yönü olarak ifade edilmektedir. Çalışma sonucunda Ertuğrulgazi mahallesinde yer alan Bilecik Şeyh Edebali Stadyumu Model 2 sahra hastanesi kurulum yeri açısından en öncelikli alternatif olarak bulunmuştur. Bu alanda kurulacak olan hastane; 56 çadır kapasitesine sahip olup, 728 yatan hasta kapasitesine sahip olmakla birlikte 280 hastaya da destek birimleri ile hizmet verilebilecektir.

Yine daha önce Müsüroğlu ve Arslan (2024b) tarafından AHP yöntemi ile yapılan başka bir çalışmada ise 1. Sırada 0,1064 etkinlik değeri ile Ertuğrulgazi Mahallesi, Şeyh Edebali Stadyumu (L1) yer almıştır. Model1 ile kurulacak sahra hastanesi bu alanda 164 çadırla toplam 984 yatan

hastaya hizmet verebilir. Ancak çalışmada en öncelikli kriter olan destek birimlerinde bakılacak hasta sayısı (K12) kriterinin Model1’de olmadığı dikkat çekmektedir. Buna rağmen 164 çadır ile 984 yatan hastaya hizmet verebilme kapasitesi düşünüldüğünde hasta kapasitesinin yüksekliği bu eksikliği dengelemekte ve sonucun uygun olduğu görülmektedir.

Aynı kriterlerin dâhil olduğu her iki çalışmada da farklı sonuçların elde edilmesi neticesinde AHP’nin kendi içinde en iyiye yakınsama sırasını belirleyen bir yöntem olmasına rağmen, TOPSIS matematiksel prosedürüne bağlı olarak sıralama ölçeğinde daha iyi bir karar vermesi dikkate alınarak AHP-TOPSIS yöntemi ile yapılan bu çalışmada da L6 BŞEU Kampüs Stadı öncelikli alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Akdur, R. (2000). 21. Yüzyılda Türkiye. *Türkiye Sorunlarına Çözüm Konferansı-3*. Ankara Üniversitesi Basımevi.
2. Akpınar M.E. ve Ilgın M.A. (2021). Location Selection For A Covid-19 Field Hospital Using Fuzzy Choquet İntegral Method. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(3), 1095-1109.
3. Akyüz, Y., Bozdoğan, T. ve Hantekin, E. (2011). Topsis Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 73-92.
4. Arslan, A., Arslan, O. ve Kandemir, S.Y. (2021). AHP–TOPSIS Hybrid Decision-Making Analysis: Simav İntegrated System Case Study. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 145,1191–1202. <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10270-4>.
5. Arslan, A.E. ve Güven, Ö.Z. (2018). Veri Zarflama Analizi İle Üniversite Etkinliklerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma: Türkiye Örneği. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 6, 86-104.
6. Arslan, O. ve Arslan, A.E. (2024). Multi-Criteria Optimization Of A New Geothermal Driven İntegrated Power And Hydrogen Production System Via A New Index: Economic Sustainability (EcoSI). *Fuel*, 358:A. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.130160>.
7. Atıcı, K. B. ve Ulucan, A. (2009). Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 27(1), 161-186.
8. Baki, R. (2021). Özel Bir Hastanenin Yer Seçimi İçin Bulanık Copras Tekniğinin Uygulanması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (4), 1506-1514, doi: 10.17798/bitlisfen.980813.
9. Bıçakçı, N. ve Nevruz, M. (2021). Afetlerde Sahra Hastaneleri. *Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi 1(1)*,17-21.
10. Biter, Y.E. (2023). Afet Yönetiminde Kullanılabilir Acil Durum Modülü İçin Hızlı-Kolay-Tekrarlanabilir Bir Kurulum Modeli Geliştirilmesi Ve Hizmet Alt Yapısının Kurgulanması. Doktora Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi. .
11. Boran, F.E., Genç, S., Kurt, M. ve Akay, D. (2009). A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making For Supplier Selection With Expert Systems With Applications TOPSIS Method. *Expert Systems with Applications*, 36 (8), 11363-11368.
12. Boyacı, Ç.A. ve Şişman, A. (2022). Pandemic Hospital Site Selection: A GIS-Based MCDM Approach Employing Pythagorean Fuzzy Sets. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15703-7>.

13. Büyükbaş, E. ve Ormanoğlu, B. (2013). Afetler Ve Afet Yönetiminde Meteorolojinin Yeri. *Türk İdare Dergisi* 476, 13-46.
14. Cheng, S., Chanb, C.W. ve Huangc, G.H. (2003). An Integrated Multi-Criteria Decision Analysis And Inexact Mixed Integer Linear Programming Approach For Solid Waste Management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16.
15. Çakır, S. ve Perçin, S. (2013).Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Ege Akademik Bakış*. 13(4), 449-459.
16. Çalışkan, E. ve Eren, T. (2016). Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim Teknoloji Dergisi*, 6(2), 85-107.
17. Çelikkalek, Y. (2018). Group Decision Making For Hospital Location Selection Using VIKOR Under Fuzzy Environment. *Istanbul Gelisim University Journal Of Health Sciences*, 5, 435-450.
18. Dehe, B. ve Bamford, D. (2015). Development, Test and Comparison of Two Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) Models: A Case of Healthcare İnfrastructure Location. *Expert Systems with Applications*, 42(19), 6717-6727.
19. Dell'Ovo, M., Capolongo, S. ve Oppio, A. (2018). Combining spatial analysis with MCDA for the siting of healthcare facilities. *Land Use Policy*, 76, 634-644.
20. Demireli, E. (2010). Topsis Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 101-112.
21. Dursun, R. ve Karakoç., Y. (2019). Afetlerde Sahra Hastanesi. Türkiye Klinikleri Emergency Medicine-Special Topics, içinde Özüçelik D.N.(editör), *Afetlerde Acil Tıp Hizmetleri*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikler: 60-3.
22. EM-DAT. (2024). *EM-DAT Documantation*. The International Disaster Database (EM-DAT): <https://doc.emdat.be/docs/protocols/entry-criteria> (Erişim Tarihi: 08.06.2024) adresinden alındı
23. Ergünay, O. (2002). Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi Raporu. Ankara (Yayımlanmamış): Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM). (erişim adresi: https://www.academia.edu/1983077/Afete_haz%C4%B1rl%C4%B1k_ve_afet_y%C3%B6netimi. 11.02.2025).
24. Ergünay, O. (2009). *Afet Yönetimi*: Genel İlkeler, Tanımlar, Kavramlar. Afet İşleri Eski Genel Müdürü Ankara.
25. Erikgenoglu, D.K., Arslan, O. ve Arslan, A. E.(2025). Multi-Criteria Decision-Making Optimization Of A Two-Staged Solar

- Power Plant For Low Radiation Zone Through The Social Decision Units. *Energy Conversion and Management*. 323:B/1, 119263. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.119263>.
26. Gai, L., Peng, Z., Zhang, J. ve Zhang J. (2021). Emergency Medical Center Location Problem With People Evacuation Solved By Extended TODIM And Objective Programming. *Journal of Combinatorial Optimization*, 42(4), 1004-1029. doi: 10.1007/s10878-019-00502-1. 28.
27. Gökçe, O. ve Tetik, Ç. (2012). *Teoride Ve Pratikte Afet Sonrası İyileştirme Çalışmaları*, Ankara. AFAD. file:///C:/Users/User/Downloads/TEORIDE_VE_PRATIKTE_AFET_SONRASI_IYILEST.pdf (ET: 01.02.2025)
28. Gökçe, O., Özden, Ş. ve Demir, A. (2008). *Türkiye'de Afetlerin Mekansal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. file:///C:/Users/User/Downloads/TURKIYE_DE_AFETLERIN_MEKANSAL_VE_ISTATIS.pdf (ET:01.02.2025).
29. Gözükcül, C. A. ve Tezcan, S. (2023). Cumhuriyet'in Yüzüncü Yılında Türkiye'de Afetler: 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi. *Kent Akademisi*, 16 (Türkiye Cumhuriyetinin 100. Yılı Özel Sayısı | Special Issue for the 100th Anniversary of the Republic of Türkiye), 97-114 <https://doi.org/10.35674/kent.1353445>.
30. Guidelines for the use of foreign field hospitals in the aftermath of sudden-impact disaster. *Prehosp Disaster Med*. 2003 Oct-Dec;18(4):278-90. English, Spanish. doi: 10.1017/s1049023x00001229. PMID: 15310039.
31. Günaydın, M. (2019). *Afetle Mücadelenin Dört Evresi*. Acil Tıp Uzmanları Derneği 15. Ulusal Acil Tıp Kongresi, 25-28 Nisan 2019, Antalya.
32. Hospital Incident Command System Guidebook. California Emergency Medical Services Authority (EMSA) Guidebook Fifth Edition. California May 2014.
33. İmamoğlu, G., Topcu, Y.I. (2022). A Multi-Attribute Decision-Making Model for Hospital Location Selection. İçinde: Topcu, Y.I., Önsel Ekici, Ş., Kabak, Ö., Aktas, E., Özaydın, Ö. (editörler) *New Perspectives in Operations Research and Management Science. International Series in Operations Research & Management Science*, 326. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91851-4_16
34. İnce, O., Bedir, N. ve Eren, T. (2016). Hastane Kuruluş Yeri Seçimi Probleminin AHP ile Modellenmesi: Tuzla İlcesi Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 1 (3): 8 - 21

35. insapedia. <https://insapedia.com/sahra-hastanesi-nedir-ne-zaman-nasil-kurulur-yapisi> (ET: 30.11.2024).
36. İRAP Bilecik (2021). İl Afet Risk Azaltma Planı. Bilecik: T.C. Bilecik Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü.
37. JICA. (2004) İç İşleri Bakanlığı. Türkiye’de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu. Japonya. Ankara: Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) Yayınları, Türkiye Ofisi.
38. Kadioğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek En Kötüsünü Yönetmek*. İstanbul: T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını No: 65 .
39. Kadioğlu, M. (2008). Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri. içinde Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*; JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara.
40. Kahraman, C., Gundogdu, F.K., Onar, S.C. ve Oztaysi, B. (2019). Hospital Location Selection Using Spherical Fuzzy TOPSIS, *Atlantis Studies in Uncertainty Modelling*, 77-82.
41. Kallo, Z. (2015). Katılım Bankalarının Performanslarının Değerlendirilmesi: TOPSIS Ve Promethee Yöntemi İle Uluslararası Karşılaştırma. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
42. Kandemir, T. ve Karataş, H. (2016). Ticari Bankaların Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile İncelenmesi: Borsa İstanbul’da İşlem Gören Bankalar Üzerine Bir Uygulama (2004-2014). *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(7), 1766-1776.
43. Karagel, H. (2019). Afet Anı ve Sonrası (Afet Kriz Yönetimi). içinde R. Sever (editör). *Afetler ve Yönetimi*. Ankara: Pegem Akademi.
44. Karakaşoğlu, N. (2008). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi,
45. Khaksefidi, M. ve Miri, M. (2016). Hospital Location In The Southern Fars Province By Using Multi Criteria Decision Making Techniques. *European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings*, 4 (3), 638-645.
46. Kılıç, M., Karakoç, M. ve Çalışkan, C. (2022). *The Use of VIKOR in Location Selection of Field Hospitals An Application from Çanakkale, Turkey*. Multi-Criteria Decision Analysis, Edition1st Edition, First Published, Imprint CRC Press, eBook ISBN9781003212904.
47. Kınık, K., Kılıç M., Çalışkan C. ve Koçak H. (2022). Afetlerde Beslenme Hizmetinin Sağlanacağı En Uygun Alanın Vikor

- Yöntemi ile Belirlenmesi: Çanakkale İli Örneği. Uluslararası Afet ve İnsan Yardım Lojistiği Kongresi. İstanbul, 09-11 Şubat 2022.
48. Korucuk, S. (2019). Üretim İşletmelerinde Verimliliğin Önündeki Engellerin ve Verim Artırıcı Tekniklerin Bütünleşik AHP-TOPSIS ile Sıralanması: Erzurum İli Örneği. *Verimlilik Dergisi (1)*, 219-241.
49. Koyuncu, Ö. ve Özcan, M. (2014). Personel Seçim Sürecinde AHS ve Topsis Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *H.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), 195-218.
50. Lachgar, M., Hrimech, H., Ommame, Y. ve Laannaoui, M.D. (2024). Holistic approach for selecting chatbot development tools: combining ahp and topsis methodologies. *Journal of Business Analytics*, (1)23.
51. Lee, A.H., Chen, H.H. ve Kang, H.Y. (2009). Multi-criteria Decision Making on Strategic Selection of Wind Farms. *Renewable Energy*, 34(1), 120-126.
52. Miç, P. ve Antmen, Z.F. (2019). A healthcare facility location selection problem with fuzzy TOPSIS method for a regional hospital. *European Journal of Science and Technology*, 16, 750-757
53. Moradian, M.J, Ardalan, A., Nejati, A., Darvishi, B.A, Akbarisari, A. ve Rastegarfar, B. (2018). Field Hospital Site Selection Criteria: A Delphi Consensus Study *International Journal of Emergency Management*. 14(4),377- 86. doi: 10.1504/ijem.2018.097369.
54. Müsüroğlu, B. (2025). Sahra Hastanesi Kuruluş Yeri Seçiminde TOPSIS Yönteminin Uygulanması: Bilecik'te Bir Lokasyon Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi: Bilecik.
55. Müsüroğlu, B. ve Arslan, A.E. (2024a). TOPSIS Yöntemi ile Sahra Hastanesi Kurulum Yeri Seçimi: Bilecik İli Örneği. Ege 12. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi. ISBN: 978-625-5962-08-9 (s. 4134-4145). İzmir, 26-30 Aralık 2025.
56. Müsüroğlu, B. ve Arslan, A.E. (2024b). AHP Yöntemi İle Sahra Hastanesi Kurulum Yeri Seçimi: Bilecik İli Örneği. D. Solıswo (Ed.). Ege 12. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, 4122-4133. İzmir, 26-30 Aralık 2025.
57. Nan, Y. ve Tian, Y. (2011). Performance Evaluation on Regional Innovation System Based of AHP-TOPSIS Methodology. International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 24-26 Aralık 2011, Çin.
58. Önder, G. ve Önder, E. (2015). *Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. içinde. Bahadır F. Yıldırım, E. Önder (editör). Dora Yayıncılık,

59. Özdağoğlu, A. (2012). Üretim Yapan İşletmeler için Hidrolik Giyotin Alternatiflerinin TOPSIS Yöntemi ile İncelenmesi. *Ege Akademik Bakış*, 12(4), 549-562.
60. Özdemir, A.İ. ve Deste, M. (2009). Gri İlişkisel Analiz İle Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38(2), 147-156.
61. Özdemir, M. (2015). Yönetmel Ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. içinde B. F. Yıldırım, E. Önder (Editör). Dora Yayıncılık.
62. Öztel, A. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım. 16th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics (ISEOS), Edirne. 7-12 Mayıs 2015.
63. Prakash C. ve Barua, M.K. (2015). Integration Of AHP-TOPSIS Method For Prioritizing The Solutions Of Reverse Logistics Adoption To Overcome Its Barriers Under Fuzzy Environment. *Journal of Manufacturing Systems*, 37(3), 599-615.
64. Partridge, R.A., Proano, L., Marcozzi, D., Garza, A. G., Nemeth I., Brinsfield K. ve Weinstein, E.S. (2012). *Oxford American Handbook of Disaster Medicine*. New York: Oxford University Press.
65. Sayar, A. (2018). Çadırkent Tesisi için En Uygun Yerin Ahp Yöntemiyle Belirlenmesi: Suroç İlçesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi.
66. Sindhu, S., Nehra, V. ve Luthra, S. (2017). Investigation of feasibility study of solar farms deployment using hybrid AHP-TOPSIS analysis: Case study of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 496-511.
67. Şahin, Ş. ve Üçgöl, İ. (2019). Türkiye’de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği. *Afet ve Risk Dergisi*, 2(1), (43-63).
68. Şekelli, Z.H. (2020). Afet ve Acil Durum Lojistiği Kapsamında Acil Durum Toplanma Merkezi Seçiminde AHP Yöntemi: Kahramanmaraş On İki Şubat Belediyesinde Bir Uygulama. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. 9(2), 903/930. <https://doi.org/10.15869/itobiad.689756>.
69. Şimşek, A., Çatır, O. ve Ömürbek, N. (2015). Topsis ve Moora Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(33), 133-161. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.645458>.
70. Tao, Z., Si Jun, B. ve Xi Bai, Rong. (2021). Research on Marketing Management System Based on Independent ERP and Business BI

- Using Fuzzy TOPSIS'. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 40(4):1-9. DOI: 10.3233/JIFS-189647.
71. Taş, M., Özlemiş, Ş.N. Hamurcu, M. ve Eren, T. (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE Yaklaşımıyla Monoray Hat Tipinin Belirlenmesi. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 3(1):65 – 89.
 72. TDK (2024). *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. <https://sozluk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 27.11.2024) adresinden alındı
 73. Tekin, E., Bayramoğlu A., Uzkeser, M. ve Cakır, Z. (2017). Evacuation of Hospitals during Disaster, Establishment of a Field Hospital, and Communication. *The Eurasian Journal Of Medicine*, 49(2), 137-141.
 74. Tezgider, G. (2019). *Afet Yönetimi II*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları içinde. B. Özdemir (editör). T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 3604, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 2433, Eskişehir.
 75. Timor, M. (2010). *Yöneylem Araştırması*, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
 76. tms-medical.com. (2024). Mobil Klinik: <https://tms-medical.com/mobil-klinik/> (ET: 02.12.2024) adresinden alındı
 77. Turan, G. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Dora Basım Yayınları. Bursa
 78. turmaks.com. (2024). Genişleyebilir Konteyner Teknolojisi. turmaks.com: <https://turmaks.com/tr/portfolio/genisleyebilir-konteyner-teknolojisi> (Erişim Tarihi: 30.11.2024) adresinden alındı
 79. Tyagi M., Kumar P. ve Kumar, D. (2014). A Hybrid Approach using AHP-TOPSIS for Analyzing e-SCM Performance. *Procedia Engineering*, 97: 2195-2203. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.463>.
 80. Tzeng, G.H. ve Huang, J.J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods And Applications*. Chapman and Hall/CRC, New York.
 81. Uluğ, A. (2014). *Nasıl Bir Afet Yönetimi?* İzmir İl Koordinasyon Kurulu. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, İstanbul, 23-25.11.2013.
 82. u-project. (2024). Sahra Hastaneleri. u-project: <https://www.u-project.eu/tr/cozum/30-yatak> (ET: 30.11.2024) adresinden alındı
 83. Usta, G. (2023). Dünya'da Meydana Gelen Afetlerin İstatistiksel Olarak Analizi (1900-2022). *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 172-186.
 84. Uygurtürk, H. ve Korkmaz, T. (2012). Finansal Performansın Topsis Çok Kriterli, Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana

- Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 95-115.
85. Vafaei, N. (2014). Selecting the field hospital location for disasters: a case study In Istanbul. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
86. Vafaei, N. ve Oztaysi, B. (2014). Selecting the field hospital location for disasters: a case study in Istanbul. International Conference of the INFORMS GDN Section and the EURO Working Group on DSS, Toulouse, France. 11-13 June 2014.
87. Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A. ve Alimohammadi, A. (2009). Hospital Site Selection Using Fuzzy AHP and its Derivatives. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3048-3056.
88. Vatansever, K. (2013). Tedarikçi Seçim Kararlarında Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı ve Bir Uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 13(3), 155-168.
89. Wang, Y.J. (2008), Applying FMCDM To Evaluate Financial Performance Of Domestic Airlines In Taiwan, *Expert Systems With Applications*, 34, 1837-1845.
90. Wu C.-S., Lin C.-T. ve Lee, C. (2010). Optimal Marketing Strategy: A Decision-Making With ANP and TOPSIS. *International Journal Of Production Economics*, 127,190–196.
91. Wu, C. R., Lin, C. T., ve Chen, H. C. (2007). Optimal Selection of Location for Taiwanese Hospitals to Ensure a Competitive Advantage Using the Analytic Hierarchy pProcess and Sensitivity Analysis. *Building and Environment*, 42(3), 1431–1444.
92. Yaman, M. ve Düger, Y. (2017). Afet Yönetiminde Kavramsal Çerçeve ve Türkiye' de Afet Yönetiminin Genel Tarihsel Gelişimi. içinde. Ö. Önder ve M. Yaman (editör). *Afet Yönetimi*. Bursa: Ekin Yayınevi.
93. Yılmaz, A., (2004). Afet Yönetimi, *Sivil Savunma Dergisi*, 177(46), 18-24.
94. Yılmaz, S. (2022). 2020'de Türkiye ve Dünyada En Sık Görülen Doğal Afetler. Türkiye Acil Tıp Derneği, Afet Komisyonu: <https://tatd.org.tr/afet/afet-yazi-dizisi/2020de-turkiye-ve-dunyada-en-sik-gorulen-dogal-afetler/> (ET: 27.05.2024) adresinden alındı
95. Zafer, M. (2023). Afetlerde Sosyal Hizmet: KOVİD-19 Afet Salgını ve Yaşlılar. *Kadim Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, (7)1, 37-50.
96. Zhou, L. ve Wu, J.(2012). GIS-Based Multi-Criteria Analysis For Hospital Site Selection in Haidian District of Beijing. Student Thesis, Master Programme in Geomatics University of Gävle, Sweden.