



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI İLE

LOJİSTİKTE DİJİTALLEŞMEYE GEÇİŞ STRATEJİSİ

BELİRLEME: BARTIN İLİ ÖRNEĞİ

ŞEBNEM COŞMUŞ

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ SEZİN GÜLERYÜZ ERGÜL

BARTIN-2023



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI İLE LOJİSTİKTE
DİJİTALLEŞMEYE GEÇİŞ STRATEJİSİ BELİRLEME: BARTIN İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şebnem COŞMUŞ

BARTIN-2023

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Dr. Öğr. Üyesi Sezin Güleriyüz Ergül danışmanlığında hazırlamış olduğum “ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI İLE LOJİSTİKTE DİJİTALLEŞMEYE GEÇİŞ STRATEJİSİ BELİRLEME: BARTIN İLİ ÖRNEĞİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

11/08/2023

Şebnem COŞMUŞ



ÖNSÖZ

Bu süreçte bana sonsuz desteği ile her an yanımda olan tez danışmanım Sayın Sezin GÜLERYÜZ ERGÜL'e ilgisi, yardımları ve emeği için minnettarım. Tez sürecinin her aşamasında büyük bir özveri ile yanımda olduğu, sonsuz bir güven vererek bu sürecin tamamlanmasında ki büyük katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu uzun süreçte her an yanımda olarak bana destek olan aile fertlerim; annem Zeynep COŞMUŞ, babam Kemal COŞMUŞ ve kardeşim Deniz COŞMUŞ'a teşekkür ederim bu süreç onların desteği ve motivasyonu sayesinde daha rahat gerçekleşti. Varlığı neşe ve mutluluk kaynağı olan çok sevdiğim kedim KÖMÜR'e de bu aşamada yanımda yatarak bana destek olduğu için teşekkür ederim.

Şebnem COŞMUŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI İLE LOJİSTİKTE DİJİTALLEŞMEYE GEÇİŞ STRATEJİSİ BELİRLEME: BARTIN İLİ ÖRNEĞİ

Şebnem COŞMUŞ

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bilgi ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Sezin GÜLERYÜZ ERGÜL

Bartın-2023, sayfa: 98

Ülkeler arasındaki etkileşimin artarak ilerlemesi pek çok farklı sektörü etkileyen bir ilişki trafiği yaratmıştır. Gerek ülkeler bazında gerekse insanlar farklı şehir ve ülkelere farklı sektörler için etkileşimde bulunur. Bu sektörlerden lojistik sektörü fazlasıyla payını almıştır. Lojistik sektörünün öneminin günden güne arttığı günümüzde işletmeler ulusal ve uluslararası rakipleri ile mücadele konusunda yeni atılımlar yapmak zorundadır. Güncel konjonktürde yapılacak atılımlardan bir tanesi belki de en önemlisi lojistik alanında dijitalleşmeye gitmektir. Lojistikte dijitalleşme Lojistik 4.0 kavramı olarak adlandırılmıştır. Lojistik 4.0 tüm lojistik hizmetlerin dijital araçlara tam entegrasyonu ile sağlanır. Malların tedarik süreci, depolanması, elleçlenmesi, tedarik zinciri yönetimi, dağıtımı gibi alanlarda teknolojiyi kullanarak dijitalleşme araçları kullanılır. Dijitalleşme süreci sadece mekanik olarak ilerleyen bir süreç değildir. Dijitalleşme süreci her katmanı ile hazır olunması gereken bir süreçtir.

Çalışmanın konusu lojistikte dijitalleşmenin önemi dolayısıyla işletmelerin bu süreçte geçerken izleyeceği en akılcı stratejiyi belirlemektir. Tüm lojistik aşamaların birbirine entegre bir şekilde çalıştığı dijital sistemler maliyeti çok yüksek sistemlerdir. Çalışmada küçük ve orta ölçekli bir işletmenin dijitalleşmek için en akılcı yolu seçerek hem zamandan, hem maliyetten kazanarak kaynaklarını verimli kullanmasına yardımcı olmaktır. Böylece elindeki kaynakları verimli kullanacak ve mali durumunu koruyarak hem rekabet ortamı

içinde kalabilir hem de atacağı bu adım ile rakiplerinin önüne geçebilir. Çalışmanın amacı lojistik sektöründe taşımada daha efektif olabilmek, taşıma hızını arttırabilmek, taşıma verimini arttırabilmek ve diğer tüm lojistik süreçlerde daha etkin olabilmek için dijitalleşmek isteyen işletmeler için analitik bir yaklaşım ile dijitalleşme stratejilerini geliştirmeye yardımcı olacak pratik bir model oluşturmaktır.

Çalışmanın özgün değeri çalışma konusu olarak seçilen lojistik 4.0 ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSİS yöntemi ile bu analizlerin bulanık küme uzantıları olan Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin bir arada uygulanması ve lojistikte dijitalleşmeye başlayacak işletmeler için bir strateji oluşturulması üzerine başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada sınırlılık olarak Bartın ili belirlenmiştir. Bartın ilinde en büyük işletmelerden biri olan Mescier Demir Çelik San. Ve Tic. A.Ş. seçilerek bu sınır içinde araştırma yapılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere seçilen bilimsel yöntemler çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) , İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS ve bu analizlerin bulanık küme uzantıları olan Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemidir. Bu analiz çeşitlerinden önce AHP ve TOPSIS ile analiz yapılmıştır ardından daha detaylı bir sonuç elde etmek için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS analizi yapılmıştır ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, TOPSIS yönteminde sırasıyla; Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi, İş organizasyonu Stratejisi, Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi ve Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi şeklindedir. Bulanık TOPSIS yönteminde ise çıkan sıralama sırasıyla; İş organizasyonu Stratejisi, Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi, Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi ve Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi şeklinde çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: AHP, bulanık AHP, bulanık TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri, dijitalleşme, lojistik, strateji, TOPSIS

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINING A STRATEGY FOR TRANSITION TO DIGITALIZATION IN LOGISTICS WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING APPROACHES: THE CASE OF BARTIN PROVINCE

Şebnem COŞMUŞ

Bartın University

Graduate School

Department of Knowledge and Logistics Management

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Sezin GÜLERYÜZ ERGÜL

Bartın-2023, pp: 98

The increasing interaction between countries has created a relationship traffic that affects many different sectors. Both countries and people interact for different sectors in different cities and countries. The logistics sector has taken its share from these sectors. Today, when the importance of the logistics sector is increasing day by day, businesses have to make new breakthroughs in the fight against national and international competitors. One of the breakthroughs to be made in the current conjuncture, perhaps the most important one, is to go digitalization in the field of logistics. Digitalization in logistics is called Logistics 4.0 concept. Logistics 4.0 is achieved through the full integration of all logistics services into digital tools. Digitalization tools are used by using technology in areas such as procurement process, storage, handling, supply chain management, distribution of goods. The digitalization process is not just a mechanical process. The digitalization process is a process that needs to be ready with every layer.

The subject of the study is the importance of digitalization in logistics and therefore determining the most rational strategy to be followed by businesses in this process. Digital systems, where all logistics stages work in an integrated manner, are very costly systems. The study aims to help a small and medium-sized enterprise to use its resources efficiently by saving both time and cost by choosing the most rational way to digitalize. In this way, it

will use its resources efficiently and protect its financial situation and can both stay in a competitive environment and get ahead of its competitors with this step.

The aim of the study is to create a practical model that will help to develop digitalization strategies with an analytical approach for businesses that want to digitalize in order to be more effective in transportation, increase transportation speed, increase transportation efficiency and be more effective in all other logistics processes in the logistics sector.

The unique value of the study is that there is no other study on the application of logistics 4.0, which has been selected as the subject of the study, and AHP and TOPSIS methods, which are multi-criteria decision-making methods, and Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods, which are fuzzy set extensions of these analyzes, together and creating a strategy for businesses that will start digitalization in logistics.

Bartın province was determined as a limitation in the study. One of the largest enterprises in Bartın province, Mescier Demir Çelik San. And Tic. A.Ş., which is one of the largest enterprises in Bartın province, was selected and research was conducted within this boundary.

The scientific methods chosen to be used in the study are Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS, which are fuzzy set extensions of these analyzes. Of these types of analysis, AHP and TOPSIS were analyzed first and then Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS were analyzed to obtain a more detailed result and the results were compared.

As a result, in the TOPSIS method; Information Systems Development Strategy, Business Organization Strategy, Executive and Personnel Management Strategy and Technologies Related to the Transition to Digital Logistics Strategy, respectively. In the fuzzy TOPSIS method, the ranking is Business Organization Strategy, Information Systems Development Strategy, Digital Logistics Transition Related Technologies Strategy and Executive and Personnel Management Strategy, respectively.

Keywords: AHP, digitalization, fuzzy AHP, fuzzy TOPSIS, logistics, multi-criteria decision making methods, strategy, TOPSIS.

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xii
EKLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. Lojistiğin Tanımı.....	4
2.2. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi.....	4
2.3. Lojistik Faaliyetler	8
2.3.1. Taşıma	8
2.3.2. Depolama.....	8
2.3.3. Envanter Yönetimi	9
2.3.5. Müşteri Hizmetleri ve Sipariş Yönetimi.....	9
2.3.6. Tedarik Zinciri	9
2.4. Lojistik Süreçlerin Sınıflandırılması.....	10
2.4.1. 1PL (Birinci Parti Lojistik)	10
2.4.2. 2PL (İkinci Parti Lojistik)	10
2.4.5. 5PL (Beşinci Parti Lojistik).....	11
2.5. Dünya ve Türkiye’de Lojistik Performans Endeksi.....	12
2.6. Dijitalleşme	14
2.6.1. Dijitalleşme Tanımı	14
2.6.1.1. Dijital Dönüşümün Zorlukları	14
2.6.1.2. Dijitalleşme Gelişim Süreci ve Bilişim Alt Yapısı	14
2.6.2. Endüstri 4.0 Kavramı ve Gelişim Süreci.....	15
2.6.2.1. Endüstri 4.0 Teknolojileri.....	16
2.6.3. Lojistik 4.0.....	19
2.6.3.1. Lojistik 4.0 Tanımı	19
2.6.3.2. Lojistikte Dijitalleşme ve Önemi	19
2.6.3.3. Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Kullanılan Teknolojiler	20
2.7. Strateji.....	23

2.7.1. Strateji Tanımı.....	23
2.7.2. Strateji Yönetimi	24
2.7.3. Strateji Oluşturmak	25
3. YÖNTEM	26
3.1. Literatür taraması	26
3.2. AHP Yöntemi Tanımı ve Aşamaları	36
3.3. TOPSIS Yöntemi Tanımı ve Aşamaları.....	38
3.4. Bulanık AHP Buckley Metodu	41
3.5. Bulanık TOPSIS.....	44
4. UYGULAMA	47
4.1. Kriterler	48
4.1.1. Çalışan Yeteneği	48
4.1.1.1. Dijital Öğrenme	48
4.1.1.2. Dijital İnsan Kaynakları	48
4.1.1.3. Çalışanın Bağlılığı ve İletişim	48
4.1.2. Yönetimin Tavrı	48
4.1.2.1. Bilgi Kalitesi	48
4.1.2.2. Veri ve İçerik Yönetimi	48
4.1.2.3. Liderin Tavrı.....	49
4.1.3. Yenilikçi Düşünce.....	49
4.1.3.1. Süreç Dijitalleştirme.....	49
4.1.3.2. Dijitalleşme Kültürüne Geçiş	49
4.1.3.3. İyileştirmeler	49
4.1.4. Teknik Alt Yapı.....	49
4.1.4.1. Yeterli Araç Desteği.....	49
4.1.4.2. Alt Yapının Entegre Edilmesi.....	50
4.1.4.3. Analitik Unsurlar.....	50
4.2. Alternatifler	50
4.2.1. Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi	50
4.2.2. Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi	50
4.2.3. Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi.....	50
4.2.4. İş Organizasyonu Stratejisi	51
4.3 AHP Uygulaması.....	55
4.3.1.Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi	55
4.3.2. Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi	57

4.3.2.1. Çalışan Yeteneği	57
4.3.2.2. Yönetimin Tavrı.....	58
4.3.2.3. Yenilikçilik	59
4.3.2.4. Teknik Alt Yapı	60
4.4. TOPSIS Uygulaması.....	62
4.5. Buckley Bulanık AHP Uygulaması	66
4.5.1. Ana Kriterler Bulanık AHP Analizi.....	66
4.6. Bulanık TOPSIS Uygulaması	70
5. SONUÇ.....	75
KAYNAKLAR.....	78
EKLER.....	92



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
2.1: Lojistiğe katkı sağlayan tarihsel olaylar.....	6
2.2: Lojistiğin tarihsel gelişimi.....	7
2.3: Lojistik süreçlerin sınıflandırılması.....	11
2.4: Dünya lojistik performansı 2018 yılı ilk 10 ülke.....	13
2.5: Dünya lojistik performansı 2018 yılı Türkiye.....	13
3.1: Lojistikte dijitalleşme ile ilgili literatür taraması.....	27
3.2: AHP ve TOPSIS literatür tablosu.....	28
3.3: Lojistikte AHP ve TOPSIS uygulamaları.....	29
3.4: Lojistikte dijitalleşme ve ÇKKV uygulamaları literatür taraması	32
3.5: Strateji ile çok kriterleri karar verme uygulamalarını kapsayan literatür taraması.....	35
3.6: İkili karşılaştırma ölçeği.....	36
3.7: Tutarlılık endeksi.....	38
3.8: İkili karşılaştırma matrisi için dilsel ölçek	42
4.1: Kriterler ve açıklamaları.....	52
4.2: Alternatifler ve açıklamaları.....	54
4.3: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması.....	55
4.4: Ana kriterler için modelin kurulması ve hiyerarşik yapının oluşturulması.....	55
4.5: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	55
4.6: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	56
4.7: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	56
4.8: Lamda ve sonuç değeri.....	56
4.9: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması.....	57
4.10: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	57
4.11: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	57
4.12: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	58
4.13: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması.....	58
4.14: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	58
4.15: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	59
4.16: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	59
4.17: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması.....	59

4.18: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	59
4.19: İkili Karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	60
4.20: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	60
4.21: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması.....	60
4.22: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	60
4.23: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	61
4.24: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması.....	61
4.25: AHP analizi kriter ve global ağırlıkları tablosu.....	61
4.26: Fayda maliyet tablosu.....	63
4.27: Kriter ağırlıkları.....	63
4.28: Kriterlerin global ağırlıkları.....	63
4.29: Karar matrisin (A) oluşturulması.....	63
4.30: Standart karar matrisinin (R) oluşturulması.....	64
4.31: Ağırlıklı karar matrisinin (V) oluşturulması.....	64
4.32: İdeal (A^*) ve negatif (A^-) çözümlerin oluşturulması.....	65
4.33: Ayırım ölçülerinin hesaplanması.....	65
4.34: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması.....	66
4.35: Ana kriterler için dilsel terimler ile karar matrisi.....	66
4.36: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi.....	67
4.37: Ana kriterlerin bulanık geometrik ortalaması.....	67
4.38: Durulaştırma.....	68
4.39: Ana kriterler için bulanık AHP analizinde tutarlılık analizi.....	68
4.40: Tutarlılık analizinde lamda hesaplama.....	69
4.41: Değerlendirme doğrultusunda yapılan sayısal puanlama.....	70
4.42: Bulanık karar matrisi.....	71
4.43: Normalize edilmiş bulanık karar verme matrisi.....	72
4.44: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi.....	72
4.45: Çözüme en yakın ve en uzak ideal uzaklık hesaplanması.....	73
4.46: Bulanık TOPSIS sıralama.....	73
4.47: TOPSIS ve bulanık TOPSIS sıralaması karşılaştırma.....	74

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No
EK 1. Çalışan yeteneği için dilsel terim matrisi.....	92
EK 2. Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi.....	92
EK 3. Çalışan yeteneğinin geometrik ortalaması	92
EK 4. Durulaştırma	92
EK 5. Çalışan yeteneği için tutarlılık analizi	93
EK 6. Lamda hesabı	93
EK 7. Yönetimin tavrı için dilsel terim matrisi	93
EK 8. Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi	93
EK 9. Geometrik ortalama	94
EK 10. Durulaştırma	94
EK 11: Tutarlılık analizi	94
EK 12: Lamda hesabı.....	94
EK 13: Yenilikçi düşünce için dilsel terim matrisi.....	94
EK 14: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi.....	95
EK 15: Geometrik ortalama.....	95
EK 16: Durulaştırma.....	95
EK 17: Tutarlılık analizi.....	96
EK 18: Lamda hesabı.....	96
EK 19: Teknik altyapı dilsel terim matrisi.....	96
EK 20: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi.....	96
EK 21: Geometrik ortalama	97
EK 22: Durulaştırma.....	97
EK 23: Tutarlılık analizi.....	97
EK 24: Lamda hesabı.....	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CI	: Tutarlılık indeksi
CR	: CR Tutarlılık oranı
d-	: Bulanık TOPSIS negatif ideal çözüme uzaklık
d+	: Bulanık TOPSIS pozitif ideal çözüme uzaklık
RI	: Rassalık göstergesi
C_i^*	: C_i^* İdeal çözüme göreceli uzaklık
R_{ij}	: R_{ij} Normalize karar matrisi
S_i^-	: S_i^- Negatif ideal çözüme uzaklık değeri
S_i^+	: S_i^+ İdeal çözüme uzaklık değeri
a_{ij}	: a_{ij} Karşılaştırma matrisi elemanları
λ_{max}	: Maximum Lamda

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ÇKVV	: Çok Kriterli Karar Verme
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme)
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama
GPS	: Küresel Konum Belirleme Sistemi

1. GİRİŞ

Ülkeler arasındaki etkileşimin artarak ilerlemesi pek çok farklı sektörü etkileyen bir ilişki trafiği yaratmıştır. Gerek ülkeler bazında gerekse insanlar farklı şehir ve ülkelerden farklı sektörler için etkileşimde bulunur. Bu sektörlerden lojistik sektörü fazlasıyla payını almıştır. Lojistik sektörünün öneminin günden güne arttığı günümüzde işletmeler ulusal ve uluslararası rakipleri ile mücadele konusunda yeni atılımlar yapmak zorundadır. Güncel konjonktürde yapılacak atılımlardan bir tanesi belki de en önemlisi lojistik alanında dijitalleşmeye gitmektir. Lojistikte dijitalleşme Lojistik 4.0 kavramı olarak adlandırılmıştır. Lojistik 4.0 tüm lojistik hizmetlerin dijital araçlara tam entegrasyonu ile sağlanır. Malların tedarik süreci, depolanması, elleçlenmesi, tedarik zinciri yönetimi, dağıtımı gibi alanlarda teknolojiyi kullanarak dijitalleşme araçları kullanılır. Dijitalleşme süreci sadece mekanik olarak ilerleyen bir süreç değildir. Dijitalleşme süreci her katmanı ile hazır olunması gereken bir süreçtir. İçinde işletmenin organizasyon yapısının hazır olması, çalışan kişilerin ve yöneticilerin hazır olması, teknik olarak bu süreci entegre edebilme potansiyellerinin olması önemlidir. İşletmeler dijitalleşme ile tüm lojistik süreci daha akılcı, hızlı, doğru ve hedefe yönelik ilerletebilirler böylece zamandan yapılan tasarruf parasal olarak da karşılığını bulur ve maliyetlerde düşüşe katkı sağlar.

Pandemi dönemi ile birlikte insanların online alışverişleri artmıştır bu durum lojistik hizmet sunan işletmelerin iş yükünün arttığı ve daha organize bir düzenleme ile çalışmalarını gerektiği bir dönemin kapısını açmıştır. Bu organizasyon dijital araçlar ile kolay, hızlı ve anlık olarak organize edilerek takip edilebilmektedir. İşletmeler sıkışan trafik yoğunluğunda rotalarını anlık olarak yeniden güncelleyerek nakliye sürelerinde uzama olmadan hizmetlerine devam edebilecektir. Böylece tedarikçi ve tüketici arasındaki tedarik zincirinin kalitesi ve memnuniyeti artmış olur. Bu durum işletmelerin kaynaklarını verimli kullanmasına, müşteri memnuniyetinin artmasına ve dolayısıyla da rekabet ettiği sektörde bir adım daha ne çıkmasına fayda sağlar.

Çalışmanın konusu lojistikte dijitalleşmenin önemi dolayısıyla işletmelerin bu süreçte geçerken izleyeceği en akılcı stratejiyi belirlemektir. Tüm lojistik aşamaların birbirine entegre bir şekilde çalıştığı dijital sistemler maliyeti çok yüksek sistemlerdir. Çalışmada küçük ve orta ölçekli bir işletmenin dijitalleşmek için en akılcı yolu seçerek hem zamandan, hem maliyetten kazanarak kaynaklarını verimli kullanmasına yardımcı olmaktır. Böylece

elindeki kaynakları verimli kullanacak ve mali durumunu koruyarak hem rekabet ortamı içinde kalabilir hem de atacağı bu adım ile rakiplerinin önüne geçebilir.

Bu amaç doğrultusunda, lojistik taşımada daha efektif olabilmek, taşıma hızını arttırabilmek, taşıma verimini arttırabilmek ve diğer tüm lojistik süreçlerde daha etkin olabilmek için dijitalleşmek isteyen işletmeler için analitik bir yaklaşım ile dijitalleşme stratejilerini geliştirmeye yardımcı olacak pratik bir model oluşturmaktır.

Çalışmada sınırlılık olarak Bartın ili belirlenmiştir. Bartın ilinde en büyük işletmelerden biri olan Mescier Demir Çelik San. Ve Tic. A.Ş. seçilerek bu sınır içinde araştırma yapılmıştır. Mescier Bartın ilinin en büyük işletmelerinden biri olup 200.000 metrekare alan üzerine inşa edilmiş, 60.000 metrekarelik kapalı alana sahip bir fabrika alanına sahiptir. Bartın fabrikası yıllık 650.000 ton üretim gerçekleştirmektedir. Bu üretimin ürün ağırlığı ise Köşebent, Lama, Kare, Yuvarlak, NPI, NPU ve IPE'dir. Kendi bünyesinde yürüttüğü lojistik alanında ise 68adet çekici ve dorse ile karayolları yük taşımacılığı ve organizatörlüğü yapabilirlik belgeleri olan R1 ve K1 belgelerine sahiptir. Böylece Batı Karadeniz bölgesinin en büyük filolarından birine sahiptir. Bünyesinde bulundurduğu iş makinaları ve liman vinçleri ile Bartın limanında gemi boşaltma ve yükleme hizmetleri de vermektedir. Bartın limanında bulunan açık ve kapalı alanlı depolama sahaları sayesinde tüm operasyon hizmetlerini sağlayabilmektedir. En fazla Bartın limanı kullanılmak üzere yıllık 300.000 ton ithalat ve 300.000 ton ihracat açık gemiler ile gerçekleşmektedir. 2012 yılında Bartın limanı konteyner yüklemelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yıllık ortalama 6000 TEU hacminde konteyner yükleme ile yurt dışına açılmaktadır. Demiryolu ile yüklemeyi iç piyasa için ve ülkenin doğu ve güneydoğu bölgesine yapılan sevkiyatlarda kullanılmaktadır. Yükleme istasyonu olarak Karabük ve Çaycuma istasyonları kullanılmaktadır. Yılda yaklaşık 20.000 ton demir çelik mamulünün sevkiyatı bu sistem ile yapılmaktadır. Mescier Demir Çelik kara taşımacılığını grup şirketi bünyesinde bulundurduğu 60 adet çekici ile yapmaktadır. İşletmenin lojistik departmanında çalışan alanında uzman kişiler ile yapılan görüşmeler çalışmada kullanılan yöntem ile birleştirilerek kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere seçilen bilimsel yöntemler çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) , İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS ve bu analizlerin bulanık küme uzantıları olan Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemidir. Bu analiz çeşitlerinden önce AHP ve TOPSIS ile analiz yapılmıştır ardından daha detaylı bir sonuç elde etmek için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS analizi yapılmıştır ve çıkan sonuçlar

karşılaştırılmıştır. Literatür taraması ve uzman görüşleri ile kriterler ve stratejiler belirlenmiş ve bu doğrultuda analizler yapılmıştır. Bu kriterlerin lojistikte dijitalleşmesini sağlaması amacı ile önem ağırlıklarının AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmış. Ardından en etkiliden en az etkili olana doğru TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. Böylece aynı ya da benzer süreci yaşayan işletmeler lojistikte dijitalleştirme yolunda daha etkin ve verimli bir çerçevede ilerleyebilecektir. Bir şirketin bu dönüşümünü gerçekleştirmek için kendi içinde hangi adımları atmasının daha verimli olacağı konusunda yol gösterecek bir strateji oluşturulması amaçlanmaktadır. Yapılan AHP ve TOPSIS analizinin daha detaylandırılması ile bulanık versiyonları da analiz edilmiştir. Kriterler kendi içinde Bulanık AHP ile önem ağırlıkları hesaplanmış Bulanık TOPSIS ile de sıralanmıştır.

Çalışmanın özgün değeri olarak, literatürde dijitalleşme konusu nispeten yeni çalışılmaya başlanan bir konudur. İlgili literatür incelendiğinde lojistikte dijitalleşme ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir arada çalışıldığı örnek sayısı yerli ve yabancı kaynaklarda yok denecek kadar azdır. Çalışma konusu olarak seçilen lojistik 4.0 ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemi ile bu analizlerin bulanık küme uzantıları olan Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin bir arada uygulanması ve lojistikte dijitalleşmeye başlayacak işletmeler için bir strateji oluşturulması üzerine başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışma ilk olarak lojistik ile ilgili literatür taraması ile başlamaktadır. Lojistik faaliyetler, lojistik süreçler ve lojistik yönetiminin gelişiminden bahsedilmiştir. Ardından dijitalleşme ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Burada dijitalleşmede kullanılan kavramlardan bahsedilmiştir. Bir sonraki başlıkta lojistik ve dijitalleşme konuları birleştirilerek bir literatür taraması yapılmış ve bu alandaki terimlerden ve teknolojilerden bahsedilmiştir. Literatür taramasının son aşamasında strateji kavramı üzerine durulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında kullanılan yöntem hakkında bilgi verilmiş ve belirlenen kriterler ve stratejiler açıklanmıştır. Ardından yapılan analizlerin sonuçlarına yer verilmiş ve bu analizler açıklanmıştır. Son aşamada ise elde edilen analiz sonuçları değerlendirilmiş ve çalışma bitirilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2. Bölüm: Lojistik

2.1. Lojistiğin Tanımı

Lojistik kelimesinin etimolojik kökeni Latince “logisticus” ile Yunanca “logistikos” kelimelerinden türetilmiştir, “logic” yani “mantık” kelimesi ile “statics” yani “istatistik” kelimelerinin birleşimi olan “logisticus”, “mantıklı hesap” olarak çevrilmiştir. “Logistikos” ise “hesap yapma bilimi” ve “hesapta becerikli” anlamındadır (Erturgut ve Ustalı, 2021). Askeri bir terim olarak da kullanılan lojistik kelimesi, askeri birlikleri uygun şekillerde doğru yerlere yerleştirme, ulaştırma ve tedarik anlamındadır. İmparatorluklar içinde kaynakların dağıtımını ve tedarikini yapan subaylara “Logistikas” denilirdi (Koçak, 2020).

Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre lojistik, bireylerin ihtiyaçlarının karşılanması için ürünlerin, hizmetlerin ve bilgi akışının başlangıçtan varış noktasına kadar olan süre içerisinde etkili ve verimli bir şekilde taşınması, planlanması ve uygulanmasıdır. Bir diğer anlamı ise askerlikte geri hizmet demektir.

“Tedarik Zinciri Yönetimi Uzmanları Konseyi” (Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP) tanımına göre lojistik kişilerin ihtiyaçlarını ürünler ve verilen hizmetler dahil olmak üzere bilgi akışını üretimden tüketim noktasına kadar tüm süreç boyunca depolanması, taşınmasının en iyi yapılmasına için plan ve uygulama prosedürlerinin denetlenmesidir (Oğuz ve Oğuz, 2020).

Lojistiğin literatüre bir başka geçen tanımı ise “Seven Rs” yani Yedi Doğru’dur. Doğru müşteri, doğru ürün, doğru miktarda, doğru maliyetle, doğru yerde, doğru şartlarda ve doğru zamanda kullanılabilirliğini sağlamaktır. Bu da ürün ve hizmetler için değer yaratıcı faaliyet olarak değerlendirilir (Güleç ve Karagöz, 2008).

2.2. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Bilim olarak 1990’lı yıllarda ön plana çıkmaya başlayan lojistik kavramı II. Dünya savaşında önemli bir rol oynamasıyla dikkatleri çekmiştir. Savaş sonrasında oluşan talepleri karşılamak için pazarlamacıların ilgisini çekmeye başlamıştır. Savaşta orduların ihtiyaçlarını karşılamak için malzemelerin istenilen yerlere ve istenilen zamanda ulaşmasını sağlamak amacıyla lojistik sistemini analiz ederek lojistiğin yeni şekillerini kullanılmaya başlamışlardır.

Böylece daha verimli maliyet kontrol sistemi araştırmalarını başladığı bir dönem başlamıştır (Taşlıyan vd., 2016). 1950’li yıllara gelindiğinde lojistik artık askeri bir sözcük olmak çıkıp işletmeler için kullanılan bir sözcüğe dönüşmüştür. İşletmeler lojistiği ilk başka sadece malların fiziksel olarak dağıtımına odaklanmıştır (Akbal, 2022). 1950-1960 yılları arasındaki dönemde işletmeler dağıtım faaliyetlerinde düzensiz ve plansız hareket etmişlerdir (Kamacı ve Samancı, 2020). Bu durum artık 1960 yılı sonrasında ilerleme göstermiştir. İşletmeler daha sistematik bir yol izleyerek fiziksel dağıtım ve malzeme yönetimini, depolama, kaliteyi arttırma ve satın alma süreçleri ile birleştirmişlerdir (Türkoğlu ve Duran, 2019). 1970’lerde nakliye süreçlerinin gelişmesi ile ekonomide iyileşme artışı olmuş bu durum ekonomistlerin ilgisini çekmiştir. Yapılan çalışmalarla birlikte lojistik ön plana ıkmiş işletmeler lojistikte yaşanan işletmelerin verimliliklerini arttırdığını fark etmiştir (Akan, 2021). 1980’li yıllarda teknolojinin gelişmesiyle beraber geleneksel yöntemlerden mikro bilgi işlem teknolojisine geçilmiştir (Türkoğlu ve Duran, 2019). 1990’lı yıllarda işletmeler üretim faaliyetlerini değiştirerek yeni pazar arayışını terk ederek lojistik yönetim faaliyetlerini geliştirmeye odaklanmışlardır. Böylece işletmeler tedarik zinciri yönetimine yoğunlaşmıştır (Kamacı ve Samancı, 2020). Üretim kapasitelerinin artması ile birlikte farklı lojistik yönetim faaliyetleri ve farklı taşıma türleri birleşmiş ve çok modlu taşıma sistemine geçilmiştir (Türkoğlu ve Duran, 2019). 2000’li yıllara gelindiğinde firmalar verimlilikleri arttırmış etkinliği sağlamışlar böylece lojistik tedarik zinciri yönetimi adı altında alınmaya başlanmıştır (Akan, 2021). Teknolojinin ve yeniliklerin hızla ilerlemesi ile birlikte 2000 yılı sonrasında yaşanan gelişmeler yeni iş olanakları ortaya çıkarmış bu olanaklar lojistik sektöründe de ilerlemeyi beraberinde getirmiştir (Kamacı ve Samancı, 2020).

Tablo 2.1: Lojistiğe katkı sağlayan tarihsel olaylar

M.Ö.2700'ler	Mısır Piramitleri Yapımı-Taşıma teknolojisi- Tonlarca ağırlıktaki taş bloklar şantiyeye taşındı ve birleştirildi.
M.Ö. 300'ler	Devrimci Yunan kürek gemileri- Kıtalararası ticaretin temeli atıldı.
M.S. 700'ler	Cordoba' daki ünlü Mezquita Camii inşaatı- Sütunlarının tedarik lojistiği ile İslâm imparatorluğunun her yerinden İspanya'ya getirildi.
1200'ler	Hamburg-Almanya Hansa Birliği olarak bilinen uluslararası ağ- Denizde seyahat etmeyi daha güvenli hale getirmek ve yurtdışındaki ticari çıkarlarının temsil edilmesi için Kuzey Denizi'nde bir üs olarak kuruldu.
1500'ler	Avrupa'da ilerici posta servisi- İlk kez kesin posta gönderim hizmeti. Mektuplar Paris, Gent, İspanya ve Viyana imparatorluk mahkemesi gibi yerlere ulaştırıldı.
1800'ler	Yeni karayolu taşımacılığının ve demiryolunun keşfi- Lojistik teknolojileri yeni teknolojiler ile geliştirildi ve nakliye araçlarıyla genişletildi.
1940'lar	Dünya savaşları sırasında askeri lojistik- askeri lojistik kavramları iş dünyasına aktarıldı
1956	Deniz konteynerinin icadı- Dünya ticaretinin yapısal gelişimi ve uluslararası mal akışı son derece hızlandı.
1970-1980	KANBAN ve Tam Zamanında – Yeni Lojistik kavramları ile tedarik konusuna özel vurgu yapıldı.
1990	QR ve ECR Teknolojileri- Dağıtıma özel önem veren lojistik konseptler geliştirildi. Hızlı cevap (QR) ve verimli tüketici cevap (ECR) teknolojileri 1990'lı yıllarda geliştirildi ve birçok perakende ve toptan satış şirketi tarafından uygulandı.
Günümüz	Tedarik zinciri yönetimi- Satıcının tedarikçisinden son müşteriye kadar tüm lojistik zincirine bir bakış.

Kaynak: Koçak, 2020.

Tablo 2.2: Lojistiğin tarihsel gelişimi

	Aşama	Yönetim Merkezi	Örgütsel Tasarım
1960'lı Yıllar	Depolama ve Ulaştırma	Satış pazarlama, Depolama, Stok Denetimi, Ulaştırma Etkinliği,	Dağınık lojistik faaliyetler Lojistik faaliyetler arasında zayıf bağlantı Düşük lojistik yönetimi otoritesi işletme başarısını destekler.
1980'li yıllar	Toplam Maliyet Yönetimi	Lojistiğin merkezileştirilmesi, toplam maliyet yönetimi, Süreç optimizasyonu rekabetçi bir avantaj olarak Lojistik	Merkezileşmiş lojistik faaliyetler Büyüyen lojistik yönetimi otoritesi Bilgisayar uygulamaları
1990'lı Yıllar	Entegre Lojistik Yönetimi	Lojistik planlama Tedarik zinciri stratejileri İşletme faaliyetleri ile bütünleşme Süreç kanalları ile bütünleşme	Lojistik faaliyetlerde genişleme Tedarik zinciri planlama Toplam kalite yönetimi için destek Lojistik yönetim faaliyetleri
2000'li Yıllar	Tedarik Zinciri Yönetimi	Stratejik tedarik zinciri görüşü Extranet teknoloji kullanımı Kanal güçlerini ortak bir kuvvet aracı kullanmak için tedarik zinciri TQM göstergelerinde işbirliği yapmak	Ticari ortaklık Sanal örgüt Talepteki değişimler Benchmarking ve yeniden yapılanma
2000 Yılı ve Sonrası	E-Tedarik Zinciri Yönetimi	SCM kavramına internetin uygulanması Düşük maliyetli anında veri tabanı paylaşımı Elektronik bilgi SCM senkronizasyonu	Tedarik zinciri ağı ile ticaret ortaklığı yapmak. com, -e eklentisi vb. piyasa değişiklikleri Örgütsel çeviklik ve ölçülebilirlik.

Kaynak: Gülenç ve Karagöz, 2008.

2.3. Lojistik Faaliyetler

Lojistik, ilk dönemlerinde yük taşıma anlamında kullanılırken günümüzde artık daha karmaşık bir yapıya dönüşmüştür. Taşımacılığa ek olarak depolama faaliyeti eklenmiş ardından stok yönetimi, parça tedariki, tahminleme, üretim planlaması, tersine lojistik faaliyetini kapsayan ürünlerin imha edilerek geri dönüşüme dâhil edilmesi, etiketleme, ayırıştırma ve elleçleme ile katma değerli hizmetler eklenmiştir (Baltacı, 2020). Lojistik kavramında toplanan tüm bu faaliyetler; ürünlerin tedarikinin, üretiminin ve dağıtımının zamanıyla yapılabilmesi, müşterilerin beklentilerinin karşılanması ve maliyet kontrolünü sağlamaktadır (Atmaca ve Sevim,2018).

2.3.1. Taşıma

Taşımacılıkta doğru zamanda ve doğru şekilde ürünlerin ulaştırılması önemlidir. Doğru zaman ve doğru şekilde ürünlerin ulaştırılması demek hizmet kalitesini belirleyen önemli bir belirleyicidir. Bu durum hizmet kalitesi artırır, artan hizmet kalitesi taşımacılığa yansıyan maliyeti artırır. Ulaşım rotasının optimize edilmesi ve taşıma kapasitesinin maksimize edilmesi maliyetlerinin yüksekliğini kontrol altına almakta yardımcıdır (Yılmaz ve Duman, 2019).

Rekabet avantajı sağlayabilmek adına daha hızlı ve ekonomik taşıma yapmak zorunlu bir hale gelmiştir. Bu noktada farklı taşıma türlerinin bir arada efektif olarak kullanıldığı kombine taşımacılık, özellikle yüksek miktarda yük taşımacılığı yapan işletmeler için önemli bir seçenektir. Daha etkin şekilde bu taşıma türlerinin yönetilmesi taşımacılık kapasitesi artırır (Gülsün ve Erkayman, 2018).

2.3.2. Depolama

Üretimin başından son tüketiciye kadar geçen sürede hammadde, yarı mamul ve mamul maddelerin korunup saklandığı, kapalı ve açık alanlardır (Taşlıyan, Çiçeklioğlu ve Yılmaz, 2016). Depolama ise, bir malın kullanılmak veya sevk edilmek amacıyla uygun koşullarda stoklanmasıdır (Karakuş, 2020). Depo ile ilişkili bir diğer terim olan antrepo, 4458 sayılı Gümrük Kanunu kapsamında gümrük yönetmeliğince belirlenen maddelerde belirtilen özellikleri taşıyan ve gümrüklü sahalarda kurulan, miktarlarının, kalitelerinin ve özelliklerinin belirlenip uygun koşullarda korunan mal ve eşyaların olduğu yerlerdir (Taşlıyan, Çiçeklioğlu ve Yılmaz, 2016). Yerel depolar, yarı mamul depoları, dağıtım depoları, bitmiş ürün depoları ve ikmal depoları başlıca depo çeşitleridir (Kaymaz, 2020).

Depo kavramı geleneksel bakışta malların saklandığı yerler olarak tanımlanırken günümüze gelindiğinde tedarik zinciri içerisinde satışlara destek olan yer olarak görülmektedir. Lojistik sürecin en önemli faaliyeti olarak tedarik zincirinin sürekliliğini sağlamak, müşteri taleplerine karşı daha efektif olma açısından değerlendirilir (Babayiğit, 2020).

2.3.3. Envanter Yönetimi

Üretimi belirlenen seviyede tutmak, satış ve teslimi istenilen şekilde gerçekleştirmek için materyal, mamul ürün, yarı mamul ürün ve malzemeyi yeteri kadar bulundurulmasıdır. Envanter yönetimi kullanılmasındaki amaç stokları fazlalaştırmadan ve kaynakları gereğinden fazla ürün için harcamadan siparişleri doğru şekilde ve zamanda karşılayabilmektir (Çevik ve Gülcan, 2011).

Envanter yönetiminin etkin bir şekilde kullanılması geleceğe yönelik müşteri taleplerinin tahmin edilebilmesi açısından işletmeler için çok önemlidir. Ana hedef olan kârın artırılması için envanter seviyesini belirlemek için oluşturulan stratejiler müşteri taleplerini karşılarken, lojistiğin toplam maliyetini düşürmektedir (İnci, 2019).

2.3.5. Müşteri Hizmetleri ve Sipariş Yönetimi

Lojistik faaliyetleri yürütmek üzere hareket edenlerden beklenen, müşterinin ihtiyaçlarını doğru şekilde anlaması ve bu ihtiyaçlar sonucu ortaya çıkabilecek sorunlarına yönelik çözümler sunmasıdır. Sektörün gelişmesi ile rekabet artmış bu da işletme başına düşen karı düşürmüştür. Böyle bir düzen içerisinde lojistik servis sağlayıcı müşterisine doğru hizmeti sunmalı ve böylece kar oranını arttırmalıdır. Doğru hizmeti sağlayamayan firmalar bu rekabet ortamında bulanamayacaklardır (Çakırlar, 2009).

Siparişin oluşturulmasından başlayarak taşınması, depolanması ve envanter kaydının tutulmasını kapsayan süreçte müşteriye her bir lojistik etapta doğru ve zamanında bilgi vermek sipariş yönetimidir. Envanter yönetimi ile sipariş yönetimi birbirini destekler çünkü yanlış ve eksik yönetilen sipariş yönetiminde stokların takibi de olumsuz olarak etkilenir (Çancı ve Türkay, 2007).

2.3.6. Tedarik Zinciri

Üretim yapan işletmeler hem tedarikçi hem de müşteri konumundadır. Üretim için tedarik etmesi gereken ürünleri aldığı anda müşteri, ürettiği ürünleri satarken tedarikçi konumundadır (Doğan, 2012). Basit işletmelerde tedarik zincirinde çok az halka olmak ile birlikte üretilen ürünlerin karmaşıklığı tedarik zinciri halkalarının da uzamasına etki etmiştir.

Üretilen ürünlerin çeşitliliği ve karmaşık yapılarına bağlı olarak tedarik zincirinin uzunluğu işletmeden işletmeye fark eder. Ne kadar fazla ürün üretiliyor ise tedarik zinciri o kadar uzar ve karmaşıklaşır. Tedarik zinciri kavramı ilk olarak otomotiv sektöründe ortaya çıkar. Chrysler isimli Amerikan otomotiv üreticisi 1980’li yıllarda hammadde, mamül madde ve nihai mal olarak ürettiği ürünlerin tüm bu üretim aşamalarında izlenmek için çeşitli yöntemler geliştirmesiyle ortaya çıkmıştır (Dirik, 2012).

Bir işletmenin kapasitesi ne kadar büyük ise tedarik zincirini yönetmek için verdiği önemde o derece büyüktür. İşletmelerin rekabet avantajını sürdürebilmeleri için karmaşık süreçlerini iyi yönetmeleri ve tedarik zinciri yönetimi doğru yapılmalıdır. Müşterinin istek ve ihtiyaçlarının analizini doğru bir şekilde yapmalı, üretimi bu analiz doğrultusunda başlatmalıdır. Bu doğru analiz sayesinde tedarik zinciri süreci boyunca ürünlerin maliyetini düşürür, yönetimi kolaylaştırır, doğru tedarikçi- doğru ürün denklemini kurar ve tüm bu süreç boyunca lojistik hareketliliğin koordinesini sağlayarak yönetir. Bu sayede karlılığını arttırarak finansal başarısını da arttırır (Elbirlik, 2008).

2.4. Lojistik Süreçlerin Sınıflandırılması

Değişen tüketici ihtiyaçlarını ve taleplerini karşılamaya yönelik lojistik sektörde yeniliklere sebep olmuştur. Endüstri devrimi gibi insanlık tarihini değiştiren ve kalkındıran olaylar lojistik süreçlere yenilikler getirmiştir (Erdoğan, 2021). Bu süreçler 5 farklı şekilde sınıflandırılmıştır.

2.4.1. 1PL (Birinci Parti Lojistik)

Birinci parti lojistikte işletmeler lojistik faaliyetleri kendi imkânları çerçevesinde yürütür. Lojistik hizmetleri firma, hem üretici hem de gönderici konumunda olarak kendi donanım ve işgücü kapasitesi çapında üstlenir (Canatan, 2019).

2.4.2. 2PL (İkinci Parti Lojistik)

1PL ile 2PL işletmeleri arasındaki fark lojistik faaliyetleri gerçekleştiren tedarikçi taraftır. Üretici lojistik faaliyetleri bünyesinde barındırır ve kendileri planlayarak organize eder. Üretici genel olarak teslimat ve depolama faaliyetlerini sürdürür (Poyraz, 2022).

2.4.3. 3PL (Üçüncü Parti Lojistik)

Birden fazla lojistik faaliyetin sözleşmeyle konusunda uzman tek bir lojistik şirketi tarafından sağlanmasıdır. Depolama ve transfer hizmeti dışında montaj, envanter yönetimi,

istifleme, faaliyetlerin takip edilmesi, birleştirme, tasarlama ve ayırtma gibi faaliyetleri yerine getirmektedir (Arslanhan, 2019).

2.4.4. 4PL (Dördüncü Parti Lojistik)

4PL diğer lojistik hizmet sağlayıcılarına göre uzmanlık gerektiren, küresel lojistik zincirinde gerekli dış kaynakların kullanımının bir biçimidir. 4PL lojistik hizmet sağlayıcıları bir yönetim şirkettir. Tedarik zincirini kapsamlı bir şekilde kullanır ve çıkan sorunları ortadan kaldırmak için çözümler üretir, kendi bilgisini ve tecrübesini elindeki kaynaklar ve imkanlar doğrultusunda teknoloji ile birleştirerek müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda tedarik zinciri kurar ve bu zincir içerisinde lojistik faaliyetlerin efektif kullanımını ve yönetimi üstlenir. 4PL'yi kendinden öncekilerden üstün kılan şey tedarik zincirinde kullanılan tüm kaynakları birbiri ile entegre etmesidir. Bu durum tedarik zinciri için esneklik, müşteriler için hız ve kalite sağlarken lojistik hizmetlerinin maliyetini düşürmektedir (Çolak, 2019).

2.4.5. 5PL (Beşinci Parti Lojistik)

Beşinci parti lojistik 4PL'ye ek olarak e-lojistik olgusunu da içine olan gelişmiş teknolojinin etkisiyle oluşmuş bir oluşumdur. Amaç 3PL ve 4PL sağlayıcısı kaldırarak eksiklikleri tamamlayarak en iyi tedarik sürecini oluşturmaktır. 5PL kuruluşları fiziksel değil sanaldır, katılımcılara web tabanlı bir sistem üzerinden bilgi akışı sağlarlar. Bu bilgileri alan kullanıcılar gerçek zamanlı olarak ağda bulunan farklı tedarik zincirlerini yönetir. Burada amaç lojistik faaliyetlerinin en iyi çözümlerini sağlamaktır (Demirkıran, 2021).

Tablo 2.3: Lojistik süreçlerin sınıflandırılması

1LP	Çiftçi satış yapan markete yumurtayı teslim eder.
2LP	Bir kurye çiftçiden aldığı yumurtaları markete teslim eder
3LP	Kamyon filosuna sahip olan bir nakliye şirketi, yumurta çiftliklerinden yumurtaları alarak markete taşımaktadır.
4LP	Bir lojistik şirketi çiftliklerden yumurtaları alarak paketleyip marketlere teslim etmek için çiftlik sahibi adına 3PL'yi stratejik olarak yürütür.
5LP	Bir lojistik şirketi çiftçinin üretiminden teslimatına kadar tüm tedarik zinciri ağını web tabanlı olarak gerçek zamanlı bir şekilde yönetir.

Kaynak: Demirkan, 2021.

2.5. Dünya ve Türkiye’de Lojistik Performans Endeksi

Dünya bankası devletlerarasında bir rekabet çıkarmak için Lojistik Performans Endeksi (LPI) adlı bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışma temelde ülkelerin lojistik alanındaki göstermiş oldukları yetenek ve sahip oldukları nitelikleri ortaya koymak adına yaptığı bir anket çalışmasıdır. Anketin yapılacağı uzmanlar Uluslararası Taşıma İşleri Organizatörleri Dernekleri Federasyonu (FIATA), Global Express Derneği (GEA) ve Global Ulaşım ve Ticaret Kolaylaştırma Ortaklığı (GFP) tarafından belirlenir. LPI ilk kez devletlerin lojistik performansları küresel ölçekte karşılaştıran ilk çalışmadır (Acar ve Çetinceli, 2020).

Lojistik faaliyetlerin ülkeler içerisinde göstermiş olduğu farklılıkları ortaya koymak için yayınlanan LPI, iki yılda bir Dünya Bankası tarafından paylaşılmaktadır. Yayınlanan anketlerde puanlama 1-5 arasında yapılmaktadır. bir ülke 5’e yaklaştıkça lojistik performansı daha yüksek demektir. LPI sıralaması ülkelerin lojistik açısından dünyada kendi yerini görmesi açısından önemlidir (Ulutaş ve Karaköy, 2019).

İlk LPI anketi 2007 yılında yayınlanmış ardından 2010’dan itibaren her iki yılda bir 2018 yılına kadar düzenli olarak yayınlanmıştır. Anketin değerlendirme kriterleri altı ana başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar; Gümrükleme, altyapı, uluslararası sevkiyat, lojistik kalite ve yetkinlik, takip ve izleme, zamanlamadır. Üretilen ürünlerin küresel pazara ne kadar düşük bir maliyetle ve ne kadar rahat bir şekilde çıkabildiği LPI ile ölçümü ile belirlenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için ülkelerinde üretilen ürünlerini uluslararası piyasalara çıkarma kapasitesine bağlı olarak ticaret lojistiğinin ne derece geliştiği rekabet gücünün iyileştirilmesi açısından önemlidir. Küresel piyasaların sağlayacağı faydalardan yararlanma ve dünyaya entegre olma gelişmekte olan ülkeler için büyük bir avantaj sağlamaktadır (Bozkurt ve Mermertaş, 2019).

Dünya bankası tarafından 2018 yılında yayınlanan en son ankete göre;

Tablo 2.4: Dünya lojistik performansı 2018 yılı ilk 10 ülke

Sıralama	Ülke	Puan
1	Almanya	4,20
2	İsveç	4,05
3	Belçika	4,04
4	Avusturya	4,03
5	Japonya	4,03
6	Hollanda	4,02
7	Singapur	4,00
8	Danimarka	3,99
9	İngiltere	3,99
10	Finlandiya	3,97

Tablo 2.5: Dünya lojistik performansı 2018 yılı Türkiye

Yıllar	Sıralama	Puan
2007	34	3,15
2010	39	3,22
2012	27	3,51
2014	30	3,50
2016	34	3,42
2018	47	3,15

Dünyada lojistik performans endeksi en yüksek olan sırasıyla ilk 10 ülke; Almanya, İsveç, Belçika, Avusturya, Japonya, Hollanda, Singapur, Danimarka, Birleşik Krallık, Finlandiya 'dır. Bunlardan birinci sırada olan Almanya'nın puanı 4,20 ile en yüksek olmaktadır. Türkiye ise toplamda değerlendirilen 160 ülke arasından 47. sırada yer almaktadır. Türkiye 2007 yılından bu yana en düşük sırada yer almaktadır.

2.6. Dijitalleşme

2.6.1. Dijitalleşme Tanımı

Dijitalleşme tanım olarak bilgi teknolojileri (BT) ile dijitalleşmiş kaynakları bir araya getirerek işletmelerde büyümeye ve maddi değer katmaya dönüştürülmesidir. Müşteri deneyimlerini üst düzeye çıkarmak ve yeni iş maddeleri oluşturmak için ellerinde bulunan dijital teknolojiyi, bilgiyi ve işletmelerin kaynaklarını yeni birleşimler oluşturularak bir araya getirmek, ürün ve hizmetlerde yenilikler oluşturmak ve şirketlerin ellerinde bulunan kaynakların efektif kullanımı için teknolojiye yardım almak anlamındadır (Özçelik ve Akçay, 2019).

ABD’de bulunan Bilgi Teknolojileri Danışmanlık firması olan Gartner’ın Bilgi Teknolojileri Sözlüğü’ne göre ise dijitalleşme analog olarak tutulan bilgi ve verilerin dijital ortamda sıfır ve bir kodları aracılığıyla dijital verilere çevrilerek işlenmesi, depolanması ve iletilmesidir (Güllü, 2021).

2.6.1.1. Dijital Dönüşümün Zorlukları

En başlıca nedeni dijital dönüşüm sonu olmayan bir olgudur her zaman daha ileriye gider. Dijital dönüşüm içerisinde bir sorun olduğunda bunun çözümünün tam olarak ne olacağına dair net bir cevabı yoktur. Bununla birlikte dönüşümde tek ve hazır bulunan bir çözüm paketi yoktur her işletmede farklı olabilir. Organizasyonların yaptığı işlemler dönüşüm süreci içerisinde devam eder. Dijital dönüşümde süre, insan, teknoloji gibi farklı değişkenler beraber yönetmeyi ve dönüştürmeyi gerektirmektedir. Alışkanlıkların değişim hızı yavaşken teknolojiler çok hızlı bir şekilde değişim göstermektedir. Dün, bugün ve yarın bir bütün şeklinde dijital dönüşümde düşünülerek birlikte bir yolda ilerlemek gerekmektedir. (Özçelik ve Akçay, 2019).

2.6.1.2. Dijitalleşme Gelişim Süreci ve Bilişim Alt Yapısı

Dijitalleşme süreci ilk olarak 1990 yılının sonrasına doğru Web 1.0’ın yerini Web 2.0’ın almasıyla başlamıştır. Arama motorlarının oluşturulması ve web teknolojisinin kullanıcıları merkezine alarak içerik üretmesi Web 2.0 teknolojisindeki gelişmeler ile oluşmuştur. Web 2.0 haber alma ve bilgi paylaşım hızını arttırmıştır bu durumda dijital iletişim araçları olan bloglar, içerik paylaşımlarının yapıldığı siteleri, wikileri, mikroblogları, podcast ve sosyal medya siteleri artmıştır. Halkla ilişkiler kısmında ise arama motoru optimizasyonu, online

kriz yönetimi, online haber bültenleri ve online kurumsal itibar yönetimi gibi araçlar iletişimi şekillendirmiştir (Alptekin, 2020).

2.6.2. Endüstri 4.0 Kavramı ve Gelişim Süreci

Sanayi devrimi 1712 yılında İngiltere’de buharlı makinelerin icadı ile başlar bu olay birinci sanayi devrimi veya endüstri 1.0 olarak adlandırılır ve teknolojinin sürekli olarak gelişmesiyle devrilerek devam eder. İnsanı merkez alan atölye tipi küçük üretimden su ve buharın kullanıldığı makinelerle fabrikalarda büyük üretim yapılmaya başlanmıştır. Makinelerin kullanılmaya başlanmasıyla üretimde adet ve verimlilik artmış bu durum ülkelerin ekonomilerinin gelişmesini sağlamıştır (Demiral, 2021).

İkinci sanayi devrimi elektrik ile gelmiştir. 1871 yılı ile 1914 yılı arasını kapsar. Elektrik, kurulan telgraf ağları ve döşenen kapsamlı demiryolları sayesinde daha hızlı transfer edilmeye başlanmıştır. Elektrik enerjisinin her alanda kullanılmaya başlanmasıyla modern fabrikalar ve modern üretimin gelişmesini sağlamıştır. İkinci sanayi devriminde ekonomik büyüme daha da artarken olumsuz bir sonuç olarak işçilerin yerini alan makineler ile işsizlik artışına sebep olmuştur (Görmüş, 2022).

İnternet ile birlikte sanayi 3.0 veya endüstri 3.0 olarak adlandırılan döneme geçilmiştir. İnternet, elektronik ve bilgi teknolojileri üretimde otomasyonu sağlamıştır. Üretim ve performansta bilişim, iletişim ve haberleşme belirleyici olmuş bu durum dünya ekonomisine açılarak küreselleşmesine destekleyici olmuştur. Endüstri 3.0 da diğer dönemlerden farklı bir yaklaşım ile daha kaliteli ürünleri daha ucuza üretme anlayışı oluşmuştur. Firmalar uzmanlaşarak kendi ürettikleri ürünlerin alanına odaklanarak çalışmış, uzmanı olmadıkları ürünler ve işler için farklı firmalardan destek almaya başlayarak outsourcing sistemi geçmişlerdir (Demiral, 2021).

2020 yılına gelindiğinde Almanya’da Endüstri 4.0 kavramı ileri teknoloji stratejisi adında gündeme getirmiştir (Zhou, Liu ve Zhou, 2016). Endüstri 4.0 dönemi daha esnek bir sistemdir. İçerisinde dijital üretimi, bilgisayar teknolojisini, ağ iletişim teknolojisi gibi daha pek çok alanı kapsar. Siber fiziksel sistem, nesnelerin interneti, büyük veri, mobil veri, bulut bilişim ve ileri analitik tekniklerden oluşur. Endüstri 4.0 tüm üretim sürecini daha bütünsel olarak tüm sisteme entegre etmek için çalışır. bunun içinde tedarik zincirinin tüm katılımcıları arasında anlık olarak büyük veri sistemi kullanır (Göv ve Erdoğan, 2020).

2.6.2.1. Endüstri 4.0 Teknolojileri

Nesnelerin İnterneti

İnternet of Thing, IoT ya da Nesnelerin İnterneti; internet aracılığı ile gerçek zamanlı olarak iletişim kurabilen çok sayıda cihazın, veri toplama ve paylaşmasını sağlayan, internete bağlı ilgili cihazların gözlem verilerini elde ederek göndermesini, bu verileri alabilmesi ve veriler ışığında hareket etmesini sağlayan teknolojidir. Nesnelerin interneti lojistik, turizm, sağlık, üretim gibi pek çok alanda uygulama olarak görülmektedir ve bu alanlara göre bir çerçevede tanımlanabilmektedir. En kapsayıcı şekilde internetin kullanılarak farklı kaynakları birbirine bağlar ve bu farklı cihazlar verileri toplayarak analiz edilir. Böylece makine öğrenmesi, veri toplama ve uzman sistemler için değer yaratılmış olur (Yılmaz ve Kuvat, 2021).

Nesnelerin interneti ifadesini ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından RFID (Radyo Frekansı Kimlikleme) konulu bir konferansta kullanmıştır. Uygulanması ise 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'nde ki kahve makinası ile ilgili bir problem nedeniyledir. Problem binadaki tüm personel için tek bir katta tek bir kahve makinasının olmasıdır. Diğer kattaki personel genelde makineyi boş buldukları için kahve makinasının doluluğundan haberdar olmak için bir çözüm geliştirmiştir. Kahve makinasının karşısına görüntü aktarma cihazı yerleştirmiş ve bu cihaz personellerin bilgisayarlarına eş zamanlı ve çevrimiçi olarak 3 adet 128*128 gri tonlamalı görüntü/dakika göndermiştir. Böylece binada personel kahve miktarı hakkında bilgiyi anlık olarak alabilmiştir. Bu sistem web platformuna 1993 yılında aktarılarak kullanılmaya devam etmiştir, ta ki 2001 yılında birim başka bir yere tanına kadar (Çark, 2020).

İnternetin geleceği olarak görülen nesnelerin interneti, milyonlarca birbiriyle iletişim kuran akıllı nesneden meydana gelmektedir. Ev aletleri, ses ve görüntü aygıtları, iklimlendirme sistemleri gibi günlük hayatta kullanılan aygıtlar nesnelerin interneti ile çevrimiçi olarak internet aracılığıyla kullanılmaktadır. Kablosuz olarak internete bağlanabilen pek çok cihaz ile fabrikalar, okullar, şehirler, evler ve işyerleri gibi hemen hemen tüm yerler hakkında bütün olaylar izlenebilir ve veri toplanabilir (Sayar, 2019).

Büyük Veri

Büyük veri teknolojisi gerekli olan tüm kaynaklardan verileri toplar, depolar, toplanan verileri analiz eder ve bu analiz sonuçlarına göre ilgili birimlerin karar vermeleri için gerekli verileri sağlamış olur. Büyük veride alınan verilerin kalitesi, büyük hacimli verileri

toplaması ve veri analizlerinin nitelikli olması isabetli sonuçlar için büyük önem taşımaktadır. Büyük veri teknolojisi işletmeler için verimliliği artırarak performanslarını iyileştirir, esnekliği ve çevikliği artırır (Gedik, 2021).

Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler; yazılım sistemleri, sensor, gömülü teknolojiler, iletişim teknolojileri ve aktüatörler ile gerçek ve sanal dünyayı birbirine bağlar. Veri altyapısı üzerinden haberleşme sağlanabilen yazılım bileşenleri ile elektronik ve mekanik parçalardan oluşan değer zincirindeki tüm ögeleri içine alan akıllı ağıdır. Fiziksel makinelerin siber teknolojiler ile birleşerek akıllı hale gelme süreci, makine ve depolama sistemlerinin bilişim ile desteklenerek birbirine entegre edilmesi siber fiziksel sistemlerdir. (Seyhan, 2019).

Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrika, akıllı nesneler ile büyük veri teknolojisinin entegrasyonu ile oluşur. Akıllı fabrikalarda sensörler, makineler, robotlar ve aktüatörler uzakta bulunan üretim araçlarına internet aracılığıyla iletişim kurar. Büyük veri analizi ile elde edilen bilgiler bu akıllı araçlar ile koordinasyon sağlar. Bu koordinasyon işletmeler için küresel ölçekte geri bildirim ve verim elde edilmesini, akıllı nesneler sayesinde dinamik ve esnek üretim sağlanmasını sağlar (Yıldız, 2018).

Bulut Bilişim

Bulut bilişim teknolojisi, internet aracılığıyla servis sağlayan hizmet uygulamaları ile veri merkezlerinde bu hizmet sağlayıcıların sistem ve donanım yazılımlarını ifade eder. Bulut bilişimdeki bulut kısmı veri merkezindeki yazılım ve donanımı ifade eder. İhtiyacı duyulan veriyi kişi veya makine kullanıcıları ilgili buluttan elde ederler. Akıllı bir fabrika olarak faaliyet gösteren üretim tesisindeki tüm makineler topladıkları verileri bir bulut sisteme yükler bu veriler diğer makineler ve idari birimler için güncel ve açık halde kullanılır (Ayboğa ve Görmüş, 2022).

Yapay Zekâ

Yapay zekâ bilgileri toplar, depo eder, yorumlar ve tepki verir. Topladığı bilgiler ile deneme yanılma ile kendini geliştirerek algılama, fikir yürütme, iletişim kurma, öğrenme, sorunlara çözüm bulma, düşünme, çıkarım yapma, karar verme ve çoklu kavramları birleştirme gibi insansı biliş düzeyinde davranışta bulunması beklenen programdır. Yapay zekâ zamanla

kendini geliştirerek tepkilerinde hız kazanır. Bu gibi özellikleri dolayısıyla robotik alanında yaygın kullanılır (Şendoğdu, 2020).

Makine Öğrenimi

Var olan, yeterli boyut ve kalitedeki bir veri seti ile makine eğitilir. Bu öğrenmeden sonra yeni veriler bir algoritma ile ayrıştırılır ve yeni veri setinde öğrendiği yeni görevleri yerine getirir. Öğrenmenin etkinliği için örnek vakalar ile ilgili parametreler toplanmalıdır. Makine öğrenmesi, insanların biriktirdiği bilgi ile deneyimlerine dayanarak doğayı taklit etme üzerine çalışır (Aylak, Oral ve Yazıcı, 2021).

Arttırılmış Gerçeklik

Gerçek dünyanın fiziksel görünümünün bilgisayar ile ses, grafik ve görüntü verileriyle canlı bir şekilde oluşturulmasıdır. Kişinin bulunduğu ortamdaki fiziksel ilişkisi kesilerek üç ve daha çok boyutlu oluşturulan sanal gerçeklik alanına geçer, burada gerçek ve sanal nesnelerin birlikte hissedildiği ortama arttırılmış gerçeklik denir. İlk olarak GPS uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde daha çok müze gezilerine sanal turlar düzenlenerek, seyahat ve konaklama için bilgi almak ve nesnelerin çok boyutlu olarak incelenmesi gibi amaçlar için kullanılmaktadır (Okatan ve Yıldırım, 2021).

Simülasyon

Gerçek dünyanın matematiksel olarak formüle edilerek bilgisayar ortamında taklit edilmesidir. Gerçek dünya yapay olarak taklit edilir. simülasyon teknolojisi zaman, işgücü ve maliyetten yana avantaj sağlar. En temel özelliği gerçekçi bir modelleme ile ortamı taklit ederek gerçekçi bir etkiye sahip olmasıdır. Sanal modeller, üretim süreci, makineler ve ürünler için kullanılması ile makinelerin kurumu süresi kısılır ve ürün kalitesi artarken kazalar azalır (Kurtlu, 2021).

Otonom Robotlar

Üretim sürecinin entegre ve otomatik olarak gerçekleşmesi endüstri 4.0 için önemli hedeflerden biridir. Bunun içinde otonom robotlar büyük yer tutar. Otonom robotlar sensörler ile algılayıp hangi süreçlerin takip edilerek tamamlandığını analiz eder ve ona göre hareket ederler. Otonom robotların üretim sürecine dâhil olması ile kalite artar, üretim hatası düşer, maliyet optimize edilir ve müşteri memnuniyeti artar (Tutar, 2019).

3D Yazıcılar

3D yazıcılar, üç boyutlu dijital modellemelerden istenilen materyali alarak tabaka üstüne tabaka basarak üç boyutlu fiziksel bir nesle oluşturur. Rüzgâr tribünlerinden medikal implantlara kadar her türlü boyutta uygulama yapabilir. Medikal, otomotiv ve havacılık endüstrisi öncelikli uygulama alanlarıdır. 3D teknolojisi üretimde müşteriye göre özelleştirme daha kolay yapılır. 3D teknolojisi güncel durumu ile boyut, hız ve maliyet açısından kısıtlı olsa da teknolojinin gelişmesi ile bu kısıtlar kalkacaktır. İnsan organ ve hücreleri, insan vücudu için implantlar, elektronik parçalar gibi sağlıkla ilgili kullanım alanları genişleyecektir (Görmüş, 2022).

2.6.3. Lojistik 4.0

2.6.3.1. Lojistik 4.0 Tanımı

Endüstri 4.0'dan lojistik 4.0'a geçişte kavramsal açıdan benzerlikler vardır. bu benzerliklerde ilk aşamada ortak olan tipik özellikleri; mobilite, otomasyon, dijitalleşme ve ağ çalışmasıdır. Lojistik 4.0 özelinde ikinci derece benzerlik gösteren konular; drone, büyük veri analitiği, GPS sistemi, sürücüsüz araçlar, radyo frekansı tanımlama sistemi (RFID), sensörler ve M2M kullanımıdır (Alkış, Piritini ve Ertemel, 2020).

2.6.3.2. Lojistikte Dijitalleşme ve Önemi

Lojistik sektörünün dijitalleşmesi, bilginin kullanım alanlarının genişlemesini sağlamıştır. Bu genişleme, artan işbirliği ile birlikte lojistik süreçlerde karşılıklı güvenilirliğin ve lojistik süreçlerde etkinliğin ve çevikliğin artmasına neden olmuştur. Bu artışlar ise işletmelerin karlılıklarının ve verimlilikleri arttırmıştır (Özdemir ve Özgüner, 2018).

Lojistik sektörünün yaşadığı dijitalleşme süreci ile 2025 yılına kadar 1.5 trilyon dolar ek fayda getirmesi öngörülmüştür. Bu fayda dijital dönüşüm içinde yer alacak şirketler için ise 2.4 trilyon dolar olarak öngörülmüştür. Lojistikte dijitalleşmeye geçiş karbon emisyonunu ve enerji tüketimini azaltırken, verimliliği artırır. Günümüzde karbon emisyonunun %13'lük dilimi lojistik sektöründen kaynaklanmaktadır. Lojistik sektöründe ciddi bir sorun olan bir diğer durum ise nakliye araçlarının kullanımındaki verimsizliktir. Bu verimsizlik nakliye araçlarının %50'sinin teslimatlarını yaptıktan sonra geri dönüşte yüksüz boş bir şekilde yolculuklularını tamamlamasıdır. Bu oran Avrupa için her dört kamyonun biridir (Bilgiç, Türkmenoğlu ve Koçak, 2020).

2.6.3.3. Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Kullanılan Teknolojiler

Supergrid Lojistik

Lojistik sağlayıcılar ile üretim işletmelerini bir araya getirerek tedarik zincirini dünya çapında oluşturan bir kavramdır. Yerel işletmeler de bu sayede dünya çapındaki talepleri karşılar. Bu küresel tedarik zinciri tek bir tabandan boydan boya düzenleme sağlar bu sayede küresel işletmeler işlerini daha kolay gerçekleştirir. Tedarik zincirinin tüm elemanları birlikte çalışır ve akıllı lojistik ağları oluşturur (Aylak, Kayıkçı ve Taş, 2020).

RFID

RFID teknolojisi RFID etiketi konulan nesneden gelen veriyi okuyucu aracılığı ile eş zamanlı olarak aktarılmasıdır (Ajami vd.2013). Nesneye eklenen RFID etiketi ve okuyucu objeyi tanımlar ve etrafında geçtiği anda bilgileri toplar. Etiket bilgileri radyo dalgası ile gönderir, okuyucu gönderilen bu bilgiyi verileri işleyen bilgisayara gönderir. RFID etiketindeki kimlik numarası ile doğru yer, ürün ve zaman tasdik edilmektedir. Bu teknoloji işgücündeki maliyeti azaltır, envanterde yanlışlık yapılma oranını azaltır, iş süreçlerini basit olarak şekillendirir ve lojistik süreci şeffaflaştırır (Ulusoy, 2019).

GPS

Uydu ile interneti erişimi olan cihazlar ile zaman sınır olmaksızın nesnelerin tespit ve takibini sağlayan sistemdir. GPS sistemi sensörleri kontrol için kullanılan mikro denetleyiciden oluşur. Veriler iletişim ara yüzü kullanılarak diğer GPS ile takas edilebilir. Geliştirilmek istenen GPS teknolojisinde ilk adım doğru ve güvenilir veri elde etmektir. Tüm bu veriler sürekli ve kalıcı olarak bir sunucuya gönderilir. Fiziksel işlemler ile bilgisayar ve iletişim sistemlerini birleştirmesini fiilen sağlayan bir sistemdir (Ak ve Kağrıoğlu, 2021).

Sürücüsüz Araçlar

Bu alanda farklı tarihlerde pek çok çalışma yapılmış süreç 1920-1930 yıllarında başlamıştır. 1977 yılında Japonya'da Tsukuba mekanik mühendislik laboratuvarında ilk denemesi yapılmıştır. Self-driving car, autonomous car, robotic car, driverless car, uncrewed vehicle olmak üzere pek çok isimle adlandırılır. Ülkemizde ise daha çok sürücüsüz araçlar olarak tanımlanmaktadır. Sürücüsüz araçlara, kaptansız gemiler, pilotsuz uçaklarda dâhildir. Lojistik faaliyetlerin bu yöne kaymasıyla birlikte, lojistik süreçlerde çeviklik, etkinlik, verimlilik ve güvenilirlik artmaktadır (Çelik, Topçu ve Onursal, 2020).

Drone

Dronlar karayoluna bağı kalmadan hareket eden sürücüsüz özel hava araçlarıdır. Bu araçların teknik sorunu elektronik pillerinin ömrü ile ilgilidir. Onun dışında mahremiyet, halkın algısı, güvenlik tehdidi, psikolojik ve çevresel sorunlar, hükümet düzenlemeleri ile insansız hava araçlarının önündeki bir engeldir. Bu araçlar lojistik faaliyetlerden teslimat sürecinde hızlı olmayı sağlar. Rekabetçi ekonomik düzen içerisinde dronlar maliyet, teslimat, güvenilirlik ve kapasite açısından avantaj sağlar. Bu durumda lojistik teslimatta yüksek hız ve özel teslimat açısından gelişmeyi sağlar (Mercimek ve Geçkil, 2021).

Otonom Depolar

Otonom depolar, ürünlerin depolandıkları yere yerleştirilmesi ve depo edildiği yerden sevk edilmesini sağlayan bilgisayar kontrollü depolama sistemidir. Depolama süreci insan gücüne dayalı olarak forklifler ile yapan işletmelerin hızları yavaş ve kontrolleri daha zordur (Soyaslan, 2012). Otonom depolar, yazılım ve mekanik olarak desteklenen ve buna göre dizayn edilen depo yönetim sistemidir. Otonom depolarda yazılım ile iş emirleri tanımlanmış ekipmanlar, yükleme ve elleçleme hattında kullanılır. Otonom depolarda depo içi hareket ve işlem optimum olmaktadır. Önceden planlanmış komutlar ile depolama aşamalarında zamandan kazanılır ve yüksek kalitesi iş ortaya çıkar. Otonom depolar, geleneksel depolara ek olarak insan gücü kapasitesinden daha fazla iş kapasitesi vardır. İnsan gücü azalır yerine otonom sistemlere geçerse iş kazaları tehlikesi de azalarak sıfır kayıplı iş süreci dizayn edilir (Canatan, 2019).

Ürünleri indirme, yükleme ve sevkiyat işlemlerinde verimlilik sağlamak isteyen işletmeler otonom depolardan yararlanabilir. Bu sistemler bilgisayar kontrollü çalıştığı için ürün sayısının ve çeşitliliğinin fazla olduğu işletmelerde sevkiyatların doğruluğu artırır, depo alanının maksimum kullanımını sağlar, stokların eş zamanlı olarak izlenmesine imkan tanır (Demiral, 2021).

Giyilebilir Teknolojiler

Giyilebilir teknolojiler, çalışanların hareket kabiliyetini ve mevcut kapasiteyi arttırmaya yarayan bileklik, saat gözlük gibi araçlardır. Bu sayede özellikle hareket halindeki personel için az zamanda çok iş yaparak verimi attırmaya katkı sağlar. Örnek olarak depoda çalışan personel özellikle takmış olduğu gözlük ile ürünler veya ekipmanlar üzerinde bulunan

barkod ile tüm bilgilere erişebilir. Bu teknolojiler ile hareket halinde iki elini de kullanmak durumunda olan personel için hareket kabiliyetini artırır (Demiral, 2021).

Elektronik Veri Değişimi

Elektronik veri değişimi kısaltması ile EDI, şirketler arasında önceden tanımlanmış iş hareketlerini gerçekleştirerek yapısal verilerin elektronik ortamda değişimini sağlayan bilişim teknolojisidir. Bu sayede iş süreçlerinde kısalma, operasyona harcanan maliyetin azalması, faturalarda olan hata ve eksikliklere bağlı zararı düşürmek, rekabet halinde olan işletmeyi güçlendirmek, kurumsal yönetim sistemine bağlanmak gibi amaçları destekler (Genç, 2020).

İşletmelerin rekabetlerini sürdürülebilmeleri için konjonktüre uygun teknolojik sistemlere, işletmenin verimliliği arttıracak yeni bir planlamaya ve elde edilen tüm bilgilerin verimli kullanılabileceği yenilikçi bir bakış açısı gereklidir. Önemli olan işletmelerin rekabet gücünü koruyabilmek ve sürdürebilmektir. Dijitalleşme, rekabet yarışında teknolojik yeniliklerin ve yaşanan ilerlemelerin takip edilebilmesi ve uygulanması için önemlidir (Sağlam ve İnan, 2021). Dijitalleşmenin her açıdan gerçekleşebilmesi için iyi bir organizasyona, iyi bir stratejiye ve iyi bir planlamaya ihtiyaç vardır. Dijitalleşme için mali bir dayanak, teknolojik olarak ilerleyebilmek için bir plan, yöneticilerin de dijitalleşme ile ilgili çalışmalarının olması gerekmektedir. Dijitalleşmeye doğru giderken belirlenen plana uyan kriterler için performans kriterlerini belirlemek dijitalleşme konusunda sorumlu olan kişileri ve birimleri, bu kişi ve birimleri denetleyen yapının oluşması önemlidir. En önemli konu ise yüksek dereceli bir yöneticinin atanarak desteği ile bütünsel olarak her açıdan ilerlemektir (Okumuşoğlu, 2022). Bu durum lojistik sektörü içinde geçerlidir.

2.7. Strateji

2.7.1. Strateji Tanımı

Kelimenin etimolojik kökeni eski Yunanca'da strategos kelimesine dayanmaktadır. İşletmelerin hedeflerinin ve ulaşmak istedikleri amaçlarının uzun vadeli olarak belirlenmesidir strateji. Bir işletme için stratejinin amacı işlem hacmini arttırmak veya genişlemek için yeni oluşumlar kurmak gibi yatırım amaçlı alınacak aksiyonlardır. Strateji bir çeşit plan gibi istenilen sonuçlara ulaşmak için belirsizlik altında yapılmaktadır. Strateji, işletme içi yapılan analizler ve rakiplerin analizleri dikkate alınarak istenilen sonuçlara ulaşmaya engel olabilecek tüm olası durumların dâhil edilmesidir. Bu yönden dinamik, sonuç odaklı, uzun vadelidir. İşletmeler rekabet ortamı altında planlarını stratejiye dönüştürerek rakiplerinden önde olmak zorundadır (Turan Çelik, 2019).

Strateji kavramı ortaya çıkışından itibaren zaman içinde ihtiyaçlara ve değişen konjonktürle birlikte dönemlere ayrılmıştır. İlk dönem 1960 – 1980 yıllarına denk gelen stratejik planlama dönemidir. İkinci dönem, 1980 – 1990 yılları arasında rekabet stratejisi dönemidir. Üçüncü dönem ise 1990 yılı sonrası dönemi gösteren günümüzün strateji anlayışına dayalı dönemdir. Temelleri 1950'li yıllarda atılmış olan modern strateji düşüncesi 1980'li yıllara kadar kar amacı olan organizasyonlar tarafından yapılırken sadece kamu ve askeri alanlarda uygulanmaktaydı. Günümüze gelindiğinde kar amacı gütmeyen kurumlarda strateji çalışmaları kullanılmaktadır (Çubukçu, 2019).

İşletmeler 4 temel strateji kümesine ayrılır. Bunlardan ilki büyüme stratejisidir. Büyüme stratejisi mevcut durumlara ek olarak yeni mal ve hizmetlerin eklenmesi, yeni pazarlara girmek gibi sektörde iyi ve başarılı konumu gösteren stratejidir. İkincisi küçülme stratejisi bu ilkinin tam tersine mevcut mal, hizmet, üretim ve pazar alanlarının bir kısmının bırakılmasıdır. Bu bırakma yönetim kısmında veya kuruluş faaliyetlerinin bir kısmında da uygulanabilir. Uygulandığında adı çıkış stratejisidir. İşletme küçülme stratejisini yeni ve karlı bir pazara veya faaliyet alanına girmek isterse mevcutta bulunduğu Pazar ve faaliyet alanlarında rekabet avantajını kaybettiğinde veya mal tedarik veya mal talebinde azalma olduğunda uygulayabilir. Üçüncü strateji diğerlerine göre daha düşük bir risk içeren durağan stratejidir. Burada işletmenin Pazardaki pozisyonu iyidir ve bu başarının gelecekte de devam etmesi beklentisi vardır. Pazardaki mevcut paylarını korumak ve risk potansiyelinden kendilerini korumak için uyguladıkları korunma stratejisidir. Durağan strateji uygulanması için çevresel etki olarak global ekonomi durgun, iç piyasadaki koşullar elverişli olması kabul

edilir. mevcut durum korunarak işletme rekabet içerisinde tutulur. Son strateji karma stratejidir. Burada işletme birden fazla stratejiyi benimser ve uygular. İşletmedeki farklı departmanları birbirinden farklı stratejileri uygulayabilir. Üretim açısından ise bazı ürünlerin üretiminin arttırılıp bazılarının düşürülmesi ile bu strateji uygulanır. Burada önemli olan işletmenin olduğu pazarlardaki geçmişi ve mali koşullarının uygunluğudur (Güngör, 2022).

2.7.2. Strateji Yönetimi

Stratejik yönetim yarının öngörülerek planlanmasını sağlayan bir düşünme yöntemidir. İşletmenin yönetim kademesi tarafından kapsayıcı bir yaklaşım olarak kabul edilir. Gelecek vadede ne yapılmalı sorusu stratejik yönetim süreci içerisinde karşılaşılan temel sorundur. Ana sorun olmasının sebebi gelecek ile ilgili belirsizliklerdir, bu belirsizlikler ile yarın için hazır olunmalıdır. Rekabete devam edebilmek için stratejik yönetim doğru organize edilmeli ve planlama becerişi geliştirilmelidir. Gelecek planlarının şekillenebilmesi için stratejik yönetimin rasyonel yönü avantaj sağlar. Bu rasyonellik ile yatırımların riskinin önceden ölçülerek belirlenmesi gibi stratejik yönetime fayda sağlayacak hesaplamalar yapılır. Stratejik yönetim için ilk olarak strateji belirlenir, belirlenen strateji uygulanır, ve uygulama pratik edilerek değerlendirilir. Stratejik yönetimin amacı tehdit ve öngörülemeyen olayları belirleyerek önlem alma ve işletmenin kendi içinde ulaşmak istediği hedefe ulaşmasını sağlamaktır. Bu süreç yönetim kademeleri tarafından yürütülür (Acar, 2022).

Stratejik yönetim 4 farklı kümede incelenir. Bunlar amaç ve misyon, vizyon, hedefler ve dış çevre faktörleridir. Örgütler bu dört öge üst yönetimin liderliğinde şekillenir. İlk olarak misyon ve amaca dayalı hangi işlerin yapılacağı belirlenir. Dış çevre faktörü sürekli değişkenlik gösterir bu değişkenliğin karar alırken yaratacağı fırsat ve tehditleri etkilememesi için kaynakların rasyonel kullanılması önemlidir. Strateji örgütün vizyonuna dayalı olarak oluşturulur burada yöneticiler için gerçekleştirmek üzere belirlenmiş bir amaç vardır. hedefler yol haritası oluşturulurken esas baz alınan konumdadır. Üst yöneticilerin liderliği ve sorumluluğu ile bilgiler toplanarak analiz edilir ve buna göre örgüt için uyumlu strateji faaliyetleri belirlenir (Aytekin, 2022).

Stratejik yönetiminin oluşması için, ilk olarak stratejik bir bilinç oluşmalıdır. Bu bilinç için yönetim kademesindeki liderlerin bilgileri analiz edilerek, değerlendirilir ve elde edilen bilgiler ile strateji oluşturmaya başlanır. Stratejiler belirlenir, belirlenen stratejiyi süreç içinde kimlerim uygulayacağı seçilir. Durum analizi yapılarak stratejinin sınırları ve olanakları belirlenir. İşletmenin amaç ve vizyonu stratejiye yön vermesi için belirlenir.

Belirlenen strateji uygulanır uygulanan stratejinin işlerlik kontrolü yapılarak takip edilir. (Karakurt, 2022).

2.7.3. Strateji Oluşturmak

Stratejik planlama hem değişen çevre koşullarına uyum sağlama hem de örgütlerin çevrenin bir parçası olan teknolojik ve bilimsel gelişmeleri takip etmesini vermesi bakımından önem arz etmektedir. Aynı zamanda stratejik planlamanın sistematik düşünceye yöneltmesi de önemlidir. Örgütler kısa vadeli aldıkları kararlarla her zaman yok olma riski taşımaktadırlar. Stratejik planlama yapan örgütler ise değişim ve yeniliklere karşı hazırlanmış olduklarından bu tür risklerden etkilenmezler. Stratejik planlamanın özellikleri şöyle sıralanabilmektedir:

Stratejik planlama, sorunların planlaması olup, sorunların çözümüne odaklıdır; Stratejik planlamanın genel olarak geleceği yönlendirme amacı taşımasından dolayı değişimi planladığı ifade edilebilir; Stratejik planlama başarı için vizyona odaklanır ve vizyonun varlığını önemser. Vizyonla uyumlu olan, koşullara bağlı olarak değişken stratejileri belirlemektedir; Kurum içerisinde planlama sürecinde üst yönetimden başlayarak tüm çalışanlara, kurum dışında paydaşlara ve hedef kitlelere katılım olanağı sağlar; Stratejik planlama uzmanlık içeren ekip çalışmasını gerektirmektedir; Stratejik planlama değişen koşullara hızla uyum sağlayan, yenilebilen dinamik ve esnek bir yapıdadır; Stratejik planlama, uygulama ile doğrudan bağlantılı, eylem odaklı bir faaliyet olup, önceliklendirme ve seçme sürecidir.

Stratejik planlamada gelecekteki olaylara hedeflere uygun yön verilmesi amaçlanmaktadır. Uzun vadeli stratejik kararlar ile amaçlar doğrultusunda geleceğin etkilenebilmesi söz konusu olmaktadır (Karakurt, 2022).

Karar verme süreç olarak üç adımda gerçekleştirilir. İlk adım karar verilecek sorunun belirlenmesidir. Bu aşamada sorun yaratan nedenler iç ve dış olarak ayrı ayrı belirlenir ve sorun detaylı olarak tanımlanır. Tanımlanan sorun daha önce karşılaşılan bir sorun mu beklenen senaryo dâhilinde olan bir sorun mu buna bakarak stratejik amaçlara gibi incelenir. İkinci adım ise sorunların çözümleri için seçeneklerin belirlenmesidir. Bu aşamada sorunlarla hangi farklı yollar ile çözüm olunacağı belirlenir. Farklı seçenekler belirlenir, analiz edilir ve bir formül ile sıraya konulur. Üçüncü ve son aşama ise belirlenen seçeneklerin incelenerek değerlendirilmesidir. Belirlenen seçeneklerin hangi avantaj ve kazançları var hangi riskleri ve dezavantajları var bu aşamada incelenir (Genç, 2010).

3. YÖNTEM

3. Bölüm: Metodoloji

ÇKKV problemleri, “birden fazla kriterin optimize edildiği, mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir” ÇKKV yöntemleri, ölçülebilen veya ölçülemeyen birçok faktörü aynı zamanda değerlendirmeyi sağlayan ve karar vermede çok sayıda kişiyi sürece dahil eden analitik bir yöntemlerdir. ÇKKV problemleri seçim problemleri, sınıflama problemleri ve sıralama problemleri olarak üç türe ayrılmaktadır (Kendir, 2021). Bu tez çalışması için sınıflandırma yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri seçilmiştir.

3.1. Literatür taraması

Tez çalışmasının bu bölümünde çeşitli anahtar kelimeler ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması tabloya eklenen yıllar 2018 yılı ile 2023 yılları arasındaki güncel çalışmaları kapsamaktadır. Tablo 3.2’de AHP ve TOPSIS ile ilgili literatür taraması yapılmıştır ve farklı farklı pek çok alanda alanlarda çalışıldığı görülmüştür. Tablo 3.3’te lojistikte AHP ve TOPSIS uygulamaları ile ilgili literatür taranmış tabloda en çok dikkat çeken vaka çalışmalarının diğer konu başlıklarına göre daha çok olmasıdır. Yine de araştırma makaleleri az da olsa daha fazladır. Tablo 3.4’te lojistikte dijitalleşme ile çok kriterli karar verme uygulamalarını kapsayan literatür taraması yapılmıştır. Araştırma makalelerinin yoğunluğu çok daha fazladır. AHP, TOPSIS, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS yöntemleri ağırlıklı olarak kullanılmış olsa da VICOR, DEMATEL, MOORA, MAIRCA, MABAC, MAUT, FUCOM, SWARA gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri de kullanılmıştır.

Tablo 3.1: Lojistikte dijitalleşme ile ilgili literatür taraması

Yıl	Yazarlar	Çalışmanın Amacı
2019	Harrison	Üretim operasyonları ile ilgili fırsatlara genel bir bakış sunmaktadır.
2020	Elena vd.	Lojistik ağların gelişim özelliklerinin araştırılması.
2020	Vorontsova ve Baranov	Otomotiv endüstrisi şirketlerinin dijitalleşme olasılığı.
2020	Issabayev ve Issabayeva	Modern tarım ve dijital teknolojiler ile dijital agropolis kavramı önerilmiştir.
2020	Liu vd.	İş stratejisi olarak Dijital dönüşüm.
2020	Vural vd.	İntermodal taşımacılığın potansiyelini araştırmaktır.
2020	Es-Satty vd.	Tedarik zincirinde dijitalleşmenin entegre edilmesi.
2020	Luder vd.	Veri lojistiğinin temelini yönelik bir meta model ve yöntem sunulmaktadır.
2021	Borgström vd.	Stratejik gelişiminin karşılaştığı zorlukları.
2021	Inkinen vd.	Finlandiya limanlarında dijitalleşmenin geleceği.
2021	Pan vd.	Dijital birlikte çalışabilirlik ve dönüşüm.
2022	Vilalta-Perdomo vd.	Lojistik uygulama tasarımı.
2022	Rodrigue	Dağıtım stratejilerini ve uygulamalarını incelenmesi.
2023	Yavaş ve Özen	Tersine lojistikte dijitalleşme için kritik faktörleri ortaya konulması.
2023	Zhou vd.	Lojistik dijitalleşmenin üçüncü taraf lojistik performansını etkileri.
2023	Ricardianto vd.	Lojistik dijitalleşmenin ulusal nakliye hatlarındaki etkisi.

Tablo 3.2: AHP ve TOPSIS literatür tablosu

Yıl	Yazarlar	Çalışmanın Amacı	Uygulama Alanı
2018	Kaur vd.	Kimlik doğrulaması ve güvenliği ihlal edilmiş hesap tespiti.	IT
2018	Mishra vd.	Hava jetlerinde akış ve geometrik faktörlerin etkisini incelenmesi.	Fizik
2019	Muhsen vd.	Optimum çözüm kümelerini sıralamak.	Enerji
2019	Sharmin ve Solaiman	Bankacılıkta Coğrafi Bilgi Sistemi bilgileri ile model oluşturmak.	İş ve Yönetim
2019	Wang vd.	Petrolle kirlenmiş topraklar için bitki seçimi.	Çevre
2020	Bathrinath vd.	Endüstriyel performansı etkileyen alternatifleri tanımak.	Tekstil
2020	Jena ve Pradhan	Deprem risk değerlendirmesini iyileştirmek.	Jeoloji
2020	Arslan vd.	Enerji sistemlerinin konfigürasyonlarının oluşturulması.	Enerji
2020	Ider ve Barekatin	Optimum anahtar ve kontrolör seçilmesi.	IT
2021	Rajput vd.	Kota taş tozu dolgulu epoksi kompozitleri sıralamak.	Güvenlik
2021	Durak vd.	İstanbul Teknoparklarında tesis yeri seçimi.	İş Yönetimi
2021	Sharma vd.	Epoksi kompozitlerin optimize edilmesini amaçlamaktadır.	Endüstri
2022	Banerjee vd.	Ultrasonik işleme süreci etkinliğini göstermektedir.	Endüstri
2022	Rani Ve Kaushal	Konuma duyarlı afet olaylarını tespit etme.	Mühendislik
2022	Asemi Vd.	Bilgi kaynakları tedarikçilerini seçmek.	Yönetim

Tablo 3.2: (devam ediyor)

2023	Chiam ve Muradi	Alternatif blokzinciri platformu seçmek	Yönetim
2023	Bachchhav vd.	Dayanıklı kaynak elektrot malzemesi seçimi	Malzeme Bilimi
2023	Mehra vd.	Dizel motor için yakıt seçimi	Enerji

Tablo 3.3: Lojistikte AHP ve TOPSIS uygulamaları

Yıl	Yazarlar	Çalışmanın Amacı	Uygulanan Teknik	Tür
2018	Bianchini	Üçüncü taraf lojistik sağlayıcılarının değerlendirilmesi.	Bulanık AHP, TOPSİS	Vaka Çalışması
2018	Sirisawat ve Kiatcharoenpol	Tersine lojistik engellerinin sınıflandırılması.	Bulanık AHP, TOPSİS	Açıklayıcı Örnek
2018	Tyagi vd.	Tedarik zinciri için kurumsal sosyal sorumluluk kriterlerini belirlemek.	AHP, TOPSİS	Araştırma makalesi
2018	Venkatesh vd.	Yardım tedariki için tedarik ortağı seçimi.	Bulanık AHP, TOPSİS	Vaka Çalışması
2018	Validi vd.	Lojistik ağlarının dağıtım tarafı için sürdürülebilir entegre prosedürü.	AHP, TOPSİS	Araştırma makalesi

Tablo 3.3: (devam ediyor)

2019	Nuengphasuk ve Samanchuen	E-ticaret için lsp seçimi çerçevesini önermek	AHP, TOPSIS	Vaka Çalışması
2019	Rajak ve Shaw	M-sağlık uygulaması seçimi konusunda boşluklarını doldurmak	AHP, Bulanık TOPSİS	Araştırma makalesi
2020	Prajapati vd.	Deniz Lojistik Firmaları için denizcilik modelini geliştirmek.	Bulanık TOPSIS, AHP	Araştırma makalesi
2020	Zheng Vd.	Mevcut dağıtım modlarını analiz etmek.	AHP, TOPSİS	Araştırma makalesi
2020	Senarak ve Kritchanchai	Hastaneler için tedarik zinciri yönetim modeli önerme.	AHP, Bulanık TOPSİS	Vaka Çalışması
2020	Yılmaz ve Kabak	Ana ve yerel dağıtım merkezi yer seçimi.	Bulanık AHP, TOPSİS	Araştırma makalesi
2021	Ji vd.	Lojistik Dağıtım Modeli Oluşturma.	AHP, TOPSIS	Vaka Çalışması
2021	Gupta vd.	En iyi lojistik sağlayıcıyı seçmek.	AHP, TOPSİS	Araştırma makalesi
2022	Er vd.	Tesis performansı analiz.	COPRAS, TOPSIS, AHP	Araştırma makalesi

Tablo 3.3: (devam ediyor)

2022	Özgüner ve Ovalı	Taşıma aracı seçimi.	ENTROPİ, TOPSİS ve ARAS	Araştırma makalesi
2022	Danışan vd.	Taşıma türü seçimi.	TOPSIS, AHP	Araştırma makalesi
2022	Gültepe ve Yılmaz	Tedarikçi seçimi.	AHP	Araştırma makalesi
2023	Çelik ve Gültekin	Optimal taşıma rotaları oluşturmak.	AHP, TOPSIS	Araştırma makalesi
2023	Özekenci	Lojistik merkez seçimi.	AHP, TOPSIS	Araştırma Makalesi

Tablo 3.4: Lojistikte dijitalleşme ile ÇKKV uygulamalarını kapsayan literatür taraması

Yıl	Yazarlar	Çalışmanın Amacı	Uygulanan Yöntem	Tür
2018	Büyüközkan ve Göçer	KDS yaklaşımını tanıtılması.	AHP, ARAS	Vaka Çalışması
2019	Büyüközkan ve Göçer	Gelişmiş analitik yazılımlar incelenmesi.	Bulanık TOPSIS	Araştırma makalesi
2020	Liu vd	ILEI'nin oluşturulmasına yönelik bir yaklaşım sunması.	TOPSIS	Araştırma makalesi
2020	Ar vd.	Lojistik sektöründe blok zinciri.	Bulanık AHP, Bulanık VIKOR	Araştırma makalesi
2021	Khan vd.	Bilgi tabanlı sistem değerini değerlendirmesi.	Bulanık AHP	Araştırma makalesi
2021	Kaya ve Aycin	Tedarikçi seçimi	Bulanık AHP, COPRAS-G	Araştırma makalesi
2021	Gupta vd.	Lojistik sağlayıcıyı seçimi.	Bulanık; AHP, TOPSIS	Araştırma makalesi
2021	Vafadarnikjo o vd.	Tedarik zincirlerinde blockchain teknolojisinin önündeki engeller.	AHP	Araştırma makalesi
2022	Gültepe ve Yılmaz	Tedarikçi seçimi.	AHP	Araştırma makalesi
2022	Gergin	Tedarik zincirlerinin dijitalleşmeye uygunluğunun belirlenmesidir.	Bulanık; AHP, TOPSIS, VIKOR	Araştırma makalesi

Tablo 3.4: (devam ediyor)

2022	Özdağoğlu vd.	Lojistik performanslarının değerlendirilmesi.	MAUT, TOPSIS, MOORA, MAIRCA, MABAC, WSM	Araştırma makalesi
2022	Demiralay	Akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi strateji geliştirilmesi.	Bulanık; AHP, BWM, Pisagor TOPSIS	Araştırma makalesi
2023	Özekenci	e-lojistik faaliyetlerini sürdürebilmek için başarı faktörlerini belirlemek.	AHP-VIKOR	Araştırma makalesi
2023	Görçün vd.	Lojistik sektörü için en uygun blok zinciri teknolojisini belirlemek.	Delphi, FUCOM, MAIRCA	Araştırma makalesi
2023	Ferraro vd.	Lojistik 4.0 kapsamında sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için en uygun seçeneklerin belirlenmesi.	AHP	Araştırma makalesi

Tablo 3.5: Strateji ile çok kriterleri karar verme uygulamalarını kapsayan literatür taraması

Yıl	Yazarlar	Çalışmanın Amacı	Uygulanan Yöntem	Tür
2019	Abdel-Basset vd.	Revir hizmeti standartları değerlendirmek	VIKOR	Araştırma makalesi
2019	Hashemizadeh ve Ju	Proje portföy seçimi için stratejik uyumlu projeleri belirlemek	AHP, TOPSIS	Vaka çalışması
2019	Kaya vd.	Enerji Stratejisi İncelemeleri	Bulnık AHP,	Araştırma makalesi
2021	Ekinci vd.	Yükseköğretimde strateji seçimi için ÇKKV teorisi yaklaşımı	Bulanık AHP, COPRAS	Araştırma makalesi
2021	Dohale vd.	Üretim stratejisi için uygun üretim sisteminin seçilmesi.	Delphi	Araştırma makalesi
2021	Singh vd.	İleri üretim teknolojisi için uygulama stratejisi alanında araştırma	AHP, TOPSIS	Araştırma makalesi
2021	Ahmad vd.	COVID19 salgınıyla başa çıkma stratejilerini belirlemek	TOPSIS	Araştırma makalesi
2022	Van Thanh	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi için entegre bir ÇKKV stratejisi	Bulanık AHP, TOPSIS	Araştırma makalesi

Tablo 3.5: (devam ediyor)

2022	Sathyan vd.	Tedarik zinciri stratejisi	Bulanık; AHP, TOPSIS, DEMATEL	Araştırma makalesi
2022	Feng vd.	Lityum-iyon batarya dengeleme stratejisi	TOPSIS	Araştırma makalesi
2022	Yang vd.	Tıbbi nesnelerin interneti platformu strateji portföyü modeli	DEMATEL	Araştırma makalesi
2022	Pesode vd.	Malzeme seçimi için stratejiler kullanmak	AHP, TOPSIS	Araştırma makalesi
2023	Stevic vd.	Tedarik zinciri yönetim stratejisi	SWARA, MARCOS	Araştırma Makalesi
2023	Pandey vd.	Yenilenebilir enerji entegrasyonu	TOPSIS	Araştırma Makalesi
2023	Ribeiro vd.	Çalışma ekibi oluşturma stratejisi	AHP	Araştırma Makalesi
2023	Al-Mawali	Sürdürülebilirlik dengeli puan kartı strateji haritası oluşturmak	DEMATEL	Araştırma Makalesi

3.2. AHP Yöntemi Tanımı ve Aşamaları

Çalışma kapsamında kullanılan ilk yöntem Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemidir. 1977 yılında Profesör Thomas Saaty tarafından oluşturulmuştur. AHP karar vericilerin bilgi ve deneyimiyle, düşünce ve sezgilerinin birleştirmesini sağlar. Yöntem ele aldığı hiyerarşik yapıyla karar problemini hedef, kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiye göre modeller.

AHP yöntemi aşağıdaki aşamalarla tamamlanır:

1. Adım: Modelin Kurulması ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması
2. Adım: İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması
3. Adım: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi
4. Adım: İkili Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılığının Hesaplanması

Modelin Kurulması ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Karar vericiler konu hakkında bilgisi olan veya konunun uzmanı kişilerdir. Bu kişiler karar vermeye etki eden, değerlendirilecek faktörleri ana kriterler ve alt kriterler olarak belirlerler. Burada amaç hiyerarşik yapıyı oluşturmaktır. Seviyeleri aynı kabul edilen faktörler oluşturulan hiyerarşik yapı içerisinde birbirinden bağımsızdırlar.

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından Tablo 11’de Saaty tarafından hazırlanan 1-9 skalası kullanılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 3.6: İkili karşılaştırma ölçeği

ÖNEM DERECEŚİ	AÇIKLAMA
1	Ölçüler eşit öneme sahip
3	1. Ölçüt 2. Ölçüte göre biraz daha önemli
5	1. Ölçüt 2. Ölçüte göre fazla önemli
7	1. Ölçüt 2. Ölçüte göre çok fazla önemli
9	1. Ölçüt 2. Ölçüte göre mutlak öneme sahip
2,4,6,8	Ara değerler

Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriter ağırlıklarının hesaplanması formülünde kriter sayısını n gösterir. Oluşturulan matris $n \times n$ boyutundadır. a_{ij} 'de ki i satır sayısını gösterirken j sütun sayısını gösterir. i . kriter değerine karşılık gelirken j . kriterin karşılaştırma değerine karşılık gelir.

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonra matriste bulunan sütun elemanları toplanır. Denklem (1)'den yararlanılarak C matrisi elde edilir. Bu matrise normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi denir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Normalize ikili karşılaştırma matrisinin Denklem (2)'de ki gibi satır ortalamaları alınarak, “Öncelik Vektörü” olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3)$$

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılığının Hesaplanması

Karar vericilerin yaptığı öznel değerlendirmeler sonuçlarda tutarsızlık oluşmasına sebep olabilir. Bu tutarsızlıkları ölçmek için öncelik vektörü “Tutarlılık Oranı” (CR) ile bulunur ardından kriterler arasında karşılaştırma ölçülür. Tutarlılık Göstergesi (CI), Tutarlılık İndeksine (RI) bölünür çıkan sonuçtan tutarlılık oranını elde edilir. %10 ve altında çıkan sonuçlar için CR değeri kabul edilir.

Kriter sayısı ile λ katsayısı yani “Temel Değer” karşılaştırılarak CR hesaplanır. λ değerinin hesaplanırken öncelikler vektörü ile ilk oluşturulan karşılaştırma matrisi çarpılır. Çıkan sonuç ile D sütun vektörü olarak verilen “Tüm Öncelikler Matrisi” elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Elde edilen D matrisi elemanlarının karşılık gelen önceliklere bölünmesi ile temel değer (E) ortaya çıkar. Denklem (5)'de bulunan değerlerin ortalamaları hesaplanır. Bu hesap ile karşılaştırmaya ilişkin temel değer (λ) bulunur (Denklem (6)).

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad i=1,2,\dots,n \quad (5)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (6)$$

λ hesaplandıktan sonraki aşamada CI, denklem (7) kullanılarak bulunur.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (7)$$

En son aşamada ise CI değeri, RI değerine (Tablo 12) bölünerek CR değeri elde edilir (Denklem 8).

Tablo 3.7: Tutarlılık endeksi.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

CR 0.1 den küçük veya eşit çıkarsa tutarlı kabul edilir (Ergül ve Coşmuş, 2022).

3.3. TOPSIS Yöntemi Tanımı ve Aşamaları

Çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinde ikincisi olan TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında oluşturulmuştur. Belirlenen kriterlerin alabileceği ideal duruma göre en az ve en fazla değerleri arasında karşılaştırır. Bu sayede pozitif ideal ile negatif ideal çözüm oluşturulur. Yöntem pozitif ideal çözümden en kısa mesafenin, negatif ideal çözümden de en uzak mesafenin bulunmasını amaçlar.

TOPSIS yönteminin aşamaları:

1. Adım: Karar Matrisin (A) Oluşturulması
2. Adım: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması
3. Adım: Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması
4. Adım: İdeal (A^*) ve Negatif (A^-) Çözümlerin Oluşturulması
5. Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması
6. Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisi oluşturulurken satıra derecelendirilmek istenen karar noktalarını (m), sütuna ise değerlendirme kriterleri (n) yerleştirilir. A_{ij} matrisinde karar noktası sayısı m, değerlendirme faktörü sayısı ise n ile gösterilir. A matrisi, karar vericilerin bilgilerinden oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi olan A_{ij} matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Standart karar matrisi aşağıdaki formül uygulanarak bulunur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2)$$

Hesaplamalar ile R matrisi oluşturulur.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Ağırlıklı standart karar matrisi, değerlendirme aşamasında kriterlerin öneminin karar vericilere göre değişiklik gösterdiği için hesaplanır. Karar vericiler kriterlerin önem ağırlıkları (W_i), $\sum_i^n W_i = 1$ formülü ile belirlenir. Oluşturulan R matrisinin sütunları, önem ağırlıkları ile çarpılır ve sonuç olarak aşağıda gösterilen V matrisi oluşturulur.

İdeal (A^*) ve Negatif (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

Değerlendirilen her kriter azalan veya artan faydaya sahiptir. V matrisindeki faktörlerin en büyüğü seçilerek ideal çözüm seti oluşturulur. Eğer minimize yönlü bir seçim yapılacaksa en küçüğü seçilir. A^* seti için V matrisinin her bir sütunundaki en büyük değer, A^- seti için V matrisinin her bir sütunundaki en küçük değerler seçilerek oluşturulur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$A^* = \{(max v_{ij} | j \in J), (min v_{ij} | j \in J)\} \quad (5)$$

Oluşturulacak set negatif ideal çözüm seti için ise, V matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri seçilir. Değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü seçilir. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^- = \{(min v_{ij} | j \in J), (max v_{ij} | j \in J)\} \quad (6)$$

J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değeridir. İdeal ve negatif ideal çözüm seti değerlendirilen kriter sayısı kadar olan m elemandan oluşur.

Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

İdeal ve negatif ideal çözümdeki sapmaları bulabilmek için öklidyen uzaklık kullanılır. Elde edilen sapma değeri İdeal Ayrım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayrım (S_i^-) ölçüsüdür. İdeal Ayrım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması aşağıdaki formülünde, Negatif İdeal Ayrım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise bir alttaki formülünde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (8)$$

S_i^* ve S_i^- sayısı alternatif sayısı kadardır.

İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir alternatif için ideal çözüme yakınlığın (C_i^*) hesaplanmasında yukarıda elde edilen İdeal ve Negatif İdeal Ayırım ölçüleri kullanılır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin formülü aşağıda belirtilmiştir. Bu formülde Negatif İdeal Ayırım ölçüsünün Toplam Ayırım Ölçüsü içindeki payı aşağıdaki denklem ile gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (9)$$

$$0 \leq C_i^* \quad (10)$$

C_i^* değeri 0 ile 1 arasında bir değerdir. Değer büyüdükçe pozitif ideal çözüme mutlak olarak yakınlığı gösterir. C_i^* büyükten küçüğe sıralanır ve ideal yakınlığa göre bir sıralama elde edilir (Ergül ve Coşmuş, 2022).

3.4. Bulanık AHP Buckley Metodu

Çalışmada karşılaştırma yapabilmek için kullanılacak bir diğer metot Buckley yöntemiyle bulanık AHP analizidir.

1985 yılında J. J. Buckley, Thomas L. Saaty tarafından bulunan AHP yöntemini bulanık karşılaştırma oranıyla geliştirmiştir (Kahreman, Ünal ve Hamamcı, 2021). AHP yöntemi ile bulanık AHP yönteminin karar verme aşamasındaki farkı, hayatın akışında karar alırken insanlar için belirsizlikler ve kafalarında bulunan yargılar gibi etkili faktörler vardır. Bu belirsizlikler içerisinde karar verilebilmesi için bulanık AHP yöntemi ortaya çıkmıştır. Bulanık AHP yönteminde standart AHP yönteminden farklı olarak kriterlerin önem dereceleri bir değer aralığında şekillenmiştir (Candan, 2019). Uzmanlar değerlendirmeleri bulanık sayılara, Tablo 47'deki tanımlanmış üçgensel bulanık sayılar ölçeğine göre dönüştürülür ve üçgensel bulanık sayılara göre oluşturulur (Yazır ve Tekel, 2022).

Tablo 3.8: İkili karşılaştırma matrisi için dilsel ölçek

Dilsel İfade	Sayısal Değer	Sembol	Bulanık Sayı	Karşıt Bulanık Sayı
Eşit	1	E	(1,1,1)	(1,1,1)
Eşit Önemli	1	EÖ	(1,1,3)	(1/3,1,1)
Zayıf Önemli	3	Z	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
Önemli	5	Ö	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok Önemli	7	ÇÖ	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Kesinlikle önemli	9	KÖ	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)

Bulanık AHP adımları Buckley'in geliştirdiği yöntemdeki gibi aşağıda verilmiştir (Kabak ve Çınar, 2021);

Adım 1. AHP probleminin amaç, ölçüt ve seçeneklerini belirlemek ve hiyerarşi oluşturmak.

Adım 2. oluşturulan hiyerarşiye göre uzmanlara ait olan ilk karşılaştırma matrisi Denklem(1)'deki gibi oluşturulur. Oluşturulan ikili karşılaştırma matristeki kriterler, alt kriterler ve alternatifler Tablo 47'deki dilsel ifadeler kullanarak oluşturulur. Denklem (1)'de verilen uzmana ait kili karşılaştırma matrisi Denklem (2)'de üçgensel bulanık sayılar ile gösterilmiştir

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\tilde{C}_i = \begin{bmatrix} 1 & (c_{12}^l, c_{12}^m, c_{12}^u) & \dots & (c_{1n}^l, c_{1n}^m, c_{1n}^u) \\ (c_{21}^l, c_{21}^m, c_{21}^u) & 1 & \dots & (c_{2n}^l, c_{2n}^m, c_{2n}^u) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (c_{n1}^l, c_{n1}^m, c_{n1}^u) & (c_{n2}^l, c_{n2}^m, c_{n2}^u) & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Adım 3. Tüm bu veriler toplanarak ve uzmanların değerlendirmeleri göz önüne alınarak ortak karar matrisi elde edilir. Uzmanlar birden fazla ise ortak karar matrisi Denklem (3) kullanılarak oluşturulur. Denklem (3)'te verilen K parametresi karar verici sayısını göstermektedir.

$$\widetilde{C}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \widetilde{c}_{ij}^k}{K} \quad (3)$$

Adım 4. Uzmanların değerlendirmelerinin tutarlı olup olmadığının hesaplanması için matrisini tutarlılığının hesaplanması gerekir. Burada tutarlılık hesabı Saaty tarafından önerilen analizden faydalanılır. Bunun için bulanık karar matrisindeki elemanlar durulaştırılarak net ikili karşılaştırma matrisi elde edilir. Durulaştırma işlemi Denklem (4)'te verilmiştir.

$$c_{ij} = \frac{l+4m+u}{6} \quad (4)$$

Adım 5. alternatif ve ölçüt ağırlıklarının hesaplanması için ilk olarak her bir karar matrisinin her bir satırı için bulanık geometrik ortalama değeri hesaplanır. Bulanık ağırlıklar Denklem (5) ve Denklem (6) ile hesaplanır.

$$\widetilde{r}_i = (\widetilde{c}_{i1} \otimes \widetilde{c}_{i2} \otimes \dots \otimes \widetilde{c}_{in})^{1/n} \quad (5)$$

$$\widetilde{w}_i = (\widetilde{r}_i \otimes (\widetilde{r}_1 + \widetilde{r}_2 + \dots + \widetilde{r}_n))^{-1} \quad (6)$$

Denklemlerde yer alan $\widetilde{r}_i$, i'inci ölçütün ölçülerle kıyaslanması sonucu elde edilen değer, i'inci ölçüte ait geometrik ortalama değeridir. Denklem (6)'da verilen $\widetilde{w}_i$ ise i'inci ölçütün önem derecesini göstermektedir. Denklem (5) ve (6) her bir alternatif için tekrarlanır ve karşılaştırma matrisine ilişkin ağırlık vektörü elde edilir, elde edilen ağırlık vektörü bulanık sayılardan elde edilir.

Adım 6. Bulanık alternatiflere ait bulanık performans değerleri ile bulanık ağırlıklar birleştirilerek alternatifler için toplam performans storları elde edilir. Alternatifler için ağırlıklandırılmış performans skorlarının ($\widetilde{S}_i$) elde edilmesi için Denklem (7) kullanılır.

$$\widetilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{w}_j \widetilde{r}_{ij}, \quad \forall i \quad (7)$$

Adım 7. Ağırlıklandırılmış bulanık performans skorları durulaştırılır. Durulaştırılmış performans skorlarını (NS_i) elde etmek için Denklem (8) kullanılır.

$$NS_i = \frac{(s_i^u - s_i^l) + (s_i^m - s_i^l)}{3} + s_i^l \quad \forall i \quad (8)$$

Adım 8. Denklem (9) kullanılarak Adım7'de elde edilen bulanık olmayan performans değerleri istenirse normalize edilerek, normalize edilmiş performans değerleri (NS_i^n)

hesaplanmış olur. Bu aşamada en büyük performans skoruna sahip alternatif en iyi alternatif seçilir.

$$NS_i^n = \frac{NS_i}{\sum_{i=1}^N NS_i}, \quad \forall_i \quad (9)$$

Denklem (9)'a alternatif olarak hem durulaştırma hem de normalize için Denklem (10) kullanılabilir.

$$NS_i^n = \frac{(S_i^l + S_i^m + S_i^u)}{\sum_{i=1}^N NS_i}, \quad \forall_i \quad (10)$$

Normalize edilmiş değerler Bulanık TOPSIS aşamasında global değerlerin hesaplanmasında kullanılacaktır.

Bulanık AHP analizinde son aşama olarak değerlendirilen kriterler için tutarlılık analizi hesaplaması yapılmaktadır. Analiz AHP yöntemindeki aynı adımlar ile yapılmıştır.

Bulanık TOPSIS adımına geçmeden kullanılan global ağırlıklar aynı şekilde AHP analizinin sonundaki adımlar ile yapılmıştır.

3.5. Bulanık TOPSIS

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS yöntemi etkili bir yöntem olmasına rağmen gerçek hayatta belirsizlik içeren sorunların çözümünde yeterli değildir. Sorunların belirsizliğinin üstesinden gelmek için Bulanık TOPSIS yöntemi ilk defa 2000 yılında Chen tarafından tanıtılmıştır. Tanıtılan bu yöntemde belirsizlikler için dilsel ifade kullanılır ve hem nitel hem de nicel kriterler için çok kriterli karar verme sorunlarına uygulanabilir ve kolay çözüm önerir. Bu yöntem grup kararları içinde birbiriyle çelişen değerlendirmeler için de uygundur. Bulanık TOPSIS uygulama adımları aşağıda sırasıyla verilmektedir (Karamaşa, Ecer ve Aytekin, 2020).

Adım 1. İlk adımda m sayıda alternatif ve n sayıda kriterlerden oluşan başlangıç bulanık karar matrisi (Eşitlik 1) kurulur.

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c)$ kriterlere göre alternatifleri temsil eden üçgen bulanık sayılardır. K sayıda karar vericinin (KV) görev aldığı bir karar probleminde $\tilde{x}_{ij}$ aşağıdaki

gibi birleştirilir. Bunu yaparken karar vericilerin değerlendirmelerinin eşit ağırlığa sahip kabul edilerek ortalama skorları üzerinden hesaplanır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K]$$

Adım 2. Başlangıç bulanık karar matrisi elemanları $[0,1]$ aralığında kalacak şekilde normalize edilir (Eşitlik 2).

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (2)$$

Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin hesaplanmasında kriterlerin fayda (B) veya maliyet (C) özellikleri Eşitlik 3-4 kullanılarak dikkate alınır.

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_{ij}}{c_{ij}}, \frac{b_{ij}}{c_{ij}}, \frac{c_{ij}}{c_{ij}}), j \in B \text{ ise } c_j^* = \max c_{ij} \quad (3)$$

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_{ij}^*}{c_{ij}}, \frac{a_{ij}^*}{b_{ij}}, \frac{a_{ij}^*}{a_{ij}}), j \in C \text{ ise } a_j^* = \min a_{ij} \quad (4)$$

Adım 3. Karar problemindeki her bir kriterin ağırlığı işleme dâhil edilir. normalize edilmiş bulanık karar matrisi elemanlarının kriter ağırlıklarıyla çarpılmasına dayanan bu adım Eşitlik (5) kullanılarak gerçekleştirilir.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times \tilde{w}_{ij} \quad (5)$$

Adım 4. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesinin ardından Eşitlik (6-7) 'da gösterilen bulanık pozitif ideal çözüm A^* ve bulanık negatif ideal çözüm A^- değerleri hesaplanır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (6)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (7)$$

Burada $\tilde{v}_1^* = \max v_{ij}$ ve $\tilde{v}_1^- = \min v_{ij}$ olduğu unutulmamalıdır.

Adım 5. Alternatiflerin pozitif ideal çözüme (d_i^*) ve negatif ideal çözüme (d_i^-) uzaklıkları belirlenir. Bu işlemler Eşitlik (8-9)'da gösterilmiştir.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i=1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i=1, 2, \dots, m \quad (9)$$

Bu işlemlerin devamında elde edilen d_i^* , ve d_i^- ve değerleri arasındaki mesafe Vertex tekniği kullanılarak bulunur. $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ gibi iki farklı bulanık sayımız olsun. Bu durumda Vertex tekniği eşitlik (10) kullanılarak uygulanır.

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (10)$$

Adım 6. Son adımda alternatiflerin yakınlık katsayıları (CC_i) hesaplanır ve performanslarına sıralaması yapılır. Eşitlik (11) ile elde edilen CC_i değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında alternatiflerin tercih edilirlilik sıralaması bulunur.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, i= 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

4. UYGULAMA

4. Bölüm: Uygulama

Çalışmada uygulama alanı olarak Bartın ilinde bulunan ilin en büyük işletmelerinden biri olan Mescier Demir Çelik San. Ve Tic. A.Ş. seçilerek bu sınır içinde araştırma yapılmıştır. Mescier Bartın ilinin en büyük işletmelerinden biri olup 200.000 metrekare alan üzerine inşa edilmiş, 60.000 metrekarelik kapalı alana sahip bir fabrika alanına sahiptir. Bartın fabrikası yıllık 650.000 ton üretim gerçekleştirmektedir. Bu üretimin ürün ağırlığı ise Köşebent, Lama, Kare, Yuvarlak, NPI, NPU ve IPE'dir. Kendi bünyesinde yürüttüğü lojistik alanında ise 68 adet çekici ve dorse ile karayolları yük taşımacılığı ve organizatörlüğü yapabilirlilik belgeleri olan R1 ve K1 belgelerine sahiptir. Böylece Batı Karadeniz bölgesinin en büyük filolarından birine sahiptir. Bünyesinde bulundurduğu iş makinaları ve liman vinçleri ile Bartın limanında gemi boşaltma ve yükleme hizmetleri de vermektedir. Bartın limanında bulunan açık ve kapalı alanlı depolama sahaları sayesinde tüm operasyon hizmetlerini sağlayabilmektedir. En fazla Bartın limanı kullanılmak üzere yıllık 300.000 ton ithalat ve 300.000 ton ihracat açık gemiler ile gerçekleştirilmektedir. 2012 yılında Bartın limanı konteyner yüklemelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yıllık ortalama 6000 TEU hacminde konteyner yükleme ile yurt dışına açılmaktadır. Demiryolu ile yüklemeyi iç piyasa için ve ülkenin doğu ve güneydoğu bölgesine yapılan sevkiyatlarda kullanılmaktadır. Yükleme istasyonu olarak Karabük ve Çaycuma istasyonları kullanılmaktadır. Yılda yaklaşık 20.000 ton demir çelik mamulünün sevkiyatı bu sistem ile yapılmaktadır. Mescier Demir Çelik kara taşımacılığını grup şirketi bünyesinde bulundurduğu 60 adet çekici ile yapmaktadır. İşletmenin lojistik departmanında çalışan alanında uzman kişiler ile yapılan görüşmeler çalışmada kullanılan yöntem ile birleştirilerek kullanılmıştır.

Uzman A Mescier Demir Çelik San. Ve Tic. A.Ş.'de lojistik operasyon sorumlusu olarak 5 yıldır çalışmaktadır. Kariyerini bu yönde ilerletmektedir. Uzman B'de Mescier Demir Çelik San. Ve Tic. A.Ş.'de lojistik operasyon sorumlusu olarak çalışmaktadır ve 25 yıllık kariyerine bu departmanda devam etmektedir.

4.1. Kriterler

4.1.1. Çalışan Yeteneği

4.1.1.1. Dijital Öğrenme

Lojistikte dijitalleşmeye geçiş sürecinde farklı farklı senaryolara ayak durmak gereklidir. İstenilen hedeflere ulaşım başarı elde edebilmek için çeviklik, yanıt verebilirlik ve esneklik becerileri geliştirmek önemlidir. Bu nedenle dijitalleşme sürecinde dijital öğrenme becerisi ile yol haritası belirlemek ve ona göre yol almak önemlidir (Fischer vd., 2020).

4.1.1.2. Dijital İnsan Kaynakları

Dijital stratejide fiili uygulama başarısı kural ve sorumlulukların yapısının sağlam olmasına bağlıdır. Yönetim sisteminin merkezi ve ademi merkezi olması konusunda tutarlı olunmalı ve kontrol mekanizmasının buna göre kurulması gerekmektedir (Fischer vd., 2020).

4.1.1.3. Çalışanın Bağlılığı ve İletişim

Organizasyonlar yapılar içinde iyileştirmeler yapmak ve sonuca ulaşmak uzun vadede gerçekleşebilir. Sonuca ulaşma yolunda çalışanların motivasyonlarını korumak önemli bir etki sağlar. Çalışan motivasyonunu koruyabilmek için iletişimin planlı ve düzenli tutulması dijital dönüşüm sürecinde işletmenin planına bağlı kalmalıdır. Bu bağlılık süreç farkındalığına bağlı olarak gelişir çalışana eğitim teklifi sunulmalı veya bağlı olması gerek plan hakkında detaylı bilgi aktararak faydaları iletilmelidir (Fischer vd., 2020).

4.1.2. Yönetimin Tavrı

4.1.2.1. Bilgi Kalitesi

Yapılacak dijital dönüşümün kalitesi için sürece dahil olan kişilerin bilgi kalitesi önemlidir. Bu nedenle çalışanların dijitalleşme ile ilgili kavramlara hakim olması ve süreç farkındalığına sahip olmaları çalışanların süreci anlamaları açısından önemlidir (Fischer vd., 2020).

4.1.2.2. Veri ve İçerik Yönetimi

Dijital dönüşümde karmaşık sistemleri doğru ve kolay yapıldığından emin olmak için bir takım kurallar gereklidir. Hesap verilebilirlik ve karar vermeyi teşvik etmek adına, işbirliğini mümkün kılan kurallar, roller ve sorumluluklar tanımlanmalı ve uygulanmalıdır (Fischer vd., 2020).

4.1.2.3. Liderin Tavrı

Dijital dönüşüm için liderlerin tavrı ve vizyonu dönüşümü yönlendirmek için önemlidir. Dijital dönüşüm mevcut işlere yerleştirilmeli ve yetkinliğe getirilmelidir. Liderlerin dijitalleşme hakkında bilgi sahibi olmaları ve dijital iş konusunda eğitilmiş ve yetenekli olmalıdır (Güler ve Büyüközkan, 2019a).

4.1.3. Yenilikçi Düşünce

4.1.3.1. Süreç Dijitalleştirme

Dijitalleşme, iş süreçlerinde verimlilik sağlar. Dijitalleşen işletmeler daha yenilikçi ve yaratıcı çalışmalara kolaylıkla odaklanabilir. Dijitalleşme sayesinde fiziksel olarak ileri-geri harekete ihtiyaç azalır. Bu da ürünlerin yaşam döngüsünü yüzde otuz azaltır. Süreç dijitalleşme şirketlerin çevikliğine katkı sağlar (Güler ve Büyüközkan, 2019a).

4.1.3.2. Dijitalleşme Kültürüne Geçiş

Aynı anda birden fazla ortamda faaliyet göstermek dinamik bir ortamı gerektirir. Hedefleri birbirinden uzakta tutmamak ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak için dijitalleşmeye entegre edilmesi gerekmektedir. Fiziksel olarak yürütülen işlerin dijital olarak yürütülmesi verimliliği artırır (Fischer vd., 2020).

4.1.3.3. İyileştirmeler

Süreçler, çok sayıda karşılıklı bağımlılık ve zayıf bağları olan karmaşık bir organizasyon sistemine bağlanabilir. Karar vermeyi geliştirmek ve tüm faaliyetleri koordine etmek için, en azından bir stratejik, bir iş ve bir uygulama seviyesinden oluşan bir süreç mimarisi sağlanmalıdır. (Fischer vd., 2020).

4.1.4. Teknik Alt Yapı

4.1.4.1. Yeterli Araç Desteği

Yeterli araç desteğinin uygulanması, BPM'nin etkinliğini ve verimliliğini ve dolayısıyla dijital dönüşümü önemli ölçüde artırır. Ancak, farklı araçlar farklı amaçlar için kullanılabilirdiğinden, araç seçimi için organizasyonel gereksinimler (çeviklik) göz önünde bulundurulmalıdır.

Dijital dönüşümün verimlilik ve etkinliği yeterli araç desteğinin sağlanmasıyla büyük ölçüde artar. Burada önemli olan nokta farklı amaçlar için farklı araçlar kullanılabileceğinden

organizasyon seçimini iyi yapmaktır. Bu seçimi yaparken çeviklik göz önünde bulundurulmalıdır (Fischer vd., 2020).

4.1.4.2. Alt Yapının Entegre Edilmesi

Dağılmış bilgi kaynakları ve veri yazılımları arasındaki farklı bağlantılar, yeniden kullanımı zorlaştırır. Bu veri karışıklıklarını engellemek, yeterli ara bağlantıyı ağılamak amacıyla diğer yazılımlarla bütünleşen bir veri deposu tercih edilmelidir (Fischer vd., 2020).

4.1.4.3. Analitik Unsurlar

Yaşanacak değişikliklere hızlı bir şekilde uygun tepkiler vermek ve terine çevirmek çeviklik yeteneğini gösterir. Dijital dönüşüm çeviklik yeteneğini arttırmanın önemli bir yoludur. Çevikliğe bağlı olarak hızlı ve esnek karar verebilen insanlar, kısa süreli süreçler, veri işleme kabiliyetindeki teknolojiler önemli bileşenlerdir (Güler ve Büyüközkan, 2019a).

4.2. Alternatifler

4.2.1. Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi

Dijital lojistiğe geçiş ile ilgili teknolojiler stratejisi, lojistikte dijitalleşmeye geçişte kullanılması gerekli olan teknolojik altyapının bu stratejiyi uygulayacak olan kuruluşlar tarafından kaldırılabilir olması gerekmektedir. Buna ek olarak mevcut bir altyapıları var ise yeni gelecek olan teknolojilerin mevcut olana adapte edilmesine öncelik verilmesidir (Uslu, Gür ve Eren, 2019).

4.2.2. Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi

Bilgi sistemleri geliştirme stratejisi lojistikte dijitalleşmeye geçişte dönüşüm kapsamında elde edilen verilerin toplanması, hali hazırda kullanılması gereken tüm verilerin işlenmesi, işlenen veriler ile toplanan yeni verilerin depolanması için sistemin oturtulması (Uslu vd., 2019).

4.2.3. Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi

Lojistikte dijitalleşmeye geçiş stratejisi olarak yönetici ve personel yönetimi stratejisi kuruluşların kendi ekosistemleri içerisinde uyumlu çalışabilmeleri için önemlidir. Kuruluşların dijitalleşme stratejileri içerisinde yeteneklerini, kaynaklarını ve yönetim sistemlerini düzenleyerek organizasyon içerisinde sorumluları belirlemektir. Kuruluş içerisinde bilginin paylaşımı ve gelişimine açık olmaları önem olarak öne çıkmaktadır (Güler ve Büyüközkan,

2019b). Bu sebeple yöneticilerin ve personelin yeni sisteme geçişte planlı olması için gerekli stratejilerin belirlenmesidir (Uslu vd., 2019).

4.2.4. İş Organizasyonu Stratejisi

Lojistikte dijitalleşme stratejisi olarak iş organizasyonu stratejisi için en önemli nokta iş birliğidir. Personel işlevlerine göre ekipler halinde çalışmalı ve örgüt içi öğrenme mekanizmaları benimsenmelidir. Gerçek zamanlı hızlı işbirliğine sahip örgütler yenilik yapmak ve yeni durumlara adapte olmak konusunda daha uygundur (Güler ve Büyüközkan, 2019b). Lojistikte dijitalleşmeye geçişte iş organizasyonunun belirli olması örgüt içerisindeki işleyişin hangi şartlarda değişeceği ve bu değişimin her aşamada uygulanabilir ve kabul edilebilir olması (Uslu vd., 2019).



Tablo 4.1’de kriterler açıklamaları ile birlikte tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 4.1: Kriterler ve açıklamaları

Çalışan Yeteneği (C1)	Dijital Öğrenme (C11)	Süreçte değişen taleplere karşı değişen senaryolara ayak uydurmak gereklidir. Dijital öğrenme becerisi sayesinde hedefleri belirlemek ve öyle yol almak önemlidir.
	Dijital İnsan Kaynakları (C12)	Fiili uygulama başarısı kural ve sorumlulukların yapısının sağlam olmasına bağlıdır. Kontrol mekanizmasının buna göre kurulması gerekmektedir.
	Çalışan Bağlılığı ve İletişim (C1)	Çalışana eğitim teklifi sunulmalı veya bağlı olması gerek plan hakkında detaylı bilgi aktarılarak faydaları iletilmelidir.
Yönetimin Tavrı (C2)	Bilgi Kalitesi (C21)	Yapılacak dijital dönüşümün kalitesi için sürece dâhil olan kişilerin bilgi kalitesi önemlidir.
	Veri ve İçerik Yönetimi (C22)	Karmaşık sistemleri doğru ve kolay yapıldığından emin olmak için kurallar, roller ve sorumluluklar tanımlanmalı ve uygulanmalıdır.
	Liderin tavrı (C23)	Liderlerin dijitalleşme hakkında bilgi sahibi olmaları ve dijital iş konusunda eğitilmiş ve yetenekli olmalıdır.
Yenilikçi Düşünce (C3)	Süreç Dijitalleştirme (C31)	Süreç dijitalleşme şirketlerin çevikliğine katkı, iş süreçlerinde verimlilik sağlar. Dijitalleşen işletmeler daha yenilikçi ve yaratıcı çalışmalara kolaylıkla odaklanabilir.

Tablo 4.1: (devam ediyor)

	Dijitalleşme Kültürüne Geçiş (C32)	Kaynakların verimli kullanılmasını ağılamak için dijitalleşmeye entegre edilmesi gerekmektedir. Fiziksel olarak yürütülen işlerin dijital olarak yürütmesi verimliliği artırır.
	İyileştirmeler (C33)	Karar vermeyi geliştirmek ve tüm faaliyetleri koordine etmek için, en azından bir stratejik, bir iş ve bir uygulama seviyesinden oluşan bir süreç mimarisi sağlanmalıdır.
Teknik Alt Yapı (C4)	Yeterli Araç Desteği (C41)	Dijital dönüşümün verimlilik ve etkinliği yeterli araç desteğinin sağlanmasıyla büyük ölçüde artar. Etkinlik ve verimlilik ve dolayısıyla dijital dönüşümü önemli ölçüde artırır.
	Alt Yapının Entegre Edilmesi (C42)	Veri karışıklıklarını engellemek, yeterli ara bağlantıyı ağılamak amacıyla diğer yazılımlarla bütünleşen bir veri deposu tercih edilmelidir
	Analitik Unsurlar (C3)	Yaşanacak değişikliklere hızlı bir şekilde uygun tepkiler vermek ve tersine çevirmek, çevikliğe bağlı olarak hızlı ve esnek karar verebilen insanlar, kısa süreli süreçler, veri işleme kabiliyetindeki teknolojiler önemli bileşenlerdir.

Tablo 4.2’de alternatifler ve açıklamaları bir tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 4.2: Alternatifler ve açıklamaları

Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi (A1)	Gerekli teknolojik altyapının işletme tarafından kaldırılabilir olması veya mevcut alt yapının geliştirilerek yeni duruma adapte edilmesi
Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi (A2)	Elde edilen verilerin işlenebilmesi, depolanabilmesi.
Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi (A3)	Yeni sisteme geçişte stratejilerinin, yeteneklerinin, kaynaklarının ve yönetim sistemlerinin düzenlenmesi için gerekli stratejilerin belirlenmesi.
İş organizasyonu Stratejisi (A4)	İşletme içindeki işleyişin nasıl değişeceği uygulanabilir ve kabul edilebilir olması için bilgi paylaşım kültürü ile dengelenmeli teknoloji ekipleri ve alan uzmanları bir araya gelmelidir.

4.3 AHP Uygulaması

4.3.1. Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi

Tablo 4.3: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması

Ana Kriterler	A	B	Geometrik ortalama	
Çalışan Yeteneği (C1)	7	7	7,000	7
Yönetimin Tavrı (C2)	7	9	7,937	8
Yenilikçi Düşünce (C3)	9	5	6,708	7
Teknik Alt Yapı (C4)	9	7	7,937	8

Uzman karar vericilerin yaptığı değerlendirmeler ana kriterler için 1-9 skalasına göre yapılmıştır. İki uzmanının değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınmış, küsuratlı çıkan sonuçlar hesaplama kolaylığı açısından tam sayıya yuvarlanmıştır.

Tablo 4.4: Ana kriterler için modelin kurulması ve hiyerarşik yapının oluşturulması

Ana Kriterler	C1	C2	C3	C4
C1	1	1	3	5
C2	1/1	1	5	7
C3	1/3	1/5	1	5
C4	1/5	1/7	1/5	1
Toplam	1+1/1+1/3+1/5	7+1+1/5+1/7	3+5+1+1/5	5+7+5+1

Tablo 4.5: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Ana Kriterler	C1	C2	C3	C4
C1	1	1	3	5
C2	1	1	5	7
C3	0,333	0,200	1	5
C4	0,200	0,143	0,200	1
Toplam	2,533	2,340	9,20	18

Karşılaştırma matrisi oluşturulurken, kriterlerin kendilerine olan üstünlüğü 1 olduğu için matriste köşegenler 1 olarak yazılmıştır. Ardından tüm kriterlerin birbirlerine göre üstünlükleri uzmanların yapmış olduğu sayısal değerlendirmiş ve görüşmeler sonucunda 1-9 ölçeğine göre belirlenmiştir. Bu değerlendirme matrisin sağ üst kısmında yer almaktadır. Sağ alt kısım için yapılan işlem üstünlük değerlerinin sırasıyla 1'e bölünmesiyle oluşturulmuş, çıkan sonuçlar sütunlara sırasıyla yazılmıştır. Ardından tüm sütun toplanarak her bir kriter için toplam değer bulunmuştur.

Tablo 4.6: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

	C1	C2	C3	C4	Kriter Ağırlıkları
C1	0,395	0,427	0,326	0,278	0,357
C2	0,395	0,427	0,543	0,389	0,439
C3	0,132	0,085	0,109	0,278	0,151
C4	0,079	0,061	0,022	0,056	0,054

Normalleştirilmiş matris için ikili karşılaştırmada elde edilen değerler üzerinden hesaplanır. Aynı sütunda bulunan kriterler tek tek o sütunun toplamı sayıya bölünmüş ve aynı yerlerine yazılmıştır. Böylece matris normalize edilmiştir.

Ardından normalize edilen matriste, aynı satırda bulunan sayılar toplanmış ve kriter sayısı olan 4'e bölünerek ortalamaları alınmıştır. Çıkan sonuç ise her bir kriter için ayrı ayrı kriter ağırlıkları hesaplanmış halidir.

Tablo 4.7: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

Normaliz A	C1	C2	C3	C4	Toplam
C1	0,357	0,439	0,453	0,272	1,519
C2	0,357	0,439	0,754	0,380	1,930
C3	0,119	0,088	0,151	0,272	0,629
C4	0,071	0,063	0,030	0,054	0,218

Bir sonraki aşamada ikili karşılaştırma matrisindeki ilk değer ve bulunduğu sütundaki tüm değerler ayrı ayrı sırasıyla ilgili kriter için belirlenen kriter ağırlığı ile çarpılmıştır. Tüm matris bu işlem ile doldurulduktan sonra aynı satırdaki tüm sayılar toplanmış ve tablodaki toplam değer elde edilmiştir.

Tablo 4.8: Lamda ve sonuç değeri

T/C	Ortalama=Lamda	CI	RI	
4,262	4,213	0,071	0,9	0,063
4,400				<0,10
4,169				
4,021				

Tablo 4.8'de elde edilen her bir Toplam Değer o kriterin elde edilmiş kriter ağırlıklarına bölünerek T/C değeri bulunmuştur. Ardından T/C değerinin ortalaması alınarak LAMDA değerine ulaşılmıştır. Lamda değerinden kriter sayısı çıkartılmış, çıkan sonuç kriter sayısının

bir eksigine bölünmüş ve CI değeri elde edilmiştir. Dört kriter hesaplandığından dolayı CI değeri, kriter sayısına karşılık gelen RI değeri olan 0,9'a bölünmüştür. Çıkan sonuç <0,10 değerinden küçük olduğu için matristeki kriterler tutarlı sonuç vermiştir. Bu kriterler ile model tahmini yapılabilir.

Yukarıda ana kriterler için yapılan AHP yöntemi süreci tek tek tüm alt kriterler içinde aynı şekilde uygulanmıştır. Sonuçlara ilişkin tüm tablolar aşağıda detaylı olarak gösterilmektedir.

4.3.2. Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi

4.3.2.1. Çalışan Yeteneği

Tablo 4.9: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması

Çalışan Yeteneği (C1)	A	B	Geometrik ortalama
Dijital Öğrenme (C11)	7	7	7
Dijital İnsan Kaynakları (C12)	9	9	9
Çalışan Bağlılığı Ve İletişim (C13)	7	7	7

Tablo 4.10: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

C1	C11	C12	C13
C11	1	7	9
C12	0,14	1	7
C13	0,11	0,14	1
Toplam	1,25	8,14	17,00

Tablo 4.11: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

C1	C11	C12	C13	Kriter Ağırlıkları
C11	0,797	0,860	0,529	0,729
C12	0,114	0,123	0,412	0,216
C13	0,089	0,018	0,059	0,055

Tablo 4.12: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

C1	C11	C12	C13	Toplam
C11	0,729	1,513	0,495	2,737
C12	0,104	0,216	0,385	0,705
C13	0,081	0,031	0,055	0,167

T/C	Ortalama=Lamda	CI	RI	
3,755	3,351	0,175	0,5	
3,262				0,088
3,034				<0,10

4.3.2.2. Yönetimin Tavrı

Tablo 4.13: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması

Yönetimin Tavrı (C2)	A	B	Geometrik Ortalama	
Bilgi Kalitesi (21)	5	7	5,916	6
Veri Ve İçerik Yönetimi (C22)	7	9	7,937	8
Liderin Tavrı (C23)	7	9	7,937	8

Tablo 4.14: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

C2	C21	C22	C23
C21	1	7	5
C22	0,143	1	1
C23	0,200	1,0	1
Toplam	1,343	9,0	7

Tablo 4.15: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

C2	C21	C22	C23	Kriter Ağırlıkları
C21	0,74	0,78	0,71	0,75
C22	0,11	0,11	0,14	0,12
C23	0,15	0,11	0,14	0,13

Tablo 4.16: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

C2	C21	C22	C23	Toplam
C21	0,746	0,841	0,672	2,258
C22	0,107	0,120	0,134	0,361
C23	0,149	0,120	0,134	0,404

T/C	Ortalama=Lamda	CI	RI	
3,028	3,013	0,006	0,5	
3,005				0,003
3,005				<0,10

4.3.2.3. Yenilikçilik

Tablo 4.17: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması

Yenilikçi Düşünce (C3)	A	B	Geometrik Ortalama	
Süreç Dijitalleştirme (C31)	7	7	7,000	7
Dijitalleşme Kültürüne Geçiş (C32)	9	5	6,708	7
İyileştirmeler (C33)	9	5	6,708	7

Tablo 4.18: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

C3	C31	C32	C33
C31	1	9	7
C32	0,111	1	3
C33	0,143	0,333	1
Toplam	1,254	10,333	11

Tablo 4.19: İkili Karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

C3	C31	C32	C33	Kriter Ağırlıkları
C31	0,797	0,871	0,636	0,768
C32	0,089	0,097	0,273	0,153
C33	0,114	0,032	0,091	0,079

Tablo 4.20: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

C3	C31	C32	C33	Toplam
C31	0,768	1,374	0,553	2,70
C32	0,085	0,153	0,237	0,48
C33	0,110	0,051	0,079	0,24

T/C	Ortalama=Lamda	CI	RI	
3,509	3,218	0,109	0,5	
3,112				0,054
3,033				<0,10

4.3.2.4. Teknik Alt Yapı

Tablo 4.21: Uzmanların sayısal değerlendirmeleri ve geometrik ortalaması

Teknik Alt Yapı (C4)	A	B	Geometrik Ortalama	
Yeterli Araç Desteği (C41)	9	7	7,937	8
Alt Yapının Entegre Edilmesi (C42)	7	5	5,916	6
Analitik Unsurlar (C43)	9	5	6,708	7

Tablo 4.22: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

C4	C41	C42	C43
C41	1	5	7
C42	0,20	1	5
C43	0,14	0,2	1
Toplam	1,34	6,20	13,00

Tablo 4.23: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

C4	C41	C42	C43	Kriter Ağırlıkları
C41	0,745	0,806	0,538	0,697
C42	0,149	0,161	0,385	0,232
C43	0,106	0,032	0,077	0,072

Tablo 4.24: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

C4	C41	C42	C43	Toplam
C41	0,697	1,158	0,503	2,358
C42	0,139	0,232	0,359	0,730
C43	0,100	0,046	0,072	0,218

T/C	Ortalama=Lamda	CI	RI	
3,385	3,189	0,094	0,5	
3,153				0,047
3,029				<0,10

4.4. TOPSIS Uygulaması

TOPSIS yöntemi uygulaması için öncelikle ana kriterleri için hesaplanan kriter ağırlıkları ile ilgili alt kriterler için hesaplanan kriter ağırlıkları çarpılarak her bir alt kriter için global ağırlık hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 4.25: AHP analizi kriter ve global ağırlıkları tablosu

	Kriter Ağırlıkları	Global Ağırlıklar
ÇALIŞAN YETENEĞİ	0,3565	
Dijital Öğrenme	0,7288	0,25983
Dijital İnsan Kaynakları	0,2162	0,07706
Çalışan Bağlılığı ve İletişim	0,0550	0,01960
YÖNETİMİN TAVRI	0,4386	
Bilgi Kalitesi	0,7456	0,32703
Veri ve İçerik Yönetimi	0,1201	0,05269
Liderin tavrı	0,1343	0,05891
YENİLİKÇİ DÜŞÜNCE	0,1509	
Süreç Dijitalleştirme	0,7683	0,11592
Dijitalleşme Kültürüne Geçiş	0,1527	0,02304
İyileştirmeler	0,0790	0,01192
TEKNİK ALT YAPI	0,0543	
Yeterli Araç Desteği	0,6965	0,03784
Alt Yapının Entegre Edilmesi	0,2316	0,01258
Analitik Unsurlar	0,0719	0,00390

Tablo 4.26: Fayda maliyet tablosu

Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Maliyet	Fayda	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Fayda
C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43

Tabloda görüldüğü gibi tüm kriterler için fayda/maliyet sınıflandırılması yapılmıştır. Faydanın maksimum, maliyetin minimumda olması istenilmiş kriterlerin durumlarına göre sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma ilerleyen aşamalarda kullanılacaktır.

Tablo 4.27: Kriter ağırlıkları

0,7288	0,2162	0,0550	0,7456	0,1201	0,1343	0,7683	0,1527	0,0790	0,6965	0,2316	0,0719
C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43

Tabloda kriterlerin global ağırlıkları görülmektedir.

Tablo 4.28: Kriterlerin global ağırlıkları

0,259	0,077	0,019	0,3270	0,05	0,058	0,115	0,023	0,011	0,037	0,012	0,003
C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43

Tablo 4.29: Karar matrisin (A) oluşturulması

	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43
A1	7	7	7	9	9	5	9	7	9	9	9	9
A2	9	7	5	9	9	5	9	7	9	9	9	9
A3	7	9	9	7	7	9	7	9	5	5	5	5
A4	9	9	9	7	7	7	9	9	5	7	5	7

Karar matrisinin oluşturulmasında, değerlendirilecek olan stratejilerin içeriğine göre alt kriterlerle olan ilgileri değerlendirilmiş derecelendirme bu sonuca göre yapılmıştır.

Tablo 4.30: Standart karar matrisinin (R) oluşturulması

	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43
A1	0,43	0,43	0,45	0,55	0,55	0,37	0,52	0,43	0,61	0,58	0,61	0,58
A2	0,55	0,43	0,32	0,55	0,55	0,37	0,52	0,43	0,61	0,58	0,61	0,58
A3	0,43	0,55	0,58	0,43	0,43	0,67	0,40	0,55	0,34	0,32	0,34	0,32
A4	0,55	0,55	0,58	0,43	0,43	0,52	0,52	0,55	0,34	0,45	0,34	0,45

Burada matrisin oluşturulmasında oluşturulan karar matrisindeki değerler kullanılmıştır. İlk değer, sütunda bulunan diğer değerlerin karelerinin toplamına bölünmüştür. Sırayla bu formül tüm kriterler için uygulanmıştır.

Tablo 4.31: Ağırlıklı karar matrisinin (V) oluşturulması

	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43
A1	0,18	0,05	0,01	0,05	0,009	0,006	0,09	0,01	0,01	0,02	0,007	0,002
A2	0,23	0,05	0,01	0,05	0,009	0,006	0,09	0,01	0,01	0,02	0,007	0,002
A3	0,18	0,07	0,01	0,04	0,007	0,01	0,07	0,01	0,006	0,01	0,004	0,001
A4	0,23	0,07	0,01	0,04	0,007	0,009	0,09	0,01	0,006	0,01	0,004	0,001

Bu aşamada kriterlerin global ağırlıkları ile standart karar matrisindeki değerleri çarpılmıştır. Bu işlem tüm kriterler için uygulanmış böylece ağırlıklı karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4.32: İdeal (A^*) ve negatif (A^-) çözümlerin oluşturulması

V+	0,238	0,07	0,018	0,05	0,009	0,012	0,07	0,019	0,006	0,01	0,004	0,002
V-	0,18	0,05	0,01	0,04	0,007	0,006	0,09	0,014	0,01	0,02	0,007	0,001

İdeal sonuca en yakın ve en uzak sonuçların hesaplanması aşamasında; V+ için, fayda olarak belirlenen alt kriterlerin maksimum değeri alınırken, maliyet olarak belirlenen alt kriterlerin minimum değeri alınmış böylece ideal sonuca en yakın olan değerler bulunmuştur. V- için ise tam tersi olarak fayda olarak belirlenen alt kriterlerin minimum değeri alınırken, maliyet olarak belirlenen kriterlerin maksimum değeri alınmış böylece ideal sonuca en uzak değerler bulunmuştur.

Tablo 4.33: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

SI+		SI-	
A1	0,23	A1	0,01
A2	0,02	A2	0,05
A3	0,05	A3	0,02
A4	0,02	A4	0,05

En iyiye olan uzaklıkların hesaplanması aşamasında SI+ için, ağırlıklı karar matrisindeki ilk değerden V+ ilk değer çıkartılarak sonucun karesi alınır. Bu işlem satırdaki tüm kriterler için tek tek yapılarak tüm kareler alınmış ve karesi alınan sonuçlar toplanarak sonucun 0,5 katı alınmış böylece SI+ için ilk değeri hesaplanmıştır. Aynı satırda bulunan tüm değerler için bu işlem tekrarlanmış ve tüm alternatifler için SI+ için tüm değerler bulunmuştur.

SI- değerlerinin hesaplanması için, ağırlıklı karar matrisindeki ilk değerden V-' da ki ilk değer çıkartılarak sonucun karesi alınır. Bu işlem satırdaki tüm kriterler için tek tek yapılarak tüm kareler alınmış ve karesi alınan sonuçlar toplanarak sonucun 0,5 katı alınmış böylece SI- için ilk değer hesaplanmıştır. Aynı satırda bulunan tüm değerler için bu işlem tekrarlanmış ve tüm alternatifler için SI- için tüm değerler bulunmuştur.

Tablo 4.34: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

		Sıralama
A1	0,054	4
A2	0,645	2
A3	0,354	3
A4	0,696	1

Stratejiler için score hesaplanması için her bir satır için SI- değeri, SI+ ve SI- değerlerinin toplamına bölünmüş. Çıkan sonuçlar kendi içlerinde büyükten küçüğe doğru yani en iyi strateji en büyük olmak üzere sıralanmıştır.

Alanında uzman kişilerce yapılan görüşmeler ve değerlendirmeler analiz edilerek hesaplamalara başlanmıştır. Yapılan Ahp analizi ile ilk olarak ana kriterler hesaplanmıştır. Hesaplanan ana kriterlerden Çalışan Yeteneği 0,58 ile öne çıkmıştır. Çalışan Yeteneğini en yakın sonuç ile takip eden olan ana kriter 0,22 ile Yenilikçi Düşüncedir. Yönetimin Tavrı 0,13 ile üçüncü sıradadır. En son sırayı Teknik Alt Yapı 0,05 ile almıştır.

4.5. Buckley Bulanık AHP Uygulaması

4.5.1. Ana Kriterler Bulanık AHP Analizi

Buckley'in bulanık AHP analiz için belirlediği dilsel ifade tablosunda E eşit; Ö önemli; ÇÖ çok önemli; EÖ eşit öneme sahip; Z Zayıf önemde ki dilsel değişkenleri temsil eder.

Tablo 4.35: Ana kriterler için dilsel terimler ile karar matrisi

Karar Matrisi	C1	C2	C3	C4
C1	E	ÇÖ	Z	ÇÖ
C2	1/ÇÖ	E	EÖ	Z
C3	1/Z	1/EÖ	E	ÇÖ
C4	1/ÇÖ	1/Z	1/ÇÖ	E

Tablo 4.36: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi

Ana Krtierler	C1			C2			C3			C4			
C1	1	1	1	5	7	9	1	3	5	5	7	9	r1
C2	0,1	0,1	0,2	1	1	1	1	1	3	1	3	5	r2
C3	0,2	0,3	1	0,3	1,0	1	1	1	1	5	7	9	r3
C4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	1,0	0,1	0,1	0,2	1	1	1	r4

Ana kriterler, uzmanların değerlendirmeleri ve görüşleri ile Tablo 4.36 doğrultusunda önce dilsel terimler kullanılarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Ardından aynı tablodaki bulanık sayısal karşılıkları ile karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4.37: Ana kriterlerin bulanık geometrik ortalaması

	L	M	U	Durulaştırılmış	Normalize
R1	2,24	3,48	4,49	4,90	0,57
R2	0,58	0,81	1,32	1,39	0,16
R3	0,76	1,24	1,73	1,89	0,22
R4	0,22	0,29	0,45	0,47	0,05
Toplam R	0,26	0,17	0,13	8,65	

C1, C2, C3 ve C4 ana kriterlerinin bulanık sayılar karşılıklarından ilk sırada yer alan sayılar C1 için 1, C2 için 5, C3 için 1, C4 için 5) çarpılarak $\frac{1}{4}$ kuvvetleri alınır ve R1 için L değeri elde edilir. C2, C3 ve C4 için ilk sıradaki sayılar kendi aralarında çarpılarak $\frac{1}{4}$ kuvvetleri alınır böylece sırasıyla R2 için L, R3 için L ve R4 için L elde edilmiş olunur. Bu işlem ikinci sıradaki sayılar için yapılarak M değeri üçüncü sıradaki sayılar için yapılarak U değeri elde edilmiş olunur. Daha sonra L, M ve U değerleri sütun olarak toplanır.

Tablo 4.38: Durulaştırma

	L	M	U	Durulaştırılmış	Normalize
W1	0,59	0,60	0,56	0,583	0,583
W2	0,15	0,14	0,16	0,152	0,152
W3	0,20	0,21	0,22	0,210	0,210
W4	0,06	0,05	0,06	0,055	0,055
				Toplam 1,00	

W hesaplanması için R1 için olan L değeri ile Toplam R değeri çarpılır böylece W1 değeri bulunmuş olur, işlem aynı şekilde tekrarlanarak W2, W3 ve W4 için L değeri hesaplanmış olur. Bu işlem sırası ile M ve U değeri için W1, W2, W3 ve W4 için hesaplanması ile oluşturulur.

Çıkan sonuçların durulaştırılması adımda ise her bir W satırı için $(U-L)+(M-U)/3+U$ formülü uygulanır. W1 için formülün uygulanışı; $(0,56-0,59)+(0,60-0,59)/3+0,59$ şeklinde hesaplandıktan sonra durulaştırılmış hali 0,583 olarak bulunur. Bu işlem sırası W2, W3 ve W4 için tekrar edilir.

Durulaştırılmış sonuçlar ardından normalize edilir. Bu aşamada durulaştırılmış sonuç durulaştırılmış değeri toplamına bölünür, W1 için normalize edilme örneği şu şekildedir; $0,583/1,00$ elde edilen sonuç 0,583 şeklinde dir. Bu işlem sırası ile W2, W3 ve W4'e karşılık gelen durulaştırılmış değeri içir yapılarak, W2,W3 ve W4 için normalize değeri elde edilir.

Tablo 4.39: Ana kriterler için bulanık AHP analizinde tutarlılık analizi

	Tutarlılık Hesabı				Geometrik Ortalama	Eigen			
R1	1	7	3	7	3,48	0,60	AW1	2,56	4,27
R2	0,14	1	1	3	0,81	0,14	AW2	0,59	4,21
R3	0,33	1,00	1	7	1,24	0,21	AW3	0,90	4,22
R4	0,14	0,33	0,14	1	0,29	0,05	AW4	0,21	4,29
					5,81	1,00			

Ana kriterler için tutarlılık analizinde Tablo 4.36’da ki bulanık sayılar ile oluşturan matristeki ortanca değerler alınarak Tablo 4.39’da ki matris oluşturulur. Ardından her bir satırın geometrik ortalaması alınır ve çıkan sonuçlar toplanır. Eigen hesabı aşamasında ise geometrik ortalaması alınan her bir satır geometrik hesabın toplamına bölünerek bulunur.

Oluşturulan matris ilk satırında bulunan her bir sayı sırasıyla geometrik ortalama sütünü ile sırasıyla çarpılarak toplanır. Yapılan işlem AW1 için; $1 \times 3,48 + 7 \times 0,81 + 3 \times 1,24 + 7 \times 0,29 = 2,56$ şeklinde hesaplanır. AW2 AW3 ve AW4 için aynı işlem sırasıyla yapılır.

Ardından son aşama olarak ki R1 Eigen için hesaplanan sayı, AW1 için hesaplanan sayıya bölünür. Örnek olarak $0,60 \times 2,56$ çıkan sonuç 4,27’dir. Diğer satırlar için aynı işlem sırasıyla tekrarlanır. Tüm işlemler yapıldıktan sonra sırasıyla 4,27; 4,21; 4,22; 4,29 sonuçları elde edilir ve bu sonuçların geometrik ortalaması alınır bu değer Lmax değeri olan lamda değerini verir.

Tablo 4.40: Tutarlılık analizinde lamda hesaplama

			CI	RI	CI/RI		
L max	4,25		0,08	0,9	0,091	<0,10	TUTARLI

Tablo 4.40’taki hesaplamalar AHP analizindeki tutarlılık analizi ile aynıdır. Bu hesaplama yukarıda anlatılmıştır.

Ana kriterlerin içinde bulunan diğer alt kriterlerin tabloları EKLER kısmına eklenmiştir.

4.6. Bulanık TOPSIS Uygulaması

Görsel olarak toplu durması açısından hesaplanan stratejiler bu aşamada sayılar ile ifade edilmiştir. Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi için C1, Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi için C2, Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi için C3, İş organizasyonu Stratejisi için C4 kullanılmıştır.

Tablo 4.41: Değerlendirme doğrultusunda yapılan sayısal puanlama

	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43
C1	7	7	7	9	9	5	9	7	9	9	9	9
C2	9	7	5	9	9	5	9	7	9	9	9	9
C3	7	9	9	7	7	9	7	9	5	5	5	5
C4	9	9	9	7	7	7	9	9	5	7	5	7

Bu aşamada karar vericilerin yaptığı değerlendirmeler doğrultusunda her bir kriter için stratejiler için puanlama yapılmıştır.

Tablo 4.42: Bulanık karar matrisi

	C11			C12			C13			C21			C22			C23			C31			C32			C33			C41			C42			C43		
C1	6	7	8	6	7	8	6	7	8	8	9	10	8	9	10	4	5	6	8	9	10	6	7	8	8	9	10	8	9	10	8	9	10	8	9	10
C2	8	9	10	6	7	8	4	5	6	8	9	10	8	9	10	4	5	6	8	9	10	6	7	8	8	9	10	8	9	10	8	9	10	8	9	10
C3	6	7	8	8	9	10	8	9	10	6	7	8	6	7	8	8	9	10	6	7	8	8	9	10	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
C4	8	9	10	8	9	10	8	9	10	6	7	8	6	7	8	6	7	8	8	9	10	8	9	10	4	5	6	6	7	8	4	5	6	6	7	8
Global ağırlık	0,4			0,108			0,048			0,111			0,021			0,019			0,018			0,024			0,020			0,042			0,006			0,004		

Bulanık karar matrisi dilsel ifade de karşılık geldiği şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.43: Normalize edilmiş bulanık karar verme matrisi

C 1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 6	0, 7	0, 8	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 4	0, 5	0, 6	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1
C 2	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 4	0, 5	0, 6	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 4	0, 5	0, 6	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1
C 3	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 4	0, 5	0, 6	0, 4	0, 5	0, 6	0, 4	0, 5	0, 6	0, 4	0, 5	0, 6
C 4	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 6	0, 7	0, 8	0, 6	0, 7	0, 8	0, 6	0, 7	0, 8	0, 8	0, 9	1	0, 8	0, 9	1	0, 4	0, 5	0, 6	0, 6	0, 7	0, 8	0, 4	0, 5	0, 6	0, 6	0, 7	0, 8

Satır sütunundaki en büyük sayı seçilir. Seçilen en büyük sayı kutu içindeki her bir sayıya tek tek bölünür

Tablo 4.44: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi

0, 25 6	0, 29 8	0, 34 1	0, 06 5	0, 07 6	0, 08 7	0, 02 9	0, 03 4	0, 03 8	0, 08 9	0, 10 0	0, 11 2	0, 01 7	0, 01 9	0, 02 1	0, 00 8	0, 01 0	0, 01 1	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 9	0, 01 5	0, 01 7	0, 02 0	0, 01 6	0, 01 8	0, 02 0	0, 03 4	0, 03 9	0, 04 3	0, 00 6	0, 00 6	0, 00 7	0, 00 4	0, 00 4	0, 00 5
0, 34 1	0, 38 4	0, 42 6	0, 06 5	0, 07 6	0, 08 7	0, 01 9	0, 02 4	0, 02 9	0, 08 9	0, 10 0	0, 11 2	0, 01 7	0, 01 9	0, 02 1	0, 00 8	0, 01 0	0, 01 1	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 9	0, 01 5	0, 01 7	0, 02 0	0, 01 6	0, 01 8	0, 02 0	0, 03 4	0, 03 9	0, 04 3	0, 00 6	0, 00 6	0, 00 7	0, 00 4	0, 00 4	0, 00 5
0, 25 6	0, 29 8	0, 34 1	0, 08 7	0, 09 8	0, 10 9	0, 03 8	0, 04 3	0, 04 8	0, 06 7	0, 07 8	0, 08 9	0, 01 3	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 9	0, 01 1	0, 02 3	0, 02 5	0, 02 0	0, 02 5	0, 00 8	0, 01 0	0, 01 2	0, 01 7	0, 02 1	0, 02 6	0, 02 3	0, 00 4	0, 00 3	0, 00 4	0, 00 2	0, 00 2	0, 00 3
0, 34 1	0, 38 4	0, 42 6	0, 08 7	0, 09 8	0, 10 9	0, 03 8	0, 04 3	0, 04 8	0, 06 7	0, 07 8	0, 08 9	0, 01 3	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 1	0, 01 3	0, 01 5	0, 01 5	0, 01 7	0, 01 9	0, 02 0	0, 02 2	0, 02 5	0, 00 8	0, 01 0	0, 01 2	0, 02 6	0, 03 4	0, 03 3	0, 00 4	0, 00 3	0, 00 4	0, 00 3	0, 00 3	0, 00 4

Bu aşamada ise kriterlerin bulanık değerleri o kritere denk gelen global ağırlığın karşılığı ile çarpılmıştır

Tablo 4.45: Çözümüne en yakın ve en uzak ideal uzaklık hesaplanması

													SUM
d+	1,217	1,600	1,674	1,558	1,699	1,716	1,703	1,702	1,700	1,665	1,721	1,724	19,679
	1,069	1,600	1,690	1,558	1,699	1,716	1,703	1,702	1,700	1,665	1,721	1,724	19,548
	1,217	1,562	1,657	1,597	1,706	1,702	1,710	1,694	1,714	1,695	1,726	1,728	19,708
	1,069	1,562	1,657	1,597	1,706	1,709	1,703	1,694	1,714	1,680	1,726	1,726	19,544
d-	0,520	0,133	0,059	0,175	0,034	0,017	0,029	0,030	0,032	0,067	0,011	0,008	1,114
	0,667	0,133	0,042	0,175	0,034	0,017	0,029	0,030	0,032	0,067	0,011	0,008	1,244
	0,520	0,171	0,075	0,136	0,026	0,030	0,023	0,039	0,018	0,038	0,006	0,004	1,086
	0,667	0,171	0,075	0,136	0,026	0,023	0,029	0,039	0,018	0,052	0,006	0,006	1,249

Eşitlik (8-9) kullanılarak pozitif (d+) ve negatif (d-) ideal çözüme uzaklıklar her bir kriter için hesaplanmıştır.

Tablo 4.46: Bulanık TOPSIS sıralama

CCI	SIRALAMA	
0,0536	3	Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi
0,0598	2	Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi
0,0522	4	Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi
0,0601	1	İş organizasyonu Stratejisi

Büyükten küçüğe indisler hesaplanarak sıralama elde edilmiştir. Sayı 1'e ne kadar yakın ise pozitif ideal çözüme o kadar yakındır.

Tablo 4.47: TOPSIS ve bulanık TOPSIS sıralaması karşılaştırma

	Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi	Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi	Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi	İş organizasyonu Stratejisi
TOPSIS	0,14777 (4)	0,65785 (1)	0,34215 (3)	0,44690 (2)
Bulanık TOPSIS	0,0536 (3)	0,0598 (2)	0,0522 (4)	0,0601 (1)

Tablo 4.47'de görüldüğü üzere iki analiz arasındaki fark sıralamada TOPSIS sıralaması ilk sırada çıkan Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi bulanık TOPSIS analizinde ikinci sırada çıkmıştır. TOPSIS analizinde ikinci sırada çıkan İş Organizasyonu Stratejisi ise ikinci sırada yer alırken Bulanık TOPSIS yönteminde ilk sırada çıkmıştır. İlk iki sırada çıkan strateji analizin skalası daha geniş belirlenince sıralaması kendi aralarında yer değiştirmiştir. Aynı örüntü üçüncü ve dördüncü analiz içinde geçerlidir. TOPSIS analizinde üçüncü sırada yer alan Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi Bulanık TOPSIS analizinde dördüncü olarak yer almıştır. TOPSIS analizinde dördüncü yer alan Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi Bulanık TOPSIS yönteminde üçüncü sırada yer almıştır. Bunun sebebi Bulanık AHP ile yapılan analizin daha geniş bir skalayı içeren sayılar ile yapılmasıdır.

5. SONUÇ

Dünyanın hızla dijital çağa adapte olması ile birlikte pek çok sektör dijital dünyaya adım atmıştır. Lojistik sektörü de kendi içerisinde kullandığı teknolojiler, çalışma alanları ve gelecek teknolojilere adapte edilebilmesi açısından dijital çağa adım atma ve ilerleme konusunda önemli sektörlerin başında gelmektedir. Dijitalleşme ile ilgili literatür taraması yapılmış ve pek çok farklı sektörde bu alanda çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Lojistikte üzerinde çalışma yapılan alanlardan biridir. Yapılan literatür taramasında özellikle lojistikte dijitalleşme stratejilerinin çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenmesi üzerine yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın özgün değeri ve literatüre yaptığı katkı burada ortaya çıkmaktadır. AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak dijitalleşmeye geçmek isteyen bir işletmenin nasıl bir strateji izlemesi üzerine çalışılmış ve sonuçlara göre seçilen stratejiler içerisinde bir sıralama yapılmıştır.

Literatür araştırmaları ile çalışma için kriterler belirlenmiştir. Bartın ilinde demir çelik sektöründe faaliyet gösteren MESCİER Demir Çelik Sanayi ve Ticaret AŞ. bünyesinde lojistik departmanında çalışan uzman görüşleri alınarak kriterler için değerlendirme alınmıştır. Uzman görüşleri alınarak kriterler AHP yöntemine uygun olarak derecelendirilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan AHP analizi ile ilk olarak ana kriterler hesaplanmıştır. Hesaplanan ana kriterlerden Yönetimin Tavrı 0,438 ile öne çıkmıştır. Yönetimin Tavrını en yakın sonuç ile takip eden olan ana kriter 0,356 ile Çalışan Yeteneğidir. Yenilikçi Düşünce 0,150 ile üçüncü sıradadır. En son sırayı Teknik Alt Yapı 0,05 ile almıştır. Alt kriterler için öne çıkan ilk kriter 0,76 ile Yenilikçi Düşünce ana kriterinin alt kriteri olan Süreç Dijitalleşmedir. Süreç dijitalleşmeyi 0,745 ile Yönetimin Tavrı ana kriterinin alt kriteri olan Bilgi Kalitesi takip etmektedir. Üçüncü sırada yer alan alt kriter 0,728 ile Çalışan Yeteneği ana kriterinin alt kriteri olan Dijital Öğrenmedir. Sıralama diğer alt kriterler için sırasıyla 0,696 ile Yeterli Araç Desteği, 0,231 ile Alt Yapının Entegre Edilmesi, 0,216 ile Dijital İnsan Kaynakları, 0,152 ile Dijitalleşme Kültürüne Geçiş, 0,134 ile Liderin Tavrı, 0,120 ile Veri ve İçerik Yönetimi, 0,079 ile İyileştirmeler, 0,071 ile Analitik Unsurlar en son sırada ise 0,055 ile Çalışan Bağlılığı ve İletişim alt kriteri çıkmıştır.

Yukarıda çıkan AHP sonuçlarının global değerleri alınmış ve TOPSIS analizine geçilmiştir. Burada yöntemin tüm aşamaları hesaplanmış ve literatür taraması ve uzmanların görüş ve değerlendirmeleri alınarak seçilen dört strateji sıralanmıştır. Bir işletmenin lojistik alanında dijitalleşmeye geçişte uygulayacağı ilk Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi 0,657 ile ilk sırada çıkmıştır. İkinci sırayı 0,446 ile İş organizasyonu Stratejisi almış. Üçüncü sırayı 0,342 ile Yönetici ve Personel Yönetimi stratejisi alırken son sırayı 0,147 ile Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi almıştır.

Çalışmada yapılan analizler olarak daha da detaylandırılmak üzere AHP ve TOPSIS yöntemlerinin bulanık versiyonları uygulanmıştır. Böylece uzmanların görüşleri daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş, elde edilen veriler daha ayrıntılı çözümlenmiştir

Buckley AHP analizinde;

Bulanık TOPSIS analizinde çıkan sonuç sırası ile şu şekildedir; İş organizasyonu Stratejisi 0,0601 ile ilk sırada yer alırken, Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi 0,0598 ile ikinci sırada yer almıştır. Üçüncü sırada Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi 0,0536 son sırada Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi 0,0522 ile yer almıştır.

İki analiz arasındaki farkta dikkat çeken kısım; TOPSIS sıralaması ilk sırada çıkan Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi bulanık TOPSIS analizinde ikinci sırada çıkmıştır. TOPSIS analizinde ikinci sırada çıkan İş Organizasyonu Stratejisi ise ikinci sırada yer alırken Bulanık TOPSIS yönteminde ilk sırada çıkmıştır. İlk iki sırada çıkan strateji analizin skalası daha geniş belirlenince sıralaması kendi aralarında yer değiştirmiştir. Aynı örüntü üçüncü ve dördüncü analiz içinde geçerlidir. TOPSIS analizinde üçüncü sırada yer alan Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi Bulanık TOPSIS analizinde dördüncü olarak yer almıştır. TOPSIS analizinde dördüncü yer alan Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi Bulanık TOPSIS yönteminde üçüncü sırada yer almıştır. Bunun sebebi Bulanık AHP ile yapılan analizin daha geniş bir skalayı içeren sayılar ile yapılmasıdır.

Yapılan AHP-TOPSIS analizi ve Bulanık AHP-TOPSIS analizi birbirine entegre edilerek çıkan sonuca göre lojistikte dijitalleşmeye geçmeyi hedefleyen bir işletme öncelikle bu alanda yeni veriler toplanmalı ve hali hazırda elde bulunan verilerle birlikte işlenerek depo edilmeli ve bunun için gerekli düzen kurulmalıdır. Veri analiziyle birlikte dijitalleşmeye adapte olabilmesi için ekibini doğru ve amacına uygun olarak toplamalıdır. Ekipteki herkesin görev tanımı belirli olmalı ve tüm ekip iş birliğine ve öğrenmeye açık alanında uzman kişilerden oluşmalıdır. Kişilerin ve verilerin planı oluşturulduktan sonra yeni sistemi

geçişte yöneticilerin daha hâkim bir şekilde personel ile iletişim halinde olabilmesi için yeteneklerin, kaynakların ve yönetim sistemlerinin de düzenlenmesi gerekmektedir. Yöneticilerin oryantasyonu ve hâkimiyeti sağlanmasıyla tüm beşeri odaklı plan oturur. Beşeri plan oturduktan sonra lojistikte dijitalleşme için gerekli olan teknolojik alt yapının kurulması aşaması gelmektedir. Burada işletme için kaldırılabilir bir alt yapı oluşturulmalı ve mevcut alt yapı ile birbirlerine entegre edilmelidir.

Alanında uzmanların değerlendirmeli ile yapılan analizler sonucunda; lojistikte dijitalleşmeye geçmek isteyen işletmeler bu sıralamayı takip ederek maliyetten ve zamandan kazanarak daha hızlı adımlar ile işletmelerini dijital sürece entegre ederek rakiplerinin önüne geçerek rekabet piyasasında daha iyi şartlarda devamlılıklarını sağlayabilirler.

Literatürde benzerlerinden ayrışan bu çalışmada, kullanılan yöntemler değiştirilerek başka çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak daha farklı açılardan konu değerlendirilebilir çalışma daha ileri boyutlara taşınabilir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Basset, M., El-hoseny, M., Gamal, A. ve Smarandache, F. (2019). A novel model for evaluation Hospital medical care systems based on plithogenic sets. *Artificial Intelligence in Medicine*, 100: 1-19.
- Acar G. (2022). Covid 19 Salgını Sürecinde Kamu Çalışanlarının Stratejik Düşünce Ve Liyakat Anlayışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Ardahan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Ardahan*, 66 s
- Acar, Ö. F. ve Çetinçelik, K. (2020). Uluslararası ticarete taşıma türlerinin Türkiye'nin lojistik performans endeksinde etkisi ve iş yapma kolaylığı endeksi ilişkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(3), 887-905.
- Ahmad, N., Hasan, M. G. ve Barbhuiya, R. K. (2021). Identification and prioritization of strategies to tackle COVID-19 outbreak: A group-BWM based MCDM approach. *Applied Soft Computing*, 111: 1-13.
- Ak, A. E. ve Kağnicioğlu, C. H. (2021). Endüstri 4.0'in etkisiyle gelişen lojistik 4.0: sistematik bir literatür incelemesi. *In International Sustainable Business and Economic Strategies Congress*, 10-11 Aralık 2021, İstanbul, s. 106- 121.
- Akan, Ü. (2021). Türkiye'de Dış Ticaret Ve Lojistik Faktörü. *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli*, 102 s.
- Akbal, H. (2022). Lojistik yönetiminde yenilikçilik. *Disiplinlerarası girişimcilik ve yenilikçilik çalışmaları*, Ed.: Kızıl, S; Efe Akademi, s.109.
- Akleyek, S., Kılıç, E., Söylemez, B., Ergun, A. ve Aksaç, C. (2020). Nesnelerin interneti tabanlı sağlık izleme sistemleri üzerine bir çalışma. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(5): 80-89.
- Alkış, G., Piritini, S. ve Ertemel, A. V. (2020). Lojistik sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1): 371-395.
- Al-Mawali, H. (2023). proposing a strategy map based on sustainability balanced scorecard and DEMATEL for manufacturing companies. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 14(3): 565-590.
- Alptekin, Z. M. (2020). Dijitalleşme ve dijital sosyal sorumluluk iletişimi. *Uluslararası Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli Dergisi*, 3(2): 136-155.
- Altuntaş Vural, C., Roso, V., Halldórsson, Á., Ståhle, G. ve Yaruta, M. (2020). Can digitalization mitigate barriers to intermodal transport? An exploratory study. *Research in Transportation Business & Management*, 37: 100525.

- Ar, I. M., Erol, I., Peker, I., Özdemir, A. İ., Medeni, T. D. ve Medeni, I. T. (2020). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: A decision framework, *Expert Systems with Applications*, 158: 1-11.
- Arıkan, F. (2022). Kentsel Lojistik Tasarımı Ve Bursa Örneği. *Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi, İstanbul*, 137 s.
- Arslanhan, H. (2019). Ulaştırma Modu Seçimi Problemlerinin Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Çözümlemesi Ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, Antalya, 80 s.
- Asemi, A., Ko, A. ve Asemi, A. (2022). The AHP-TOPSIS based DSS for selecting suppliers of information resources. *2022 Second International Conference on Distributed Computing and High Performance Computing (DCHPC)*, İran, pp 104-116.
- Askarbekova, M. (2019). Lojistik Strateji Lojistik Entegrasyon Ve Örgütsel Çevrenin Firma Rekabetçiliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ve Kırgızistan Örneği. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Erzurum*, 109 s.
- Askarbekova, M. ve Güzel, İ. (2019). Lojistik strateji lojistik entegrasyon ve örgütsel çevrenin firma rekabetçiliği üzerindeki etkisi: Türkiye ve Kırgızistan örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(4): 1299-1317.
- Atar, B. ve Özata, M. (2020). Stratejik yönetim çerçevesinde endüstri 4.0, Bölüm 4. *Endüstri 4.0 Paradigması: İşletme Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü*, Ed.: Çetinkaya F.F. ve Şener E; Efe Akademik Yayıncılık, İstanbul, s. 77-93.
- Atmaca, M. ve Sevim, Z. (2018). Lojistik faaliyetlerin yönetimi ve maliyetlemesi: TR22 bölgesinde bir araştırma. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2): 265-291.
- Ayboğa, H. ve Görmüş, L. (2022). Endüstri 4.0-Türkiye'nin durumu ve yapılması gerekenler. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 17: 82-98.
- Aylak, B. L., Kayıkçı, Y. ve Taş, M. A. (2020). Türkiye’de lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin dijital trendlerinin incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(57): 98-116.
- Aylak, B., Oral, O. ve Yazıcı, K. (2021). Using artificial intelligence and machine learning applications in logistics Yapay zeka ve makine öğrenmesi tekniklerinin lojistik sektöründe kullanımı. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 8(1): 74-93.
- Aytekin, A., Ecer, F., Koca, G., Deli, İ., Bakır M., Yücesan, M., Gül, M., Görçün, Ö. F. ve Kayapınar Kaya, S. (2022). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Bulanık Küme Uzantıları ve Uygulamaları*. 1. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 222 s.

- Babayiğit, A. (2021). Tersine Sipariş Toplama Sistemi İçin Ürün Birlikteliğini Dikkate Alan Yeni Bir Sezgisel Yaklaşım. *Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kayseri, 81 s.*
- Bachchhav, B., Bharné, S., Choudhari, A. ve Pattanshetti, S. (2023). Selection of spot welding electrode material by AHP TOPSIS and SAW. *Materials Today: Proceedings*, 86: 1-6.
- Bakan, İ. ve Şekkeli, Z. H. (2015). Lojistik stratejilerinin lojistik yetenekler üzerine etkilerine ilişkin bir alan araştırması. *Sosyal Bilimler Dergisi (SOBİDER)*, 2(5): 398- 422.
- Baltacı, İ. (2020).Lojistik Sektöründe Dijital Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesi Ve Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Ana Bilim Dalı, İstanbul, 131 s.*
- Banerjee, B., Mondal, K., Adhikary, S., NathPaul, S., Pramanik, S. ve Chatterjee, S. (2022). Optimization of process parameters in ultrasonic machining using integrated AHP-TOPSIS method. *Materials Today: Proceedings*, 62(6): 2857-2864.
- Bathrinath, S., Bhalaji, R. K. A. ve Saravanasankar, S. (2020). Risk analysis in textile industries using AHP-TOPSIS. *Materials Today: Proceedings*, 45(2): 1257-1263.
- Bianchini, A. (2018). 3PL provider selection by AHP and TOPSIS methodology. *Benchmarking: An International Journal*, 25(1), 235-252.
- Bilgiç, E., Türkmenoğlu, M. A. ve Koçak, A. (2020). Dijitalleşmenin lojistik yönetimi bağlamında incelenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5(1), 56-69.
- Bilgiç, E., Türkmenoğlu, M. A. ve Koçak, A. (2020). Dijitalleşmenin lojistik yönetimi bağlamında incelenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5(1), 56-69.
- Borgström, B., Hertz, S. ve Jensen, L.-M. (2021). Strategic development of third-party logistics providers (TPLs): “Going under the floor” or “raising the roof”? *Industrial Marketing Management*, 97, 183-192.
- Bozkurt, C. ve Mermertaş, F. (2019). Türkiye ve G8 ülkelerinin lojistik performans endeksine göre karşılaştırılması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 7(2), 107-117.
- Büyüközkan, G. ve Göçer, F. (2018). An extension of aras methodology under interval valued intuitionistic fuzzy environment for digital supply chain. *Applied Soft Computing*, 69: 634-654.
- Büyüközkan, G. ve Göçer, F. (2019). Technology selection for logistics and supply chain management by the extended intuitionistic fuzzy TOPSIS. *International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA)*, İstanbul, s. 129-134.

- Canatan, A. B. (2019). Lojistik 4.0 İhtiyaçlarının Belirlenilmesinde KFG: Bir Lojistik Firmasında Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi Pazarlama Programı, Manisa*, 83 s.
- Candan, G. (2019). Bütünleşik bulanık ahp-vikor yaklaşımıyla demiryolu yük taşımacılığı etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 331-346.
- Chiam, Y. K. ve Muradi, S. B. (2023). systematic selection of blockchain platforms using fuzzy AHP-TOPSIS. *Malaysian Journal of Computer Science*, 36(2), 99–123.
- Çark, Ö. (2020). İşletmelerin dijital dönüşüm sürecinde “nesnelerin interneti” teknolojisinin etkisi. *Turkish Studies - Economy*, 15(3), 1247-1266.
- Çelik, F. B., Topçu, E. ve Onursal, F. S. (2020). Lojistik ve dijitalleşme. *Sektörlerin ve Mesleklerin Geleceği*, Ed.: Öz, S., Onursal, F. S., ve Terzioğlu, C.; Hiperyayın, İstanbul, s. 391- 414.
- Çevik, O. ve Gülcan, B. (2011). Lojistik faaliyetlerin çevresel sürdürülebilirliği ve Marco Polo programı. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 35-44.
- Çolak, V. (2019). Lojistik faaliyetler ve lojistik faaliyetlerin maliyetlenmesinin analizi: TRA2 bölgesi örneği. *Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Kars*, 119 s
- Çubukcu, M. (2019). Stratejik yönetim araştırmalarındaki ilerlemeler ve güncel tartışma konuları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(27), 35-57.
- Çubukçu, M. (2018). Stratejik yönetimin gelişim süreci ve stratejik yönetime dair literatürdeki güncel araştırma konularının sınıflandırılması. *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 61-84.
- Danışan, T., Gümüş, G., Ercan, Z., Güven, E. ve Tamer, E. (2022). Türkiye’de aşı taşıma sisteminde ahp ve topsis yöntemleri ile taşıma türü seçimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 47-58.
- Demiral, D. G. (2021). Endüstri 4.0'ın lojistik boyutu: lojistik 4.0. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (9), 231-251.
- Demiralay, E. (2022). Bulanık Ortamda Akıllı ve Sürdürülebilir Kriterlerle Tedarikçi Seçim Süreci İçin Strateji Geliştirme. *Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya*, 62 s.
- Demirkan, Y. (2021). 3PL Firma Seçimi ve Rota Minimizasyonuna Yönelik Bir Model Önerisi. *Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Gümüşhane*, 133 s.

- Dohale, V., Gunasekaran, A., Akarte, M. & Verma, P. (2021). An integrated Delphi-MCDM-Bayesian network framework for production system selection. *International Journal of Production Economics*, 242: 1-17.
- Durak, İ., Arslan, H. M. ve Özdemir, Y. (2021). Application of AHP–TOPSIS methods in technopark selection of technology companies: Turkish case. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(10): 1109-1123.
- Elena, K., Olga, K., Anna, B. ve Natalya, O. (2020). Main logistics digitalization features for business. *E3S Web of Conferences*. 164: 1-8.
- Erdoğan, M. (2021). Dünya'da Lojistik 4.0, Dijital Lojistiğin Gelişiminin Dünya Ticaretine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı, Konya*, 128 s.
- Ergenekon Arslan, A., Arslan, O. ve Yerel Kandemir, S. (2020). AHP–TOPSIS hybrid decision-making analysis: Simav integrated system case study. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 145: 1191–1202.
- Ergül, S. G. ve Coşmuş (2022). Lojistik köy seçimi için ahp-topsis temelli bir karar verme yaklaşımı. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(2), 321-340.
- Ertugut, R. ve Ustalı, N. K. (2021). Lojistik ve savunma lojistiği: etimolojik bir inceleme. *1st International Eurasian Conferences on Educational and Social Studies*, Antalya, s. 517-527.
- Es-Satty, A., Lemghari, R. ve Okar, C. (2020). Supply chain digitalization overview scor model implication. *2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*, Fez (Morocco).
- Feng, F., Song, B., Xu, J., Na, W., Zhang, K. ve Chai, Y. (2022). Multiple time scale state-of-charge and capacity-based equalisation strategy for lithium-ion battery pack with passive equaliser. *Journal of Energy Storage*, 53: 1-14.
- Ferraro, S., Cantini, A., Leoni, L. ve De Carlo, F. (2023). Sustainable logistics 4.0: A study on selecting the best technology for internal material handling. *Sustainability*, 15(9): 7067.
- Fischer, M., Imgrund, F., Janiesch, C. ve Winkelmann, A. (2020). Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management. *Information & Management*, 57(5): 23-37.
- G.Ribeiro, S., A.S.Ivo, A., G.V.Ferreira, M. ve R.Silva, R. (2023). SOHCO: A strategy for constructing efficient teams. *IEEE Access*, 11: 14575-14586.
- G.Venkatesh, V., Zhang, A., Deakins, E., Luthra, S. ve Mangla, S. (2018). A fuzzy AHP–TOPSIS approach to supply partner selection in continuous aid humanitarian supply chains. *Annals of Operations Research*, 283:1517–1550.

- Gedik, Y. (2021). Endüstri 4.0 teknolojilerinin ve endüstri 4.0'ın üretim ve tedarik zinciri kapsamındaki etkileri: Teorik bir çerçeve. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), 248-264.
- Genç, E. (2020). Lojistik bölümü öğrencilerinin lojistiğin dijitalleşmesi sürecine yaklaşımları: öğrencilerin bireysel yenilikçilik düzeyleri ve endüstri 4.0'a bakış açıları kapsamında değerlendirilmesi. *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 6(24): 1003-1026.
- Genç, R. (2010). Lojistik yönetimde çevresel değişimler bağlamında stratejik uygulamalar. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 10(19), 598-614.
- Gergin, R. E. (2023). Bütünleşik bulanık ÇKKV yaklaşımı ile dijital tedarik zinciri açısından en uygun sektörün belirlenmesi Determining the most suitable sectors in terms of the digital supply chain by integrated fuzzy MCDM approach. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2): 158-171.
- Görçün, Ö. F., Pamucar, D. ve Biswas, S. (2023). The blockchain technology selection in the logistics industry using a novel MCDM framework based on fermatean fuzzy sets and dombi aggregation. *Information Sciences*, 635: 345-374.
- Görmüş, L. (2022). Endüstri 4.0- Türkiye'nin Durumu Ve Yapılması Gerekenler. *Yüksek Lisans Tezi, Esenyurt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı İşletme Yönetimi Bilim Dalı*, 91 s.
- Göv, S. A. ve Erdoğan, D. (2020). Dördüncü endüstri devriminin (endüstri 4.0) neresindeyiz?. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 299-318.
- Gupta, A., KumarSingh, R. ve KrMangla, S. (2021). Evaluation of logistics providers for sustainable service quality: Analytics based decision making framework. *Annals of Operations Research*, 315:1617-1664.
- Gülenç, İ. F. ve Karagöz, B. (2008). E-lojistik ve Türkiye'de e-lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15: 73-91.
- Güler, M. ve Büyüközkan, G. (2019a). Dijital şirketler için ahp-vikor teknikleriyle strateji seçimi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 14(1): 1-14.
- Güler, M. ve Büyüközkan, G. (2019b). Analysis of digital transformation strategies with an integrated fuzzy AHP-axiomatic design methodology. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13): 1186-1191.
- Güllü, O. (2021). Yükseköğretimde Dijitalleşme. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilişim Bilim Dalı, İstanbul*, 113 s.
- Gülsün, B. ve ErKayman, B. (2018). Lojistikte taşıma şekillerinin belirlenmesi: bir kombine taşımacılık örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 2(2), 37-51.

- Gültekin, Y. ve Çelik, M. (2023). Türkiye-Fransa mermer taşımacılığında optimal rotanın çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(2): 233-259.
- Gültepe, M. ve Yılmaz, E. (2022). Tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağının etki seviyelerinin belirlenmesi ve tedarikçi seçimi optimizasyonu için ahp ve matematik programlama modelini içeren yeni bir yaklaşım. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 34(2), 262-270.
- Güner, M., Mert, H. ve Duyar, G. (2022). Dijitalleşme sürecinin gelişimi ve muhasebe uygulamalarına etkileri yönünden istanbul ilinde smmm'ler üzerinde bir araştırma. *Accounting & Auditing Review*, 22(66), 195-218.
- Güngör, G. (2022). Strateji Oluşturmak İçin Performans Ölçüm Sistemlerinin Kullanılması ve Örgütsel Performansa Olan Etkilerinin Araştırılması. *Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, 148 s.*
- Halboot Muhsen, D., Tarish Haider, H., Mahjoob Al-Nidawi, Y. ve Khatib, T. (2019). Domestic load management based on integration of mode and ahp-topsis decision making methods. *Sustainable Cities and Society*. 50: 1-14.
- Harrison, R. (2019). Dynamically integrating manufacturing automation with logistics. *International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, Zaragoza, pp 21-40.
- Hashemizadeh, A. ve Ju, Y. (2019). Project portfolio selection for construction contractors by MCDM–GIS approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16: 8283-8296.
- Ider, M. ve Barekatin, B. (2020). An enhanced AHP–TOPSIS-based load balancing algorithm for switch migration in software-defined networks. *The Journal of Supercomputing*. 77: 563–596.
- Inkinen, T., Helminen, R. ve Saarikoski, J. (2021). Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization. *Research in Transportation Business & Management*, 41: 1-11.
- Issabayev, G. ve Issabayeva, A. (2020). Digital agropolis as a model of sustainable development in rural areas of eurasia region. Chapter 4. *Toward Sustainability Through Digital Technologies and Practices in the Eurasian Region*, Kazakhstan 50-70.
- İnci, H. (2019). İşletmelerin Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanımı: Karadeniz Bölgesi Fındık Sanayicileri ve İhracatçıları Üzerine Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi, Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Uluslararası Ticaret ve Lojistik Programı, İstanbul, 138 s.*
- Jena, R. ve Pradhan, B. (2020). Integrated ANN-cross-validation and AHP-TOPSIS model to improve earthquake risk assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50: 1-16.

- Ji, R., Wen, S. ve Wang, R. (2021). The choice of suning appliance's distribution model based on ahp and topsis. *Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, Kunming, s. 4150-4154.
- Kabak, M. ve Çınar, Y. (2021). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel ve Software Çözümlü Uygulamalar*. 1. Basım, Nobel Yayınları, Ankara, 376 s.
- Kahraman, Y., Ünal, Y. ve Ekinci Hamamcı, E. D. (2021). Bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle tarım sektörü dış ticaret performans analizi: seçili OECD ülkeleri. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(2), 423-455.
- Kamacı, K. ve Samancı, T. H. (2020). Pazarlamada lojistik faaliyetler ve maliyetler. *Hiperyayın*: 717, Hiper Yayıncılık: İstanbul, 91 s.
- Karakurt, B. (2022). Belediyelerin Stratejik Planlarında Çevre: İzmir ve Sakarya Büyükşehir Belediyeleri Üzerinden Bir İnceleme, *Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Malatya*, 114 s.
- Karakuş, F. (2020). Endüstri 4.0 Sürecinde Lojistiğin Yiyecek Ve İçecek Endüstrisine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı, Balıkesir*, 154 s.
- Kaur, R., Singh, S. ve Kumar, H. (2018). Authcom: authorship verification and compromised account detection in online social networks using ahp-topsis embedded profiling based technique. *Expert Systems with Applications*, 113: 397-414.
- Kaya, İ., Çolak, M. ve Terzi, F. (2019). A comprehensive review of fuzzy multi criteria decision making methodologies for energy policy making. *Energy Strategy Reviews*, 24: 207-228.
- Kayapınar Kaya, S. ve Aycin, E. (2021). An integrated interval type 2 fuzzy AHP and COPRAS-G methodologies for supplier selection in the era of Industry 4.0. *Neural Computing and Applications*, 33:10515-10535.
- Kaymaz, Y. (2020). Çok Derinlikli Otomatik Depolama Ve Çekme Sistemlerinde Depo Lokasyon Atama Optimizasyonu. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İşletme Bilim Dalı, İzmir*, 222 s.
- Kendir, K. (2021). OECD Ülkelerinin Eğitim ve Sağlık Göstergeleri Bakımından Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Ana Bilim Dalı, Sivas*, 157 s.
- Khan, A.S., Naim, I., Kusi-Sarpong, S., Gupta, H. ve RahmanIdrisi, A. (2021). A knowledge-based experts' system for evaluation of digital supply chain readiness. *Knowledge-Based Systems*. 288.

- Koçak, R. D. (2020). Lojistiğin tarihsel gelişimi: askeri gereksinimden işletme lojistiğine ve tedarik zinciri yönetimine evrilme süreci. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(58), 246-258.
- KumarMishra, P., Nadda, R., Kumar, R., Rana, A., Sethi, M. ve Ekileski, A. (2018). Optimization of multiple arcs protrusion obstacle parameters using AHP-TOPSIS approach in an impingement jet solar air passage. *Heat and Mass Transfer*. 54: 3797-3808.
- Kurtlu, A. (2021). Artırılmış gerçeklik ve simülasyon teknolojilerinin muhasebe eğitime etkileri. *International Kaoru Ishikawa Business Administration And Economy Congress*, Ankara, s. 93-101.
- Liu, H., Islam, S., Liu, X. ve Wang, J. (2020). Strategy-oriented digital transformation of logistics enterprises: the roles of artificial intelligence and blockchain. *International Conference on Innovative Technologies in Intelligent Systems and Industrial Applications (CITISIA)*, Sidney, pp 1-5.
- Liu, W., Wang, S., Dong, D. ve Wang, J. (2020). Evaluation of the intelligent logistics eco-index: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 274: 1-15.
- Luder, A., Baumann, L., Behnert, A.-K., Rinker, F. ve Biffl, S. (2020). Paving Pathways for Digitalization in Engineering: Common Concepts in Engineering Chains. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, Viyana, pp 1401- 1404.
- Mehra, K. S., Goel, V., Singh, S., Pant, G. ve Singh, A. K. (2023). Experimental investigation of emission characteristics of CI engine using biodiesel-diesel blends and best fuel selection: An AHP-TOPSIS approach. *Materials Today: Proceedings*, 86: 21-27.
- Mercimek A. F. ve Geçkil, T. (2021). Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne uygulanması: Lojistik 4.0, *Five Zero*, 1(1), 57-77.
- Merve, E. R., Avcı, S. ve Aladağ, Z. (2022). Bir lojistik işletmesinde tesis depo performansının Copras ve Topsis yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(4), 937-944.
- Nuengphasuk, M. ve Samanchuen, T. (2019). Selection of logistics service provider for e-commerce using ahp and topsis: a case study of SMEs in Thailand. *Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference*, Bangkok, pp 1-5.
- Oğuz, İ. H. ve Oğuz, D. (2020). Türkiye ekonomisinde lojistik. *International Journal Of Business And Economic Studies*, 1(2), 65-74.
- Okatan, D. ve Yıldırım, Y. (2021). Endüstri 4.0 teknolojilerinin turizm sektörüne yansımaları: literatür incelemesi. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 4(2), 168-185.

- Okumuşoğlu, N. T. (2022). Tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşmenin kalite performansı üzerindeki etkisi: üretim sektörü çalışanları üzerinde bir uygulama. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3): 17-27.
- Öz Aytekin, H. (2022). Büyüme Stratejilerinin Örgüt Performansına Etkisinde Lojistik Stratejilerin Düzenleyici Ve Örgüt Yapılarının Aracı Rolünün Havacılık Sektörü Bağlamında Araştırılması. *Doktora Tezi, Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı, İstanbul*, 148 s.
- Özçelik, M. ve Akçay, V. H. (2019). Bankacılık sektöründe dijitalleşmenin kariyer platosu ile ilişkisi. *Türk İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(22): 150-163.
- Özdağoğlu, A., Ulutaş, A. ve Keleş, M. K. (2022). Lojistik değerlendirme ölçütlerine göre ülke sıralamaları: farklı yöntemlerin sıralama üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 512-541.
- Özdemir, A. ve Özgüner, M. (2018). Endüstri 4.0 ve lojistik sektörüne etkileri: Lojistik 4.0. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 6(4), 39-47.
- Özekenci, E. K. (2023). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı lojistik merkez kuruluş yeri seçimi: çukurova bölgesi üzerine bir araştırma. *Tarsus Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1): 70-84.
- Özekenci, E. K. (2023). Türkiye’de e-lojistiğin kilit başarı faktörlerinin belirlenmesi: ahp-viktor bütünleşik yöntem. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 7(1): 92-103.
- Özgüner, M. ve Ovalı, E. (2022). Karayolu taşımacılığı yapan bir lojistik firmasının araç seçimi probleminin entropi tabanlı topsis ve aras yöntemleri ile çözümlenmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 6(3), 3287-3308.
- Pan, S., Trentesaux, D., McFarlane, D., Montreuil, B., Ballot, E. ve Q.Huang, G. (2021). Digital interoperability and transformation in logistics and supply chain management: Editorial. *Computers in Industry*, 129: 1-5.
- Pandey, H. W., Kumar, R. ve Mandal, R. K. (2023). Ranking of mitigation strategies for duck curve in indian active distribution network using mcdm. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 1: 1-21.
- Pesode, P., Barve, S., V.Wankhede, S., R.Jadhav, D. ve K.Pawar, S. (2022). Titanium alloy selection for biomedical application using weighted sum model methodology. *Materials Today: Proceedings*, 72(3): 724-728.
- Poyraz, B. (2022). Lojistik Hizmeti Veren Şirketlerde Kurumsal Girişimciliğin Liman İşletmeleri Bağlamında İncelenmesi: Çelebi Bandırma Limanı Örneği. *Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Girişimcilik Anabilim Dalı, Karabük*, 158 s.

- Prajapati, D., Daultani, Y., Cheikhrouhou, N. ve Pratap, S. (2020). Identification and ranking of key factors impacting efficiency of Indian shipping logistics sector. *OPSEARCH*, 57: 765-786.
- Rajak, M. ve Shaw, K. (2019). Evaluation and selection of mobile health (mHealth) applications using AHP and fuzzy TOPSIS. *Technology in Society*, 59: 1-17.
- Rajput, V., KumarSahu, N. ve Agrawal, A. (2021). Integrated AHP-TOPSIS methods for optimization of epoxy composite filled with Kota stone dust. *Materials Today: Proceedings*. 50(5): 2371-2375.
- Rani, M. ve Kaushal, S. (2022). Geoclust: feature engineering based framework for location-sensitive disaster event detection using ahp-topsis. *Expert Systems with Applications*, 210: 1-17.
- Ricardianto, P., Christy, E., Pahala, Y., Abdurachman, E., Soekirman, A., RinganPurba, O., ... Endri, E. (2023). Digitalization and logistics service quality: Evidence from Indonesia national shipping companies. *International Journal of Data and Network Science*, 7: 781-790.
- Rodrigue, J. P. (2022). Home-based parcel deliveries: consumer and logistics patterns from retail digitalization. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4): 2413-2419.
- Sağlam, M. ve İnan, M. B. (2021). Sürdürülebilir rekabet avantajı kazanılmasında inovasyon, pazarlama stratejileri ve dijitalleşme arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Business Economics and Management Research Journal*, 4(2): 118-137.
- Sathyan, R., Parthiban, P., Dhanalakshmi, R. ve S.Sachin, M. (2022). An integrated Fuzzy MCDM approach for modelling and prioritising the enablers of responsiveness in automotive supply chain using Fuzzy DEMATEL Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS. *Soft Computing*, 27: 257-277.
- Sayar, S. (2019). Dijitalleşme İle Yeni Oluşan Kavramlar: Endüstri 4.0, İot Ve Blockchain Uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul, 91 s.*
- Senarak, D. ve Kritchanchai, D. (2020). 3PL managed spd-based logistics management model for hospital supply chain: a case study of hospital supply chain in thailand. *International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, Bankok, pp 479-483.
- Seyhan, Ç. (2019). Lojistik 4.0: Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Uyarlanması Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı, İstanbul, 136 s.*
- Sharma, V., LalMeena, M., Kumar, M. ve Patnaik, A. (2021). Optimization of waste fly ash powder filled glass fiber reinforced epoxy composite by hybrid AHP-TOPSIS approach. *Materials Today: Proceedings*. 44(6): 4789-4794.

- Sharmin, S. ve Solaiman, K. (2019). BigBank: A GIS Integrated AHP-TOPSIS Based Expansion Model for Banks. *2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*, Sorrento, pp 311-318.
- Singh, R., DeepSingh, C. ve Deepak, D. (2021). Analyzing performance indicators of advanced manufacturing technology implementation using MCDM. *Materials Today: Proceedings*. 47(13): 3750-3753.
- Stević, Ž., Ulutaş, A., Korucuk, S., Memiş, S., Demir, E., Topal, A. ve Karamaşa, Ç. (2023). Supply chain management (scm) breakdowns and scm strategy selection during the covid-19 pandemic using the novel rough mcdm model. *Complexity*, 19(1): 12-22.
- Şendoğdu, A. A. (2020). Endüstri 4.0 devriminde robotik kaynaklar yönetimi bağlamında insan kaynakları yönetiminde yeni açılımların kaçınılmazlığı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 141-161.
- Taşlıyan, M., Çiçeklioğlu, H. ve Yılmaz Ö.İ. (2016). “Lojistik yönetiminde dış kaynak kullanımının önemi”. *International Journal of Academic Value Studies*, 2 (5): 35-55.
- Turan Çelik, G. (2019). Bilişim İşletmelerinde Strateji Geliştirme Sürecinde Büyük Verinin Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Düzce, 151 s.*
- Tutar, S. (2019). Endüstri 4.0’ın muhasebe mesleğine olası etkileri. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3(2), 323-344.
- Türkoğlu, M. ve Duran, G. (2019). Lojistik sektörünün önemi ve bölgesel kalkınmaya katkıları. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Ve Güzel Sanatlar Dergisi*, 1(2), 86-97.
- Tyagi, M., Kumar, P. & Kumar, D. (2018). Assessment of CSR based supply chain performance system using an integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21: 378-406.
- Ulusoy, G. (2019). *Endüstri 4.0 uygulamalarının lojistik sektöründe operasyonel verimlilikle ilişkisi üzerine bir araştırma* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Ulutaş, A. ve Karaköy, Ç. (2019). G-20 Ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 71-84.
- Uslu, B., Gür, Ş. ve 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): 13-28.
- Vorontsova, Y. ve Baranov, V. (2020). Transversal applying of the digitalization strategy. *E-Management*, 4: 85-91.

- Vafadarnikjoo, A., BadriAhmadi, H., J.H.Liou, J., Botelho, T. ve Chalvatzis, K. (2021). Analyzing blockchain adoption barriers in manufacturing supply chains by the neutrosophic analytic hierarchy process. *Annals of Operations Research*, 310: 211-230.
- Validi, S., Bhattacharya, A. ve J.Byrne, P. (2018). Sustainable distribution system design: a two-phase DoE-guided meta-heuristic solution approach for a three-echelon bi-objective AHP-integrated location-routing model. *Annals of Operations Research*, 290:191-222.
- VanThanh, N. (2022). A Dynamic Decision Support System for Sustainable Supplier Selection under Fuzzy Environment. *Processes*, 10(8): 15-32.
- Vilalta-Perdomo, E., Salinas-Navarro, D. E., Michel-Villarreal, R. ve García Bustamante, R. (2022). Digitalization of the logistics process in short food supply chains. an online viable system model application during the COVID-19 pandemic. *Systemic Practice and Action Research*, 36: 509-534.
- Wang, B., Xie, H. L., Ren, H. Y., Li, X., Chen, L. ve Wu, B. C. (2019). Application of AHP TOPSIS and TFNs to plant selection for phytoremediation of petroleum-contaminated soils in shale gas and oil fields. *Journal of Cleaner Production*, 233: 13-22.
- Yang, C.H., Liu, Y.Y., Chiang, C.H. ve Su, Y.W. (2022). National IoMT platform strategy portfolio decision model under the COVID-19 environment: based on the financial and non-financial value view. *Annals of Operations Research*, 122(4): 381-385.
- Yavaş, V. ve Özen Y. (2023). A study on critical factors of digitalization in reverse logistics. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 1-6.
- Yazır, D. ve Tekel, Y. (2022). Türkiye, İngiltere ve Çin halk cumhuriyeti üçgeninde denizcilik kümelenmelerinin bulanık ahp yöntemi ile analizi. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 181-208.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Yılmaz, H. ve Kabak, Ö. (2020). Prioritizing distribution centers in humanitarian logistics using type-2 fuzzy MCDM approach. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(5): 1199-1232.
- Yılmaz, Ü. ve Duman, B. (2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin lojistik faaliyetleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 1-7.
- Yılmaz, Ü. ve Kuvat, Ö. (2021). Nesnelerin interneti teknolojisinin lojistik faaliyetlerindeki uygulama alanları ve verimliliğe etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31: 746-754.

Zhou, H., Wang, Q., Wang, L., Zhao, X. ve Feng, G. (2023). Digitalization and third-party logistics performance: exploring the roles of customer collaboration and government support. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(4): 467-488.



EKLER

EK 1: Çalışan yeteneği için dilsel terim matrisi

E	Ö	KÖ
1/Ö	E	Z
1/KÖ	1/Z	E

EK 2: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi

ÇALIŞAN YETENEĞİ (C1)	C11			C12			C13		
Dijital Öğrenme (C11)	1	1	1	3	5	7	7	9	9
Dijital İnsan Kaynakları (C12)	0,14	0,20	0,33	1	1	1	1	3	5
Çalışan Bağlılığı ve İletişim (C13)	0,11	0,11	0,14	0,20	0,33	1	1	1	1

EK 3: Çalışan yeteneğinin geometrik ortalaması

	L	M	U
r1	2,759	3,557	3,979
r2	0,523	0,843	1,185
r3	0,281	0,333	0,523
r toplam	3,563	4,733	5,687

EK 4: Durulaştırma

	L	M	U		Durulaştırma		normalize
w1	9,83	16,84	22,63		16,43		0,73
w2	1,86	3,99	6,74		4,20		0,19
w3	1,00	1,58	2,97		1,85		0,08
				Toplam	22,48		

EK 5: Çalışan yeteneği için tutarlılık analizi

Tutarlılık						Eigen			
r1	1	5	9		3,557	0,751	AW1	2,27	3,029
r2	0,20	1	3		0,843	0,178	AW2	0,54	3,028
r3	0,11	0,33	1		0,333	0,070	AW3	0,21	3,028
					4,733	1,000			

EK 6: Lamda hesabı

L Max		CI	RI	CI/RI		
3,028387		0,014	0,58	0,02	<10	TUTARLI

EK 7: Yönetimin tavrı için dilsel terim matrisi

E	ÇÖ	Ö
1/ÇÖ	E	EÖ
1/Ö	1/EÖ	E

EK 8: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi

Yönetimin Tavrı C2		C21			C22			C23	
Bilgi Kalitesi (C21)	1	1	1	5	7	9	3	5	7
Veri ve İçerik Yönetimi (C22)	0,11	0,14	0,2	1	1	1	1	1	3
Liderin tavrı (C23)	0,14	0,20	0,33	0,33	1	1	1	1	1

EK 9: Geometrik ortalama

	L	M	U
r1	2,466	3,271	3,979
r2	0,481	0,523	0,843
r3	0,362	0,585	0,693
r toplam	3,309	4,379	5,516

EK 10: Durulaştırma

	L	M	U		Durulaştırma		Normalize
w1	8,16	14,32	21,95		14,81		0,73
w2	1,59	2,29	4,65		2,84		0,14
w3	1,20	2,56	3,82		2,53		0,13
			toplam		20,18		

EK 11: Tutarlılık analizi

Tutarlılık						Eigen			
r1	1	7	5		3,271	0,747	AW1	2,25	3,013
r2	0,14	1	1		0,523	0,119	AW2	0,36	3,013
r3	0,20	1	1		0,585	0,134	AW3	0,40	3,013
					4,379	1,000			

EK 12: Lamda hesabı

L Max		CI	RI	CI/RI		
3,013		0,006	0,58	0,011	<10	TUTARLI

EK 13: Yenilikçi düşünce için dilsel terim matrisi

E	KÖ	ÇÖ
1/KÖ	E	EÖ
1/ÇÖ	1/EÖ	E

EK 14: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi

Yenilikçi Düşünce (C3)		c31			c32			c33	
Süreç Dijitalleştirme (C31)	1	1	1	7	9	9	5	7	9
Dijitalleşme Kültürüne Geçiş (C32)	0,11	0,11	0,14	1	1	1	1	1	3
İyileştirmeler (C33)	0,11	0,14	0,20	0,33	1,00	1	1	1	1

EK 15: Geometrik ortalama

	L	M	U
r1	3,27	3,98	4,33
r2	0,48	0,48	0,75
r3	0,33	0,52	0,58
r toplam	4,08	4,98	5,67

EK 16: Durulaştırma

	L	M	U		Durulaştırma.		Normalize
w1	13,36	19,83	24,51		19,23		0,78
w2	1,96	2,39	4,27		2,88		0,12
w3	1,36	2,61	3,31		2,43		0,10
				toplam	24,54		

EK 17: Tutarlılık analizi

Tutarlılık						Eigen			
r1	1	9	7		3,98	0,80	AW1	2,40	3,01
r2	0,11	1	1		0,48	0,10	AW2	0,29	3,01
r3	0,14	1,00	1		0,52	0,10	AW3	0,32	3,01
					4,98	1,00			

EK 18: Lamda hesabı

L max		CI	RI	CI/RI		
3,01		0,00	0,58	0,01	<10	TUTARLI

EK 19: Teknik altyapı dilsel terim matrisi

E	Ö	ÇÖ
1/Ö	E	Ö
1/ÇÖ	1/Ö	E

EK 20: Bulanık AHP sayıları ile karar matrisi

Teknik Alt Yapı (C4)		c41			c42			c43	
Yeterli Araç Desteği (C41)	1	1	1	5	7	9	7	9	9
Alt Yapının Entegre Edilmesi (C42)	0,111	0,143	0,2	1	1	1	1	1	3
Analitik Unsurlar (C43)	0,111	0,111	0,143	0,333	1	1	1	1	1

EK 21: Geometrik ortalama

	L	M	U
r1	3,27	3,98	4,33
r2	0,48	0,52	0,84
r3	0,33	0,48	0,52
r toplam	4,08	4,98	5,69

EK 22: Durulaştırma

	L	M	U		Durulaştırma		Normalize
w1	13,36	19,83	24,63		19,27		0,782
w2	1,96	2,61	4,80		3,12		0,127
w3	1,36	2,39	2,98		2,24		0,091
				Toplam	24,64		

EK 23: Tutarlılık analizi

Tutarlılık						Eigen			
r1	1	7	9		3,98	0,80	AW1	2,40	3,01
r2	0,14	1	1		0,52	0,10	AW2	0,32	3,01
r3	0,11	1	1		0,48	0,10	AW3	0,29	3,01
					4,98	1,00			

EK 24: Lamda hesabı

L Max		CI	RI	CI/RI		
3,01		0,003539	0,58	0,01	<10	TUTARLI