



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

**E-TİCARET YÖNTEMİ İLE FAALİYET GÖSTEREN
FİRMALARDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN BLOKZİNCİR
TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI VE SEÇİMİ: BULANIK ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE BİR
UYGULAMA**

Doktora Tezi

Aycan KAMA

**Danışman
Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN**

**NEVŞEHİR
Temmuz 2023**



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

**E-TİCARET YÖNTEMİ İLE FAALİYET GÖSTEREN
FİRMALARDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN BLOKZİNCİR
TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI VE SEÇİMİ: BULANIK ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE BİR
UYGULAMA**

Doktora Tezi

Aycan KAMA

**Danışman
Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN**

**NEVŞEHİR
Temmuz 2023**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmada tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tezi Hazırlayan

Aycan KAMA

TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK

“E-Ticaret Yöntemi İle Faaliyet Gösteren Firmalarda Tedarik Zinciri İçin Blokzincir Teknolojisi Uygulaması ve Seçimi: Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Bir Uygulama” adlı Yüksek Lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Aycan KAMA

Danışman

Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

İşletme Ana Bilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU

KABUL VE ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN danışmanlığında Aycan KAMA tarafından hazırlanan “E-Ticaret Yöntemi İle Faaliyet Gösteren Firmalarda Tedarik Zinciri İçin Blokzincir Teknolojisi Uygulaması ve Seçimi: Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Bir Uygulama” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

...../...../.....

JÜRİ

Danışman: Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

Üye: Doç. Dr. Ebrucan İSLAMOĞLU

Üye: Doç. Dr. Aylin ALKAYA

Üye: Doç. Dr. Yusuf ERSOY

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SEÇME

İMZA

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

TEŐEKKÜR

Doktora eğitim sürecimin ilk günden itibaren yardım ve desteğini esirgemeyen, her daim bilgi ve tecrubesinden faydalandığım saygıdeğer danışmanın Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN' a, tez çalışmam boyunca bana zaman ayırarak destek olan Doç. Dr. Ebrucan İSLAMOĞLU, Doç. Dr. Aylin ALKAYA, Doç. Dr. Yusuf ERSOY ve Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SEÇME' ye çok teőekkür ederim. Ayrıca doktora sürecim boyunca her zaman bana destek olan kıymetli Prof. Dr. şevki ÖZGENER' e çok teőekkür ederim. Bu süreçte desteklerini esirgemeyen öncelikle annem Lemanur KAMA ve babam Mehmet Ali KAMA' ya, ablam Aysun KAMA, kardeşim Işılay KAMA ve yeğenim Alparslan' a teőekkür ederim.



E-TİCARET YÖNTEMİ İLE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALARDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI VE SEÇİMİ: BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE BİR UYGULAMA

Aycan KAMA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana
Bilim Dalı, Doktora, Temmuz 2023

Danışman: Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

ÖZET

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve internet kullanımının hızla artmasıyla birlikte, insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılama şekilleri de değişmektedir. Geleneksel alışveriş yöntemlerinin yerine çevrimiçi alışveriş yöntemi daha sık tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. İnsanların bu alışveriş yöntemini tercih etmelerinin başlıca nedeni, ürünlere 7/24 erişebilme, inceleme ve satın alma imkânına sahip olmalarıdır. Çevrimiçi alışveriş yöntemlerinin en sık kullanılanı elektronik ticaret (e-ticaret) olarak kabul edilmektedir.

E-ticaret firmalarının en önemli sorunlarından biri, tedarik zincirinde yaşanan aksaklıkların müşteri memnuniyetsizliğine kadar etkilerinin olmasıdır. E-ticaret yöntemiyle müşterilere ürünlerin istenilen zamanda ve istenilen mekâna ulaşması gerekmektedir. Tedarik zincirinde güvenlik, şeffaflık ve hızın sağlanabilmesi için blokzincir teknolojisinin kullanılabilmesi düşünülmektedir. Blokzincir, oldukça yeni bir teknoloji olmasına rağmen çeşitli alanlarda büyük avantajlar sunabileceği düşünülmektedir ve giderek daha popüler bir kavram haline gelmektedir. Blokzincir teknolojisinin özellikle tedarik zincirinde güvenlik açıklarını azaltma potansiyeli ve şeffaflık sağlama yeteneği, ürün ve hizmet süreçlerinin takip edilmesini kolaylaştırarak tedarik zincirinde önemli bir rol oynayabileceği görülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de en sık kullanılan ve her biri farklı sektörde faaliyet gösteren dört e-ticaret firmasının uzmanları ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, e-ticaret firmaları için en uygun blokzincir teknolojisini seçimi ve uygulamasının incelenmesi amacıyla bütünleşik BWM-bulanık VIKOR ve bütünleşik bulanık AHP-bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 6 ana kriter ve toplamda 22 alt kriterin önem ağırlıklarını belirlemek amacıyla iki ayrı yöntem yararlanılmıştır. Bu nedenle uzmanlardan aynı kriterler için iki farklı değerlendirme yapımları istenmiştir. BWM ve bulanık AHP yönteminde kullanılan matrislerin ve ölçeklerin farklı olması kriterlerin önem ağırlıklarında farklılıklar ortaya koymuştur. Bulunan iki ayrı önem ağırlıkları bulanık VIKOR yöntemine dahil edilerek çalışmanın alternatiflerinin sıralaması elde edilmiştir. Sonuç olarak iki ayrı yöntem ile hesaplanan kriter ağırlıklarının dâhil edildiği iki ayrı bulanık VIKOR sonucunda da alternatiflerin sıralamasının aynı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulanık VIKOR sonuçlarına göre alternatif sıralaması A1(kriptografi teknolojisi), A3(akıllı sözleşmeler), A2(dağıtık defter teknolojisi), A4(konsensus algoritması) şeklindedir. Analiz sonuçları değerlendirilerek, firmalara ve bu konu üzerine yapılacak çalışmalara yönelik bazı öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: E-ticaret, Tedarik Zinciri, Blokzincir Teknolojisi, BWM, Bulanık AHP, Bulanık VIKOR.

**BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLICATION AND SELECTION FOR
SUPPLY CHAINS OF COMPANIES OPERATING WITH E-COMMERCE: A
CASE STUDY USING FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING
METHODS**

Aycan KAMA

**Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Institute of Social Sciences, Department
of Business Administration, Doctoral Thesis, July 2023**

Supervisor: Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

ABSTRACT

Today, with the development of technology and the rapid increase in the internet use, the way people meet their wants and needs is also changing. Online shopping methods have become more frequently preferred over traditional shopping methods. People prefer this shopping method mainly because they can access, examine, and purchase products 24/7. Among the online shopping methods, electronic commerce (e-commerce) is acknowledged as the most commonly used one.

One of the major challenges e-commerce companies face is the potential impact of disruptions in the supply chain on customer dissatisfaction. With the e-commerce method, it is crucial for customers to receive products at the desired time and to the desired location. Blockchain technology is considered to be applicable in the supply chain ensure security, transparency, and speed in the supply chain. Despite being a relatively new technology, blockchain is believed to offer significant advantages in various fields and is becoming increasingly popular. Particularly in the supply chain, blockchain technology has the potential to reduce security vulnerabilities and provide transparency, making it easier to track product and service processes. As a result, it can play a crucial role in enhancing the efficiency and reliability of the supply chain.

In this study, interviews were conducted with the experts of four e-commerce companies, which are the most frequently used ones in Turkey and each operating in a different sector. The study aimed to examine selecting and implementing the most suitable blockchain technology for e-commerce companies, using the integrated BWM-fuzzy VIKOR and integrated fuzzy AHP-fuzzy VIKOR methods. Two different methods were utilised to determine the importance weights of 6 main criteria and 22 sub-criteria used in the study. Therefore, experts were asked to make two different evaluations for the same criteria. The different matrices and scales used in the BWM and fuzzy AHP methods revealed differences in the importance weights of criteria. The two separate fuzzy VIKOR results obtained from the two different sets of criteria weights were integrated to rank the alternatives in the study. As a result, it was concluded that the rankings of the alternatives were the same in both fuzzy VIKOR results, considering the importance weights calculated by two different methods. According to the fuzzy VIKOR results, the ranking of alternatives is as follows: A1 (cryptographic technology), A3 (smart contracts), A2 (distributed ledger technology), and A4 (consensus algorithm). Based on the analysis results, some suggestions were presented for companies and further research in this field.

Keywords: E-Commerce, Supply Chain, Blockchain Technology, BWM, Fuzzy AHP, Fuzzy VIKOR



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iv
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

E-TİCARET, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNE İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. E-ticaret.....	5
1.1.1. E-ticaretin tanımı.....	5
1.1.2. E-ticaretin kapsamı ve önemi.....	7
1.1.3. E-Ticarete ödeme araçları.....	10
1.1.3.1. Kredi Kartı.....	10
1.1.3.2. Elektronik Çek.....	11
1.1.3.3. Elektronik Para.....	11
1.1.3.4. Sanal Kart.....	11
1.1.3.5. Elektronik Cüzdan.....	12
1.1.3.6. Kripto Para.....	12
1.1.4. E-ticarete Güvenlik.....	13
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	15
1.2.1. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı.....	15
1.2.2. Tedarik Zinciri Halkaları.....	18
1.2.3. Tedarik Zinciri Faktörleri.....	19

1.2.3.1. Lojistik Faktörler.....	20
1.2.3.2. Çapraz Fonksiyonel Faktörler.....	21
1.2.4. Tedarik Zincirinde Bilişim Teknolojisi	22
1.3. Blokzincir Teknolojisi.....	23
1.3.1. Endüstri 4.0.....	23
1.3.2. Blokzincir (Blokchain) Teknolojisi Tanımı.....	25
1.3.3. Blokzincir Teknolojisinin Teknik Yönleri.....	28
1.3.3.1. Dağıtık Defter Teknolojisi	28
1.3.3.2. Kriptografi Teknolojisi.....	30
1.3.3.3. Akıllı Sözleşmeler.....	31
1.3.3.4. Konsensus (Mutabakat) Algoritması.....	32
1.3.4. Kripto Para Birimi, Bitcoin ve Ethereum	33
1.3.5. Blokzincir Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları	35
1.3.6. Tedarik Zincirinde Blokzincir Teknolojisi Kullanımı	36
1.3.7. Blokzincir Teknolojisine İlişkin Literatür Taraması	37

İKİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ, BULANIK MANTIK VE BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

2.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	55
2.1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	56
2.1.2. ELECTRE.....	57
2.1.3. TOPSIS	57
2.1.4. PROMETHEE	58
2.1.5. VIKOR.....	58
2.1.6. Analitik Ağ Süreci (AAS).....	58
2.1.7. Gri İlişkisel Analiz.....	59
2.1.8. MOORA.....	59

2.1.9. BWM (Best-Worst Method).....	60
2.2. Bulanık Mantık ve Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	63
2.2.1. Bulanık AHP.....	66
2.2.2. Bulanık VIKOR.....	68

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

E-TİCARET YÖNTEMİ İLE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALARDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI VE SEÇİMİ

3.1. E-Ticaret Platformunun Dünyadaki ve Türkiye'deki Genel Durumu.....	72
3.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı.....	74
3.3. Araştırmanın Önemi.....	74
3.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	75
3.5. Araştırmanın Yöntemi.....	77
3.6. Araştırmanın Kriterleri.....	79
3.7. BWM Uygulaması.....	84
3.8. Bulanık AHP Uygulaması.....	88
3.8.1. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	88
3.8.2. Tutarlılık Oranının Hesaplanması.....	93
3.9. Bulanık VIKOR Uygulaması.....	96
3.9.1. Bütünleşik BWM - Bulanık VIKOR Uygulaması.....	99
3.9.2. Bütünleşik Bulanık AHP- Bulanık VIKOR Uygulaması.....	100
SONUÇ.....	103
KAYNAKÇA.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	137

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Blokszincirin Evrimleri (Choi & Siqin, 2022: 3)	28
Tablo 2.1. İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 1994: 26).	61
Tablo 2.2. BWM Yönteminde Kullanılan Tutarlılık İndeksi	63
Tablo 3.1. Araştırmanın Kriterleri.....	80
Tablo 3.2. BWM Yönteminde Kullanılan Ölçek (Saaty, 1994: 26).	84
Tablo 3.3. Uzman 1 Görüşü ile Belirlenen En İyi ve En Kötü Kriter	84
Tablo 3.4. En İyi Kriterin İkili Karşılaştırma Matrisi	85
Tablo 3.5. En Kötü Kriterin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	85
Tablo 3.6. Uzman 1 Görüşü ile Elde Edilen Güvenlik Alt Kriteri Ağırlıkları	85
Tablo 3.7. Her Bir Uzman Görüşü ile Belirlenen Kriter Ağırlıkları	86
Tablo 3.8. BWM Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları.....	87
Tablo 3.9. Bulanık AHP Önem Ölçeği.....	88
Tablo 3.10. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	90
Tablo 3.11. Ana Kriterlerin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi.....	91
Tablo 3.12. Ana Kriterlerin Sentez Değerleri	91
Tablo 3.13. Ana Kriterlere İlişkin Önem Ağırlıkları.....	91
Tablo 3.14. Ana Kriterlerin Ağırlıkları	92
Tablo 3.15. Bulanık AHP ile Hesaplanan Ana ve Alt Kriter Ağırlıkları	92
Tablo 3.16. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Geometrik Ortalama Değerleri.....	93
Tablo 3.17. Ana Kriterlerin Normalize Edilmiş Karar Matrisi	94
Tablo 3.18. Ana Kriterlerin Öncelik Matris Değerleri	94
Tablo 3.19. Ana Kriterlerin Ağırlıklandırılmış Toplam Matris Değerleri	94
Tablo 3.20. RI, RAssal İndeks Değerleri	95
Tablo 3.21. Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı.....	95
Tablo 3.22. Alternatiflerin Sıralamasında Kullanılan Önem Ölçeği	96
Tablo 3.23. Alternatiflerin Birleştirilmiş Karar Matrisi	97
Tablo 3.24. Bulanık Olmayan Karar Matrisi.....	98
Tablo 3.25. En İyi f_j^* ve En Kötü f_j^- Değerler	98
Tablo 3.26. S_i ve R_i Değerleri	99
Tablo 3.27. S_i^* , S_i^- , R_i^* ve R_i^- Değerleri.....	99
Tablo 3.28. Bütünleşik BWM- Bulanık VIKOR Sonuçları	100

Tablo 3.29. Si ve Ri Değerleri	100
Tablo 3.30. Si *, Si–, Ri * ve Ri – Değerleri	101
Tablo 3.31. Bütünleşik Bulanık AHP - Bulanık VIKOR Sonuçları.....	101
Tablo 3.32. Bütünleşik BWM- Bulanık VIKOR Yöntemi ve Bütünleşik Bulanık AHP- Bulanık VIKOR Sonucu Alternatiflerin Sıralaması	101



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.E-ticaret ve İş Süreci (Manzoor, 2010: 38)	10
Şekil 1.2.Tedarik Zinciri Yapısı (Eymen, 2007: 8)	16
Şekil 1.3.Endüstriyel Devrimler (Kamber ve Bolatan, 2019: 838).....	24
Şekil 1.4.Dağıtık Kayıt Defteri Evrimi (Belotti vd., 2019: 3797)	29
Şekil 2.1.Temel Hiyerarşik Yapı (Çakır, 2016: 205).....	56
Şekil 2.2.Üçgensel Bulanık Sayı M Grafiği (Akman ve Alkan, 2006: 30).....	64
Şekil 2.3.Yamuk Bulanık Sayı M (Liu, Eckert ve Earl, 2020: 12)	65
Şekil 3.1.Araştırmanın Tasarımı	79
Şekil 3.2.Araştırmanın Hiyerarşisi.....	83



KISALTMALAR LİSTESİ

AAS	Analitik Ağ Süreci
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
B2B	Business to Business (İşletmeden İşletmeye)
B2C	Business to Consumer (İşletmeden Tüketickiye)
B2G	Business to Government (İşletmeden Devlete)
BÇKKV	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme
BT	Bilgi Teknolojisi
BWM	Best-Worst Method (En İyi-En Kötü Yöntemi)
C2C	Consumer to Consumer (Tüketiciden Tüketickiye)
CI	Tutarlılık İndeksi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DDT	Dağıtık Defter Teknolojisi
E-CÜZDAN	Elektronik Cüzdan
E-ÇEK	Elektronik Çek
EDI	Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
EFT	Elektronik Fon Transferi
E-İŞ	Elektronik İş
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality
E-NAKİT	Elektronik Nakit
ETBİS	Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi
E-TİCARET	Elektronik Ticaret
G2B	Government to Business (Devletten İşletmeye)
G2C	Government to Consumer (Devletten Tüketickiye)
GFK	Growth From Knowledge (Bilgiden Büyüme)
MOORA	Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis
M-TİCARET	Mobil Ticaret
NFC	Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
P2P	Peer-to-Peer (Eşler Arası)
POS	Proof-of-Stake (Sahipliğin İspatı)
POW	Proof-of-Work (İş Kanıtı)

PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
RFID	Radyo Frekansı Tanımlama
RI	Rassal İndeks
SET	Secure Electronik Transaction (Güvenli Elektronik İşlem)
SSL	Secure Sockets Layer (Güvenli Giriş Katmanı)
TO	Tutarlılık Oranı
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TZ	Tedarik Zinciri
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
VIKOR	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

GİRİŞ

Son yıllarda sıklıkla duyduğumuz ve hemen hemen her metinde bahsedilen "küreselleşen dünya" kavramı, artık hepimizin yakından bildiği ve takip ettiği bir kavram haline gelmiştir. Ancak gelecekte uzun bir süre boyunca "dijitalleşen dünya" kavramını takip edeceğimiz düşünülmektedir. Özellikle son yıllarda Covid-19 pandemisinin dünya genelinde ciddi etkiler yaratmasıyla birlikte, insanların evlerinden dışarı çıkmadıkları veya çıkmak zorunda oldukları zamanlarda kendilerini güvende hissetmedikleri bir süreç yaşandığı görülmektedir. Bu süreçte birçoğumuz, evde her zamankinden daha fazla vakit geçirmek zorunda kalmıştır. Bu nedenle, çocuklardan yaşlı nüfusa kadar birçok insanın, internet kullanımının ne kadar kullanışlı ve faydalı olduğu, hatta bilinçli bir şekilde kullanıldığı takdirde ne kadar önemli olduğu konusunda hemfikir olunduğu görülmektedir. Çünkü bu süreçte birçok firma evden çalışma sistemine geçmiş, birçok insan elektronik ticaret (e-ticaret) yöntemini tercih etmiş ve eğitim kurumları çevrimiçi gerçekleşen uzaktan derslere yönelmiştir. Bu saydıklarımız aslında yenilikler değildir, daha öncesinde de kullanılıyorlardı. Ancak bu zorunlu dönem, bu yöntemlerin insan hayatını önemli ölçüde kolaylaştıran yöntemler olduğunun anlaşılmasına yol açmıştır.

E-ticaret yöntemi, yaygın bir şekilde kullanılan ve birçok avantajı bulunan bir yöntemdir. Özellikle günümüzde teknolojinin gelişmesi ve internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, insanlar her türlü ürün ve hizmeti anında takip edebilme imkanına sahiptir. Bu sebeple zaman ve mekân kısıtlaması olmaksızın ihtiyaçların kolay, hızlı ve güvenilir bir şekilde karşılanması istenmektedir. E-ticaret yöntemi, genel olarak her yaş grubunun ihtiyaçlarını karşılayabilme özelliğine sahip olmasının yanı sıra giyim, gıda, kozmetik, teknolojik cihazlar, mobilya, otomotiv gibi birçok ürün çeşidini sunabilmektedir. Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri de geniş ürün çeşitliliğine sahip olmasıdır.

ETBİS (Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi) verilerine göre, Türkiye’de e-ticaret hacmi 2019 yılında 136 milyar TL olarak kaydedilmiştir. Ancak Covid-19 pandemisinin

etkisiyle 2020'nin başlarında bu hacim %48 oranında artmıştır. Genel olarak, 2020 yılında Türkiye'nin e-ticaret hacmi 216 milyar TL'ye yükselmiştir. 2021'de ise bu hacim ülkemizde %69 oranında artarak 381,5 milyar TL'ye ulaşmıştır. 2022'de e-ticaret büyüme hızı oldukça yüksek olmuştur. E-ticaret hacmi bir önceki yıla göre %109 artarak 800,7 milyar TL'ye yükselmiş ve aynı dönemde sipariş adetleri %43 artarak 3 milyar 347 milyon adetten 4 milyar 787 milyon adede ulaşmıştır. Perakende e-ticaret hacmi ise 458 milyar TL olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, e-ticaretin ülkemizde hızla yayıldığını ve tüketicilerin çevrimiçi alışverişe olan ilgisinin arttığını göstermektedir (ETBİS; TÜBİSAD).

E-ticaretin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, tedarik zinciri gibi bu yöntemi etkileyen unsurlara önem verilmektedir. Tedarik zinciri, kaynaktan müşteriye ürünlerin, hizmetlerin, finans ve/veya bilgi akışlarını kapsayan, doğrudan ilgili üç veya daha fazla kuruluş veya bireyin bulunduğu bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Mentzer vd., 2001: 4). Tedarik zinciri boyunca giderek artan şekilde çoklu ilişkilerin yönetimine ise tedarik zinciri yönetimi (TZY) adı verilmektedir. Net olarak ifade etmek gerekirse, tedarik zinciri bir iş zinciri değildir; birden çok işletme ve ilişkiden oluşan bir ağdır (Lambert ve Cooper, 2000: 65).

E-ticaret teknolojilerinin tedarik zincirinde müşteri entegrasyonunu ve tedarikçi entegrasyonunu destekleyebileceği ve bu durumun işletme performansını etkileyebileceği varsayılmaktadır (Devaraj vd., 2007: 1199). Blokzinciri, esas olarak, katılımcı taraflar arasında yürütülen ve paylaşılan tüm işlemlerin veya dijital olayların dağıtılmış bir kayıt veri tabanı veya genel defteridir. Blokzincir, şimdiye kadar yapılmış her bir işlemin kesin ve doğrulanabilir bir kaydını içermektedir (Crosby vd., 2016: 8). Tedarik zincirindeki şirketler, bir blokzincir teknolojisi kullanarak kimin hangi eylemleri, ne zaman ve hangi yerde gerçekleştirdiği konusunda şeffaflık kazanmaktadır. Sensörler ve çipler gibi izleme verileri, bir blokzinciri defterine kaydedilerek değişmez hale getirilir. Bu sayede diğer tedarikçilerin gönderileri, teslimatları ve ilerlemeleri diğer tedarikçiler arasında içsel bir güven olmadığı durumlarda takip edilebilir hale gelmektedir. Ayrıca, bireysel tedarikçiler, kendi kontrol ve dengelemelerini neredeyse gerçek zamanlı olarak kolaylıkla gerçekleştirebildiklerinden dolayı, aracı denetçilere olan ihtiyacı ortadan kaldırarak verimliliği artırmanın yanı sıra maliyetleri düşürebilmektedir (Koetsier, 2017).

Çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, e-ticaret firmalarının tedarik zinciri üzerinde durulmaktadır ve belirlenen e-ticaret firmaları için en uygun blokzincir yönteminin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın amacına yönelik en uygun yöntemin çok kriterli ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri olduğu düşünülmektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışma için 6 ana kriter ve toplamda 22 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler detaylı literatür araştırması ve uzman görüşleri ile hazırlanmıştır. Bu kriterler kullanılarak, çalışmada yer alan dört alternatif arasından e-ticaret firmalarının tedarik zincirine en uygun olanı belirlemek hedeflenmiştir. Alternatifleri blokzincir teknolojisinin teknik yönleri oluşturmaktadır. Çalışma için dört farklı e-ticaret firması belirlenmiştir. Bu firmaların her biri farklı alanlarda faaliyet göstermektedir ve her firmanın tedarik zinciri süreci birbirinden farklı işlemektedir.

Çalışmada yer alan kriterlerin değerlendirilmesi sürecinde, En İyi- En Kötü (BWM) yöntemi ve bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Uzmanlardan değerlendirme yapımları için iki farklı önem ölçeği kullanılarak, iki ayrı yöntem için oluşturulan matrisleri doldurmaları istenmiştir. Kriter ağırlıklarının değerlendirilmesi sonucunda BWM ve bulanık AHP yöntemleri ile bulunan ağırlıkların aynı sonuçları vermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde birçok faktör yer almaktadır. Öncelikle BWM yöntemi birçok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemidir ve sabit değerlerden oluşan Saaty (1994)'nin önem ölçeği kullanılmaktadır. Bir diğer yöntem ise bulanık ÇKKV yöntemi olan bulanık AHP'dir. Bulanık AHP yönteminde Büyüközkan vd. (2008) çalışmasında yer alan üçgensel ifadelerle matrislerin değerlendirilmesi yapılmıştır. İki yöntem için oluşturulan matrislerin ve karşılaştırmaların birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

Çalışmada alternatiflerin sıralanması için bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır. BWM ve bulanık AHP yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları bulanık VIKOR yöntemine dahil edilmiştir. İlk olarak bütünleşik BWM-bulanık VIKOR analizi sonucunda çalışmada yer alan alternatiflerin önem sıralaması A1, A3, A2, A4 olarak elde edilmiştir. En uygun alternatifin birinci alternatif olan kriptografi teknolojisi olduğu görülmüştür. Bütünleşik bulanık AHP-bulanık VIKOR analizi sonucunda ise alternatiflerin önem sıralaması A1, A3, A2, A4 olarak elde edilmiştir. Bulunan iki

sonucunda aynı olduğu gör÷lmektedir. Bulanık VIKOR yöntemine dahil edilen iki farklı kriter ağırlıkları ile yapılan analizlerde aynı sıralama elde edilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünü kavramsal çerçeve oluşturmaktadır. Bu bölümde ilk olarak e-ticaret, tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetimi, endüstri 4.0, blokzincir teknolojisine ve en son blokzincir teknolojisine ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünü ÇKKV yöntemleri ve bulanık mantık ile çalışmada kullanılan bulanık ÇKKV yöntemleri açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümü çalışmanın amacı ve uygulama kısmından oluşturmaktadır. Bu bölümde e-ticaretin genel durumu hakkında bilgi verilerek, araştırmanın amacı ve kapsamı, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları ve uygulama kısmına değinilmiştir. Çalışmanın sonuç kısmında analizler sonucunda elde edilen bulgulara, gelecekte bu konuda çalışma yapacaklara ve firmalara bazı önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

E-TİCARET, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNE İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde son zamanlarda sıklıkla duyulan ve günümüzün en çok kullanılan alışveriş yöntemi olan elektronik ticaret (e-ticaret) kavramından, tedarik zinciri yönetimi ve günden güne kullanımı artmakta olan blokzincir teknolojisi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

1.1. E-ticaret

E-ticaret başlığı altında e-ticaretin tanımı, e-ticaretin kapsamı ve önemi, e-ticarete ödeme araçları ve e-ticarete güvenlik konularına değinilmiştir.

1.1.1. E-ticaretin tanımı

İnternet günümüzde iş yapış biçiminde birtakım değişikliklere yol açmıştır ve artık işletme ve pazarları bilgi teknolojisi (BT) yönlendirmeye başlamıştır. Bu nedenle internet ticari işlemlerin sürdürülmesi, tamamlanması ve işlenmesinde süreci kolaylaştırıcı bir iletişim aracı olmaktadır (Delone ve McLean, 2015: 31).

E-ticaretin genel olarak dar ve geniş olmak üzere iki şekilde tanımı yapılmaktadır. En dar tanımı; açık ağ sistemleri kullanılarak tüketicilere ticari işlem ve ödeme yöntemlerinin sunulmasıdır. E-ticaretin dar anlamdaki tanımında yalnızca tüketicilere yönelik mal ve hizmet satımı ile bunun için yapılan ödemeler yer almaktadır. Bu tanım biraz genişletilerek firmalar arasındaki işlemlerde tanıma eklenebilir (Yumuşak, 2001:3). Bunların yanı sıra e-ticaret, işlemlerin internet üzerinden yapıldığı veya kimseye bağlı olmayan web tabanlı bir sistem üzerinden gerçekleştirilen ticari faaliyet şeklinde de tanımlanmaktadır (Bozkurt, 2000: 2). E-ticaret denildiğinde yalnızca mal ve hizmetlerin internet, telefon, faks, televizyon ve e-mail gibi araçlar ile alınıp satıldığı düşünülmektedir, fakat bunlarla birlikte e-ticaret bu araçlarında kullanımı ile

bazı mal ve hizmetlerin üretim, dağıtım, depolama ve reklam gibi faaliyetlerin yapılmasına da katkı sağlamaktadır (Organ ve Çavdar, 2012: 65).

E-ticaret, çevrimiçi olarak gerçekleşen ekonomik faaliyeti ifade eder. E-ticaret, perakende alışveriş, bankacılık, yatırım ve kiralama gibi her türlü ticari faaliyeti içermektedir. E-ticaret avantajları, yavaş yavaş tüm dünyada tanınmaktadır. Büyük veya küçük işletmelerin çoğu, e-ticaretin sunduğu bu altın çağın faydalarından yararlanmak için artık çevrimiçi platformlarda varlık göstermektedir. E-ticaret genellikle internet üzerinden ürün alım satımı olarak bilinse de elektronik önlemlerle gerçekleştirilen her türlü işlem e-ticaret olarak kabul edilebilmektedir (Niranjanamurthy vd., 2013: 2360-2369).

E-ticaretin doğuşu 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren internetin ticari faaliyetlerde kullanılarak iş yapma yeri olması ile yaygınlaşmıştır. Bu sayede işletmeler küresel pazarlarda düşük bütçe ile iş yapabilmeye başlamaktadır (Elibol ve Kesici, 2004: 304). Bununla birlikte son yıllarda internet kullanımına bağlı olarak internet üzerinden faaliyet gösteren firmaların sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu firmalar müşterilere hiçbir aracı olmaksızın doğrudan ulaşabilmekte ve böylece ticaret sınırları tamamen ortadan kalkmaktadır. Bu artışla birlikte internetin sayısız avantajından biriside sunulan hizmetlerin çeşitlilik kazanması olmaktadır ve böylece e-alışveriş ve e-ticaret yöntemi ile faaliyet gösteren firmalarda oldukça yaygınlaşmaya başlamıştır (Gök ve Perçin, 2013: 132).

OECD, e-ticaretin internet üzerinden iş yapmanın en yeni yolu olduğunu ve ekonomik faaliyetler ile birlikte sosyal çevreyi bile kökten değiştirebileceğini belirtmektedir. E-ticaretin en büyük etkilerinin ise özelleştirilmiş ürünler, araçların ortadan kaldırılması ve bunların yanı sıra yaygın olarak ofis malzemelerinin kolay bir şekilde sipariş edilmesi, faturaların ödenmesi ve hatta talebin tahmin edilmesi şeklinde de etkileri olduğu görülmektedir (OECD, 1999: 9). Bu ve benzeri etkileri nedeniyle günlük hayatta e-ticaret ve e-iş kavramları birbirlerinden farklı anlamlar ifade etmesine rağmen karıştırılan ve birbirleri yerine kullanılan iki tanım olarak görülmektedir. E-iş kavramı işletmelerin kullanılan gereçleri elektronik ortama taşınması ve işlemlerini bu elektronik ortamda sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır. E-ticaret kavramı ise açık ağ sisteminden birtakım ticari faaliyetlerin gerçekleştirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır

(Güleç ve Yalçın, 2003: 44). E-ticaret, bilgi teknolojileri aracılığıyla, internet ve Elektronik Veri Değişimi (EDI) gibi yöntemlerle bir işin yürütülmesini içerir. E-ticaret, bir satıcının doğrudan müşteriye ürün veya hizmet ticareti yapmasını sağlayan bir web sitesi üzerinden gerçekleşmektedir. Bu süreçte dijital alışveriş sepeti veya dijital alışveriş sepeti sistemi kullanılır ve ödemeler kredi kartı, banka kartı veya EFT (Elektronik fon transferi) gibi yöntemlerle yapılabilmektedir (Bhat vd., 2016: 16). Türkiye için bakıldığında, devlet Türkiye'nin e-ticaret alanında gelişmesini ve e-ticaretin yaygın kullanımını sağlayarak küresel pazarlara açılması için şirketleri destekleyerek, mali teşvikler ile birlikte küçük ve orta ölçekli şirketlerin dünya pazarlarında yer edinebilmelerinde gerekli bilgilendirmelerin yer aldığı "e-ticaret bilgi havuzu projesi" bulunmaktadır (Kırcova, 2010:58).

E-ticaretin birçok çeşidi olduğu görülmektedir fakat genel anlamda, işletmeden tüketiciye veya işletmeden işletmeye doğru ticaretin dijital platformlarla sağlandığı bir yapıdır. Tüketicilerin internet kullanımının artması ve sanal dünyada daha fazla yer alması nedeniyle e-ticaretin hacmi günden güne artış göstermektedir (Haşiloğlu ve Budak, 2019: 64).

Başlıca e-ticaret türleri şunlardır: işletmeden işletmeye (B2B); işletmeden tüketiciye (B2C); işletmeden devlete (B2G); tüketiciden tüketiciye (C2C); ve mobil ticaret (m-ticaret) (Bhat vd., 2016: 16). G2C (devletten tüketiciye) e-ticaret, pasaport, ehliyet, vergi işlemleri gibi kamu hizmetlerinin internet aracılığıyla gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. G2B (devletten işletmeye) e-ticaret, firma ve kamu kurumlarının internet aracılığıyla bir araya gelmesi şeklinde ifade edilmektedir (Çakırcer, 2013: 122).

1.1.2. E-ticaretin kapsamı ve önemi

Teknoloji, bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, mobil cihaz ve internet kullanımının hızla artması nedeniyle günlük yaşantımızın önemli bir parçası olmaktadır. E-ticaretin gelişimi de internet ve internet hızında meydana gelen hızlı gelişmeler ile doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Yakın geçmişte hayatımıza girmiş olmasına rağmen e-ticaretin hızlı bir şekilde yoğun kullanıcı sahibi olduğu görülmektedir (Baz, 2020: 5). İnternet kullanımının bu denli artmasının ve insanları etkisi altına almasının sebebi olarak internetin büyük kazançlar elde etmeye imkân sağladığı söylenmektedir. Birçok kişi ve firmanın e-ticaret sayesinde yüksek kazançlar

sağladığı ve e-ticaretin yeni yeni insan hayatına girmeye başladığı dönemlerde bile telekomünikasyon ve havacılık endüstrisinden daha fazla kazanç sağladığı görülmektedir (Walter & Levine, 2001: 3).

Günümüzde e-ticaret insanların vazgeçilmezi konumuna gelerek çok fazla kolaylıklar sağlamaktadır. Artık internet üzerinden çok rahat bir şekilde ihtiyaçlar karşılanabilmekte, birçok seçenek içerisinde en uygun fiyatlı olanı seçilebilmekte ve çevrimiçi şekilde ödemeler yapılabilmektedir. Bu avantajlar nedeniyle e-ticaretin kullanımı ve e-ticaret yöntemi ile faaliyet gösteren firmaların sayısı günden güne artmaktadır. E-ticaret ile birlikte alışveriş, ihtiyaç anında yapılan bir durumdan ziyade süreklilik haline gelmiştir. İnsanlar her zaman her yerde bir tıkla istediklerini satın alabilmektedir. Bu durum özellikle alışveriş yapmaya fırsatı olmayan insanlar için çok avantajlı olabilmektedir.

İnternet aracılığıyla katmanı, e-ticarette alıcılar ile satıcılar arasında bağ kurarak, onlara web içeriği ve e-pazar yeri sağlayan bunun yanı sıra hizmet ürünlerini doğrudan tüketici veya satıcılara satan şirketlerden oluşmaktadır (Manzoor, 2010: 3). Böylelikle e-ticaret ile perakende ve direkt pazarlama yöntemlerinde değişiklikler meydana gelmiştir. İnsanlar pek çok mal ve hizmeti bilgisayardan görerek bunlar hakkında bilgi sahibi olabiliyor ve dijital ödeme gerçekleştirilerek satın alma işlemini sonlandırabiliyor (Ekin, 1998: 77).

Birçok ülke fiziksel altyapısının yetersiz olması nedeniyle e-ticaret konusunda fazla gelişim gösterememektedir. Ülkelerin e-ticaret kullanımı “hukukun üstünlüğünün” gücü ve kredi kartı gibi çevrimiçi ödeme sistemlerinin varlıklarına bağlanmaktadır. Bununla birlikte Yeni Kurumsal Ekonomi, ülkelerin kurumsal çevrelerinin e-ticaret gibi yeni pazarlara olan güveni etkilediğini belirtmektedir. Ülkenin ticaret sisteminin genel bütünlüğü ve e-ticaret kullanıcılarına ödeme sistemlerinin güvenilir olması e-ticaret kullanımının önündeki engeller olabilmektedir (Oxley & Yeung, 2001: 705-708).

E-ticaret, ülkeler için büyümenin itici ekonomik gücü olabilir. E-ticaret kullanımı, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kendi sınırlarını aşarak dünya çapında pazarlama ve satış yapabilme imkânı sağlamaktadır. Tüketiciler açısından bakıldığında ise, bir ürünü kalite ve fiyat özellikleri açısından birçok firma arasında

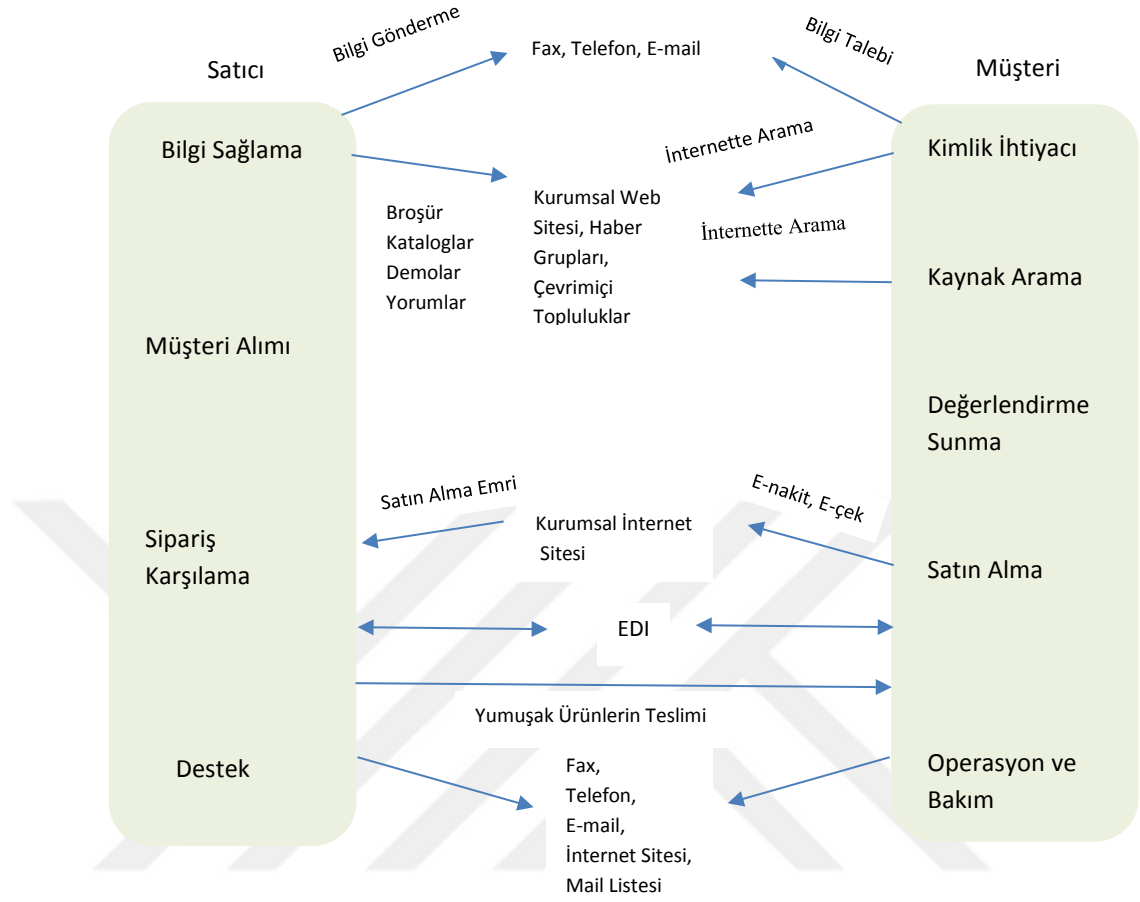
karşılaştırma yapma imkânı vardır ve bu sayede alışveriş bir zevk haline gelmektedir. E-ticaret sayesinde karar verme süreci hem kolaylaşmaktadır hem de hızlanmaktadır. (Koç ve Sevim, 2010: 13-19).

E-ticaretin ülkeler için gelişime açılan bir yol olduğu bilinmektedir ve bu nedenle 2000’li yılların başlarında “Elektronik Ticaret Genel Koordinatörlüğü” kurularak, e-ticaret ile ilgili çalışmalar yürütülmesi amacıyla genel müdürlük temsilcilerinin de içerisinde olduğu E-ticaret Komisyonu oluşturulmuştur (ETİK).

E-ticaret pazarı genişleten, coğrafi konuma bağımlılığı ortadan kaldıran, iletişim maliyetlerini düşüren, sipariş ve satış sonrasında müşterilere destek hizmeti sağlayan bu şekilde memnuniyeti artıran en güncel satış yöntemi konumundadır (Çakırcı, 2013: 104). İşletmelerin yanı sıra tüketiciler de alışveriş yaparken yakın çevreleriyle sınırlı kalmamaktadır. İnternetin olduğu her yerde herkes müşteri ve satıcı konumunda olabileme imkânı bulunabilmektedir. (Bozkurt, 2000: 67).

Son on yılın en dikkat çeken ekonomik trendlerinden biri, iş yapmak için internetin giderek daha fazla kullanılmasıdır. Birçok şirket, küresel rekabetin artmasıyla birlikte e-ticaretin daha geniş çapta benimsenmesine yönlendirilmektedir. Bununla birlikte, internet ve e-ticaret, küreselleşme sürecine ivme kazandıran önemli araçlar olarak kabul edilmektedir (Gibbs vd., 2003: 5). E-ticaret ile işletmeler, tedarik ve dağıtım zincirinde daha etkin olabilmektedirler, işlem maliyetlerinde düşüş olduğu görülmektedir, işletmelerin pazara girmesinin önündeki engellerler azalmakta ve böylece ulusal ve uluslararası pazarlara girmeleri kolaylaşmaktadır (Kalaycı, 2008: 148).

E-ticaret firmalarının ürün ve hizmet hakkında bilgi edinebildikleri birincil kaynak olarak kurumsal web siteleri görülmektedir. E-ticaret süreci çeşitli ödeme yöntemlerini de kullanan bir satış işlemine sahiptir. Şekil 1.1’de e-ticaretin iş süreçleri gösterilmektedir (Manzoor, 2010: 37). Şekil 1.1’de görüldüğü üzere e-ticaret içerisinde satıcının ürün bilgisi sunmasından ürün desteğine kadar satıcı ve alıcı arasında gerçekleşen birçok faaliyeti barındıran bir süreçtir.



Şekil 1.1.E-ticaret ve İş Süreci (Manzoor, 2010: 38)

1.1.3. E-Ticarette ödeme araçları

Ticaretin elektronik olarak yapılmaya başlamasıyla ödeme şekilleri de değişmiştir ve dijital ortama taşınmıştır. E-ticarette kullanılan ödeme araçlarına bu başlık altında kısaca yer verilmiştir (Baz, 2020: 73).

1.1.3.1. Kredi Kartı

Günümüzde en modern ödeme aracı olmasının yanı sıra kullanıcılar açısından en kolay ve pratik araç olarak görülen kredi kartının ilk ortaya çıktığı zamanlara bakıldığında, 1887 yılında Amerikalı yazar Edward Bellamy' nin bir romanında kaleme alınması ile daha sonra 1894 yılında ilk kredi kartı olarak Hotel Credit Letter Company adlı bir şirket tarafından çıkarılarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Çakırer, 2013: 147).

İnternet üzerinden yapılan alışverişlerde sıkça kullanılan kredi kartı geleneksel ve doğrudan pazarlamadaki ödeme yöntemlerinin bir uzantısı şeklindedir. Bu ödeme aracında, internet üzerinden yapılan alışverişte mal ve hizmet siparişinde kullanılmak üzere bir kredi kartı numarası bulunur, satıcı öncelikle bu kart numarasının geçerli olup olmadığını araştırır ve kart uygunsuzsa eğer hesaptan tutarın tahsili yapılır ve böylece mal veya hizmetin müşteriye ulaşması ile alışveriş tamamlanır (Elibol ve Kesici, 2004: 319).

1.1.3.2. Elektronik Çek

E-çek, kâğıt çeklerin yanı sıra, sağlam bir yasal altyapı ve iş süreçleriyle birlikte geliştirilen, verimlilik, hız ve güvenlik açısından tüm diğer elektronik işlemlerin avantajlarını bir araya getiren yenilikçi bir ödeme aracıdır (Karabıyık, 2008: 81). Kullanımı kolay bir sistem olmasına rağmen, elektronik çekin daha yaygın kullanılabilmesi için finans sektörünün kabul etmesi gereken alt yapı sistemleri (sertifika otoriteleri, hukuk kuralları vb.) bulunmaktadır. Şu anda elektronik çek, kullanımını çok sınırlı olan bir sistem olarak dikkat çekmektedir (Erdoğan, 2004: 83).

1.1.3.3. Elektronik Para

Elektronik para merkez bankaları tarafından elektronik formata dönüştürülen banknotlar ile yapılan bir ödeme aracı olmanın yanı sıra merkez bankasının kâğıt paraya alternatif olacak şekilde oluşturulan ve tamamen kâğıt para yerine elektronik paranın kullanılabileceği bir sistem olarak kabul edilmektedir (Öztürk ve Koç, 2006: 209)

1.1.3.4. Sanal Kart

Tüketicilerin internet üzerinden güvenli alışveriş yapabilmeleri için kredi kartı bilgilerini paylaşmadan, sadece ihtiyaç duydukları miktarı sanal kartlara aktararak riski en aza indiren bir ürün olan sanal kartlar, son yıllarda tüketicilerin farkındalığının artmasıyla birlikte hızla yaygınlaşmıştır. İnternet üzerinden güvenli alışveriş yapma ihtiyacıyla birlikte sanal kart kullanımı da önemli ölçüde artmıştır. Bu nedenle, tüketicilerin sanal kart kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi hem sanal kart sağlayıcılarına hem de çevrimiçi satıcılarına yol gösterici olması açısından büyük önem taşımaktadır (Kalyoncuoğlu, 2018: 194).

1.1.3.5. Elektronik Cüzdan

E-cüzdan, paranın dijital olması ve telefonun bir uygulama olarak e-cüzdana sahip olması dışında, normal bir cüzdan gibi işlev görmektedir. Para yatırmak için e-cüzdana ihtiyaç duyulan tek şeydir ve çoğu uygulama, kullanıcıların bunu kredi kartları, banka kartları veya çevrimiçi banka havaleleri kullanarak gerçekleştirebilmelerine izin vermektedir. E-cüzdanında nakit bulunsa bile, perakendecilere QR kodu taratarak, cihazın NFC (yakın alan iletişimi) özelliğiyle "bas ve öde" yöntemini kullanarak veya ilgili fiziksel kartı dahil olmak üzere çeşitli yöntemlerle ödeme yapmak mümkündür. Bazı e-cüzdanlar, özellikle uygulama içinde e-cüzdanı kullanan kişilere anında para gönderme imkânı sağlamaktadır (Alam vd., 2021: 1143). Burada para, bankadan, banka kartları aracılığıyla müşteri kartlarına, satıcı kartlarına ve nihayetinde bir takas sistemi aracılığıyla tekrar bankaya yüklenmektedir. Bu tür sistemler, sadece perakende bankacılık ve alışveriş işlevlerini entegre etmekle kalmaz, aynı zamanda kamu hizmetlerinin ve devlet ağlarının ödeme tarafını da sağlamaktadır. Bu sistemlerin, işlem maliyetlerini önemli ölçüde azaltma potansiyeline ve aynı zamanda ulusal ekonomik kalkınmadaki büyük bir engeli ortadan kaldırma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. (Anderson, 1992: 411).

1.1.3.6. Kripto Para

Son zamanlarda ödeme işlemlerinde fiziksel paranın kullanımı git gide azalmaktadır. Blok zinciri kavramı sayesinde adı sıkça duyulan kripto para elektronik ortamda bir ödeme yöntemi olarak da kullanılmaya başlanmaktadır. Kripto para blok zinciri teknolojisinde geleneksel ödeme sistemine bir alternatif sunması nedeniyle avantaj sağlamaktadır, bu sistemde tüm bitcoin kullanıcıları aynı bankanın müşterisi gibi olmaktadır (Fatas & Mauro, 2019: 118).

Kripto para, şifreli paralar olarak da adlandırılmaktadır. Temelinde blokzinciri teknolojisi yer almaktadır. Bilinen ilk kripto para Bitcoin'dir ve kripto para sisteminde merkezi otoriteye bağlı denetleme ile düzenleme olmamaktadır bunun yanı sıra herhangi bir aracı kuruma bağlılıkta bulunmamaktadır (Baz, 2020: 74).

1.1.4. E-ticarette Güvenlik

E-ticaretin en büyük sorunlarından birisi güvenli işlemin gerçekleşmesidir ve bu güven durumu kullanıcılarda endişe yaratmaktadır. E-ticarette bulunan dört temel güvenlik durumu aşağıda yer almaktadır (Koç ve Sevim, 2010: 17);

- Tüketici kimliklerinin doğru olup olmadığının denetlenmesi için kullanıcılardan ek bilgi ve belgelerin istenmesidir,
- Birbirine uzak taraflar arasında gerçekleşen işlemlerin güvenliğinin sağlanabilmesidir,
- Çevrimiçi ödemelerin güvenli şekilde gerçekleşebilmesidir,
- Son olarak taraflar arasında gerçekleşen mesaj trafiğinde mesaj içeriğinde herhangi bir değişikliğin yapılmaması gerekliliğidir, olası bir problem karşısında mesaj içerikleri birer ispat niteliği taşımaktadır.

E-ticarette yer alan ödeme yöntemleri (elektronik para, sanal kart, kripto para vd.) güvenlik kavramının önemini açığa çıkarmıştır (Diker ve Varol, 2013: 31). Gizlilikle ilgili endişelerin ve güven eksikliğinin, tüketicinin çevrimiçi satıcılarla işlem yapma isteğini azalttığı gözlemlenmektedir (Van Dyke vd., 2007: 68).

E-ticarette alıcı ve satıcı karşılıklı olarak birbirlerini görmedikleri için güvenliği sağlamak adına birtakım önlemler almaktadırlar. Klasik ticarete güvenin sağlanabilmesi için kimlik, imza ve bunun gibi yöntemler kullanılabilir. Bu durumda dijital olarak gerçekleşen ticarete de taraflar karşılıklı güven beklentisindedirler. Bu nedenle dijital ortamlarda da imza ve sertifikalar oluşturulmaktadır (E-ticaret rehberi).

GFK (Growth From Knowledge-Bilgiden Büyüme) tarafından yapılmış araştırmaya göre tüketicilerin çevrimiçi alışveriş algısında değişiklikler olduğu görülmektedir. Bu güvenlik algısının altında tüketicilerin ürünü görerek alma alışkanlıklarından doğan güven problemi yer almaktadır. Ürünler tüketicilerin beledikleri gibi gelemeyebilir veya süreçte aksaklıklar yaşanabilmektedir bu nedenle tüketiciler ürünleri görerek almayı tercih edebilmektedirler (Kantarıcı, Özalp vd. 2017: 59).

E-ticaret, daha hızlı, etkin ve kullanışlı bir iş yapma yöntemi olmaktadır ve böylelikle endüstrinin büyümesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çevrimiçi alışveriş yöntemi

günden güne büyümektedir, bu nedenle çevrimiçi ödeme yöntemlerinin güvenliği önem taşımaktadır. E-ticarette siber saldırıların sayısı ve çeşitlerinde artışlar olduğu görülmektedir. Bu tür saldırılar bu tüketicilerin alışveriş güvenliğini tehlikeye atmaktadır ve tüketici gizlilikleri konusunda endişelere yol açmaktadır. Bu nedenle çevrimiçi ürün alıp satma işlemlerini tüketiciler için güvenli hale getirilmesi gerekmektedir (Kraft ve Kakar, 2009: 2).

Güvenlik saldırıları gerçekleştirmek üzere zararlı kodlar geliştirilmektedir. Bunlar; virüsler, solucanlar, Truva atı ve botlardır. Bu yazılım ve kodlar saldırgan tarafından bilgisayarlara gizlice kurulan, saldırgan tarafından komutlarla işleyen ve bilgisayardan bilgisayara yayılabilen zararlı yazılımlardır. Hacker, bilgisayar sistemlerine yetki almadan erişim sağlamayı amaçlayan kişiye söylenmektedir. Cracker, genellikle hacker ile birbirinin yerlerine kullanılan terimlerdir ve suç amaçlı hacker olarak tanımlanmaktadır. Siber vandalizm, bir Web sitesini kasıtlı bir şekilde bozmak veya yok etmek anlamına gelmektedir (Rane & Meshram, 2012: 1721).

Dünya genelinde e-ticaret kullanımının günden güne artmasına neden olan birtakım hususları maddeler halinde aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Turan ve Polat, 2009: 61):

- Bilgisayarın daha yaygın kullanımı,
- İnternet kullanımının artması,
- E-ticaret şirketlerinin yapmış olduğu tanıtım kampanyaları,
- E-ticarete duyulan güvenin artması,
- Hukuki boşlukların doldurulması,
- Ve son olarak e-ticarette güvenlik problemlerinin çözülmesinin de e-ticaret kullanımını artırdığı görülmektedir.

Yukarıda sayılan nedenlerin e-ticaret kullanımını artırdığı görülmüş olsa da kullanıcıların güvenlik konusunda ki önyargıları tam anlamı ile önlenememektedir.

E-ticarette güvenli alışverişin sağlanmasında birtakım genel güvenlik önlemleri alınmalıdır, bunlar; ilk olarak sağlıklı bir güvenlik politikası uygulanmalıdır, bu politikaların başarılı olarak uygulanması için yeterli bilgiye sahip olunması yani eğitim bir diğer önlem olmaktadır, iletişimin güvenli kılınması için şifreleme

gerçekleştirilmelidir, güvenlik duvarları ile ihlal algılama sistemlerinin kurulması ve son olarak veri tabanı güvenliğine yönelik önlemler alınması olmaktadır (Yiğit ve Bahtiyar, 2014: 159).

Güvenli e-ticaretin sağlanabilmesi amacıyla SET (Secure Electronik Transaction- Güvenli Elektronik İşlem) ve SSL (Secure Sockets Layer- Güvenli Giriş Katmanı) metotları geliştirilmiştir. SET e-ticarette bilgi alışverişlerinin güvenliğini sağlamak için geliştirilmiş içerisinde VISA, MasterCard ve IBM'in de yer aldığı bazı kuruluşlar tarafından geliştirilmiş olan bir protokol olmaktadır. SET yalnızca e-ticaret üzerinden alıcı ve satıcı konumundakilerin kredi kartı ödeme yöntemini şifrelemekte kullanılarak, bilgilerin aktarımında gizlilik ve güvenliğin sağlanmasını amaçlamaktadır (Küçükylmazlar, 2006: 27). Yaygın olarak açık anahtar ile şifreleme SSL şeklinde bilinen metot kullanılmaktadır. Bu metot ile iletişim ağı üçüncü şahıslar tarafından dinlenememektedir (Yiğit ve Bahtiyar, 2014: 160). Bu iletişim ağına üçüncü şahısların erişmesi durumunda SSL sertifikasını veren firma yüksek miktarlarda tazminat ödemek zorunda kalmaktadırlar (Turan ve Polat, 2009: 66).

1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

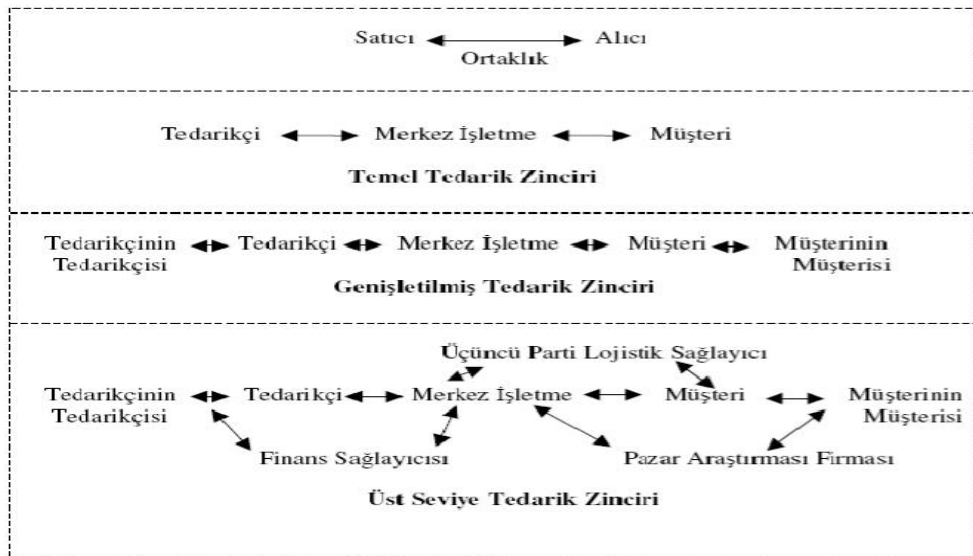
Çalışmanın bu bölümünde öncelikle tedarik zinciri (TZ) ve tedarik zinciri yönetimi (TZY) kavramları açıklanarak, tedarik zinciri halkaları, tedarik zinciri faktörleri ve tedarik zincirinde bilişim teknolojilerinin önemine yer verilmiştir.

1.2.1. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Tedarik, üretimde kullanılan her türlü mal ve hizmetin sağlanması, kısaca her türlü üretim girdisi olarak tanımlanmaktadır (Türker vd., 2005: 459). TZ ise ürünlerin hammadde tedarik sürecinden müşteriye dağıtım aşamasına kadar ulaşan bir dizi faaliyeti içermektedir (Seçkin, 2012: 2). Bu zincir müşteri talebi karşılırken doğrudan veya dolaylı şekilde dâhil olan tüm taraflardan meydana gelmektedir. TZ, üretici ve tedarikçilerin yanı sıra taşımacılar, depolar, perakendeciler ve onlarında müşterilerini içermektedir (Chopra & Meindl, 2017: 1). Tüm bunlarla birlikte tedarik zinciri, tedarik, ürün tasarımı, üretim planlaması, malzeme yönetimi, siparişlerin sağlanması, envanter yönetimi ve son olarak müşteri servisleri şeklinde bir dizi faaliyeti de kapsamaktadır (Elagöz, 2006: 57). TZ, hammaddelerin tedarik süreci, üretimi, montajı, depolamayı, envanter ve sipariş yönetimini, dağıtım aşamasını ve arz

ile talebin yönetilmesi gibi bir dizi faaliyeti kapsayan ve bununla birlikte bu faaliyetlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için gerekli bilgi sistemlerini de barındıran bir süreci ifade etmektedir (Yüksel, 2004: 144). TZ, malzeme tedarikini sağlayan, bunları yarı mamul ve mamullere dönüştüren ve bundan sonra dağıtım kanalları aracılığıyla müşterilere ulaştıran hizmet ve dağıtım sürecinden oluşan bir şebeke olarak tanımlanmaktadır (Eymen, 2007: 7). Altaygil (2001) TZ'ni, hammaddelerin bitmiş ürüne dönüştürülmesi ve daha sonra bitmiş ürünün ise nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar uzanan bu süreçte, fiziksel ve teknolojik araçların yanı sıra süreç ve yöntemlerden oluşan bütünleşik bir ağ olarak tanımlamıştır.

Günümüzde işletmeler bağımsız olarak tek bir işletme şeklinde rekabet edebilme konusunda yetersiz kalmaktadırlar ve bu nedenle rekabet tedarik zincirine yönelmektedir. Böylece işletmelerin başarısı, zincirde bulunan üyeler arasında gerçekleşen faaliyetlerin karmaşık yapısının bütünleştirilmesine bağlı olduğu görülmektedir (Yüksel, 2004: 144). Bu durumda hizmet ve ürünün üretim aşaması birbirini izleyen her faaliyet, süreçte kendisinden önceki faaliyetlere değer katmalıdır ve israf, gereksiz maliyetler gibi faktörler ortadan kaldırılmalıdır. Bu aşamada TZ kavramının içsel süreçler ile birlikte dış müşteriler ve tedarikçileri de kapsayan süreç ve performansların arasındaki bağlantılara dikkati çekmekte olduğu görülmektedir (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013: 7).



Şekil 1.2. Tedarik Zinciri Yapısı (Eymen, 2007: 8)

Şekil 1.2’de TZ süreçleri gösterilmiştir. Görüldüğü üzere TZ uzun ve birçok faaliyeti içerisinde bulunduran bir yapıdır. Bu uzun yapı yönetilmeyi gerekli kılmaktadır ve böylece TZ’nin etkin işleyebilmesi sağlanmaktadır.

TZ kapsamı, arzın kaynağından başlayarak tüketim noktasına kadar uzanır. Bu kapsam, malzemenin fiziksel hareketinden daha fazlasını içerir ve sadece nakliye ve fiziksel dağıtımını değil, aynı zamanda tedarikçi yönetimini, satın alma süreçlerini, malzeme yönetimini, imalat yönetimini, tesis planlamasını, müşteri hizmetlerini ve bilgi akışını da içermektedir (Stevens, 1989: 3).

TZY kavramı, işletmelerin pazar paylarını yükseltmek amacıyla rekabet gücünü artırma, ürün ve hizmetlerin sürekli gelişimini sağlayarak müşterilerin memnuniyetlerini artırmak şeklinde geliştirilmiş olan modern yönetim anlayışı olmaktadır (Baynal ve Yüzügüllü, 2013: 78). TZY, üretim ve operasyon yönetiminin en temel konularındandır ve TZY performansı direkt olarak organizasyon performansını etkileyen yapıdadır. TZY’nin temel amacı doğru ürünün, en doğru zamanda, doğru müşterilere en düşük maliyetle ulaştırılmasıdır. Klasik işletme problemlerinden biri TZY olmaktadır ve günümüzde işletmelerin birçoğu tedarik zinciri operasyonlarını iyileştirmeye çalışmaktadırlar ve bu nedenle yeni teknoloji ve stratejilerin kullanımı yoluna gidildiği görülmektedir (Lertpattarapong, 2002: ii-1). TZY sayesinde müşterilerin taleplerine daha hızlı cevap verilebilmektedir ve bununla birlikte maliyetler, katma değer yaratmayan faaliyetler ile kullanımı gerekli görülmeyen malzemeler azaltılabilmektedir. Böylelikle etkin TZY’nin temellerinden olan stokların azaltılması, düşük maliyetler ve müşterilerin tatmini sağlanmış olmaktadır (Eymen, 2007: 9).

TZY, süreç içerisinde birçok kararı gerekli kılmaktadır ve her karar artı değer katmalıdır. Bu kararlar üç kategoride gerçekleşmelidir, ilk olarak “Tedarik Zinciri Tasarımı ve Dizaynı” aşamasında zincirin nasıl yapılandırılacağına karar verilmektedir. İkinci aşama olan “Tedarik Zinciri Planlaması”, hangi pazara tedarik sağlanacağı, stok politikası, fiyat promosyonları gibi kararlardan oluşmaktadır. Son olarak “Tedarik Zinciri Operasyonu” ise kısa vadeli kararları içermektedir ve bireysel siparişler dikkate alınmaktadır, sipariş tarihleri, depo seçimi, nakliye türü gibi

kararlardan oluşmaktadır. Bu üç karar aşaması tedarik zincirine genel karlılık ve başarı sağlaması açısından oldukça önemlidir (Chopra & Meindl, 2017: 7).

Lambert ve Cooper (2000)'ın yapmış oldukları çalışmada TZY, tedarik zincirinde bulunan çoklu ilişkilerin yönetilmesi olarak belirtilmektedir, buna ek olarak TZY, işletmeler zinciri değil, birden çok işletme ve ilişkiler ağı şeklinde yer almaktadır. TZY'nin başarısında pazarlama ile entegrasyonun gerekli olduğu belirtilmektedir. Ballou vd. (2000) ise tedarik zinciri ve TZY arasındaki farkı şu şekilde belirtmişlerdir; tedarik zinciri, hammaddelerin temininden son kullanıcılara kadar bilgi akışları dâhil olmak üzere, mal ve hizmetlerin dönüşümü ve bunun yanı sıra gerçekleşen tüm faaliyetlerdir. Yönetim kısmı ise, şirket içi ve şirket dışı gerçekleşen tüm faaliyetlerin entegrasyonudur.

İşletmelerin tedarikçiler ile müşteriler arasındaki iş yapış biçimleri ekonomik alanın temel hatlarını belirlemektedir. Tedarik zinciri süresince malların akışı modern çağın en önemli unsurudur ve bununla birlikte tüketiciler için anlam oluşturmada önemli bir belirleyicidir. İşletmeler için finansal hizmetler oldukça büyük öneme sahiptir fakat elektronik iletişim ve medya endüstrilerinde ekonomi “malzemelerin yapılması, taşınması, satın alınması ve satılması” etrafında dönmektedir. TZY, bu faaliyetlerin düzenlendiği mekanizmalar olmakla beraber süreçleri kapsamaktadır (New, 1997: 17).

Tedarik zincirinin yapısına bakıldığında tedarik zinciri modelinin karmaşık yapısı ile TZY'nin pratik uygulanması arasındaki ikilemin yok edilebilmesi için proje ekibinin tedarik zinciri bağlantıları için uygun ortaklık kapsamalarını seçmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri ağında yatay ve dikey olmak üzere iki boyut bulunmaktadır. Yatay boyut, tedarik zincirindeki katmanların sayısını sağlamaktadır, dikey yapı ise her bir katmanda temsil edilen tedarikçi ve müşteri sayısını belirtmektedir. Bu nedenle proje ekibinin tedarik zincirinin önemli yönlerini incelemesi ve tedarik zinciri modelinin önemli sınırlarını belirlemesi gerekmektedir (Wei vd., 2007: 629).

1.2.2. Tedarik Zinciri Halkaları

Tedarik zinciri içerisinde yer alan üretici, toptancı (distribütör), perakendeci, müşteri, servis sağlayıcı ve tedarikçi, tedarik zincirinin halkalarını oluşturmaktadır. Her bir halkanın tanımı aşağıda yapılmıştır.

Üreticiler: İnsan ihtiyaçları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen mal veya hizmet oluşturmak üretim olarak adlandırılmaktadır ve bu faaliyeti üreticiler gerçekleştirmektedir (Tekin, 2010: 3).

Toptancılar (Distribütörler): Büyük oranda stoklar yaparak üreticiler ile perakendeciler arasında tampon bölge görevi gören tedarik birimidir (Yazgan, 2017: 12).

Perakendeciler: Perakendecilik, eskiden imalatçıların ürünlerini alıp belirli pazarlama hizmetlerini gerçekleştirdikten sonra tüketicilere sunma işlevini yerine getiriyordu. Ancak günümüzde perakendecilik farklı bir dönüşüm geçirerek müşteri memnuniyeti, hizmet kalitesi ve benzeri müşteri odaklı yaklaşımlarında perakendecilik uygulamalarında ön plana çıktığı görülmektedir (Gavcar ve Didin, 2007: 24).

Müşteriler: Müşteriler belirli bir ücret karşılığında mal veya hizmet alımını gerçekleştirenlerdir. Müşteri kavramı yalnızca kişiler olarak düşünülmemelidir, aslında bir ürünün hammadde tedarik sürecinden satışına kadar ki geçen süreçte, kısacası tedarik zinciri içerisinde yer alan her birim kendisinden bir önceki birimin müşterisi konumunda olmaktadır.

Servis Sağlayıcılar: Servis sağlayıcılar, ihtiyaç anında tedarikçi, üretici, distribütör, perakendeci ve müşterilere hizmet sağlayan alanında uzmanlaşmış işletmeler olarak tanımlanmaktadır. Bir tedarik zincirinde lojistik firmalar, bankalar, tüm finansal kuruluşlar, pazar araştırması ile ilgilenen firmalar ve bilişim firmaları en yaygın servis sağlayıcıları oluşturmaktadır (Yazgan, 2017: 12).

Tedarikçiler: İşletmeye üretim girdileri ile mal hizmet sunan kişi veya kuruluşlar tedarikçiler olarak bilinmektedir. İşletme ile sıkı ilişki düzeyine sahip olmaktadır ve tedarikçiler ile işletme arasında güvene dayalı bir ilişki bağının kurulması gerekmektedir (Şimşek, 1999: 51).

1.2.3. Tedarik Zinciri Faktörleri

Literatür incelendiğinde tedarik zinciri performansını etkileyen faktörlerin iki başlık altında ele aldığı görülmektedir. Lojistik faktörler adı altında tesisler, stoklar, taşıma (nakliye) ve çaprak fonksiyonel faktörler adı altında bilgi, tedarik kaynağının

belirlenmesi, fiyatlandırma şeklinde sınıflandırılmaktadır (Chopra & Meindl, 2017: 44).

1.2.3.1. Lojistik Faktörler

Lojistik faaliyetler, insanlığın varoluşundan itibaren kullanılmaktadır fakat lojistiğin bilimsel olarak incelenmesi tam anlamıyla zirai ürünlerin dağıtımının 1900'lerin başlangıcında araştırılmasıyla başlamaktadır. Aynı zamanda küreselleşmenin artmasıyla işletmeler dünyanın her yerinde hammadde, iş gücü, yedek parça gibi ihtiyaçlarını temin etmeye başlamışlardır. Böylece firmalar dünyanın her noktasına rahatça ulaşabilmekteler. Bunun sonucunda da lojistik faaliyetler daha fazla önem kazanmaktadır (Akyurt, 10-11).

Çok uzun yıllar sadece askeri alanlarda kullanılan lojistik, günümüzde iş hayatında da önemli bir yer edinmiştir. Sanayi Devrimi ve küreselleşmeyle birlikte önemi daha da artan lojistik, günümüzde benzer teknolojilerin kullanıldığı işletmelerde, başarı için yönetimin titizlikle ele alınması gereken kritik bir faaliyet haline gelmiştir (Gülenç ve Karagöz, 2008: 74).

Lojistik kavramı, taşımacılığın gelişmiş bir formu olarak günümüzde ekonomik göstergelerin iyileşmesine önemli katkılarda bulunan bir araç olarak öne çıkmaktadır. Lojistik, ekonomik, sosyal, psikolojik, kültürel, stratejik, askeri ve politik alanlarda ülkelere katma değer sağlarken, aynı zamanda küresel alanda rekabet gücünü artırmak için ülkeler tarafından giderek daha fazla önemsenmektedir. Ülkemizdeki büyüme potansiyelinin oldukça yüksektir ve böylece lojistik sektörünün önemi giderek artmaktadır (Erkan, 2014: 44).

Tesisler: Tesis yeri seçimi, işletmelerin faaliyetleri için kullanacağı coğrafi konumları belirleme sürecidir. Tesis yeri seçimi işletmeler için kritik bir öneme ve tedarik zinciri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tesis yeri tedarikçi ilişkilerinde ki süreci etkileyebilir; Genişleyen küresel ekonomi sayesinde işletmeler, birçoğu daha düşük girdi maliyetleri veya daha iyi kalitede hizmet ve ürün sunan dünya genelinde ki tedarikçilere daha kolay erişebilmektedir. Bunların yanı sıra bir işletmenin müşteri ilişkileri süreci tesis yeri seçimi ile ilgili kararlardan etkilenebilmektedir (Krajewski vd., 2013: 390).

Stoklar: Stok kavramı hammadde, yardımcı malzeme ve mamullere bağlanan para şeklinde yorumlanmaktadır. Her sanayi dalında işletmelerin stok bulundurmaları zorunlu hale gelebilmektedir. Stok bulundurma üretim sisteminin büyüklüğü ile yakından ilgilidir. Stoklar üretimin yapılarına bağlı olarak üç grupta toplanabilir; hammadde stokları, yarı mamul stokları ve mamul madde stokları (Tekin, 2012: 2-7).

Stok sorunu bir ürün/malzemenin tedarik zincirinde bir adım geride olan zincir üyesinden ne zaman ve ne miktarda sipariş edilmesi gerektiğine yönelik sorunları içermektedir. Farklı stok modelleri ve tedarik zinciri yapıları için birçok matematiksel algoritma ve en iyi (optimum) çözüm yöntemi önerilmiş olmasına rağmen, ele alınan örnek modellerin büyüklüğü ve gerçek hayata uygunluğu arttıkça, oluşturulan matematiksel yaklaşımların karmaşıklığı da aynı oranda artar ve anlaşılması zorlaşır (Sezen, 2004: 57-58).

Taşıma (Nakliye): Tedarik zinciri içerisinde lojistiğin, lojistik içerisinde ise taşımanın/nakliyenin önemli bir konuma sahip olduğu göz önüne alındığında, lojistik yönetiminin tedarik zinciri içinde firmaların kârlılığını etkileyen önemli bir maliyet unsuru olduğu kaçınılmazdır. Lojistik yönetiminin bir parçası olan taşımacılık tedarik zinciri içinde en büyük maliyet kalemlerinden birini oluşturmaktadır ve lojistik sistemin duyarlılığını belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Ersoy ve Tansı, 2019: 85-86).

1.2.3.2. Çapraz Fonksiyonel Faktörler

Bilgi: Tarih boyunca, bilgi her zaman "güç" olarak algılanmıştır ve bu, bilginin yaşamın temeline yerleşmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Değerler, verimlilik ve yenilikle birlikte oluşturulur ve bunlarda bilginin işlevsel olarak kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Bilgi yönetimi, teknolojik süreçlerde etkili bir şekilde kullanılmak üzere bilginin bir modele dönüşmesini ve örgütün amacına uygun olarak bilginin kullanımı için bir hareket planını içermektedir. (Güçlü ve Sotirofski, 2006: 351). Tedarik zinciri boyunca faaliyetlerin ve kararların koordine edilebilmesi için kuruluşlar arasında bilgi paylaşımının önemi vurgulanmaktadır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için önemli yatırımlar gerekmektedir. Son yıllarda uygun maliyetli bilgi teknolojisi gelişmeleri, maliyet-fayda dengesini iyi yönetilmiş tedarik

zinciri yönetimi açısından olumlu hale getirdiği görülmektedir (Lee ve Whang, 2000: 2).

Tedarik Kaynağının Belirlenmesi: Kaynak bilgi yönetimi, ulaşım, depolama ve üretim gibi faaliyetlerin tedarik zinciri performansında kim tarafından yapılacağına seçilmesini içermektedir. Stratejik düzeyde alınan bu kararlar, işletmelerin hangi fonksiyonları yerine getireceğini ve hangi fonksiyonları dışarıdan tedarik edeceğini belirlemektedir. Kaynak bulma kararları, tedarik zincirinin hem yanıt verme yeteneğini hem de verimliliğini etkileyebilmektedir (Chopra & Meindl, 2017: 45).

Fiyatlandırma: İşletmelerde fiyatlandırma kararları, çeşitli faktörlerin detaylı bir şekilde incelenmesini, işletme içinden ve dışından birçok paydaşın katılımını ve geniş bir veri yelpazesinin değerlendirilmesini gerektiren karmaşık kararlardır. İşletmeleri hedeflerine ulaştırabilecek en doğru fiyatlandırma kararlarının verilmesi birçok faktörü içeren oldukça karmaşık bir süreçtir. İşletme yöneticilerinin bu karmaşık süreç içerisinde uygun kararlar alabilmeleri için çeşitli fiyatlandırma politikaları ve yöntemleri geliştirilmiştir. Tüm bu fiyatlandırma politikalarının temel amacı, işletmeleri hedeflerine ulaştırabilecek en uygun fiyat seviyesinin belirlenmesine katkı sağlayacak fiyatlandırma yöntemlerinin uygulanmasıdır (Met ve Oktay, 2011: 58).

1.2.4. Tedarik Zincirinde Bilişim Teknolojisi

Günümüzde küreselleşmenin etkisi ile işletmelerin tedarik zincirinin uyum sağlaması gereken en önemli alanlardan birisi bilişim teknolojileri olmaktadır. Çağın gerisinde kalarak günümüze göre ilkelleşmiş olan yöntemlerin kullanımı tedarik zincirinde olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu nedenle zincir içerisinde verimlilik açısından değerlendirmeler yapılarak firmalara en faydalı olacak teknolojinin seçimi ve uygulaması yapılmak zorundadır. Geçmişten günümüze gelerek bakıldığında zaman yeni teknolojilere ayak uyduramayan firmaların ayakta kalabilmelerinin ne kadar zor olduğu görülmektedir. Tedarik zincirine bilişim teknolojilerinin adapte edilmesi başlangıçta zor ve maliyetli olacak gibi görünüyorsa da ilerleyen süreçte zincirin her bir halkasına özellikle zaman, maliyet ve güvenlik açısından önemli getiriler sağlaması söz konusudur.

Son 20 yılda, bilgi teknolojilerinin gelişimi örgütlerde büyük bir dönüşüme neden olmuştur. Günümüzde, bilgisayar kullanım becerilerine sahip çalışanlarla çalışma

isteği, bir zorunluluk haline gelmiştir. Bilişim teknolojilerinin uygulamalarının yaygınlaştığı bu dönemde çalışanların çalışma modelleri, bilgi ve becerilerinde dönüşüm sürecinde değişmiştir. Bu dönüşüm çalışanlar için olumlu ve olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Ersöz ve Özmen, 2020: 172). Ayrıca günümüzde birçok işletme, bilgisayarları doğrudan kullanmak yerine, bilgisayarların birbirleriyle çeşitli şekillerde bağlanarak oluşturulan ağlardan faydalanmaktadır. Bilişim sistemlerini kullanan işletmelerde, fonksiyonel birimler ve yöneticiler, coğrafi konumlarına bakılmaksızın ağlar aracılığıyla birbirleriyle bağlantı kurarak proje ekiplerinde görev almaktadırlar. Bu çerçevede, lojistik sektöründe sektörel özellikler göz önünde bulundurularak bilişim teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanılmasının genel işletme performansına avantaj sağlayacağı düşünülmektedir (Tekin vd., 2005: 116).

1.3. Blokzincir Teknolojisi

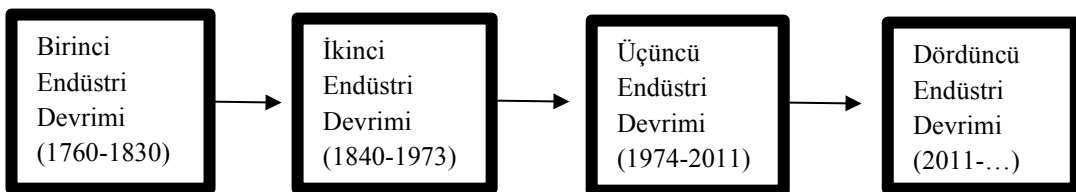
Bu bölümde Endüstri 4.0 konusuna değinilerek, blokzincir teknolojisinin tanımı, bu teknolojinin teknik yönleri, blokzincir teknolojisinin en sık bilinen Bitcoin, Ethereum ve Kripto Para Birimi kavramlarına, blokzincir teknolojisinin avantaj ve dezavantajlarına, tedarik zincirinde blokzincir teknolojisi kullanımına ve son olarak blokzincir teknolojisine ilişkin yerli ve yabancı literatür taramasına yer verilmiştir.

1.3.1. Endüstri 4.0

Endüstri veya sanayi kavramının yıllar içerisinde sık sık değişim gösterdiği görülmektedir. Teknolojik değişim ve gelişimler ile birlikte üretim sürecinde kullanılan yöntemler ve hatta üretim sürecinin kendisi sürekli olarak değişim göstermeye devam etmektedir. Bu değişim süreci yalnızca firma veya sanayi gibi daha küçük çapta değil ülke bazında etkilere neden olmaktadır ve ülkelerin demografik yapılarını, kültürel yapılarını ve ekonomik koşulları etkilemektedir. Bu değişimin başladığı dönem olarak ise 18. Yüzyılda İngiltere’de ortaya çıkan değişim süreci bilinmektedir (Pamuk ve Soysal, 2018: 42). 18. yüzyılda buharlı makineler icat edilmesi ile Birinci Sanayi Devrimi ortaya çıkarak bilimsel çalışmaların hızla ilerlediği görülmektedir. 2000’li yıllarda gündeme gelen Endüstri 4.0 döneminin diğer sanayi devrimlerinden farkları içerisinde en önemlisi teknolojik gelişmelerde yaşanan hızlı değişim olmaktadır. Bu dönemde üretim, çeşitli teknolojilerin kullanımını gerçekleştirilmekte ve üretim aşamasında otomasyon sisteminin günden güne geliştiği bir dönem olmaktadır (Özkan, Al ve Yavuz, 2018: 126).

Dördüncü Sanayi Devrimine kadar geçen yaklaşık 200 yıllık süre içerisinde Endüstri 1.0, Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 olmak üzere üç ayrı devrim yaşandığı görülmektedir. İlk olarak 1780'lerde Birinci Sanayi Devrimi ile su ve buhar gücünün yardımıyla mekanik üretim tesislerinin geliştirildiği ve üretim sürecinin bireysel tezgâhlardan fabrikalara geçtiği görülmektedir. Endüstri 1.0 ile buhar gücünün endüstriyel amaçlar için kullanımı ve insan üretkenliğini artırması önemli bir yenilik olmaktadır. Böylece bu devrim ile üretimde kapasite ve hızın arttığı, makineleşme sayesinde insan hayatının kolaylaştığı görülmektedir. Öncelikli olarak sanayi devriminin tekstil imalatı, demir endüstrisi, takım tezgâhları, kimyasallar, cam yapımı, tarım, ulaşım, madencilik gibi alanların gelişimi sağladığı görülmektedir. 19. yy.'ın sonlarında başladığı bilinen İkinci Sanayi Devriminde ise elektrik enerjisi kullanımı ile seri üretime geçilmesiyle sürekli üretim hatlarının geliştirilmesi ve konveyör bantların kullanılmaya başlanması ile üretkenlikte artış olmaktadır. 1969 yılında başladığı bilinen Üçüncü Sanayi Devriminde otomasyona dayalı üretimin gelişimini artıran elektronik ve bilgi teknolojilerinin yaygınlaştığı görülmektedir. Dördüncü Sanayi Devriminde ise siber-fiziksel sistemlerin kullanımı yaygınlaşarak, endüstride ve özellikle imalat endüstrisinde geçerli bir model haline gelmektedir (Xu vd., 2018: 2941; Akkoca, 2020:19; Vinitha vd., 2020: 3956; Drath ve Horch, 2014: 56).

Firmalar, rakiplerinden üstün olabilmek ile birlikte küreselleşen dünyada ayakta kalabilmek için her geçen gün değişen ve gelişen teknolojiye uyum sağlamak ve teknolojik avantajlardan her zamankinden daha fazla yararlanmaktadırlar. Endüstri 4.0 kavramı da bu gelişmelerin önemli bir faktörü olmaktadır. Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi), makinelerin birbirleri ile ve insanlarla etkileşimde olduğu, akıllı fabrikalarda kişiselleştirilen ve bunlar sayesinde üretimden yüksek oranda verimlilik sağlanan bir dönem olarak tanımlanmaktadır (Sarı ve Yılmaz, 2020: 277). Şekil 1.3'te endüstriyel devrimler yıllara göre gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Endüstriyel Devrimler (Kamber ve Bolatan, 2019: 838).

Endüstri 4.0 temelde kendi kendini düzenleyebilen, üretimi sağlayan, insanların, makinelerin, ekipman ve ürünlerin birbirleri ile iletişim halinde olduğu ağ bağlantılı akıllı sistemlerin yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Bu devrim ile akıllı üretim robotları kullanılmaktadır. Bu paradigmanın amacı esnek, özel üretimi ekonomik hale getirmek ve kaynakları verimli kullanabilmektir. Endüstri 4.0'da bilgi akışı merkezi üretim kontrol sistemi tarafından yürütülmektedir, ürün, makine ve ekipmanlarla benzersiz ürün kodları ile haberleşme sağlanmakta olup, üretim esnasında ürünler bir nevi kendi üretimlerini kontrol edebilmektedir, fabrikalar kendi kendilerini düzenleyip, operasyonlarını optimize edebilmektedir (Gubán ve Kovacs, 2017: 112). Endüstri 4.0 olarak adlandırılan ve bunun yanı sıra “nesnelerin endüstriyel interneti”, “ileri üretim”, “akıllı üretim”, “akıllı fabrikalar”, “geleceğin fabrikaları” olarak da bilinen bu sanayi devrimi ile çok daha yenilikçi teknolojilerin ortaya çıktığı görülmektedir. Yine bu sanayi devriminde sık sık bulut bilişim, bilgi ve iletişim teknolojileri, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, robotlar gibi birçok kavramdan bahsedildiği ve bunlara ek olarak ürün ve süreçler gibi birçok faktörün dijitalleştiği, kitlesel özelleştirilmelerin ortaya çıktığı ve iş ortamında birçok değişime neden olduğu bilinmektedir (Santos ve Martinho, 2020: 1023). Bu endüstride bahsedilen akıllı makineler ile yalnızca üretim hatlarının otomasyonunun sağlanması değil belirli düzeyde üretim hattı problemlerinin analizinde ve minimum insan müdahalesi ile bu sorunların çözümünde iletişimin kuvvetlendirilmesi öngörülmektedir (Tjahjono vd., 2017: 1176).

1.3.2. Blokzincir (Blokchain) Teknolojisi Tanımı

Blokzincir kavramının son zamanlarda oldukça sık adından bahsedilen Bitcoin kripto para birimi ile ilk kez 2008 yılında ortaya çıktığı bilinmektedir (Atabaş, 2018: 9). Satoshi Nakamoto tarafından bitcoinin matematiksel yapısını ortaya koyan “Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System” adlı makalesinde ilk olarak Blokzincir teknolojisinden bahsedilmektedir. Bu makale oldukça ses getirmesine rağmen hiçbir zaman geleneksel hakemli bir dergide yayınlanmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra yazarın gerçek kimliği hakkında da hiçbir bilgiye ulaşılamamaktadır. Blokzincir teknolojisi yalnızca kripto para biriminde değil, bunun yanı sıra geleneksel finans sektöründe geniş bir uygulama alanına sahip olduğu düşünülmektedir. Bu teknoloji

akıllı sözleşmeler gibi yeni ve birçok avantaj sağlayan uygulamalardan haberdar olunmasına neden olmaktadır (Di Pierro, 2017: 92).

Blokzincir teknolojisi dağıtık defter teknolojisi günden güne daha fazla bilinir ve ilgi görür olmaktadır. Bu teknoloji farklı birçok sektörde birden fazla proje içerisinde dâhil olabilmektedir. Bunların başında finans sektörü gelmektedir, bu sektörde blokzincir teknolojisi daha kullanılabilir olmaktadır. Bunun nedeni ise kripto para birimi olan Bitcoinin yanı sıra, blokzincir teknolojisi finans sektöründe bulunan süreç verimsizliklerini ve maliyet sorununa çözüm üretebilmektedir. Küresel finansal işlemlerde değişen alıcılar zincirinde sürekli takibin sağlanması bir sorun olabilmektedir ve blokzincir teknoloji bu sorunun önüne geçebilmektedir (Nofer vd., 2017: 183). Blokzincir teknolojisi ile veri bütünlüğünün kalitesinin artması ile yeni olasılıklar gündeme gelmektedir. Şirketler ellerindeki verilerin gerçeği yansıtmıyorsa yansıtmadığı konusunda tereddüt yaşamaktadırlar, blokzincir teknolojisinin kullanımı ile tedarik zincirinde stokta ne kadar mal olduğunu, hangi ürünün ne zaman girdiğini ve ne zaman çıktığını bilmek stok yönetiminin maliyetini önemli oranda azaltmaktadır. Bunun gibi zaman kaybı da taşıyan işlemler üzerinde yeniliklerin yapılması ile sahtekârlık riski de önemli oranda azalmaktadır (Tucker, 2020: 11).

Bitcoin ile popüler hale gelmiş olsa da blokzincir teknolojisi aslında kripto para biriminden çok daha fazlasıdır. Endüstriyel büyümeler güvenilir ortaklıkların sağlanmasını gerekli kılmakta fakat günden güne artan siber suçlar ve dolandırıcılıklar bu büyüme üzerinde bir engel teşkil etmektedir. Bu engellerin üstesinden gelebilmek için blokzincir teknolojisi, daha çevik değer zincirleri, daha hızlı ürün yenilikleri, daha yakın müşteri ilişkileri ve nesnelerin interneti ve bulut teknolojileri ile daha hızlı uyum sağlanabilmektedir. Blokzincir teknolojisinin daha fazla kullanımı ile işletmelere değer katmayan faaliyetlerin belirlenmesi ve üçüncü tarafların müdahalesi olmadan izlenebilen güvenilir bir sözleşmenin yapılması ile daha düşük ticari maliyet sağlanmaktadır (Ahram vd., 2017: 137). Bunların yanı sıra blokzincir dijital alanda güvenilir alışveriş yapılabilmesine olanak sağlayan bir teknoloji olarak görülmektedir. Blokzincir teknolojisinin ortaya çıkışını sağlayan Bitcoin ise herkesin katılabileceği, herkese açık veya izinsiz blokzincir teknolojisi ile çalışmaktadır. Bu teknoloji konsensüs algoritması (fikir birliği) kullanmaktadır. Burada odak noktası bir dizi tanımlanmış katılımcıyı birbirine bağlayan izinli blokzincir olmaktadır. İzinli

blokzincir, ortak bir amacı bulunan fakat birbirine tam anlamıyla güven duymayan bir grup paydaş arasındaki iletişimleri güvence altına almayı sağlamaktadır. Blokzincir teknolojisi eşler arasında Bizans hata toleransı gibi geleneksel tekniklerden herhangi birini kullanmaktadır (Sampath vd., 2020: 376). Ayrıca blokzincir taraflar arasındaki işlemlerin güvenli ve kalıcı olarak kaydedebilen dağıtılmış bir defter teknolojisi olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte blokzincir teknolojisi veritabanlarını birden fazla taraf arasında paylaştırarak işlemlerin doğrulanmasında, kaydında ve koordinasyonunda aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldıran bir teknolojidir (Heutger vd., 2018: 3).

Blokzincir ile para birimlerinin temel işlevi herhangi bir işlemin internet üzerinden doğrudan iki kişi arasında tamamlanabilmektedir. Altcoinler ile bireyler arasında tamamen merkeziyetsiz, dağıtılmış ve küresel şekilde kaynakların tahsisi ve ticaret yapılabilir. Bu nedenle kripto para birimi, para birimi ve ödeme aracı olmanın yanı sıra tüm kaynakların merkezi olmayan ticaret yöntemi ile açık bir ağ sağlamaktadır. Blokzincir teknolojisi ilk çıktığı andan itibaren bazı değişimler göstermiştir ve Tablo 1.1’de blokzincir teknolojisinin evrimlerine yer verilmiştir. Böylece Blokzincir 1.0 para birimi ve ödemeler için, Bitcoin’in programlanabilir para olarak daha sağlam işlevselliğinden yararlanmak için Blokzincir 2.0 genişletilmektedir. Blokzincir 1.0’ın para ve ödemelerin ademi merkeziyetleştirilmesi için, blokzincir 2.0 ise daha genel olarak pazarların ademi merkeziyetleştirilmesi için ve para biriminin ötesinde birçok başka varlığın transferini tasarlamaktadır (Swan, 2015: 5-9). Akıllı sözleşmelerin dijital para birimleriyle birleştirilmesiyle ortaya çıkan finansal alandaki tüm bu yeni uygulamalar Blokzincir 2.0 şeklinde adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra Blokzincir 3.0 blokzincir teknolojisinin güvenilir, ademi merkeziyetçi yapısı ile sağlanan tüm özelliklerin (değişmezlik, şeffaflık ve aracılara olan ihtiyacın ortadan kalkması gibi) blokzincir teknolojisinin bünyesindeki diğer sistemlere taşınmasını ifade etmektedir (Maesa & Mori, 2020: 99). Blokzincir 4.0, farklı endüstrilerde blokzincir kullanmanın gerçek dünyadaki uygulamalarını ve etkilerini vurgulamaktadır. Son olarak Blokzincir 5.0, blokzincirin akıllı hale gelmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte diğer veri analitiği ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin yanı sıra yapay zekâ ile birlikte uygulanmaktadır. Blokzincir 5.0’da blokzincir desteği ile akıllı ve otomatik işlemler uygulanmaktadır. Blokzinciri benimseyen çoğu

işletmenin şuan için Blokzincir 4.0 aşamasında olduğu ve kısa bir süre sonra Blokzincir 5.0 aşamasına geçecekleri belirtilmektedir (Choi & Siqin, 2022: 2).

Tablo 1.1.Blokzincirin Evrimleri (Choi & Siqin, 2022: 3)

Terimler	Anlamları
Blokzincir 1.0	“Para birimi” için blokzincir kullanımı (finans gibi).
Blokzincir 2.0	“Akıllı sözleşme” için blokzincir kullanımı.
Blokzincir 3.0	Şeffaflığı sağlamak için merkezi olmayan bir P2P ağında blokzincir çalıştırma.
Blokzincir 4.0	Blokzinciri operasyonlarda gerçek hayat uygulaması haline getirmek.
Blokzincir 5.0	Akıllı uygulamaların süreçlerini otomatikleştirmek için makine zekâsını ve veri analitiğini kullanma.

Blokzincir teknolojisi kısaca Dağıtık Defter Teknolojisi ile özdeşleştirilen bir teknolojidir. Bu teknoloji kaydedilen işlemlerin belirli bir konsensüs (mutabakat) algoritması ile dağıtık veri tabanlarında kaydedilmesi şeklinde de tanımlanabilmektedir (Özcan, 2019: 2).

1.3.3. Blokzincir Teknolojisinin Teknik Yönleri

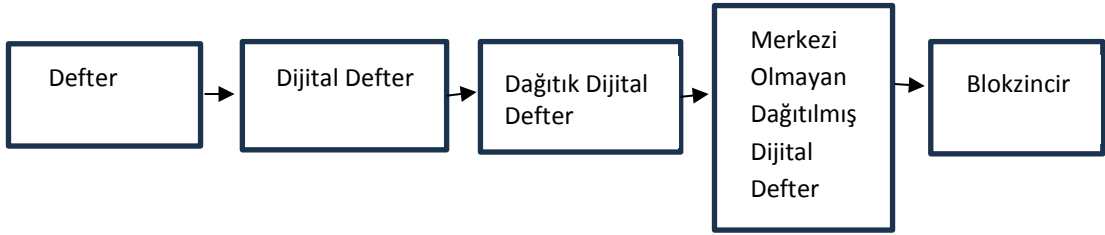
Blokzincir teknolojisi içerisinde birden fazla teknik özellik barındırmaktadır ve bu tekniklerin her biri ayrı önem taşımaktadır. Bu tekniklere bu bölümde yer verilmektedir.

1.3.3.1. Dağıtık Defter Teknolojisi

Günümüzde kullanılan merkezi sistemlerde güvenlik sorunları yaşanmaktadır ve kesintisiz çalışma konusunda bu sistemler yetersiz kalmaktadır. Verilerin merkezi bir sistemde tutulması olası siber saldırılara açıktır ve saldırganlar gibi art niyetli merkezi sistemlerin yöneticileri de bu veriler üzerinde istenildiği şekilde değişiklikler yapabilmektedirler. Bu gibi güvenlik açıklarının önlenmesi amacıyla dağıtık defter teknolojisi önerilmektedir. Verilerin tek bir merkezde değil de dağıtık bir şekilde

tutulması ile tek bir saldırı noktası oluşmamaktadır. Bu şekilde veriler hiçbir katılımcı tarafından da değiştirilememektedir. Bu sistemde aracısız işlem yapıldığı için yoğunluğun artması önem taşımamakta ve sistem kesintisiz devam etmektedir (Şafak vd., 2021: 36).

Dağıtık kayıt defteri genel olarak işlemlerin dağıtık veri tabanlarında tutulması anlamına gelmektedir. Dağıtık veri tabanlarını kullanan cihazlar node olarak tanımlanan bir IP adresi ile blokzincir ağına bağlanabilen bilgisayar, notebook, mobil cihaz gibi çeşitli cihazlar olmaktadır (Özcan, 2019: 2). Dağıtık defter teknolojilerinin (DDT) , verilerin dağıtık şekilde paylaşımının yapılabildiği veri tabanları olarak tasarlandığı ve blokzincir teknolojisinin bu teknik özelliği sağladığı belirtilmektedir. Şekil 1.4'te de dağıtık kayıt defterinin evreleri yer almaktadır (Belotti vd., 2019: 3796).



Şekil 1.4. Dağıtık Kayıt Defteri Evrimi (Belotti vd., 2019: 3797)

Dağıtık Defter Teknolojisi, para birimi ve finasta geleneksel blokzinciri uygulama alanının ötesinde, eşler arası ((P2P)Peer-to-Peer) sayısallaştırılmış bir sisteminde uygulama için uygun bir seçenek olmaktadır. Bu itici güç, blokzincirin dağıtılmış bir ortamda algılanan güvenlik, şeffaflık, doğrulama ve uyumluluk özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Dağıtık defter teknolojisinin değiştirilememe özelliği ile deftere kaydedilen hiçbir şey silinmemekte veya değiştirilememektedir, evrensel olarak kayıtların dağıtılması yani her seferinde bilgilerin bir kopyasının herkesin eşit erişimine açık olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle açık defter veri tabanı, blokzincirin güvenilir, açık, paylaşılan ve şeffaf olma özelliğini sağlamaktadır (Dogo vd., 2018: 477-478). Dağıtık ağlardaki katılımcıların bağlantı kurdukları cihazların istemci ve sunucu görevinde olması nedeniyle ağ, eşler arası ağ şeklinde katılımcılar arasında kurulmaktadır. Bu şekilde katılımcılar ağdaki tüm işlemleri hem görüp hem de onaylayabilmektedirler (Öngel, Yavuz ve Tatlı, 2021: 308. Bafra ve Taşyürek (Ed)).

DDT' nin temel özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Atabaş, 2018: 15):

Kaydedicilik: Sisteme giren bilgiler zaman damgası, tarih, saat ve tüm detaylar ile tam zamanlı işlem yapıldığını belirtecek şekilde kaydedilmektedir.

Şeffaflık ve Görünürlük: İşlemlerin tüm detayları herkes tarafından görülebilir ve defter halka açık bir parametre özelliği taşımaktadır.

Merkeziyetsizlik: Genel olarak düğüm şeklinde birden çok bilgisayarda yer alabilmektedir. Herhangi bir merkeze bağlı olmamakla birlikte birden çok açık düğüm noktası bulunmaktadır.

1.3.3.2. Kriptografi Teknolojisi

İnsanlar arasında yüz yüze iletişimin dışında yazılı mesajlar şeklinde farklı iletişim türlerinin ortaya çıkması çeşitli güvenlik açıklarını da beraberinde getirmektedir. Bu durum insanların mesaj içeriğinin kötü niyetli kişiler tarafından okunabilmesi endişesi oluşturmaktadır. Bu sebeple şifreli mesajlar ortaya çıkmaktadır. Böylece mesaj başkalarının eline geçse bile içerik anlaşılammaktadır ve bu şekilde aslında kriptografi kullanılmaktadır. Alfabede yer alan harflerinin karıştırılarak oluşturulan içerikler aslında “sezar şifresi” ni oluşturmaktadır (Çağlar, 2004: 1). Kısacası kriptografi teknolojisi hassas bilgilerin güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Şifreleme olarak bilinmekte olan kriptografi, şifreleme ile göndericinin hassas bilgilerinin güvenli olmayan ağlar arasında güvenli bir şekilde saklanıp iletilmesini sağlamaktadır. Bu şekilde bu bilgiler yalnızca hedeflenen alıcılar tarafından anlaşılmaktadır. Kriptografik bir sistem, bilgiler üzerinde şifreler uygular ve içerik hakkında hiçbir bilgisi olmayan istenmeyen bir kullanıcı için anlamsız bulunacak şifreli bir içerik üretmektedir (Jacob & Murugan, 2013:36). Şifreleme, okunabilir düz metin şeklindeki mesajları karmaşık bir metin şekline getirmektedir. Şifre çözme ise şifreli metinlerin okunabilir hale dönüştürülmesini sağlamaktadır (Lewis, 2021: 95).

İnternette kullanıcı kimliği, belgelerin doğrulanması gibi işlemler gerçekleşirken dijital imza kullanılmaktadır. Dijital imza özel anahtar ve genel anahtardan oluşmaktadır. Özel anahtar ile dijital imza oluşturulurken, genel anahtar ile alıcılar bu imzaların kontrolünü sağlayabilmektedir. Blokzincir teknolojisi ile bu imzalar

doğrulanır ve böylece özel ve genel anahtarlar kriptografik şekilde “hash” olarak bilinen şifreleme yöntemi ve matematiksel algoritma aracılığıyla dijital imzaya dönüştürülmektedir. Gerçekleşen her bir işlem blok şeklinde, önceki kayıtları bozmadan eklenmektedir ve bu yeni blok kullanıcıların tümünün dijital hesap defterinde de görülmekte ve kaydedilmektedir (Yavuz, 2019: 17).

1.3.3.3. Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmeler kod ile yazılmaktadır. Bunun yanı sıra belirli blokzincir içerisinde bulunan sözleşmeler olmaktadır. Buradaki kod, şartların sağlanması ile otomatik olarak tüm kurallarla koşulları, son kullanım tarihlerini ve diğer tüm gerekli bilgileri içerebilmektedir. Bu kavramın ilk olarak 1990’ların başında bilgisayar bilimcisi Nick Szabo tarafından ortaya çıktığı bilinmektedir (Atabaş, 2018: 69). Akıllı sözleşmelerin mantığı geleneksel endüstri ve iş süreçlerini değiştirerek, güvenilir üçüncü kişilerin müdahalesi olmadan bir anlaşmanın sözleşme şartlarının otomatik olarak uygulanmasını sağlamaktır. Böylece akıllı sözleşmeler yönetimi azaltabilir ve maliyet tasarrufu sağlayabilmektedir. Bunların yanı sıra iş süreçlerindeki verimliliği artırabilmektedir (Zheng vd., 2020: 475). Bunların yanı sıra dağıtık defterlerde akıllı sözleşmeler genel olarak defter içerisinde gömülü olan ve temsil edilen varlıkların gerçek zamanlı uzlaşmasını sağlayabilmektedir. Bir blokzinciri, örnek olarak kripto para birimine kimin ne kadar sahip olduğunun bir kaydını tutarken, bu blokzincir içerisinde akıllı sözleşmeler bu kripto para biriminin yerel olarak transferinin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayabilmektedir (Magazzeni vd., 2017: 52).

Akıllı sözleşmeler zaman zaman sıradan evrak işlerinde kullanılan anlaşmalar olarak anımsanabilmektedir. Bu tabirin yanlış olmamakla beraber kısmen doğru olduğu düşünülmektedir. Çünkü herhangi bir iş sözleşmesi veya bir sigorta poliçesi gibi anlaşmaların yerine kullanılacak bir akıllı sözleşme kodlanabilmektedir. Hatta para transferi, anlık sohbet uygulamaları gibi durumlarda bile akıllı sözleşmeler kullanılabilir. Kısaca akıllı sözleşmeler denildiğinde karşılıklı sözleşmenin yanı sıra bilinen ve kurulabilir uygulamalar veya web projeleri şeklinde anlaşılabilir (Dedeoğlu, 2022: 61).

1.3.3.4. Konsensus (Mutabakat) Algoritması

Konsensus kavram olarak mutabakat anlamında kullanılmaktadır. Yani bir işin ortaya çıkışında ortak kararın alınmasını sağlamaktadır (Özcan, 2019: 16). Bir blokzincir ağında taraflar arasında anlaşmanın sağlanması hem karmaşık hem de zor olmaktadır. Eklenen yeni blok ağdaki diğer tüm düğümler tarafından doğrulandıktan sonra bu işlem zincire yeni kayıt olarak eklenmektedir. Blokların doğruluğu netleştirildikten sonra ise onları değiştirmek veya silmek mümkün olmamaktadır. Konsensus algoritmaları bu sorunların çözümünü sağlamak amacıyla geliştirilmekte olup çeşitli yöntemlerin tasarlanıp, geliştirildiği bilinmektedir. (Bamakan vd., 2020: 4). En yaygın kullanılan ve en önemli konsensus algoritmalarına kısaca aşağıda yer verilmektedir.

İş Kanıtı (Proof-of-Work) Algoritması: POW, iş kanıtı ve emeğin ispatı gibi farklı Türkçe çeviriler şeklinde kullanılabilir. Bu algoritmada madencilik kavramı kullanılmaktadır. Madenciler yapılan işlemlerin bloklara eklenmesini ve bu bloklarında zincire eklenmesi aşamasında en önemli görevi üstlenmektedir. Bu süreç konsensus algoritmasına göre işlenmektedir. Bu algoritmada madencilik görevindeki node' lar herhangi bir problem oluştuğunda o problemi diğer madencilerden daha önce çözmeyi sağlamaktadır. Problem çözüme kavuşturulduğunda ortaya çıkan değere hash denilmektedir. Hash fonksiyonu, bazı birtakım girdi verileri üzerinde yapılabilecek birtakım matematiksel adım veya algoritmalar olmaktadır. Burada madenciler hızlı bir şekilde blok hash değerini oluşturarak, blok içerisinde ki diğer bekleyen işlemleri yerleştirdikten sonra ağda yer alan diğer node' lara yeni bloğun oluşturulduğu bilgisini vererek, bunun doğruluğunun teyit edilmesini istemektedirler. Diğer node' lar doğrulama işlemini gerçekleştirdikten sonra kendi veri tabanlarına eklemektedirler (Özcan, 2019: 18, Lewis, 2021: 107).

Sahipliğin İspatı (Proof-of-Stake) Algoritması: Proof of Stake olarak adlandırılan bu kavramın 2011 yılında Bitcoin konusu ile tartışıldığı bilinmektedir. Genel olarak bu kavram para biriminin bir tür mülkiyet kanıtı anlamına gelmektedir (King, Nadal, 2012). Bu kavramın ortaya çıkış sebebi, bir blokzincirinin zincirde finansal çıkarları olan kişiler tarafından güvence altına alınması gerektiği düşüncesi olmaktadır. Kısaca POS olarak bilinen sahipliğin ispatı kavramı Bitcoin ağında bilinen saldırılara karşı koymak için bir araç olarak benimsenmektedir. 2012 yılında ortaya çıkan Peercoin kripto para birimi üzerinden anlatacak olursak eğer, Peercoin sahibi bir kişinin, ağın

güvenliğinin sağlanması için Proof-of-Stake madenci olmayı seçmesi ve hatta coinlerinin bir kısmını belirli bir süre taahhüt etmesi gerekmektedir. Peercoin kripto para biriminde ağın güvenliğinin sağlanması amacıyla daha sonra POS ve POW'un birlikte kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Larimer, 2013: 1).

Pratik Bizans Hata Toleransı (Practical Byzantine Fault Tolerance): Bu algoritma adını Bizans döneminde generallerin kullandığı bir yöntemden almaktadır. Bizans İmparatorluğunda imparator tarafından verilen emirlerin gerçekliğinin anlaşılabilmesi için basit ve etkili bir yöntem kullanılmaktadır. Orduya emir verildiği zaman imparator bu emri generallere ulaştırmak için birden fazla ulak görevlendirmektedir. Daha sonra generaller bu emri aldıkları zaman emri kendi aralarında ulaklar ile paylaşmaktadırlar. Eğer İmparatorun vermiş olduğu emiri ulakların çoğunluğu doğru olarak iletirse bu emirin doğruluğu teyit edilmektedir. Bu şekilde blokzincir teknolojisinde ağa dâhil her doğrulayıcı rolünde olan düğüm için özel bir açık-gizli anahtar ikilisi oluşturulmaktadır ve her düğüm diğer düğümlerin açık anahtar bilgisine sahip olmaktadır (Dedeoğlu, 2022: 99).

1.3.4. Kripto Para Birimi, Bitcoin ve Ethereum

Kripto para birimleri son zamanlarda hızlı bir gelişme yaşamaktadır. Birçok yatırım fonu ve varlık yöneticisinin, kripto para birimiyle ilgili varlıkları portföylerine ve ticaret stratejilerine dahil etmeye başladığı görülmektedir. Akademik alanda da buna benzer olarak kripto para ticareti konusunda araştırmaların yapılmasında önemli çabaların harcandığı görülmektedir. Burada kripto para birimlerinde onay işlemini yalnızca madencilerin yapabildiği görülmektedir. Madenciler blokzincire blok eklemekte ve önceki blokta yer alan işlemleri alarak önceki bloğun hash'i ile birleştirerek mevcut bloğa depolamaktadırlar. Blokzincirde kripto para birimini yönlendiren bir platform olarak ağ için dağıtık defter görevi üstlenmektedir (Fang vd., 2022: 1-4). Kripto para birimi, kullanılan standart para birimleri gibi işlev gören ve kullanıcıların merkezi bir otoriteye bağımlı olmadığı tamamen bağımsız olarak mal ve hizmetler için sanal ödemelerin yapılabildiği sanal bir madeni para sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu para sisteminde kriptografik yöntemler kullanılarak dijital bilgilerin güvenli şekilde iletilmesi sağlanmaktadır (Farell, 2015). Yıldırım (2019) çalışmasında Bitcoin, Ethereum, XRP, Bitcoin Cash, Litecoin, Urgan, EOS ve Binance

Coin'in piyasa değeri en yüksek kripto paralar olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada yalnızca Bitcoin ve Ethereum'a yer verilmiştir.

Bitcoin, hükümet ve bankalardan bağımsız bir şekilde yapılan tamamen anonim ödemeler için tasarlanan bir sanal para birimi olmaktadır. Bu yöntem ile yapılan ödemeler, yeni ve ilginç bir teknik çözüm üzerine dayanarak geleneksel ödemelerden farklı bir işlev görmektedir. Bu nedenlerden dolayı Bitcoin son zamanlarda oldukça fazla ilgi görmektedir. Bu yöntemin geleneksel ödeme yöntemlerine oranla daha düşük maliyet, hız, anonimlik gibi avantajları bulunmaktadır (Segendorf, 2014: 6). Bitcoin herhangi bir merkezde üretilmemektedir ve dağıtık bir ağ içerisinde gönderme ve alma işlemlerini içermektedir. Bu sistem ilk bloğu 4 Ocak 2009 yılında kurulmuş olan bloklar olarak çalışmaktadır (Altıntop, 2021: 1). İnsanlarda karmaşık bir olgu yaratması ile birlikte Bitcoin konusu aslında üç ayrı durumu ifade etmektedir. Öncelikle, temeldeki blokzincir teknolojisi platformunu ifade etmektedir. İkinci ifadesi ise, varlıkların blokzincirde nasıl aktarıldığını açıklamak amacıyla temel blokzincir teknolojisi içerisinde çalışan protokolü ifade etmektedir. Son olarak Bitcoin kripto para birimlerinin ilki ve en büyüğü olan bir dijital para birimini ifade etmektedir (Swan, 2015: 1).

2018 yılında 138 milyar dolarla en yüksek değere ulaşan en büyük ikinci kripto para birimi olan Ethereum merkezi olmayan bir sistem ile çalışan bilgi işlem platformu olmaktadır (Kim, Ma & Murali, 2018: 91). Bitcoinde maksimum üretililecek coin sayısı 21 milyon iken bu sayı Ethereumda sınırsız olmaktadır. Bu durum aralarındaki farkı ortaya koymaktadır (Dedeoğlu, 2022: 57).

Kripto para birimleri son zamanlarda hızlı bir gelişme yaşamaktadır. Birçok yatırım fonu ve varlık yöneticisinin, kripto para birimiyle ilgili varlıkları portföylerine ve ticaret stratejilerine dahil etmeye başladığı görülmektedir. Akademik alanda da buna benzer olarak kripto para ticareti konusunda araştırmaların yapılmasında önemli çabaların harcandığı görülmektedir. Burada kripto para birimlerinde onay işlemini yalnızca madencilerin yapabildiği görülmektedir. Madenciler blokzincire blok eklemekte ve önceki blokta yer alan işlemleri alarak önceki bloğun hash' i ile birleştirerek mevcut bloğa depolamaktadırlar. Blokzincirde kripto para birimini yönlendiren bir platform olarak ağ için dağıtık defter görevi üstlenmektedir (Fang vd.,

2022: 1-4). Kripto para birimi, kullanılan standart para birimleri gibi işlev gören ve kullanıcıların merkezi bir otoriteye bağımlı olmadığı tamamen bağımsız olarak mal ve hizmetler için sanal ödemelerin yapılabildiği sanal bir madeni para sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu para sisteminde kriptografik yöntemler kullanılarak dijital bilgilerin güvenli şekilde iletilmesi sağlanmaktadır (Farell, 2015).

1.3.5. Blokzincir Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları

Blokzincir teknolojisi gelecekte parlak bir potansiyele sahip olabilir. İş, devlet ve lojistik sistemlerini daha güvenilir ve emniyetli hale getirmek için önemli bir rol oynayabilir. Bu teknolojinin birçok güçlü faydası vardır çünkü çeşitli sistemlerde belirtilen hedeflere ulaşmada yardımcı olabilir. Tabii ki, blokzincir teknolojisinin bazı dezavantajları da vardır, özellikle maliyetleri ve uygulama süreci ile ilgili sorunlar bu dezavantajlara örnek olarak verilebilir. Teknolojinin başarılı bir şekilde uygulanması, hükümet ve yasal düzenlemeler gibi birçok farklı faktöre bağlıdır. Ancak, doğru şekilde kullanıldığında blokzincir teknolojisinin önemli faydaları olduğu unutulmamalıdır (Golosova ve Romanovs 2018: 1).

Bilgi şeffaflığına dayalı blokzincir teknolojisi kullanımı, finans ve teknoloji şirketlerine rekabet avantajı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra sözleşme maliyetleri düşürmekte ve operasyonel risk yönetimi ve ağ ve finansal işlem maliyetleri kontrol edilebilmektedir (Vovchenko vd., 2017: 197). Blokzincir teknolojisinde üçüncü şahıslara ihtiyaç yoktur ve kriptografi teknolojisinin kullanımı ile gelişmiş güvenlik avantajı sağlamaktadır. Bu nedenle de bilgi alışverişi güvenli olmaktadır. Blokzincir esneklik avantajının yanı sıra, sistemi saldırılardan veya sistem hatalarından kurtarabilmektedir. Böylece kullanıcılara güvenilirlik ve güvenlik sağlamaktadır (Al-Asmari, 2021: 203). Blok zinciri teknolojisinin avantajları arasında, kullanıcıların çeşitli işlemlerle etkileşime girebilecekleri, istikrarlı ve güvenli bir veri setinin geliştirilmesine izin vermesi de bulunmaktadır (Roman-Belmonte vd., 2018). Blokzincir işlemlerinin kısıtlamaları uygulamak için kendi geçerlilik kanıtları ve yetkileri olduğundan, bazı merkezi uygulama mantığına sahip olmak yerine işlemler bağımsız olarak doğrulanabilir ve işlenebilmektedir. Blokzincir, düğümlerin senkronize kalmasını sağlamak için bir fikir birliği mekanizması olarak hareket eder (Niranjanamurthy vd., 2019: 14752).

Blokszincir teknolojisinin avantajları olduğu gibi birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Bu teknolojide ki her düğüm fikir birliğine varmak için bir görevi tekrarlamalıdır, böylece blokszincirleri pahalı ve kaynak yoğun olabilmektedir. Blokszincirde ki bir işlem, diğer tüm düğümlerin doğrulaması ile sonuçlandırılmaktadır ve bu durum süreci yavaşlatmaktadır. Bir diğer dezavantaj ise bu teknolojinin karmaşık yapısı olmaktadır. Bu teknoloji hakkında bilgi sahibi olmayan insanların kolay bir şekilde anlayıp uygulaması pek mümkün olmamaktadır, çünkü bir dizi karmaşık kavram ve süreci barındırmaktadır (Sarmah, 2018: 27).

1.3.6. Tedarik Zincirinde Blokszincir Teknolojisi Kullanımı

Blokszincir teknolojisi ile kullanıcılar tedarik zincirinde üretim, nakliye ve teslim aşaması boyunca ilerleyen ürünlerin değişimlerini takip edebilmektedir. Bu işlem için dijital jeton kullanılabilir. Bu uygulama şirkete, zincir içerisinde herhangi bir aşamada değerın tespit edilmesi, yeni piyasa ve fiyat riski vb. konularda daha fazla esneklik kazandırmaktadır. Bu teknolojinin takip edilebilirlik ve otomasyon gibi avantajları yalnızca ürünlerle sınırlı olmamaktadır, insanları kontrol altında tutabilme konusunda da kullanılabilir (Casey & Wong, 2020: 127). Blokszincir teknolojisi ile ürünlerin üretiminden tüketimine kadar ki süreç kolay bir şekilde takip edilebilir. Böylece gerekli ürünün stokta olup olmadığı veya hangi satıcının stoğunda olduğu bilgisi elde edilebilir. Bununla birlikte bu teknoloji ürünlerin son kullanma tarihleri konusunda çözüm üretebilir ve bu konuda ki insan hatalarını önleyebilir. Ayrıca kullanıcılar ürünlerin üretim süreci hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmektedir. Blokszincir teknolojisinin tedarik zincirine sağladığı bir diğer avantajı ise değişmezlik özelliğidir. Bu sayede tedarik zincirine güvenilir ve değişmez olma özelliği kazandırılmaktadır (Atabaş, 2018: 99-100).

Blokszincir teknolojisi tedarik zincirinde depolanan verilerin güvenliğini ve tüm bilgilerin gerçek zamanlı kaydedilmesini sağlamaktadır. Şeffaflık özelliği ile işlem sırasında öğenin durumunun izlenmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra bu özellik tedarik zincirinde veri analizi faaliyetlerinin otomatikleştirilmesini sağlamaktadır. Kaynakların daha iyi kullanılması ile dinamik ve gerçek zamanlı bir tedarik zinciri oluşturmaktadır. Akıllı sözleşmelerin kullanımı ile her fonksiyon için özelleştirilmiş ve bireysel sözleşmeler tanımlanabilmektedir. Bu şekilde aracı ihtiyacı ortadan kalkmaktadır (Dutta vd., 2020: 7).

FarmaTrust ilaç endüstrisinde şeffaflık, verimlilik ve izlenebilirliği sağlama amacı başta olmak üzere ilaç ve sağlık sektöründe tedarik zincirinde üreticiden kullanıcıya kadar gerçekleşen tüm süreci izlemeyi amaçlamıştır. Dünya genelinde FarmaTrust gibi özellikle şeffaf, izlenebilir ve verimli bir tedarik zinciri sağlamak amacıyla blokzincir teknolojisini kullanan birçok firma yer almaktadır (Altıntop, 2021: 6).

1.3.7. Blokzincir Teknolojisine İlişkin Literatür Taraması

Son yıllarda blokzincir teknolojisinin artan önemi ile birlikte literatürde bu konuda ve bu teknolojinin potansiyel kullanım alanlarına ilişkin birçok çalışma olduğu görülmektedir. Bu kısımda literatürde blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde kullanımı üzerine yapılmış bazı çalışmalara aşağıdaki paragraflarda yer verilmiştir.

Nakamoto (2008) “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” çalışmasında Bitcoin eşler arası ağ kullanımına değinilerek birtakım çözümler önerilmiştir. Bu çalışmada dolandırıcılık konusunda kriptografik kanıtlara dayalı bir ödeme sisteminin önemine değinilmiştir. Herhangi iki tarafın güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duyulmadan doğrudan birbirleri ile işlem yapılabileceği üzerinde durulmaktadır.

Kumar (2009) çalışmasında blokzincir teknolojisi ile Bitcoin arasında karmaşıklık olduğunu belirtmiştir. Ayrıca blokzincir teknolojisinin gelecekteki faydaları ile birlikte özel ve genel blokzinciri konseptini kullanan dağıtık defter teknolojisi ağı ve merkezi olmayan yönetim teknikleri üzerinde durulmuştur.

Loklindt, Moeller ve Kinra (2011) çalışmalarında konteyner taşımacılığında nakliye belgeleri için blokzincir teknolojisinin bir çözüm olabileceği konusu üzerinde durulmuştur. Çalışmada 20 kişi ile görüşme yapılmıştır ve bu kişiler iş dünyası, bilişim teknolojileri ve kamu kurumlarında ki temsilcilerden oluşmaktadır. Yapılan görüşmeler ile tedarik zinciri yönetimi alanında blokzincir teknolojisi hakkında akademide yeterli literatürün bulunmadığı konusuna değinilmiştir. Bunlara ek olarak çalışmada blokzincir sisteminin değişmezlik, merkeziyetsizlik, güvenlik, gizlilik, uyumluluk, ölçeklenebilirlik, kapsayıcılık ve bölgesellik ilkelerini içermesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada paydaşlarla yapılan vaka mülakatlar ile blokzincir teknolojisinin dijitalleşme, belgelerin maddeleştirilmesi, sürecin akışının iyileştirilmesi, birlikte çalışabilirlik, maliyet azaltma, merkezi kurumlara olan

bağımlılığın ortadan kaldırılması, tedarik zinciri görünürlüğünün artırılması ve gizliliği kolaylaştırmak için şifrelemenin etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Lim, Hashim vd. (2011) çalışmalarında kriptografi ve dağıtık ağ sisteminin hızlı ilerleyişi ile blokzincir teknolojisinin endüstri alanını daha şeffaf, daha güvenli ve düşük maliyetli hale getireceği öne sürülmüştür. Özellikle e-ticaret olmak üzere çevrimiçi hizmetlerde daha faydalı olacağı ve bu alana daha uygun olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada blokzincir teknolojisinin çevrimiçi alışverişteki avantaj ve dezavantajlarını belirlemek amacıyla anket uygulaması yapılmıştır.

Zafar ve Rajnish (2012) çalışmalarında hasta verilerinin kaydedilmesi ve paylaşımı konusunda kullanılan modern yöntemlerin kusurlu olduğuna ve bu nedenle hastalar ile ilgili önemli verilerin blokzincir üzerinde depolanmasının mevcut modelin neden olduğu eksikliklere çözüm olacağına yer verilmiştir. Bu çalışmada, hasta verilerinin güvenli bir şekilde saklanmasının sağlanması, güvenli paylaşımın kolaylaştırılması ve sağlık sektörüne büyük bir yenilik getirecek olan blokzincir uygulaması araştırılmıştır.

Corchado (2014) çalışmasında internet ortamında var olan risklere bir çözüm niteliğinde olan blokzincir teknolojisinin tanıtılması ve endüstri 4.0, akıllı şehirler, akıllı evler ve nesnelerin interneti güvenliğinde ki pratik uygulamalarına değinmiştir.

Daskalos (2015) tezinde alıcıların kendi tedarik zincirlerine güven duyma sorunlarını ele almakta ve blokzincir teknolojisinin izlenebilirlik özelliğinin sıradan bir tedarik zincirine dâhil edilmesi ve böylece bu güven sorununun çözümü için yeni bir yaklaşım öne sürmüştür. Blokzincir teknolojisinin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla bu çalışmada üç ayrı simülasyon yapılmıştır.

Abeyratne ve Monfared (2016) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin mevcut durumu ve bazı uygulamalarını gözden geçirmişlerdir. Bu teknolojinin tedarik zincirindeki potansiyel avantajları tartışılarak gelecekteki blokzincirinin tedarik zinciri uygulamaları için öneriler sunulmuştur. Çalışmada karton kutu imalatı seçilmiştir ve bu teknolojinin küresel bir tedarik zinciri ağında nasıl kullanılabileceği üzerine örnek sunulmuştur. Çalışmada son olarak blokzinciri teknolojisinin gelecekteki üretim sistemlerinde uygulanabilmesi için gerekli olanlar ve karşılaşılabilecek zorluklar ele alınmıştır.

Badzar (2016) çalışmasında blokzincir teknolojisinin lojistikte uygulanabilirliği üzerinde durarak, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi alanına katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Bu çalışmanın odak noktası tedarikçiler ve tüketiciler için tedarik zinciri şeffaflığını artırmak ve nakliye sözleşmelerinde ki sürdürülebilirliği sağlamak için sözleşme koşullarını geliştirmektir ve bu bağlamda blokzincir uygulamalarını araştırmak amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmada literatür taramasının yanı sıra blokzincir teknolojisi alanında bir uzmanla görüşme yapılarak bir vaka alışıması yapılmıştır.

Ghaffari (2016) çalışmasında blokzincir teknolojisi için mevcut uygulama alanlarını ve olası bazı uygulama alanlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada bir literatür taraması yapılmış ve uzmanlar ile yapılan görüşmeler ile blokzincir için para işlemleri, merkezi olmayan veri ve gizlilik koruması gibi bazı mevcut uygulama alanları belirlenmiştir. Bu alanlara ek olarak çalışmada tedarik zinciri yönetimi, hisse senedi ticareti, nesnelerin interneti, bankacılık gibi alanlarda da blokzincir teknolojisinin uygulanabileceği belirtilmiştir.

Mukherjee, Dutta ve Bandyopadhyay (2016) çalışmalarında küreselleşme ve pazardaki yoğun rekabetin gıda tedarik zincirini karmaşıkladığı konusuna değinmişlerdir. Çalışmada bu karmaşıklığın giderilmesi için blokzincir teknolojisinin geleneksel yöntemlerden daha belirgin hale geldiğine değinilmiştir. Blokzincir teknolojisinin kullanımı ile gıda tedarik zincirinde verimin, şeffaflığın ve güvenilirliğin artacağı düşünülmüştür. Mukherjee vd. araştırmada uygulanabilir blokzinciri ve nesnelerin interneti tabanlı sensor modüllerini birleştiren yeni bir model önerisinde bulunmuşlardır.

Tian (2016) çalışmasında Çin'de gıda güvenliği konusunda ki mevcut sorunlar üzerinde durmuştur. Çalışmada geleneksel yöntemlerin dışında bir tarım-gıda tedarik zinciri izlenebilirlik sisteminin oluşturulması amacıyla öncelikle RFID (Radyo Frekans Tanımlama) ve blokzinciri teknolojisinin kullanımının avantaj ve dezavantajları analiz edilmiştir. Ayrıca üretim, işleme, depolama, dağıtım ve satış faaliyetlerinde tarımsal gıdaların özgün verilerinin toplanması, aktarılması ve paylaşımı gibi gıda güvenliğinin garanti edildiği tedarik zinciri izlenebilirliğinin gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir.

Karaarslan ve Akbaş (2017) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin çalışma şekli, veri bütünlüğü, kullanılabilirlik, gizlilik gibi avantajları ile güvenlik ve hata toleransı üzerinde durmuşlardır. Çalışmada blokzincir teknolojisinin yapısı gereği nesnelerin interneti, akıllı şehirler, kişisel verilerin korunması, bilgisayar ağları gibi alanlarda kullanımı ele alınmıştır. Ayrıca bu teknolojinin sorunlarına ve bu sorunların çözümlerine odaklanılarak, ağ güvenliğinde kullanımı konusunda önerilere yer verilmiştir.

Korpela, Hallikas ve Dahlberg (2017) çalışmalarında tedarik zinciri entegrasyonunun gereklilikleri üzerine odaklanarak işlevlerini incelemişlerdir. Korpela vd., bulut entegrasyonunun tedarik zincirlerine entegre edilebilir uygun maliyetli bir iş modeli olabileceğini savunmuşlardır. Çalışmada blokzincir teknolojisinin dijital tedarik zincirinde ve ağlarda ne kadar etkili olduğu üzerinde durulmuştur.

Madhwal ve Panfilov (2017) çalışmalarında uçak parçalarının envanterinin korunmasını sağlamak ve bununla birlikte performansı izlemek amacıyla blokzincir gibi dağıtık veri tabanlı uygulama teknolojileri ile çalışan merkezi olmayan bir sisteme sahip olmanın gerekliliğini vurgulamak nedeniyle havacılık endüstrisi tedarik zinciri yönetiminden faydalanmışlardır. Bu teknoloji ile uçak parçaları için şeffaf bir tedarik zinciri ağı oluşturacağı ve uçak parçalarının karaborsada bulunma riskinin azalacağı düşünülmektedir. Çalışmada ayrıca bu teknolojinin tedarik zinciri yönetimine dahil edilmesi ile, tedarik zinciri yöneticilerinin yedek parça arzı, talepler, kaynakların kullanılabilirliğini ve tüm bunların doğru kaynaklardan tedarik edilmesine yardımcı olacağı vurgulanmıştır.

Sadouskaya (2017) tezinde blokzincir tabanlı uygulamaların gelecekteki potansiyeline odaklanmıştır. Blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri ve lojistik endüstrisine ne gibi etkileri olacağını ne tür değişiklikler getireceğini incelemiştir. Bu çalışmada mevcut zorluklara değinerek blokzincir teknolojisinin bu zorlukları nasıl çözebileceği konusunda hangi temel özelliklere sahip olduğu belirlemiştir. Blokzincir tabanlı uygulamaların olası zorluklarını ve faydalarını belirlemek amacıyla bir firmanın iş geliştirme başkanı ile görüşme yapılarak bu çalışmada farklı işletmelerin blokzinciri tabanlı uygulamalar oluşturan şirketlerle çalışmaya başlamasını sağlayabileceği savunulmuştur.

Tribis, El Bouchti ve Bouayad (2018) çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminde blokzincir teknolojisi uygulamalarına ilişkin son gelişmeleri incelemeyi ve analiz etmeyi amaçlamışlardır. Tribis vd., elde edilen bulgularla literatürde ki eksiklikleri belirlemişlerdir. Bu çalışma blokzincir teknolojisine dayalı tedarik zinciri yönetimi ile ilgili tüm araştırmaları ortaya çıkaran sistematik bir haritalama çalışması sunmaktadır.

Akdemir Altunbaşak (2018) çalışmasında vergilendirme alanında blokzincir teknolojisinin kullanımı konusunda karşılaşılan zorluklara değinilmiştir. Bu zorlukların üstesinden gelinmesi için teknolojik tabanlı çözümlerin sunulması amaçlanmıştır. Bu nedenle blokzincir teknolojisinin vergilendirme alanında uygulanabilirliği üzerinde durularak olumlu ve olumsuz etkileri değerlendirilmiştir.

Casado Vara, Prieto, De La Prieta ve Corchado (2018) çalışmalarında mevcut tedarik zincirinin eksik kaldığı konulara odaklanarak blokzincir aracılığıyla yeni bir tedarik zinciri modeli önermişlerdir. Önerilen bu yeni modelin döngüsel ekonomi kavramını mümkün kıldığı ve mevcut tedarik zincirinin birçok dezavantajını ortadan kaldırdığı belirtilmiştir.

Francisco ve Swanson (2018) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinin şeffaflığını yeni bir düzeye getirebileceğini fakat bu teknolojinin akademik ve yönetsel olarak benimsenmesi konusunda sınırların olduğuna değinmişlerdir. Bu konuyu ele almak amacıyla bu çalışmada Birleştirilmiş Teknoloji Kabulü ve Kullanımı Teorisi (UTAUT) ve tedarik zinciri izlenebilirliği için temel bir çerçeve olarak teknoloji inovasyonunun benimsenmesi kavramı kullanılmıştır. Çalışmada kavramsal bir model geliştirilerek teori ve literatür incelemesi yapılmış ve blokzincirin tedarik üzerinde ki etkilerine değinilmiştir.

Kim ve Laskowski (2018) çalışmalarında bilgi kaynağı, izlenebilirlik ve ontolojiler kullanılarak gıda kaynağı üzerinde bazı çalışmaların yapılması nedeniyle ontolojilerin uygulanması ile ilgilenmişlerdir. Bu çalışmada ontolojilerin blokzinciri tasarımına ne tür katkılarının olduğuna dair bir vaka ortaya konmuştur. Bu durumun desteklenmesinde izlenebilirlik özelliği analiz edilmiş ve Ethereum blokzinciri platformunda kaynak izleme tekniğinin uygulanabilirliği ile akıllı sözleşmeler incelenmiştir.

Jabbari ve Kaminsky (2018) çalışmalarında birçok çalışmada blokzincirin tedarik zinciri üzerinde potansiyel etkilerine odaklanıldığına ve blokzincirin tedarik zincirine olumlu etkileri olduğu üzerine tartışıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise blokzincirin kısa vadede tedarik zinciri üzerine olumlu etkileri olmasına rağmen ilerleme gerektirdiği savunulmuştur.

Treiblmaier (2018) çalışmasında blokzincirinin potansiyel etkisi üzerine akademik değerlendirmelerin yapılmasını sağlamak amacıyla birkaç araştırma sorusu ile teorik bir çerçeve sunmuştur. Çalışma sonucunda blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde büyük değişiklikler yapabilecek potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir. Bunlara ek olarak çalışmada blokzincirin tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkilerinin nasıl farklı açıdan araştırılabileceğini gösteren çeşitli araştırma sorularına yer verilmiştir.

Azzi, Chamoun ve Sokhn (2019) çalışmalarında güvenilir, şeffaf, özgün ve güvenli bir sistemin kurulabilmesi için blokzincir teknolojisinin tedarik zincirine entegre edileceği üzerinde durmuşlardır. Bu nedenle, blokzinciri teknolojisinin tedarik zincirine sağlayacağı faydalara ve blokzincir tabanlı bir tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan zorluklar ele alınmıştır. Çalışmada verimli bir blokzincir tabanlı tedarik zincirinin gereklilikleri hakkında teori oluşturarak hem teorik hem de uygulama çalışmaları birleştirilmiştir.

Bakan ve Şekkeli (2019) çalışmalarında blokzincir teknolojisi ve bu teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde ki mevcut uygulama alanları hakkında birtakım bilgiler sunmuşlardır. Böylece bu çalışmanın tedarik zinciri sürecine farklı bir bakış açısı getirerek katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Çalışma bu konuda uluslararası literatürde yer alan kitap, dergi, tez ve internet kaynakları gibi çeşitli kaynakların incelenmesi şeklinde kapsamlı bir literatür taramasından oluşmuştur.

Saberi, Kouhizadeh, Sarkis ve Shen (2019) çalışmalarında blokzincir teknolojisi ve akıllı sözleşmelerin, tedarik zinciri yönetimine potansiyel uygulamalarını incelemişlerdir. Çalışmada blokzincir teknolojilerinin birçok potansiyel engelin üstesinden nasıl gelebileceği üzerinde durulmuştur. Saberi vd., tedarik zinciri yönetimi için engellerin üstesinden gelinmesi ve blokzinciri teknolojisinin benimsenmesi hakkında gelecekte yapılacak araştırmalara öneriler sunmaktadırlar.

Schmidt ve Wagner (2019) çalışmalarında verimli ve şeffaf işlemler sağlayan dağıtık ve değiştirilemez bir veritabanı olan blokzincir teknolojisinin işlem maliyeti ve yönetim kararları açısından tedarik zinciri ilişkilerini nasıl etkileyebileceğini daha iyi anlayabilmek için işlem maliyeti teorisini kullanmışlardır. Kavramsal açıdan altı önermeden oluşan bu çalışmada blokzinciri teknolojisinin fırsatçı davranışı, çevresel ve davranışsal belirsizliğin etkisini sınırladığını savunmuşlardır. Blokzincirin şeffaf ve geçerli işlemlere izin vermesi sebebiyle işlem maliyetlerini azalttığı öne sürülmüştür. Blokzincirin gelecekte tedarik zinciri yönetimini nasıl etkileyeceği konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Yıldızbaşı ve Üstünyer (2019) çalışmalarında hal yasası uygulaması kapsamı dahilinde sebze ve meyvelerin aracısız şekilde tedarik zinciri yönetim sürecine blokzincir teknolojisinin dahil edilmesi ile denetim ve kayıt sisteminin kolaylaştırılabileceğini önermişlerdir. Bu şekilde üreticiden tüketiciye kadar uzayan süreçte ürün izlenebilirliğinin ve içerik bilgisinin şeffaflığı sağlanmaktadır. Bu çalışmada blokzincir teknolojisinin farklı tedarik zincirlerine uyarlanabilir olduğunu tanıtmayı amaçlanmıştır.

Bai ve Sarkis (2020) çalışmasında çeşitli sürdürülebilir tedarik zinciri şeffaflığı ve teknik özellikleri içeren blokzinciri teknoloji performans ölçümlerini tanıtmıştır ve blokzincir teknoloji değerlendirme ve seçimi için bulanık küme teorisi kullanmıştır. Bu çalışmada karar vericinin psikolojik özellikleri ve karar verici görüşlerindeki çeşitlilik vurgulanmıştır. Bu çalışmada bir tedarik zincirinde blokzincir teknolojilerinin değerlendirilmesinde gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutması planlanmıştır.

Chang ve Chen (2020) çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminde blokzincir teknolojisinin mevcut durumu, potansiyel uygulamalarını ve gelecekteki etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada blokzincir teknoloji tabanlı tedarik zinciri üzerine literatür taraması yapılmıştır. Akıllı sözleşmelerin kullanımına genel bir bakış sağlamak amacıyla 106 makale seçilerek incelenmiştir. Bu çalışmanın tedarik zinciri yönetiminde blokzinciri uygulamalarının anlaşılmasına katkıda bulunacağı savunulmaktadır.

Choi (2020) çalışmasında modaaya uygun ürünler satan firmaların tedarik zinciri finansmanını incelemiştir. Hem geleneksel hem de blokzincir destekli tedarik zincirleri için analitik modeller geliştirilmiştir. Çalışmada blokzincir destekli tedarik zincirinin geleneksel tedarik zincirinden daha düşük operasyonel risk taşıdığı kanıtlanmıştır. Son olarak çalışmada yaygın olarak görülen diğer tedarik zinciri sözleşmelerini ve alternatif risk önlemlerini incelenmiş ve sonuçların geçerliliği analitik olarak ortaya koyulmuştur.

Duan, Zhang, Gong, Brown ve Li (2020) çalışmalarında gıda tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin benimsenmesi konusunda içerik analizine dayalı literatür taraması yapmışlardır. Çalışmada blokzincirin gıda izlenebilirliğini, bilgi şeffaflığını ve geri çağırma verimliliğini artırmaya yardımcı olduğunu ve daha iyi verimlilik sağlamak için nesnelerin interneti (IOT) ile birleştirilebildiği savunulmuştur. Bunların yanı sıra blokzincir konusundaki zorluklar belirtilmiştir.

Dutta, Choi, Somani ve Butala (2020) çalışmalarında tedarik zinciri operasyonlarında blokzinciri teknolojisinin kullanımı ile ilgili yapılmış tüm ilgili araştırmalardan oluşan 178 makaleyi incelemişlerdir. Çalışmada fırsatları, toplumsal etkileri, mevcut son teknolojileri ve bunların zorlukları vurgulanmıştır. Dutta vd., çalışmalarında Blokzincir tabanlı teknolojiler ile kendilerine yeni bir süreç kazandıran denizcilik, imalat, otomotiv, havacılık, finans, teknoloji, enerji, sağlık, tarım ve gıda, e-ticaret ve eğitim gibi çeşitli endüstriler ele almışlardır.

Esmailian, Sarkis, Lewis ve Behdad (2020) çalışmalarında tedarik zincirlerinin sürdürülebilirliklerini sağlamak için blokzincir teknolojisi ve Endüstri 4.0'ı genel hatları ile incelemişlerdir. Öncelikli olarak mevcut literatürden faydalanılarak Endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik için faydası üç başlık altında incelenmiş ve 1) akıllı fabrikalarda nesnelerin interneti destekli enerji yönetimi, 2) akıllı lojistik ve ulaşım, 3) akıllı iş modelleri şeklinde sıralanmıştır. Blokzincirin sürdürülebilirlik için faydası ise dört başlık altında inceleyerek ve 1) tüketici yeşil davranışını teşvik etmek için teşvik mekanizmalarının tasarımı, 2) tüm ürün yaşam döngüsü boyunca görünürlüğü artırmak, 3) geliştirme ve işletim maliyetlerini düşürürken sistem verimliliğini artırmak ve 4) tedarik zinciri ağları genelinde sürdürülebilirlik izleme ve raporlama performansını teşvik etmek şeklinde sıralamışlardır. Son olarak çalışmada sosyal ve

çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak için blokzincir teknolojisi yetenekleri, boşlukları ve blokzincirin olumsuz etkileri tartışılarak gelecekteki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Güneşli, Yıldızbaşı ve Eraslan (2020) çalışmalarında tedarik zincirinde potansiyel blokzincir teknolojisi uygulamalarına değinerek otomotiv endüstrisine ilişkin değerlendirme yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmada blokzincir teknolojisi ve bu teknolojinin tedarik zinciri alanındaki gelişmelerine değinilmiştir. Ayrıca tedarik zincirindeki uygulamalarının avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir. Bunlara ek olarak çalışmada tedarik zinciri yönetimindeki sorunların önüne geçilmesi ve blokzincir teknolojisinin benimsenmesi konusunda birtakım önerilerde bulunulmuştur.

Kamble, Gunasekaran ve Sharma (2020) çalışmalarında tarımsal tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin benimsenmesini sağlayan faktörler arasında ki ilişkileri kurmayı amaçlamışlardır. Çalışmada Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) ve DEMATEL yöntemleri kullanılarak bazı faktörler belirlenmiş. Elde edilen bulgular tanımlanan faktörler arasında tarımsal tedarik zincirinde blokzincir uygulamasının en önemli nedeninin izlenebilirlik olduğu, bir diğer en önemli nedenlerin ise denetlenebilirlik, değişmezlik ve kaynak olduğunu göstermiştir.

Keleş ve Ova (2020) çalışmalarında gıda tedarik zincirlerinde gıda güvenliğinin sağlanması ve kısa raf ömrü gibi faktörlerin değerlendirildiği etkin tedarik zinciri yönetiminin genel bir ihtiyaç haline geldiğini vurgulamışlardır. Bu amaçla bilgi teknolojilerinden faydalanılarak, gıda tedarik zincirini şeffaflaştırarak ürün izlenebilirliğinin sağlandığı ve böylece gıda kalitesinin korunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), Radyo Frekansı Tanımlama (RFID), Nesnelerin İnterneti (IOT) ve blokzincir teknolojisinin özellikleri ve bu teknolojilerin gıda sektöründeki potansiyel uygulama alanlarına değinilmiştir.

Queiroz, Telles ve Bonilla (2020) çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminde blokzincir teknolojisinin etkileri üzerine literatürü belirlemeyi, analiz etmeyi ve düzenlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada tedarik zinciri yönetiminde ki mevcut blokzinciri uygulamalarının neler olduğuna, blokzincir teknolojisinin benimsenmesi nedeniyle tedarik zinciri yönetiminde ortaya çıkan zorlukların neler olduğuna ve

blokzincirin gelecekte hangi sorunlara çözüm sağlayacağına değinmeyi amaçlamışlardır.

Rejeb ve Rejeb (2020) çalışmalarında tedarik zincirinde verimlilik ve toplumsal değışiklikler konusunda blokzincirin önemli faktör olmasına rağmen sürdürülebilirlik açısından yapılan çalışmaların yetersiz olduğuna değinmişlerdir. Bu nedenle, bu çalışmada ilk olarak bilgi boşluğunu gidermeyi ve blokzinciri ve tedarik zinciri sürdürülebilirliği konusunda önde gelen çalışmaları incelemeyi amaçlamışlardır. Ele alınan çalışmaların birçoğunda blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri üzerinde ki etkilerine odaklanıldığını görmüşlerdir.

Shakhbulatov, Medina, Dong ve Rojas-Cessa (2020) çalışmalarında tedarik zincirinde katılımcı ve paydaşlar arasında ki şeffaflık ve güven sağlamanın zorluklarına değinmişlerdir. Blokzincir teknolojisinin bu tarz zorlukları çözeceği düşüncesi ile çalışmada blokzincir teknolojisi tanıtılmış ve bazı tedarik zinciri sorunları ele alınmıştır. Ayrıca çalışmada tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin uygulanabilirliği üzerine mevcut literatürün karşılaştırmalı bir özeti sunulurken gelecekte tedarik zincirine katkı sağlması amacıyla blokzincirin özellikleri, fırsat ve zorlukları araştırılmış.

Shoaib, Lim ve Wang (2020) çalışmalarında blokzincir tabanlı bir tedarik zincirinin uygulanmasını olumlu yönde etkileyebilecek faktörleri belirlemeyi ve önceliklerine göre sıralamayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle, literatür taraması yapılmış ve toplam 48 başarı faktörü belirlenerek 11 kategoride eşleştirilmiş. Daha sonra belirlenen başarı faktörleri ve kategoriler anket uygulaması ile endüstri uygulayıcıları tarafından doğrulanmış. Son olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin uygulamasında bu faktörler ve kategorilerin önem dereceleri belirlenmiş. Çalışmada en önemli faktörün “erişilebilirlik” olduğu “genel verimlilik” faktörünün ise ikinci en önemli faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wong, Tan, Lee, Ooi ve Sohal (2020) çalışmalarında tedarik zinciri yönetimi için blokzincirin benimsenmesi konusunu ele almışlardır. Çalışmada performans beklentisi, çaba beklentisi, kolaylaştırıcı durum, teknoloji olarak hazır olma, teknoloji yakınlığı ve güven faktörlerinin bu teknolojinin benimsenmesini nasıl etkileyeceği

değerlendirilmiştir ve bu böylece 157 firmadan toplanan veriler SPSS kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak çalışma tedarik zinciri yönetiminde blokzincir teknolojisinin uygulanabilirliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Aslam, Saleem, Khan ve Kim (2021) çalışmalarında blokzincirin günümüzün en önemli teknolojisi olmasının güçlü nedenleri olarak bu teknolojinin kendine has, gerçek zamanlı bilgi paylaşımı, siber güvenlik, şeffaflık, güvenilirlik, izlenebilirlik ve görünürlük özellikleri olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma karmaşık tedarik zinciri ağları için genel bir çerçeve önererek literatürde bu boşluğu doldurmak amaçlanmıştır. Pakistan'da ki petrol endüstrisinin tedarik zinciri uygulamalarını belirleyerek, bu uygulamaların operasyonel performans üzerinde ki etkisi ampirik olarak analiz edilmiştir. Bu çalışmanın, yöneticilere ve karar vericilere mevcut tedarik zinciri uygulamalarını değerlendirmeleri ve tedarik zinciri uygulamaları ile blokzincirin özellikleri arasındaki ilişkiyi ve bu teknolojinin tedarik zincirinin iyileştirilmesinde nasıl etkili olduğu konusunda rehberlik edeceği planlanmaktadır.

Bischoff ve Seuring (2021) çalışmalarında tedarik zincirinin blokzincir teknolojisi ve izlenebilirlik ile olan bağlantılarını değerlendirerek çağdaş tedarik zinciri araştırmalarına katkıda bulunmayı amaçlamışlardır. Çalışmada tedarik zinciri izlenebilirliği kavramları üzerine literatür taraması yapılmıştır ve blokzincir temelli izlenebilirliğin tedarik zincirinde uygulanmasının fırsat ve zorlukları vurgulanmıştır.

Dietrich, Ge, Turgut, Louw ve Palm (2021) çalışmalarında blokzinciri teknolojisini ve tedarik zinciri yönetimini birleştiren güncel çalışmaları incelemişler ve bunları sınıflandırmışlardır. Çalışmada tedarik zinciri yönetimindeki son blok zinciri çalışmanın ana hedefini oluşturmuştur. Son olarak bu çalışmada yapılan çalışmaların eksikliklerine değinildiği görülmüştür.

Durach, Blesik, von Düring ve Bick (2021) çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminde blokzinciri uygulama alanları ve bunların işletmeler için uygunluğunu gün yüzüne çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışmada üç metodolojik yaklaşımın bulgularını birleştirmişlerdir bunlar; literatür taraması, bir Delphi çalışması ve son olarak 151 Alman makine ve ekipman sektörü işletme yöneticileri ile anket görüşmesi yapılmıştır. Çalışmada blokzincirlerinin tedarik zinciri işlemleri arasındaki iş fırsatlarının anlaşılmasını kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Meidute-Kavaliauskiene, Yıldız, Çiğdem ve Činčikaitė (2021) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin kullanımının tedarik zinciri şeffaflığı, tedarik zinciri esnekliği ve tedarikçilere olan güven üzerinde ki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla çalışmada öncelikle Türkiye ihracatçılar meclisi tarafından 2019 yılında açıklanan ilk 1000 ihracatçı firmadan anket yöntemi ile veriler toplanmış. Daha sonra 84 firmadan elde edilen veri seti ile faktör ve regresyon analizi yapılmış ve analiz sonucunda blokzincir teknolojisi kullanımının tedarik zincirinde şeffaflık, esneklik ve güveni artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Son olarak çalışmada şirketlerin tedarik zincirlerini daha şeffaf, esnek ve güvenli hale getirmeleri için blokzincir teknolojisine yatırım yapılmasını önermişlerdir.

Moosavi, Naeni, Fathollahi-Fard ve Fiore (2021) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimine nasıl katkı sağlayacağını belirlemek için bibliyometrik ve ağ analizi yoluyla sistematik bir inceleme yapmışlardır. Tedarik zinciri yönetimi ile ilgili önceki yayınlarda dikkate alınmayan kilit noktaları, çalışmaları ve modelleri belirlemişlerdir. Bu çalışmada nesnelerin interneti (IOT) ve akıllı sözleşmelerin bu alanda önde gelen teknolojiler olduğu öne sürülmüştür. Moosavi vd., inceledikleri çalışmalar içerisinde yüksek atıf alan ve ortak atıf alan makalelerin sonuçlarına baktıklarında blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde şeffaflık, izlenebilirlik, verimlilik ve bilgi güvenliğini artırabileceğine değinildiği görülmüştür.

Mukherjee, Singh, Mishra ve Bag (2021) çalışmalarında Endüstri 4.0'ın en önemli araçlarından biri olarak kabul edilen blokzincir teknolojisinin akıllı sözleşme, âdemi merkezîyetçilik, şeffaflık, izlenebilirlik, veri değişmezliği, veri gizliliği ve fikir birliği mekanizması gibi çeşitli özellikleri günümüzün karmaşık tedarik zincirinde kullanımına uygun hale getirdiğini belirtmişlerdir. Bu özelliklerin üretim süreçlerini iyileştirdiği ve mevcut tedarik zincirlerini daha çevik, esnek ve duyarlı hale getirdiği savunulmuştur. Buna yönelik bu çalışmada tarım sektöründen uzmanların görüşleri alınarak literatür taraması yapılarak blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde ki faydalarının vurgulanması amaçlanmıştır.

Reddy, Gunasekaran, Kalpana, Sreedharan ve Kumar (2021) çalışmalarında blokzincirin VUCA dünyasında otomotiv tedarik zinciri ile ilgili sorunları ele almak

için kullanıldığını savunmuşlardır. Bu nedenle çalışmada otomotiv tedarik zincirindeki blokzincir uygulamalarının sistematik bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada yetmişten fazla makale incelenerek farklı blokzincir teknolojisi özelliklerine ve uygulamalarına değinilmiştir. İçerik analizi yoluyla çalışma VUCA dünyasında verimli bir otomotiv tedarik zinciri için tedarik zinciri görünürlüğünün, bilgi şeffaflığının blokzincir teknolojisi ile nasıl ilişkilendirileceği araştırılmıştır. Bunlara ek olarak VUCA dünyasındaki uygulayıcılara otomotiv tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin uygulama çerçevesi sunulmuştur.

Rejeb, Keogh, Simske, Stafford ve Treiblmaier (2021) çalışmalarında tedarik zinciri işbirliği için blokzincir teknolojilerinin potansiyellerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada literatür taraması ve incelemeler sonucunda blokzincir teknolojisinin özellikleri yedi boyut olarak belirlenmiştir, bunlar; bilgi paylaşımı, kaynak paylaşımı, karar senkronizasyonu, hedef uyumu, teşvik uyumu, işbirlikçi iletişim ve ortak bilgi oluşturmaktır. Çalışmada blokzincir teknolojilerinin bilgi paylaşım süreçlerini düzene sokarak, karar ve ödül modellerini destekleyerek ve tedarik zinciri ortaklarıyla iletişimi güçlendirerek modern tedarik zincirindeki işlem ortakları arasında ki mevcut işbirliklerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Sternberg, Hofmann ve Roeck (2021) çalışmalarında önceki araştırmaların yeterli olmadığını belirtmişler ve blokzincir teknolojisinin operasyonlar arası benimsenmesi için teoriye dayalı bir model önermişlerdir. Çalışmada organizasyonlar arası bir ortamda yönetilmesi gereken blokzincir teknolojisinin benimsenmesinin olumlu ve olumsuz belirleyici faktörleri ortaya çıkarmışlardır. Bu çalışmanın tedarik zinciri yönetiminde blokzincir üzerine teoriye, gelecekteki araştırmalara ve tedarik zincirinde blokzincirin benimsenmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Wang, Chen ve Zghari-Sales (2021) çalışmalarında inşaat sektöründeki bir akıllı sözleşme girişimine ilişkin iki yıllık tasarım bilimi araştırmasını ele alınmıştır. Araştırma sorusu olarak “Blokzincir destekli bir tedarik zinciri nasıl tasarlanmalı?” çalışmaya ışık tutmuştur. Bu soruya ek olarak çalışmada tedarik zinciri şeffaflığını oluşturan blokzincirinin nasıl tasarlandığı ve denendiği araştırılmıştır.

Wang, Wu, Chen ve Evans (2021) çalışmalarında etkin ve verimli tedarik zinciri yönetimi için faaliyetlerin koordinasyonunda blokzincir teknolojisinin uygulama

olanaklarını gösterilmiştir. Çalışmada akıllı sözleşme ve konsensus algoritması yoluyla kripto para birimi, ödeme ve finansın ötesinde tedarik zincirinde blok zincirin kullanımını ele alınmıştır. Bunlara ek olarak blokzincirin temel özellikleri tartışılmış ve bu çalışmanın gelecek çalışmalara blokzincirin kullanımı konusunda ilham vereceği düşünülmüştür.

Agi ve Jha (2022) çalışmalarında etkinleştiricileri belirleyerek ve bunların karşılıklı bağımlılıklarını ve benimsenmesi üzerindeki etkisini ampirik olarak değerlendirerek tedarik zincirinde blokzincirinin benimsenmesi için kapsamlı bir çerçeve sunmuşlardır. Tedarik zincirinde blokzincirinin benimsenmesini sağlayan 20 etken, kapsamlı bir literatür taraması ve Yeniliklerin Yayılması (DOI) teorisi ve Iacovou, Benbassat ve Dexter (1995) tarafından geliştirilen iş teknolojisi benimseme modeli kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Alawi, Al Mubarak ve Hamdan (2022) çalışmalarında tedarik zinciri yönetimi için blokzincir teknolojisinin uygulanmasını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Bulanık AHP yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada bir dizi blokzincir uygulama kriterini ve Tedarik Zinciri Yönetiminde ki önem sıralaması analiz edilmiştir. Çalışmada Tedarik Zinciri Yönetiminde blokzincir teknolojisinin kullanılmasında en önemli kriterin izlenebilirlik olduğu ve diğer önemli kriterlerin güvenlik ve akıllı iletişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Almutairi, Hosseini Dehshiri, Hosseini Dehshiri, Hoa, Arockia Dhanraj, Mostafaeipour, Issakhov ve Techato (2022) çalışmalarında yenilenebilir enerji tedarik zincirlerinde blokzinciri uygulamasına ilişkin kriterleri ve zorlukları belirlemeye odaklanılmıştır. Çalışmada önerilen yapının uygulanabilirliği, İran'ın yenilenebilir enerji tedarik zincirine ilişkin bir vaka incelemesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda "yüksek yatırım maliyeti" sürdürülebilir enerji tedarik zincirinde blokzincirinin uygulamasına yönelik en önemli zorluk olarak bulunmuş.

Balamurugan, Ayyasamy ve Suresh Joseph (2022) çalışmalarında blokzincir teknolojisine ve nesnelerin internetine dayalı sağlıklı elektronik gıda ağları sağlayarak gıda ürünlerindeki güvenlik, kalite ve izlenebilirlik sorunlarını çözmek için bir açıklama sunmuşlardır. Bu çalışmada verilerin kullanılabilir, izlenebilir ve

bozulmamış olmasını sağlamak için tedarik zincirinin herhangi bir aşamasında veri alışverişi ve depolamanın blokzincir tedarikçi defteri ile daha etkin olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca güvenli olmayan gıdanın tespit edildiği ve daha fazla erişimin hızlı bir şekilde tespit edilebildiği belirtilmiştir.

Damoska Sekuloska ve Erceg (2022) çalışmalarında yerel gıda tedarik zincirine özellikle dikkat ederek, gıda tedarik zincirinin artan verimliliği, şeffaflığı, denetlenebilirliği, izlenebilirliği ve güvenlik sorunları üzerindeki blokzincir teknolojisinin etkisini incelemeye odaklanmışlardır. Çalışmanın temel amacı yerel gıda tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin gıda endüstrisinin bir nişi olarak uygulanması önerisidir. Çalışmada akıllı yerel gıda tedarik zincirinin üç katmanlı bir modelin tanımlanmıştır. Modelin yerel gıda tedarik zinciri genelinde verimli ve daha şeffaf izleme sağlayarak gıda erişilebilirliğini, izlenebilirliğini ve güvenliğini iyileştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dasaklis, Voutsinas, Tsoulfas ve Casino (2022) çalışmalarında blokzincir teknolojisi ile etkin tedarik zinciri izlenebilirlik sistemlerinin çeşitli teknik uygulama yönlerine ilişkin sistematik bir literatür incelemesi sunmuşlardır. Bu çalışmada literatür incelemesi üç ayrı sınıfta sunulmuştur. Mevcut blokzinciri izlenebilirlik uygulamalarının ve gelecekteki verimli araştırma alanlarının sorunları ve zorlukları hakkında önemli çıkarımlarda bulunulmuştur.

Dong, Qiu ve Xu (2022) çalışmalarında blokzinciri teknolojisinin operasyonel ve finansal kararları ve çok katmanlı tedarik zincirini nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada üç katmanlı bir tedarik zinciri modeli geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmada blokzinciri benimseme yoluyla gelişmiş görünürlük, üreticinin bilinçli tedarik zinciri finansman kararları almasına yardımcı olmasına rağmen tüm tedarik zinciri üyelerine fayda sağlayıp sağlamadığı konusunun kullanılan finansman planlarına bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Guo, Chen, Li, Li ve Lu (2022) çalışmalarında Tedarik Zinciri Finansmanı sürecinin iş sürecinde bilgi şeffaflığını geliştirmek için düzenleyici olarak çalışan blokzincir teknolojisi ve nesnelerin interneti tabanlı bir bilgi yönetimi çerçevesi önermişlerdir. Çalışma Tedarik Zinciri Finansmanı konusunda bilgi asimetrisi sorununu çözmek için

blokzincir ve nesnelerin internetinden yararlanan yeni bir bilgi yönetimi çerçevesi önermiştir.

Kayıkcı, Gozacan-Chase, Rejeb ve Mathiyazhagan (2022) çalışmalarında blokzinciri tabanlı döngüsel tedarik zincirlerini uygulamak için kritik başarı faktörlerini incelemişlerdir. Bu amaçla kısa bir literatür taraması yapılmış ve bulanık bilişsel haritalama ve bulanık en iyi en kötü yöntem (FCM-FBWM) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma döngüsel tedarik zincirlerinde başarılı blokzinciri uygulamalarını sağlamak için yeni bakış açısı sunulmuştur.

Khan, Mubarik, Kusi-Sarpong, Gupta, Zaman ve Mubarik (2022) çalışmalarında tedarik zinciri haritalaması ve tedarik zinciri entegrasyonunu sağlamada blokzincir teknolojilerinin araçlarını incelemişlerdir. Blokzincir teknolojilerinin tedarik zinciri sürdürülebilirliği üzerindeki doğrudan etkisi test edilmiştir. Çalışmada kapalı uçlu sorulardan oluşan bir anket formu ile 132 Malezyalı Elektrik ve Elektronik firmasından veriler elde edilmiştir. Çalışmanın yöntem kısmında Kısmi En Küçük Kareler-Yapısal Eşitlik Modellemesi (PLS-SEM) ve Kısmi En Küçük Kareler-Çoklu Grup Analizi (PLS-MGA) kullanılmıştır. Çalışmada blokzincir teknolojilerinin tedarik zincirinin sürdürülebilirliği üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı gibi birtakım bulgular elde edilmiştir.

Kumar, Raut, Agrawal, Cheikhrouhou, Sharma ve Daim (2022) çalışmalarında gıda tedarik zincirinde blokzincir-nesnelerin interneti formunda kapsamlı bir literatür taraması ve uzmanlarla görüşmeler sonucunda 13 engel belirlemişlerdir. Engeller arasındaki ilişki, yorumlayıcı yapısal modelleme (ISM) ve DEMATEL yöntemleri kullanılarak kurulmuştur. Çalışma sonucunun gıda tedarik zincirinde blokzincir-nesnelerin interneti'nin etkin bir şekilde benimsenmesi için stratejiler geliştireceği ve planlama konusunda yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Mangla, Kazançoğlu, Yıldızbaşı, Öztürk ve Çalık (2022) çalışmalarında sürdürülebilir bir çay tedarik zinciri oluşturmada blokzincir teknolojisinin entegrasyonu için kavramsal bir çerçeve sunmayı ve bu entegrasyon sürecinde ortaya çıkabilecek olası riskleri sıralamayı amaçlamışlardır. Çalışmada Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (SF-AHP) kullanılmıştır. Çalışmada önerilen tasarım, tüm çay tedarik zincirini kapsamakta ve tüm sürdürülebilirlik boyutları göz önünde bulundurarak

değerlendirilmiştir. Yapılan önerilerin kullanımını artırmak için SF-AHP yöntemi ile riskler ve engeller sıralanmıştır. Bu şekilde teknolojik dönüşüm sürecinde öncelikle çözülmesi gereken sorunların daha net değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

Raja Santhi ve Muthuswamy (2022) çalışmalarında literatürü analiz ederek tedarik zinciri ve lojistikle ilgili zorlukların ele alınmasında blokzinciri teknolojisinin rolüne kapsamlı bir bakış getirmek amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucu blokzincir teknolojisinin tedarik zincirini ve lojistiği güvenli, çevik, güvenilir ve şeffaf işlemlere dönüştürebileceğini göstermiştir. Özellikle tedarik zinciri ve lojistik gibi organizasyonlu işletmeler için özel veya izinli bir blokzincirinin uygun olduğu görülmüştür.

Tsoukas, Gkogkidis, Kampa, Spathoulas ve Kakarountas (2022) çalışmalarında gıda tedarik zincirinin güvenliğini artırmak ve böylece gıda endüstrisinin güvenilirliğini artırmak için uçtan uca bir yaklaşımı tanımlamışlardır. Sistem, içerdiği tüm bileşenleri güvence altına alarak gıda tedarik zinciri izleme sistemlerinin şeffaflığını artırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada blokzinciri teknolojisine dayalı evrensel bir bilgi izleme şeması, toplanan verilerin bütünlüğünü sağlamaktadır ve bunun yanı sıra tüm tedarik zinciri aktörleri için kendi kendini yöneten bir kimlik yaklaşımı sağlamaktadır ve kullanıma dayalı bir güvenlik mekanizması sağladığı savunulmuştur.

Jebamikyous vd. (2023) çalışmalarında e-ticarette ve sağlık hizmetleri, akıllı ulaşım ve nesnelerin interneti gibi diğer uygulamalarda blokzincir teknolojisi ve makine öğrenimini birleştirme konusundaki güncel çalışmaları incelemişlerdir.

Shukla ve KC (2023) eklemeli imalat için e-ticaret süreçleri ve tedarik zinciri esnekliğinde sürdürülebilirliği sağlamada blokzincirin rolünü değerlendirmek için bilişsel analitik yönetim çerçevesi kullanmışlardır.

Guntara ve Nurfirmansyah (2023) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin çevrimiçi işlemlerin güvenliğini artırma, ürün takibi, akıllı sözleşmelerin kullanımı ve dijital kimlikler gibi e-ticarette nasıl kullanılabilceğini anlatmışlardır.

Zhao (2023) doktora tezinde mevcut e-ticaret endüstrisinin ödeme sorunlarını ele almak için bir blokzincir tabanlı Layer2 yöntemini sunmuştur. Müşteriler, tüccarlar ve

platformlar arasında e-ticaret ağı sağlamak için ağaç tabanlı bir topoloji uyarlanmıştır. Müşterilerden satıcılara giden minimum maliyetli yolu bulmak için Kademlia tabanlı bir yönlendirme algoritmasının dahil edildiği görölmektedir.

Bu tez çalışmasında literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak BWM, bulanık AHP ve Bulanık VIKOR yöntemleri birlikte kullanılmasıyla e-ticaret yöntemi ile faaliyet gösteren firmalarda en uygun blokzincir teknolojilerinin sıralanmasına odaklanılmıştır. Ayrıca, araştırmada yer alan kriterler ve alternatifler, detaylı literatür araştırmasıyla belirlenmiştir. Belirlenen kriter ve alternatiflerin ileride blokzincir teknolojisinde ÇKKV yöntemlerini kullanarak yapılacak çalışmalara katkı sağlayabileceği düşünölmektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ, BULANIK MANTIK VE BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çalışmanın bu bölümünde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR, Analitik Ağ Süreci, Gri İlişkisel Analiz, MOORA ve BWM'ye ve bulanık mantık kavramına yer verilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın uygulamasında kullanılan BWM, bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerinin matematiksel adımlarına detaylı olarak değinilmiştir.

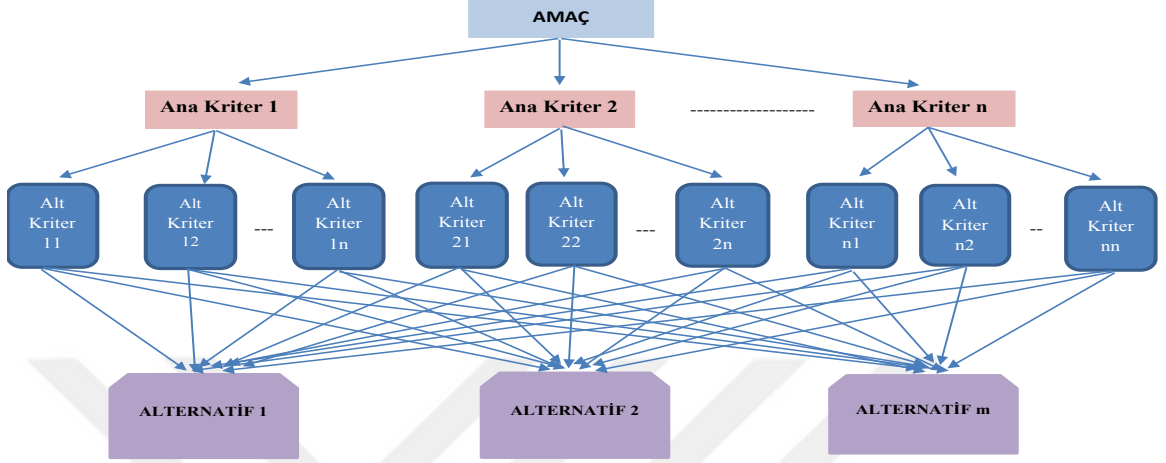
2.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, en iyi alternatifin seçiminin oldukça karmaşık olduğu alanlarda güçlü karar verme olanağı sağlamaktadır. Alternatifler için birçok kriterin mevcut olduğu durumlarda problem daha karmaşık hale gelmektedir bu durumda ÇKKV teknikleri farklı uygulamalar ile en iyi alternatifini seçmek için en iyi çözümü bulmaktadır (Aruldoss vd., 2013: 31-32). ÇKKV yöntemlerinin son yıllarda oldukça sık kullanıldığı, bu yöntemlerin öneminin arttığı ve yeni yöntemler geliştikçe farklı uygulama alanlarında da kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Velasquez ve Hester, 2013: 56).

Herhangi bir karar verme yöntemi üç adımda uygulanmaktadır (Triantaphyllou, 2000: 5):

- 1) Alternatif ve kriterlerin belirlenmesi,
- 2) Kriterlerin göreceli öneminin ve alternatiflerin bu kriterler üzerindeki etkilerinin sayısal ölçüler olarak belirlenmesi,
- 3) Her alternatifin sıralamasını belirlemek için sayısal değerlerin işlenmesi.

Şekil 2.1’de ÇKKV problemlerinde kullanılan hiyerarşik yapı yer almaktadır. Hiyerarşide en üst kısımda nihai amaç, ortasında kriterler ve hiyerarşinin en alt kısmında alternatifler yer almaktadır.



Şekil 2.1. Temel Hiyerarşik Yapı (Çakır, 2016: 205)

2.1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Saaty tarafından geliştirilmiş olan AHP yöntemi, uzmanların yardımı ile önceliklerin belirlendiği ve ikili karşılaştırmalar yaparak ölçüm sağlayan bir metot olmaktadır. Bu metot bir öğenin diğerinden ne kadar üstün olduğunu ifade eden mutlak yargılar ölçeği kullanılarak maddi olmayan varlıkların göreceli olarak ölçümünü sağlamaktadır. Karar verme süreci, karar alternatiflerinin sıralanmasında kullanılan birçok kriter ve alt kriteri barındırmaktadır. Bu metot karar verici ve araştırmacılar tarafından çok sık kullanılmaktadır. Kriterlerin tanımı ve ağırlıklarının hesaplanması araştırmanın alternatiflerinin değerlendirilmesinde yöntemin merkezinde yer almaktadır. Bu yöntemde karar verme aşamasında aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır (Saaty, 2008: 83-85; Russo ve Camanho, 2015: 1123):

- 1) Problemin tanımlanması ve gerekli bilgi türü belirlenmekte,
- 2) En tepede kararın amacı, ortada kriterler ve en altta alternatifler yer alacak şekilde karar hiyerarşisi oluşturulmakta,
- 3) İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulmakta,
- 4) Her bir eleman için karşılaştırma sonucunda elde edilen önceliklerin kullanımı.
Daha sonra alt seviyedeki her bir eleman için ağırlıklı değerler toplanmakta ve

genel öncelik elde edilmektedir. Alternatiflerin nihai öncelikleri elde edilene kadar bu işleme devam edilmektedir.

2.1.2. ELECTRE

Geçtiğimiz yüzyılın altmışlı yıllarında ortaya çıkan kavramlardan bu yana ELECTRE (Elimination and Choice Expressing the REality-Gerçekliği İfade Eden Eleme ve Seçim) yöntemleri, tarımdan çevreye, su yönetiminden finansa ve proje seçimine kadar birçok gerçek dünya karar probleminde Çok Kriterli Karar Yardımı (MCDA) için geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler, personel alımından ulaşıma ve diğer birçok alana kadar uygulanabilmektedir (Figueira vd., 2016: 52).

ELECTRE yönteminin amacı, alternatiflerin aralarındaki ikili karşılaştırmaları yapılırken her bir kriterin ayrı ayrı değerlendirilmede kullanılması olmaktadır (Ömürbek ve Mercan, 2014: 245). Bu yöntem genel itibariyle kendi içerisinde, seçim, sıralama ve sınıflama olarak üç başlık altında değerlendirilmektedir (Şahin, 2018: 155). ELECTRE yöntemi kantitatif ve kalitatif değerlerin aynı anda kullanımına olanak sağlamaktadır. ELECTRE I, II, III, IV ve IS daha çok seçim ve sıralama problemlerinde kullanılırken, ELECTRE TRI atama problemlerinde kullanılmaktadır (Yürekli, 2008: iii).

2.1.3. TOPSIS

Karar verme süreci mevcut tüm alternatifler arasından olası bir seçim problemini kapsamaktadır. Problemlerin tümünde alternatiflerin değerlendirilmesinde çok sayıda kriterden faydalanılmaktadır (Lai, Liu ve Hwang, 1994: 486).

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution-İdeal Benzerliğe Göre Tercih Sırası Tekniği) yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen ÇKKV tekniklerinden biri olmaktadır (Behzadian vd., 2012: 13052). TOPSIS yönteminde seçilen alternatifin Pozitif İdeal Çözüm (bir alternatifin tüm kriterlerdeki en iyi performans değerleri) e yakın olması beklenirken Negatif İdeal Çözüm (bir alternatifin tüm kriterlerdeki en kötü performans değerleri)'e uzak olması beklenmektedir (Lai, Liu ve Hwang, 1994: 487). Amacın getiri olduğu durumlarda ideal çözüm getirinin maksimizasyonunu ifade etmektedir, negatif ideal çözüme uzaklık ise bu durumda maliyetin minimizasyonunu ifade etmektedir. Kısacası

TOPSIS yöntemi alternatifin ideal çözüme yakın, negatif ideal çözüme ise uzak olması beklenen ÇKKV tekniklerinden biri olmaktadır (Özdemir, 2018: 134).

2.1.4. PROMETHEE

PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) tekniklerinin J. P. Brans tarafından geliştirilmiştir. Ayrıca bu tekniklerin ilk kez 1982 yılında R. Nadeau ve M. Landry tarafından Kanada’da bir üniversitede düzenlenen konferansta sunulmuştur (Brans ve Smet, 2016: 188; Soba vd., 2020: 6). PROMETHEE (The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) yöntemi karar vermede kullanılan alternatifleri belirlenen tercih fonksiyonlarına göre ele aldıktan sonra alternatiflerin ikili karşılaştırma tekniğini kullanarak kısmi ve tam önceliklerinin belirlenmesini sağlamaktadır (Genç, 2013:134). PROMETHEE I ve PROMETHEE II’den sonra J. P. Brans ve B. Mareschal tarafından PROMETHEE III’ü (aralıklara göre sıralama) ve PROMETHEE IV’i (sürekli durum) geliştirilmiştir. Aynı yazarlar tarafından 1988 yılında PROMETHEE metodolojisini destekler nitelikte olan grafik gösterim sağlayan görsel etkileşimli modül GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) geliştirilmiştir. 1992 ve 1994’te J. P. Brans ve B. Mareschal PROMETHEE V (bölümleme kısıtlamalarını içeren ÇKKV) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsili)’i geliştirilmiştir (Brans ve Smet, 2016: 189).

2.1.5. VIKOR

ÇKKV teknikleri karar vericilerin tercihlerine göre kriterler bazında alternatiflerin en iyiden en kötüye doğru değerlendirilmesini ve sıralanmasını sağlayan uzlaşmacı çözümler sunmaktadır. VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi de ÇKKV tekniklerinin hepsinde olduğu gibi karar vericilere uzlaşmacı çözüm sunmakta ve optimizasyon sağlamaktadır (Gul vd., 2016: 60). VIKOR yöntemi çelişkili ve ölçülemeyen kriterlere sahip ÇKKV problemlerinin çözümü için Opricovic ve Tzeng tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem karar vericilere belirlenen kriterler bazında ideale en yakın çözümü sunmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2007: 514).

2.1.6. Analitik Ağ Süreci (AAS)

AAS’de AHP yöntemi gibi T. L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AAS yönteminin amacı, organizasyondaki göreceli önemlerine göre potansiyel riskleri

önceliklendirmektir. Bu yöntem uzman kararlarına dayalı risk önceliklendirme anketi, analitik ağ modeli geliştirme ve risk önceliklendirme endeksi hesaplamasından oluşmaktadır. Bunların yanı sıra, bu karar modeli kriterlere, alt kriterlere ve seçeneklere göre yapılandırılmasına izin vermektedir. Burada amaç, mevcut karar hiyerarşisini modellemek ve ortaya çıkan değişikliklere uyum sağlamak için karar modelini mantıklı ve sezgisel bir yapıda kategorize etmektir (Boateng, Chen ve Ogunlana, 2015: 1800).

2.1.7. Gri İlişkisel Analiz

Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Julong Deng tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir ve küçük örnekler ve zayıf bilgi içeren problemlerin çözülmesine odaklanan yeni bir metodoloji sağlamaktadır. Bu yöntem belirsiz sistemlerde kısmen bilinen bilgiler ile, mevcut olandan yararlı bilgiler üretmeye çalışmaktadır (Liu, Forrest ve Yang, 2011: 1).

Genellikle, mevcut gri ilişkilere, gri öğelere ve gri sayılara dayanarak hangi gri sisteminin olduğu belirlenebilir. Burada "gri", zayıf, eksik, belirsiz gibi anlamlara gelmektedir. Gri sisteminin ve uygulamalarının amacı, sosyal bilimlerle doğa bilimleri arasındaki farklılıkları azaltmaktır. Gri sistem teorisi başta gizli ve karmaşık sistemleri analiz etmek için teori, teknik, kavram ve fikirler sunmayı amaçlamaktadır (Deng, 1989: 2).

2.1.8. MOORA

MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis-Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon) yöntemi 2006 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından geliştirilmiştir (Brauers vd., 2008: 184). MOORA yöntemi literatürde MOORA Oran Metodu, MOORA Referans Noktası Yaklaşımı, MOORA Önem Katsayısı, MOORA Tam Çarpım Formu ve MULTI-MOORA gibi farklı metotlarla yer almaktadır. Temel olarak bu metotlar Oran Metodu ile başlamaktadır ve bu metotların geliştirilmesi ile model dayanıklılığının artırıldığı söylenebilmektedir. Bahsedilen MULTI-MOORA metodu ise tek başına bir metot olmamakla birlikte, farklı MOORA metotları ile elde edilen sıralamaların son olarak baskınlık durumlarına göre değerlendirilmesini sağlamaktadır (Ersöz ve Atav, 2011: 2).

2.1.9. BWM (Best-Worst Method)

ÇKKV yöntemlerinde en iyi alternatifin seçiminde bir dizi kritere göre bir dizi alternatif değerlendirilmektedir. 2015 yılında Rezaei tarafından geliştirilen BWM’de ilk olarak en iyi ve en kötü kriterler ilk karar verici ile belirlenmektedir. Sonrasında belirlenen en iyi ve en kötü kriterin diğer kriterler ile ikili karşılaştırmaları yapılmaktadır. BWM’yi mevcut ÇKKV yöntemlerinden ayıran özellikleri aşağıdaki gibidir (Rezaei, 2015: 49),

- a) daha az karşılaştırma verisine ihtiyaç duyulması,
- b) daha tutarlı karşılaştırmaların yapılması ve daha güvenli sonuçların ortaya çıkması gösterilmektedir.

Literatürde BWM yöntemi ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, genel itibariyle bu yöntemin AHP yönteminde olduğu gibi kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanıldığı ve güvenilir sonuçlar verdiği görülmektedir (Gupta, 2018; Khan vd., 2021; Rezaei vd., 2018; Pamučar vd., 2020).

BWM yönteminin adımları aşağıda yer almaktadır (Rezaei, 2015: 51),

Adım 1: İlk olarak karar kriterleri ve karar matrisi belirlenmektedir.
(a_{ij} : i kriterinin j kriterine göre göreceli tercihini ifade etmektedir)

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & \dots & a_{2n} \\ & & & \vdots & & \\ & & & & & \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

Adım 2: Bu adımda en iyi ve en kötü kriterler karar verici tarafından belirlenmektedir.

Adım 3: Tablo 2.1’de yer alan önem ölçeği dikkate alınarak 1 ve 9 arasında bir sayı kullanılarak kriterler içerisinde en iyi kriter belirlenmektedir. Ortaya çıkan vektör şu şekilde olmaktadır,

(a_{Bj} : j kriterine göre en iyi kriter B'nin tercihini göstermektedir.)

$$A_{\beta} = (a_{\beta 1}, a_{\beta 2}, \dots, a_{\beta n}),$$

Tablo 2.1. İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 1994: 26).

Önem Ölçeği	Yargısal İfadeler
1	Eşit derecede önemli
3	Daha önemli
5	Çok daha önemli
7	Çok fazla önemli
9	Mutlak önemli
2,4,6,8	Aralık değerleri

Adım 4: Yine Tablo 2.1’de yer alan önem ölçeği dikkate alınarak 1 ve 9 arasında bir sayı kullanılarak kriterler içerisinde en kötü kriter belirlenmektedir.

(a_{jW} : j kriterinin en kötü W kriterine göre tercihini göstermektedir.)

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

Adım 5: Bu adımda en uygun ağırlıklar belirlenmektedir ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$).

(w: kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.)

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\}$$

s.t. (2.2)

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0$$

Özdağoğlu vd. (2020), Rezaei'nin BWM modelinin bu aşamasını şu şekilde ifade etmiştir, bir doğrusal programlama modelinin hazırlanması ile kriter ağırlıkları bulunmaktadır. Bu modelin amaç fonksiyonu sapma değerinin minimum olması şeklinde belirtilmektedir. Yapılan değerlendirmenin tutarlı olabilmesi için bu değerin sıfıra yakın olması gerekmektedir. Amaç fonksiyonu (2.3) eşitlikte olduğu gibi gösterilmektedir. Denklem (2.4)'te ise en önemli ve en önemsiz kritere ilişkin hazırlanan kısıtların genel yapısı gösterilmektedir. Son olarak eşitlik (2.5) ve (2.6) ise ağırlık değerlerinin hepsinin toplamının 1' e eşit olması gerektiği ve değişkenlerin hiçbirinin negatif olmama koşulu belirtilmektedir.

ξ : sapma değeri

$$\min \xi \quad (2.3)$$

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ (tüm 'j' ler için)} \quad (2.4)$$

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \text{ (tüm 'j' ler için)}$$

$$\sum_j W_j = 1 \quad (2.5)$$

$$W_j \geq 0, \text{ (tüm 'j' ler için)} \quad (2.6)$$

Adım 6: Bu adımda tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı, karşılaştırma sonucunda elde edilen değerlerin tutarlılığının kontrol edilmesi ve güvenli sonuçların elde edilmediğini anlamak amacıyla kullanılmaktadır. Tutarlılık oranının küçük olması çalışmanın daha tutarlı olduğunu göstermektedir (Demir ve Bircan, 2020: 174). Tablo 2.2'de çalışmada kullanılan tutarlılık indeksi gösterilmiştir.

(ξ : indeks değerini ifade etmektedir)

Tablo 2.2.BWM Yönteminde Kullanılan Tutarlılık İndeksi

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tutarlılık İndeksi (max ξ)	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

Kaynak: Rezai, 2015: 52

$$\text{Tutarlılık oranı} = \frac{\xi}{\text{Tutarlılık İndeksi}} \quad (2.7)$$

Tutarlılık oranı eşitlik (2.7)'de belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır. Bu oran 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Tutarlılık oranı ≤ 1 olması elde edilen vektörün kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Salihoğlu ve Karakış, 2022: 459; Demir ve Bircan, 2020: 175).

2.2. Bulanık Mantık ve Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Karmaşık sistemlerde eksik bilgi ve olaylar nedeni ile matematiğin yeterli olmadığı sonuçlar görülebilmektedir. Fakat olasılık kuramı, belirsizlik durumları için iyi bir yaklaşım olmakla beraber, bazı bilgi ve olayların açıklanması için kullanılabilen sınırların açık bir şekilde tanımlanabildiği oldukça başarılı bir yaklaşım olmaktadır. Ancak bazı durumlarda olasılık kuramının tüm problemleri çözemediği görülmektedir. Bulanık küme mantığı ise tam olarak bu sorunun çözümü için geliştirilerek, belirsiz durumların matematiksel olarak açıklanmasının yanı sıra bir fonksiyon yardımı ile ifade edilmesini öngörmektedir (Paksoy vd., 2013: 1). Bulanık mantık kuramında uzman kişi değerlendirmesinde az, çok, pek az, pek çok, biraz az, biraz çok gibi dilsel niteleyicileri kullanılmaktadır. Bu ifadelerin bilgisayarlara doğru bir şekilde aktarılması ile uzman kişilere olan ihtiyaç ve uzman kişiler arasındaki denetim farkı ortadan kalkmaktadır. Bulanık mantık ile denetim mekanizması yapı olarak daha esnek olabilmekte ve kuramın temeli insanın herhangi bir sistemi denetlemesindeki düşünce ve davranışına dayanmaktadır (Elmas, 2018: 255).

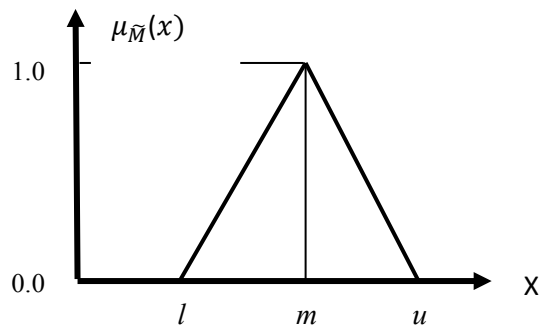
20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren bilimsel çalışmalarda sibernetik ve mantık alanlarında gelişmeler olduğu görülmektedir. Sibernetik bilim olarak ortaya çıkarak canlılık ve zekânın taklit edilmesi şeklinde farklı girişimlerde bulunmaktadır. Lotfy A. Zadeh tarafından “makinelere düşünebilir mi?” sorusu ile yapay zekânın öneminin vurgulandığı bir döneme geçiş yaşandığı görülmektedir. Bu şekilde iki değerli mantığa

teknoloji ile desteklenen önemli bir alternatif sunulmaktadır (Işıklı, 2008: 2). Çoğunlukla farklı şekillerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik şeklinde tam ve kesin olmadığı düşünülen bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar denilmektedir. Bulanık mantık 1960'lı yıllarda L. A. Zadeh tarafından geliştirilmiştir ve Zadeh çalışmasında bulanık küme kavramını her nesneye 0 ve 1 arasında değişen üyelik derecesinin atandığı sürekli üyelik derecelerine sahip nesne sınıfı olarak tanımlamıştır. O dönemlerde bulanık mantık kuramı oldukça ciddi tepkiler toplamıştır. Özellikle batıda (Avrupa ve Amerika) bulanık mantık kavramı çok fazla eleştiri almıştır. Çünkü batı kültüründe Aristo mantığı şeklinde ifade edilen ikili mantık yani siyah-beyaz, 0-1, evet-hayır gibi ikili esasta kesinlik ilkesi daha güvenilirliği ifade etmekte. Fakat 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından buhar makinası kontrolünün bulanık sistem ile modellendiği bir çalışma yapılarak bulanık sistemin ne kadar kolay ve etkili sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Şen, 2009: 14-16, Zadeh, 1965: 338).

Bulanık mantık içerisinde üçgen bulanık sayı, yamuk bulanık sayı, gaussian bulanık sayı ve sigmoidal bulanık sayı gibi birçok üyelik fonksiyonu yer almaktadır (Özdağoğlu, 2016: 7). Bu üyelik fonksiyonlarından en sık kullanılan üçgen bulanık sayı ve yamuk bulanık sayı açıklanmaktadır.

Üçgen bulanık sayılar en düşük olasılığı, net değeri ve en yüksek olasılığı gösteren $(l/m, m/u)$ veya (l, m, u) şeklinde belirtilen ifadelerden oluşmaktadır. Şekil 2.2'de üçgensel bulanık sayı gösterilmektedir (Akman ve Alkan, 2006: 30). Ayrıca "□" sembolü bulanıklığı ifade etmektedir.

(l : en küçük değeri ya da alt sınırı, m : en olası değeri, u : en büyük değeri yada üst sınırı ifade etmektedir.)

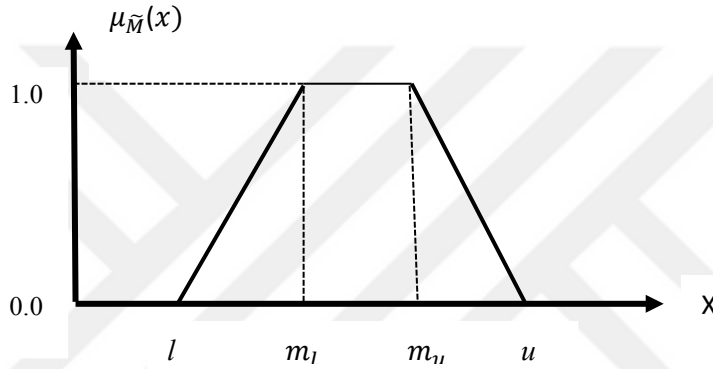


Şekil 2.2. Üçgensel Bulanık Sayı \tilde{M} Grafiği (Akman ve Alkan, 2006: 30)

Üçgen üyelik fonksiyonunun yapısı Eşitlik (2.8)' de yer almaktadır (Özdağoğlu, 2016: 8).

$$\mu_{\tilde{M}}(x; l, m, u) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \vee x < l \end{cases} \quad (2.8)$$

Yamuk üyelik fonksiyonu ise (l, m_l, m_u, u) şeklinde dört parametre ile ifade edilmektedir (Ersoy, 2018: 98). Şekil 2.3'te yamuk bulanık sayı gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Yamuk Bulanık Sayı \tilde{M} (Liu, Eckert ve Earl, 2020: 12)

Yamuk üyelik fonksiyonunun genel yapısı Eşitlik (2.2)' de yer almaktadır (Özdağoğlu, 2016: 16).

$$\mu_{\tilde{M}}(x; l, m_l, m_u, u) = \begin{cases} \frac{x-l}{m_l-l} & l \leq x \leq m_l \\ 1 & m_l \leq x \leq m_u \\ \frac{u-x}{u-m_u} & m_u \leq x \leq u \\ 0 & x > u \vee x < l \end{cases} \quad (2.8)$$

Bulanık küme yaklaşımları, insan bilgisinin modellenmesi gereken ve insan değerlendirmelerine ihtiyaç duyulan durumlarda etkin bir şekilde kullanılabilir. Bulanık küme teorisi, problem modelleme ve çözümünde önemli bir teknik olarak kabul edilmektedir ve günümüzde mühendislik, işletme, tıp, sağlık ve doğa bilimleri gibi alanlarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Buna yönelik bulanık mantık sisteminin kullanıldığı uygulama alanları olarak, elektronik kontrol sistemleri, otomotiv endüstrisi, süreç planlama ve ev elektroniği gibi alanlar sıralanabilmektedir. Bunun

yanı sıra ÇKKV yöntemlerinde de bulanık küme teorisinin başarılı uygulamaları olduğu bilinmektedir. Böylece ÇKKV'nin bulanık küme teorisinin geniş uygulama alanı bulduğu dallardan birisi olduğu görülmektedir (Kahraman, 2008: V, Tiryaki ve Kazan, 2007: 3). Bulanık çok kriterli karar verme (BÇKKV), çeşitli karar vericilerin çıkarları, çelişen hedefler ve çok sayıda belirsiz bilgi içeren karmaşık sorunları ele almak için etkili bir yaklaşım olarak popüler hale gelmektedir (Chen ve Pan, 2021: 1).

Bölüm 2.1'de yer verilen tüm ÇKKV yöntemlerinin bulanık versiyonları da bulunmaktadır. Bu başlık altında bu çalışmanın uygulama kısmında kullanılacak olan Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR yöntemlerinden bahsedilmektedir.

2.2.1. Bulanık AHP

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), ikili karşılaştırmaya dayalı yapılandırılmış bir şekilde kriterlerin ağırlıklarını ve alternatiflerin önceliklerini belirlemek için yaygın olarak uygulanan çok kriterli bir karar verme yöntemi olmaktadır. AHP yöntemi, tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Zamanla bu yöntemin bazı uzantıları geliştirilerek AHP'nin bazı eksikliklerinin giderilmesi üzerine çalışıldığı görülmektedir. Karşılaştırma sırasındaki subjektif yargılar belirsiz olabileceğinden, bulanık kümeler AHP ile birleştirilerek belirsizlik ve kararsızlıkla mücadele edebilen bulanık AHP ortaya çıkmıştır (Doğan, 2015: 1028; Liu vd., 2020: 2). Bulanık AHP'yi ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) üçgen üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanan bulanık oranları karşılaştırmışlardır. Buckley (1985) geometrik ortalamayı kullanımı yamuk üyelik fonksiyonları karşılaştırma oranları kullanarak bulanık öncelikleri belirlemiştir. Daha sonra Chang (1996), üçgen bulanık sayıları kullanmıştır (Leung ve Cao, 2000: 103).

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ölçüt kümesini ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ise bir amaç kümesini oluşturmaktadır. Amaca yönelik değerlendirilen tüm ölçütler için derece analizi uygulanmaktadır, bu analiz ile m tane analiz değeri elde edilmektedir ve tüm M_{gi}^j (üçgensel bulanık sayılar) değerleri bulanık olmak üzere şu şekilde gösterilmektedir (Kaptanoğlu ve Özok, 2010: 200);

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad i=1,2,\dots,n \text{ ve } j=1,2,\dots,m$$

Chang'ın bulanık AHP modeline ilişkin adımlar aşağıda yer almaktadır (Chang, 1996: 650-651; Akman ve Alkan, 2006: 34; Aydın, 2009: 93; Öztürk, Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008: 793; Tayyar, 2012: 356; Akar ve Çakır, 2016: 189;).

Adım 1: i ölçütüne göre bulanık sentetik derece değeri;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2.10)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ durumunun olabilirlik derecesi;

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (2.11)$$

Eşitlik (2.11) $M_2 \geq M_1$ olayının olabilirlik derecesini ifade etmektedir, denklem (2.12) ise bu ifadenin açılımını göstermektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (2.12)$$

M_1 ve M_2 'nin karşılaştırmasını yapabilmek için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayı $M_i (i= 1, 2, 3, \dots, k)$ 'dan daha büyük olabilirlik derecesi eşitlik (2.13) ile tanımlanmaktadır.

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[M \geq M_1] \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \end{aligned} \quad (2.13)$$

Bu durumda S_j 'ler için şu varsayımlar yapılmaktadır,

$$k = 1, 2, 3, \dots, n, \quad k \neq i \text{ olmak üzere;}$$

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (2.14)$$

Ağırlık vektörü eşitlik (2.15)'da gösterilmektedir. Burada $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ n sayıda elemandan oluşmaktadır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (2.15)$$

Adım 4: Normalizasyon işlemi ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W eşitlik (2.16)'de gösterilmektedir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (2.16)$$

Burada W bulanık olmayan bir sayıdır.

2.2.2. Bulanık VIKOR

Bulanık VIKOR yöntemi birbiriyle çelişen ve kıyaslanamaz kriterlere sahip bulanık çok kriterli problemi çözmek için geliştirilmiştir. Bu yöntem hem kriterlerin hem de ağırlıkların bulanık kümeler olabileceği bulanık bir ortamda problemi çözmektedir. Bulanık VIKOR, karar vericilerin gerçek organizasyonel ortamlarda belirli bir karar problemi için tercih edilen çözümleri belirlemesine izin vermektedir. Bu yöntem, bir alternatifin ideal çözüme olan mesafesini temsil eden toplu bulanık değere dayalıdır. Bulanık VIKOR algoritmasının geliştirilmesinde bulanık sayıları sıralamak için bulanık işlemler ve prosedürler kullanılır (Opricovic, 2011: 12983; Chen ve Wang, 2009: 235).

Bulanık VIKOR yöntemi aşağıda yer alan adımlardan oluşmaktadır (Chen ve Wang, 2009: 235; Wang vd., 2006; Akyüz, 2012: 203; Yıldız ve Deveci, 2013: 430; Bali, 2013: 133; Paksoy vd., 2013:170; Türkmen ve Bildik, 2015: 7).

Adım 1: Öncelikle karar vericiler (n), alternatifler (m) ve kriterler (k) belirlenmektedir.

Adım 2: Dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen üçgen bulanık sayılar tanımlanmaktadır. Kriterlerin önemini ve alternatiflerin çeşitli kriterlere göre derecelendirilmesinde dilsel değişkenler kullanılmaktadır.

Adım 3: Karar vericilerin görüş ve tercihleri birleştirilmektedir. Her bir kriterin bütünleştirilmiş bulanık ağırlığı eşitlik (2.17) ile hesaplanmaktadır. Burada n karar verici sayısıdır.

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n \tilde{W}_j^e \right], j = 1, 2, \dots, k \quad (2.17)$$

j. kritere göre i. Alternatifin önem ağırlığı ise eşitlik (2.18) ile hesaplanmaktadır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right], i = 1, 2, \dots, m \quad (2.18)$$

Adım 4: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_k \\ A_1 & \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ A_2 & \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ A_m & \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mk} \end{matrix} \quad \tilde{W} = [\tilde{W}_1, \tilde{W}_2, \dots, \tilde{W}_k]$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, k \quad (2.19)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{W}_1, \tilde{W}_2, \dots, \tilde{W}_k] \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (2.20)$$

Burada \tilde{x}_{ij}, A_i alternatifinin C_j kriterine göre derecesini, \tilde{W}_j , j. kriterin önem ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 5: Bulanık en iyi değer (\tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değer (\tilde{f}_j^-) eşitlik (2.21)'de olduğu gibi belirlenmektedir.

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (\text{fayda yapılı kriterler için}) \quad (2.21)$$

$$\tilde{f}_j^* = \min_i \tilde{x}_{ij}, \tilde{f}_j^- = \max_i \tilde{x}_{ij} \quad (\text{maliyet yapılı kriterler için})$$

Adım 6: Eşitlik (2.22) kullanılarak \tilde{S}_i ve eşitlik (2.23) kullanılarak \tilde{R}_i değerleri bulunmaktadır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \tilde{W}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \quad (2.22)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad (2.23)$$

\tilde{S}_i , tüm kriterlere göre i. Alternatifin (A_i) en iyi bulanık değere olan uzaklığının toplamını ifade etmektedir. \tilde{R}_i , j. kritere göre A_i alternatifinin bulanık en kötü değere olan maksimum uzaklığını göstermektedir.

Adım 7: Eşitlik (2.24) ve (2.25)'da belirtildiği şekilde $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-, \tilde{Q}_i$ değerleri hesaplanmaktadır:

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

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i, \quad \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (2.24)$$

$$\tilde{Q}_i = \frac{\nu(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)}{\tilde{S}^- - \tilde{S}^*} + \frac{(1-\nu)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)}{\tilde{R}^- - \tilde{R}^*} \quad (2.25)$$

Burada \tilde{S}^* , maksimum grup faydasını gösteren \tilde{S}_i değerinin minimum değerini ifade etmektedir, \tilde{R}^* ise, minimum karşıt görüşleri gösteren \tilde{R}_i değerinin minimum değerini ifade etmektedir. \tilde{Q}_i indeksinde grup faydasının ve minimum pişmanlığın birlikte değerlendirilmesiyle hesaplandığı görülmektedir. Burada yer alan ν değeri ise maksimum grup faydası stratejisinin ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma “çoğunluk oyu” ($\nu > 0.5$) ile, “konsensüs” ($\nu = 0.5$) veya “veto” ($\nu < 0.5$) ile sağlanabilir.

Adım 8: Üçgensel bulanık sayı olan \tilde{Q}_i durulaştırılarak ve en küçük Q_i değerinden başlayarak alternatiflerin sıralaması yapılmaktadır. Bir bulanık sayıyı kesin bir değere dönüştürmek amacıyla kullanılan birçok durulaştırma stratejisi bulunmaktadır. Bu çalışmada bulanık sayıların ortalamaları alınarak durulaştırma işlemi yapılmıştır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

Adım 9: Uzlaşık çözümün elde edilmesi için sağlanması gereken iki koşul eşitlik aşağıda yer almaktadır.

Koşul 1: Kabul edilebilir avantaj; bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olup olmadığı gösterme amacını içermektedir. Q indeks değerlerine göre birinci sırada yer alan a' ve ikinci sırada yer alan a'' alternatiflerinin sıralamadaki yerini belirtmek üzere eşitlik (2.26) ve (2.27)'den yararlanılmaktadır,

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (2.26)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \text{ eğer } m \leq 4 \text{ ise } DQ = 0,25 \quad (2.27)$$

Burada m alternatif sayısını ifade etmektedir.

Koşul 2: Kabul edilebilir istikrar; a' alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamada de en iyi alternatiftir. Karar verme sürecinde bu uzlaştırıcı çözüm istikrarlıdır.

Eğer $Q(a^{(m)}) - (Qa') < DQ$ ise ve 1. koşul sağlanamıyorsa $a^{(m)}$ ve a' benzer uzlaştırıcı çözüm olmaktadır. Burada uzlaştırıcı çözümler $(a', a'', \dots, a^{(m)})$ birbirine benzer olduğu için, a' karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmadığı belirtilmektedir. Eğer 2. koşul sağlanamıyorsa, a' karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmaktadır fakat karar vermede istikrar olmamaktadır. Bu nedenle a' ve a'' nin uzlaştırıcı çözümleri aynıdır.

Adım 10: Son olarak bu adımda en iyi alternatif seçilmektedir. Minimum Q_i en iyi alternatif çözüm olarak seçilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

E-TİCARET YÖNTEMİ İLE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALARDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI VE SEÇİMİ

Çalışmanın bu bölümünde e-ticaret yöntemi ile birbirinde farklı alanlarda faaliyet gösteren 4 ayrı firmanın tedarik zincirinde blokzincir teknolojisi uygulanabilirliği üzerine bir araştırma yapılmıştır. Öncelikle detaylı bir literatür çalışması yapılarak kullanılacak modellere karar verilmiştir.

İlk olarak blokzincir konusunda yerli ve yabancı literatür kapsamlı incelenerek, 4 alternatif, 6 ana kriter ve 22 alt kriter belirlenmiş ve görüşme sağlanan firmaların uzmanları ile değerlendirilerek, alternatif ve kriterlerin uygunluğuna karar verilmiştir. ÇKKV yöntemlerinin karar verme sürecinde kullanılan etkili yöntemler olduğu bilinmektedir. Kriter ağırlıklandırma bulanık AHP yöntemi sık kullanılmaktadır ve oldukça güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu nedenle çalışmada bulanık AHP yöntemi ile kriter ağırlıklandırması yapılmıştır. BWM yöntemi ise yine kriter ağırlıklandırma kullanılan oldukça yeni bir yöntemdir ve çalışmada bulanık AHP ile benzer sonuçlar verip vermeyeceği değerlendirilmek istenmiştir. Bulanık VIKOR yöntemi alternatiflerin sıralanmasında uzlaştırıcı çözüm üretebilmektedir. Bu nedenle çalışmada alternatiflerin sıralanmasında bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma iki ayrı senaryo üzerinden devam etmiştir; birinci senaryoda kriter ağırlıkları BWM yöntemi ile belirlenerek, bulanık VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Bir diğer senaryoda ise bulanık AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenerek bulanık VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

3.1. E-Ticaret Platformunun Dünyadaki ve Türkiye'deki Genel Durumu

İletişim teknolojilerinin hızlı bir şekilde yayılması ile birlikte e-ticaret kavramının ortaya çıktığı görülmektedir. 2019 yılında başlayıp 2020 yılında dünya genelinde

yayılan Covid-19 pandemisi ile çevrimiçi alışverişin farklı bir boyut kazanarak kullanımını hızla artış göstermektedir (Yengin, 2023: 21). Covid 19 pandemisi ile sokağa çıkma yasakları ve iş yerlerinin kapanmaları firmaların e-ticaret ve e-lojistik uygulamasına geçişini hızlandırmaktadır (Akben ve Çelebi, 2022: 32). İnsanların ihtiyaçlarının hızlı bir şekilde karşılanması isteği ile firmalar müşteri kaybetmemek amacıyla e-ticaret platformlarına geçiş sağlamaktadır (Özbek ve Sırakaya, 2022: 473). Bununla birlikte internetin yaygın kullanımı sayesinde günden güne artış gösteren e-ticaret insanlara zamandan tasarruf sağlayabilen, ürünler arasında fiyat kıyaslamasının yapılabilirdiği ve binlerce ürün çeşidi sunabilen oldukça kullanışlı bir platform haline gelmektedir.

Son on yılda, küresel perakende e-ticaret satışları önemli bir büyüme sağladığı görülmektedir. 2010 yılında 572 milyar dolar olan satışların, 2012 yılında 1 trilyon doları aştığı ve 2019 yılında 3,5 trilyon dolar seviyesine ulaştığı görülmektedir. Tüketiciler, geniş bir ürün yelpazesine erişme imkânı ve daha uygun fiyatlarla benzer nitelikli ürünlere ulaşabilme avantajı nedeniyle sınır ötesi e-ticaret satışlarını tercih etme eğiliminde bulunmaktadırlar. Bu satışların, 2015 yılında 308 milyar dolar seviyesindeyken, 2019 yılında 826 milyar dolara yükselerek yaklaşık olarak iki kat artış sağladığı bilinmektedir (Tuncalı, 2020: 1).

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından 1997 yılında e-ticaretin geliştirilmesi amacıyla bir toplantı düzenlenerek elektronik ticaret ağı oluşturma sürecine geçiş sağlandığı görülmektedir. Böylece 1998 yılında, Elektronik Ticaret Koordinasyon Kurulu, Dış Ticaret Müsteşarlığı Başkanlığında oluşturulduğu bilinmektedir (Demirdöğmez vd., 2018: 2222).

Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi (ETBİS) rakamlarına göre ülkemizde 2019 yılı itibarıyla 136 milyar TL olan e-ticaret hacminin, Covid 19 pandemisinin etkisi ile 2020 yılının ilk aylarında %48 artış gösterdiği belirtilmiştir. 2020 yılı genelinde ise Türkiye'nin e-ticaret hacminin 216 milyar TL'ye yükseldiği görülmektedir. 2021 yılı e-ticaret hacminin ülkemizde %69 artarak, 381,5 milyar TL olduğu görülmektedir. 2022 yılında ülkemizde e-ticaret büyüme hızı oldukça yüksek oldu. E-ticaret hacminin, bir önceki yıla göre %109'luk bir artışla 800,7 milyar TL'ye ulaştığı, aynı dönemde sipariş adetleri de %43'lük bir artış göstererek 3 milyar 347 milyon adetten 4 milyar 787 milyon adede yükseldiği görülmektedir. Perakende e-ticaret hacmi ise

458 milyar TL olmaktadır. Bu veriler, e-ticaretin ülkemizde hızla yayıldığını ve tüketicilerin çevrimiçi alışverişe olan ilgisinin arttığını göstermektedir (ETBİS; TÜBİSAD).

Bu verilere bakılarak, teknolojinin hızlı gelişmesi, internet ve mobil cihaz kullanımının günden güne artış göstermesi vb. nedenler ile e-ticaretin yalnızca Türkiye için değil dünya genelinde kullanımının ve gelişiminin arttığı ve artmaya devam edeceği düşünülmektedir. Hatta pandemi sürecinde, kurumsal firmaların yanı sıra yerel firmaların da teknolojiye ayak uydurarak e-ticarete geçişi, insanların buldukları yerden giyim, teknolojik cihazlar, kişisel bakım, kırtasiye, gıda ve yemek gibi çeşitli ürün ve ürün gruplarına hızlı ve kolay bir şekilde erişim sağlamasını mümkün kılmıştır.

3.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de faaliyet gösteren ve farklı sektörlerde yer alan dört e-ticaret firmasının blokzincir teknolojisini kullanma ve seçme süreçlerini BWM, bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemleri ile değerlendirmektir. Araştırmada hangi alternatiflerin ilgili sektöre daha uygun olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, Türkiye'deki firmaların altyapılarının blokzincir teknolojisine uygun olup olmadığının da değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın e-ticaret firmalarında yapılma nedenleri olarak; blokzincir teknolojisinin e-ticaret için büyük bir potansiyele sahiptir. Blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde kullanımının, firmalara çeşitli avantajlar sağladığı düşünülmektedir. E-ticaretin geniş bir tedarik zincirine sahip olması nedeniyle, blokzincir teknolojisinin bu sektöre büyük fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu araştırma ile blokzincir teknolojisinde yer alan tekniklerden hangisinin e-ticaret firmalarına daha uygun olduğunun belirlenmesi ve bu teknolojinin firmalara sağlayabileceği avantajlar üzerine önerilerin ortaya konması amaçlanmaktadır.

3.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde yapay zekânın kullanımının artmasıyla birlikte, teknoloji daha da gelişmiştir. Bununla birlikte firmalar artan rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için kendilerini geliştirerek teknolojiyi takip etmektedir. Blokzincir

teknolojisi de finans, tedarik zinciri yönetimi, lojistik, sağlık gibi birçok alanda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde e-ticarette blokzincir teknolojisinin BWM, bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerinin birlikte kullanıldığı ve BWM ile bulanık AHP'nin kriter ağırlıklandırılmasında benzer sonuçlar verip vermediğinin kıyaslandığı ve bulanık VIKOR ile alternatiflerin sıralandığı başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu açıdan bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma Türkiye'de gıda, otomotiv, giyim-dekorasyon-elektronik gibi farklı alanlarda faaliyet gösteren ve en sık kullanılan e-ticaret firmalarında yapılmasından dolayı literatürde bulunan diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışma e-ticarette blokzincir teknolojisinin kullanımı ve kullanılan yöntemler sonucunda elde edilen bulguların hem firmalar hem de araştırmacılar için yararlı ve önemli sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir.

Bunların yanı sıra çalışmada yer alan alternatifler ve kriterler açısından literatürde yer alan diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Bu açıdan blokzincir teknolojisinde ÇKKV yöntemlerini kullanacak olan araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın da diğer bazı bilimsel çalışmalar gibi birtakım kısıtları bulunmaktadır. COVID-19 pandemisi dünya genelinde büyük etkilere neden olmuş ve birçok işletme, eğitim kurumu ve devlet kurumu çevrimiçi veya esnek çalışma sistemine geçmiştir. Bu sistem, özellikle insan sağlığını koruma amacıyla etkili bir yöntem olmuştur. Sokağa çıkma yasakları nedeniyle insanlar evden çıkamamış ve bu durum işletmelerin kapalı kalmasına yol açmıştır. Bu süreçte çevrimiçi satışlar ise işletmelere avantaj sağlamıştır. Ancak, çevrimiçi çalışma sistemi çalışmanın veri toplama sürecini olumsuz etkilemiştir. Görüşme yapılması planlanan firmaların evden çalışma sistemine geçmesi nedeniyle belirlenen sayıda firma çalışanı ile görüşme sağlanamamıştır.

Çalışmada Türkiye'de en çok kullanılan e-ticaret firmaları ile görüşmeler sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan ÇKKV ve bulanık ÇKKV tekniklerinin verileri yüz yüze formatta hazırlanmaktadır. Ancak, görüşmelerin yapılacağı e-ticaret firmaları

çevrimiçi çalıştıkları için yalnızca bir uzman ile yüz yüze görüşme yapılabilmiş ve diğer üç uzman ile yüz yüze görüşme sağlanamamıştır.

Çalışmanın veri toplama sürecinde kullanılan görüşme formu üç ayrı başlık ile toplam 16 sayfadan oluşmaktadır. Dört firma çalışanından üçü ile çevrimiçi uygulamalar (Google Meet, Zoom, Whatsapp) aracılığıyla ve telefon görüşmesi ile gerçekleştirilmiştir. Görüşme detayları aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir;

- Öncelikle uygulama alanı olarak e-ticaret firmalarının belirlendiği günden itibaren görüşülmekte olan bir firma yetkilisi, görüşmeyi kabul etmiştir fakat veriler eline ulaştıktan sonra blokzincir konusuna bu denli hâkim olmadığını belirtmiştir ve değerlendirmeyi yapamayacağını söyleyerek çalışmaya katılmayı reddetmiştir.
- Görüşme sağlanan bir diğer firma ise ilk olarak görüşmeyi kabul etmiştir ve Google Meet üzerinden uzman ile birlikte matrislerin değerlendirmesine başlanmasına rağmen, matrislerin karmaşıklığı, kavramlar hakkında tam olarak bilgi sahibi olunamaması ve yoğun çalışma temposu nedeniyle tamamlanamamıştır.
- Yurtdışında yaygın kullanılan ve Türkiye’de de kısa süre önce aktif olarak faaliyet gösteren bir diğer e-ticaret firması ile görüşmeler yapılmıştır. Bu firma ile yapılan çevrimiçi görüşmeler sonucunda firmanın Amerika’da bulunan firmasında daha önce üniversiteler ile birlikte gerçekleştirilen çalışmalarda firma içi bilgilerin sızdırılması ve bilgilerin yayılması gibi problemler yaşanması nedeni ile bu çalışmanın içeriğine bakılmadan uzman tarafından katılım reddedilmiştir.
- Çalışmanın başında belirlenen firmalar dışında birçok firma ile görüşmeler yapılmaya devam edilmiştir. Genel itibarıyla blokzincir konusunda bilgi sahibi uzmanların yazılım ve bilgisayar mühendislerinden oluşması ve onların çok yoğun tempoda çalışmaları nedeniyle çalışmaya katkı sağlayamamışlardır ve görüşmeler olumsuz sonuçlanmıştır. Bunların yanı sıra bazı firmaların da yazılım ve teknik destek kısmında başka firmalardan veya bireysel yazılımcılardan destek almaları nedeniyle uzman kişilere ulaşılamamıştır.

Yukarıdaki açıklamalarda görüldüğü üzere kısıtlar; başta firmaların çevrimiçi çalışma sistemine geçmiş olmaları, sonrasında uzman olarak belirlenen yazılım ve bilgisayar mühendislerinin yoğun iş tempoları nedeni ile yeterli zaman ayıramamaları, yüz yüze format ile hazırlanan değerlendirme formlarının uzun ve karmaşık olmasının uzmanlarda negatif algı yaratması ve aslında bu çalışma için en önemli kısıt olduğu düşünülen blokzincir konusunda yeterli bilgi sahibi olunmamasından oluşmaktadır. Görüşmeler sonucunda tüm dünyada tedarik zincirine avantajları konusunda ses getiren, finans sektörü başta olmak üzere birçok sektörde firmaların güvenle kullanmaya başladığı blokzincir teknolojisi konusunda uygulamada ciddi bir boşluk olduğu görülmüştür.

3.5. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada e-ticaret firmalarına en uygun blokzincir teknolojisi tekniklerinin sıralanmasında BWM, bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

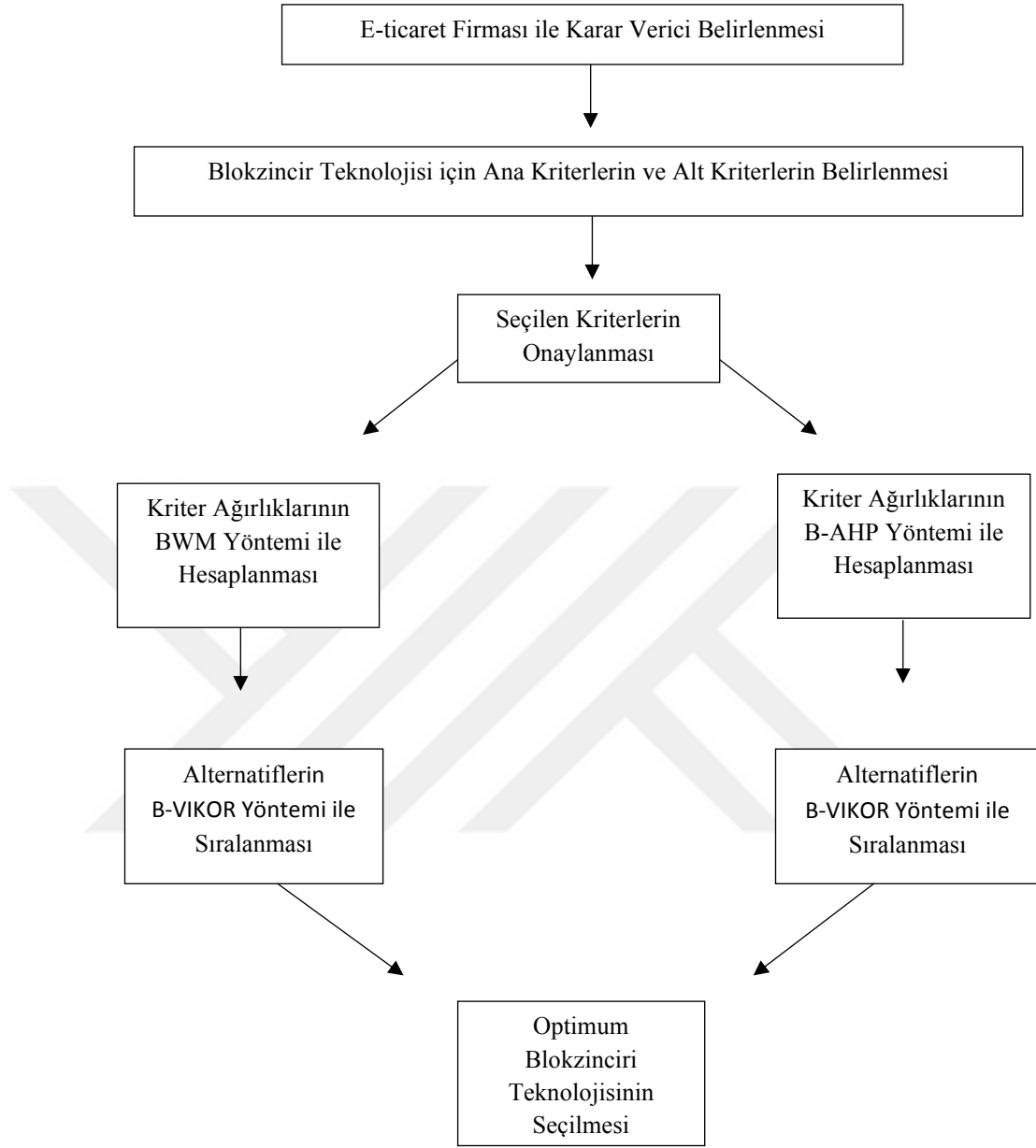
Kaya ve Kahraman (2010) çalışmalarında bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Awasthi, Govindan ve Gold (2018) çalışmalarında bulanık AHP ile kriter ağırlıkları belirlenerek, bulanık VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Taylan vd. (2020) çalışmalarında kriter ağırlıklarının hesaplanmasında bulanık AHP yöntemini ve alternatiflerin öncelik sıralamalarında bulanık VIKOR ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Wang vd. (2021) ilk olarak her bir kriterin bulanık ağırlıklarını değerlendirmek ve hesaplamak için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Daha sonra bulanık VIKOR yöntemini kullanarak alternatiflerin sıralamasını yapmışlardır. Çalık (2020) çalışmasında kriterlerin ağırlıklandırılmasında BWM yöntemini ve alternatiflerin sıralamasında bulanık VIKOR yöntemini kullanmıştır. Vardin vd. (2021) BWM yöntemini ana ve alt kriterlerin ağırlıklandırılmasında, bulanık VIKOR yöntemini ise alternatiflerin sıralamasını yapmak için kullanmışlardır. Chowdhury ve Munim (2022) çalışmalarında bulanık AHP ve BWM yöntemlerini kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanmışlardır.

Çalışmada dört e-ticaret firması için yapılan değerlendirme sonuçlarına göre blokzincir tekniklerinin öncelik sıralamaları yapılmıştır. Bulanık VIKOR ile elde edilen sonuçlar ile e-ticaret firmaları için en uygun blokzincir tekniği ve/veya

tekniklerini belirlenmiştir. Bunun yanı sıra elde edilen sonuçlar firmaların hangi blokzincir tekniğinin firma için daha avantajlı olabileceğini göstermiştir.

Literatür incelemesi ile çalışmada kullanılacak 6 ana kriter, 22 alt kriter ve 4 alternatif uzmanlar ile görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Blokzincir teknolojisi kriterleri olarak; güvenlik, şeffaflık, merkeziyetsizlik, ölçeklenebilirlik, kullanılabilirlik ve teknolojik yetkinlik kriterleri belirlenmiştir. Güvenlik kriterinin alt kriterleri olarak; verilerin gizliliği, verilerin bütünlüğü, verilerin gerçekliği, değişmezlik belirlenmiştir. Şeffaflık kriterinin alt kriterleri; izlenebilirlik, görünürlük, esneklik şeklindedir. Merkeziyetsizlik kriterinin alt kriterleri; bütünlük, hesap verebilirlik, denetlenebilirlik, erişim izni şeklindedir. Ölçeklenebilirlik kriterinin alt kriterleri; verimlilik kapasite ve düğüm sayısı olarak belirlenmiştir. Kullanılabilirlik kriterinin alt kriterleri; kullanım kolaylığı, birlikte çalışabilirlik, uzaktan erişim, hareketlilik olarak belirlenmiştir. Son olarak teknolojik yetkinlik kriterinin alt kriterleri ise; otomatiklik, uyarlanabilirlik, hız ve minimum hata şeklindedir. Ayrıca çalışmanın alternatifleri yine uzman değerlendirmeleri sonucunda kriptografi teknolojisi, dağıtık defter, akıllı sözleşmeler ve konsensüs algoritması olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesi amacıyla kriter ağırlıkları için BWM ve bulanık AHP yöntemleri kullanılmıştır. BWM yöntemi ile bulunan ağırlıklar Rezai (2015)'nin çalışmasında yer aldığı şekilde hesaplanmıştır. Bulanık AHP yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları ise Chang (1996)'nın çalışmasında yer aldığı şekilde hesaplanmıştır. İki ayrı yöntemle bulunan kriter ağırlıkları bulanık VIKOR yöntemine dahil edilerek alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Şekil 3.1'de araştırmanın tasarımı yer almaktadır.



Şekil 3.1.Araştırmanın Tasarımı

3.6. Araştırmanın Kriterleri

Çalışmada blokzincir teknolojisi konusunda yerli ve yabancı literatür detaylı olarak incelenerek bu teknoloji içerisinde ele alınan kavramlardan çalışmamıza en uygun olanları uzmanlar ile yapılan görüşmeler sonucunda ana ve alt kriterler şeklinde sınıflandırılmıştır. Tablo 3.1’de araştırmada kullanılan kriterler yer almaktadır.

Tablo 3.1.Araştırmanın Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Güvenlik	Verilerin Gizliliği
	Verilerin Bütünlüğü
	Verilerin Gerçekliği
	Değişmezlik
Şeffaflık	İzlenebilirlik
	Görünürlük
	Esneklik
Merkeziyetsizlik	Bütünlük
	Hesap Verebilirlik
	Denetlenebilirlik
	Erişim İzni
Ölçeklenebilirlik	Verimlilik
	Kapasite
	Düğüm Sayısı
Kullanılabilirlik	Kullanım Kolaylığı
	Birlikte Çalışabilirlik
	Uzaktan Erişim
	Hareketlilik
Teknolojik Yetkinlik	Otomatiklik
	Uyarlanabilirlik
	Hız
	Minimum Hata

Güvenlik (C1): Blokzincir, siber güvenliğin en elverişli ve etkili teknolojilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Değişmezlik, doğrulama, ademi merkeziyetçilik ve şeffaflık gibi göze çarpan özelliklerine ek olarak, blokzincir teknolojisi aynı zamanda gizlilik ve güvenlik sağlamayı vaat etmektedir (Puthal vd., 2018: 18-19). Uzmanlar ile yapılan görüşmeler sonucunda bu ana kriter altında (C11) verilerin gizliliği (Casino vd., 2019; Ar vd., 2020; Kamble vd., 2020), (C12) verilerin bütünlüğü (Tama vd., 2017), (C13) verilerin gerçekliği (Yapıcı vd., 2021), (C14) değişmezlik (McGhin vd., 2019) alt kriterlerine yer verilmiştir.

Şeffaflık (C2): Blokzincir teknolojisi, birçok alanda diğer teknolojilere kıyasla daha iyi performans göstererek şeffaflığı göz önüne çıkarmak, dolandırıcılık ve yolsuzluğun azaltılması, bazı maliyetlerinin düşürülmesi gibi önemli alanlarda öne çıkmaktadır (Kshetri, 2017: 15). Şeffaflık kriteri altında (C21) izlenebilirlik (Yang vd., 2021), (C22) Görünürlük (Ar vd., 2020), (C23) esneklik (Queiroz vd., 2020) kriterleri yer almaktadır.

Merkeziyetsizlik (C3): Blokzincir mimarisi, operasyonel olarak merkezi olmayan bir yapı sağlayarak kullanıcılar, veriler, uygulamalar, cihazlar ve sistemler arasındaki etkileşimlerin kalıcı izlerini tutabilir. Bu da tamamen merkezi olmayan otonom sistemlerin geliştirilmesine olanak tanır. Blockchain, bu sayede kritik bir rol oynayarak, verilerin ve etkileşimlerin merkezi bir otoriteye bağlı olmadan güvenli bir şekilde yönetilmesini sağlar (Salah vd. 2019: 4). Merkeziyetsizlik kriterinin alt kriterleri olarak (C31) bütünlük (Mollah vd., 2020), (C32) hesap verebilirlik (Saqaf ve Seidler, 2017), (C33) denetlenebilirlik (Maupin, 2018), (C34) erişim izni (Yang vd., 2021) sıralanmaktadır.

Ölçeklenebilirlik (C4): Ölçeklenebilirlik, bir sistemin iyi tanımlanmış, tek bir özelliği olmayan, bunun yerine birkaç niceliksel ölçümün birbiriyle ilişkilendirildiği bir terimdir. Yani ölçeklenebilirlik, farklı metriklerin bir arada değerlendirilerek ölçüldüğü bir kavramdır ve blokzincir teknolojisinde de büyük öneme sahip olmaktadır (Croman vd., 2016: 107). Ölçeklenebilirlik ana kriteri içerisinde (C41) verimlilik (Tanrıverdi vd., 2017), (C42) kapasite (Croman vd., 2016), (C43) düğüm sayısı (Lai ve Liao, 2021) alt kriterleri sınıflanmıştır.

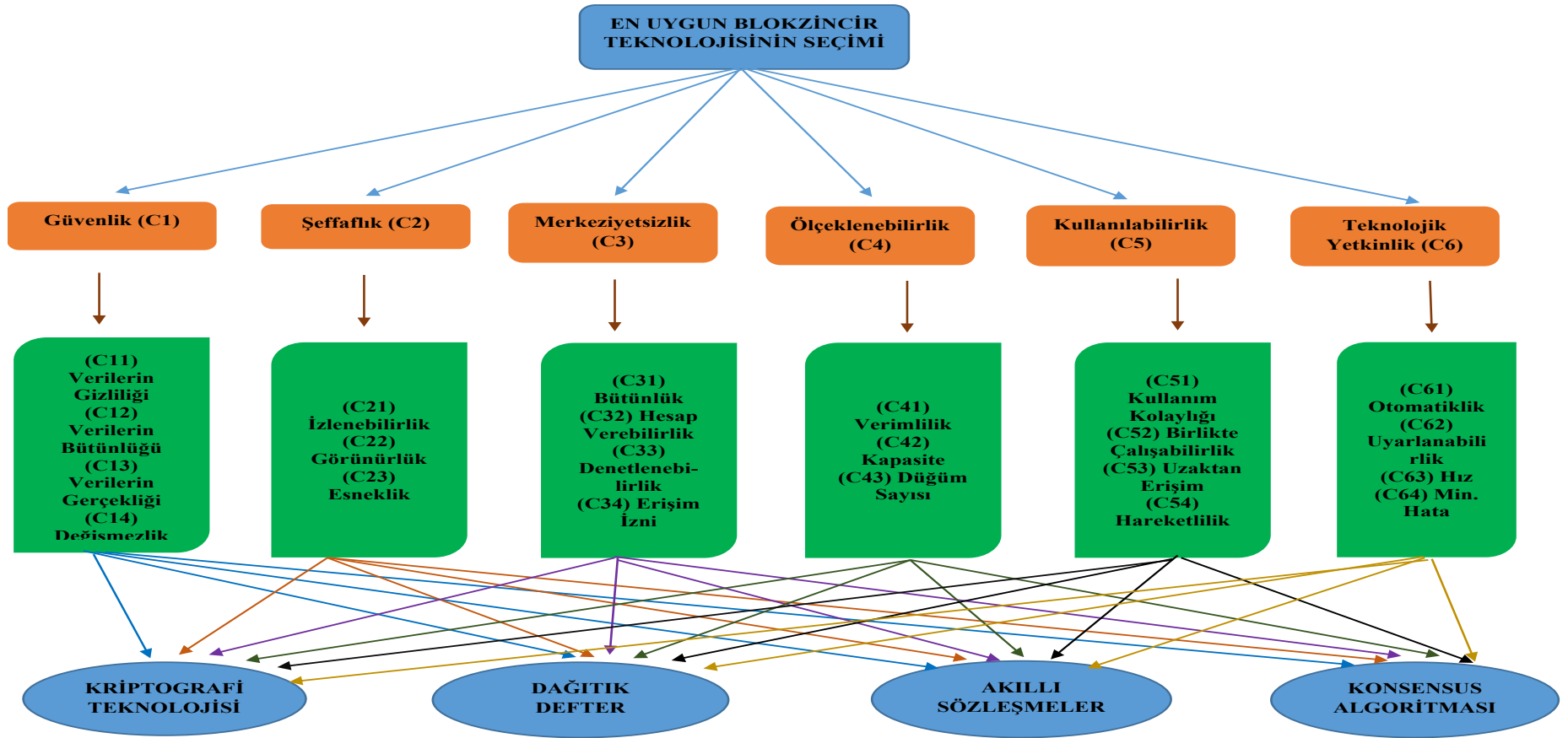
Kullanılabilirlik (C5): Kullanılabilirlik, kullanıcıların birbirleriyle iletişim kurmasına ve blok zincirinin tam bir kopyasının oluşturulmasına olanak sağlayan dağıtık bir teknolojidir (Mollah vd., 2020: 7). Kullanılabilirlik kriterinin alt kriterleri olarak, (C51) kullanım kolaylığı, (C52) birlikte çalışabilirlik (Ar vd., 2020), (C53) uzaktan erişim, (C54) hareketlilik (McGhin vd., 2019) şeklinde bir sınıflandırma yapılmıştır.

Teknolojik Yetkinlik (C6): Yeni bilgiye hâkim olma ihtiyacı ve yeteneği, günümüzde modern uzmanların çalışacakları yeni endüstriyel teknolojilerde temel bir yetkinliktir ve bu yetkinlik, günümüzün temel gerekliliklerinden biridir (Akimov vd., 2023: 4).

Teknolojik yetkinlik alt kriterleri olarak (C61) otomatiklik (Mollah vd., 2020), (C62) uyarlanabilirlik (Sheel ve Nath, 2019; Bai vd., 2021), (C63) hız (Bai vd., 2021), (C64) minimum Hata olarak sınıflandırılmıştır.

Literatür incelemesi sonucunda belirlenen ana kriterler için alt kriterler oluşturulmuştur. Çalışmada yer alan alt kriterler literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan, bununla birlikte blokzincir teknolojisinin özellikleri olarak sayılan kavramlardır. Bu kavramlara ek olarak bazı alt kriterler eklenmiştir ve uzmanlar tarafından onaylanmıştır.

Araştırmanın hiyerarşisi Şekil 3.2’de gösterilmektedir. En tepede araştırmanın amacı yer almaktadır, orta kısımda değerlendirmeye alınan kriterler ve en alt kısımda alternatifleri oluşturan blokzincir teknolojisinin teknik yönleri yer almaktadır.



Şekil 3.2. Araştırmanın Hiyerarşisi

3.7. BWM Uygulaması

Dehshiri vd. (2022), blokzincir teknolojisi uygulama kriterlerini değerlendirmek için BWM yöntemini kullandıkları görülmektedir. Khan vd. (2023), gıda tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin uygulanmasının önündeki engellerin önceliklendirilmesi için BWM yöntemini kullandıkları görülmektedir. Bu çalışmada optimum blokzincir teknolojisinin belirlenmesi amacıyla 6 ana kriter ve 22 alt kriter Saaty (1994)'nin çalışmasında yer alan önem ölçeği ile 4 farklı firma uzmanı ile değerlendirilmiştir. Çalışmada bulunan kriterlerin ağırlıklandırılması için ilk olarak BWM yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.2.BWM Yönteminde Kullanılan Ölçek (Saaty, 1994: 26).

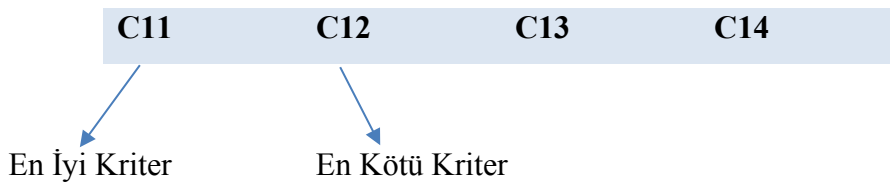
Önem Ölçeği	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Mutlak derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Tablo 3.2'de bulunan önem ölçeğine göre BWM yöntemi ile çalışmamızda yer alan kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Aşağıda yer alan uygulama adımlarında Uzman 1 değerlendirmesine yer verilmiştir.

Adım 1: Çalışmanın kriterleri ve (2.1) matrisine göre değerlendirme matrisleri oluşturulmuştur.

Adım 2: En iyi ve en kötü kriterler uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Güvenlik alt kriterlerinin Uzman 1 değerlendirmesi ile elde edilen matrisleri Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da da gösterilmiştir.

Tablo 3.3.Uzman 1 Görüşü ile Belirlenen En İyi ve En Kötü Kriter



Adım 3: Tablo 3.2'de yer alan önem ölçeğine göre 1-9 arasında değerler kullanılarak en iyi kriterin diğer tüm kriterle kıyaslaması Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4.En İyi Kriterin İkili Karşılaştırma Matrisi

En İyi Kriter	C11	C12	C13	C14
C11	1	7	7	7

Adım 4: 1-9 arasında değerler kullanılarak en kötü kriterin diğer tüm kriterle kıyaslaması Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5.En Kötü Kriterin İkili Karşılaştırma Matrisi

En Kötü Kriter	C12
C11	7
C12	1
C13	9
C14	9

Adım 5: Eşitlik (2.2)’de yer alan doğrusal programlama modelinden yola çıkılarak kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu çalışmada Rezaei (2016) tarafından oluşturulmuş Excell formatlı BWM Solver’den faydalanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. 1. uzman görüşü ile elde edilen güvenlik alt kriterlerinin ağırlıkları Tablo 3.6’da yer almaktadır.

Tablo 3.6.Uzman 1 Görüşü ile Elde Edilen Güvenlik Alt Kriteri Ağırlıkları

C11	C12	C13	C14
0,67	0,05	0,14	0,14

Tüm uzman değerlendirmeleri, alt kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için yukarıda belirtilen adımlar izlenerek ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tablo 3.7’de kriter ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 3.7.Her Bir Uzman Görüşü ile Belirlenen Kriter Ağırlıkları

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Ağırlıkları			
Kriter No	Kriter	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4
C1	Güvenlik	0,15	0,33	0,50	0,45
	C11 Verilerin Gizliliği	0,67	0,28	0,69	0,61
	C12 Verilerin Bütünlüğü	0,05	0,28	0,09	0,07
	C13 Verilerin Gerçekliği	0,14	0,39	0,06	0,24
	C14 Değişmezlik	0,14	0,06	0,16	0,08
	Alt Kriterlerin T.O.	0,31	0,11	0,11	0,11
C2	Şeffaflık	0,35	0,16	0,10	0,09
	C21 İzlenebilirlik	0,74	0,46	0,29	0,07
	C22 Görünürlük	0,17	0,46	0,60	0,68
	C23 Esneklik	0,09	0,08	0,11	0,25
	Alt Kriterlerin T.O.	0,10	0,23	0,27	0,08
C3	Merkeziyetsizlik	0,35	0,03	0,14	0,04
	C31 Bütünlük	0,05	0,28	0,18	0,19
	C32 Hesap Verebilirlik	0,57	0,33	0,64	0,65
	C33 Denetlenebilirlik	0,27	0,33	0,10	0,11
	C34 Erişim İzni	0,11	0,08	0,07	0,05
	Alt Kriterlerin T.O.	0,23	0,05	0,27	0,32
C4	Ölçeklenebilirlik	0,04	0,05	0,06	0,13
	C41 Verimlilik	0,67	0,43	0,79	0,75
	C42 Kapasite	0,24	0,43	0,12	0,18
	C43 Düğüm Sayısı	0,09	0,14	0,09	0,07
	Alt Kriterlerin T.O.	0,04	0,00	0,33	0,15
C5	Kullanılabilirlik	0,06	0,33	0,08	0,07
	C51 Kullanım Kolaylığı	0,42	0,27	0,54	0,65
	C52 Birlikte Çalışabilirlik	0,17	0,33	0,15	0,19
	C53 Uzaktan Erişim	0,33	0,33	0,07	0,05
	C54 Hareketlilik	0,08	0,07	0,25	0,11
	Alt Kriterlerin T.O.	0,08	0,07	0,20	0,32
C6	Teknolojik Yetkinlik	0,06	0,09	0,14	0,22
	C61 Otomatiklik	0,07	0,25	0,06	0,05
	C62 Uyarlanabilirlik	0,23	0,35	0,16	0,17
	C63 Hız	0,10	0,05	0,12	0,17
	C64 Min. Hata	0,60	0,35	0,66	0,60
	Alt Kriterlerin T.O.	0,11	0,10	0,16	0,26

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda tüm karar verici değerlendirmeleri için her bir ana kriterin alt kriterlerinin Tablo 2.2 ve Eşitlik (2.7) kullanılarak tutarlılık oranları hesaplanmıştır. 0'a yakın değerler daha fazla tutarlılığı, 1'e yakın değerler ise daha az tutarlılığı göstermektedir (Rezaei, 2016: 127). Bu çalışmada BWM yöntemi sonuçlarının tutarlılık oranları 0'a yakın çıkmıştır ve böylece analiz sonuçlarının tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 3.7'de yer alan kriter ağırlıkları, dört uzman görüşüne dayanarak hesaplanmış ve aritmetik ortalamaları alınmıştır. Tablo 3.8'de bulanık VIKOR yöntemine dâhil edilecek kriter ağırlıkları yer almaktadır.

Tablo 3.8.BWM Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Ağırlıkları
Kriter No	Kriter	
C1	Güvenlik	0,36
	C11 Verilerin Gizliliği	0,56
	C12 Verilerin Bütünlüğü	0,12
	C13 Verilerin Gerçekliği	0,21
	C14 Değişmezlik	0,11
C2	Şeffaflık	0,18
	C21 İzlenebilirlik	0,39
	C22 Görünürlük	0,48
	C23 Esneklik	0,13
C3	Merkeziyetsizlik	0,14
	C31 Bütünlük	0,18
	C32 Hesap Verebilirlik	0,55
	C33 Denetlenebilirlik	0,20
	C34 Erişim İzni	0,08
C4	Ölçeklenebilirlik	0,07
	C41 Verimlilik	0,66
	C42 Kapasite	0,24
	C43 Düğüm Sayısı	0,10
C5	Kullanılabilirlik	0,14
	C51 Kullanım Kolaylığı	0,47
	C52 Birlikte Çalışabilirlik	0,21
	C53 Uzaktan Erişim	0,20
	C54 Hareketlilik	0,13

C6	Teknolojik Yetkinlik	0,13
C61	Otomatiklik	0,11
C62	Uyarlanabilirlik	0,23
C63	Hız	0,11
C64	Min. Hata	0,55

Tablo 3.8’de yer alan değerlere bakıldığında en önemli ana kriterin güvenlik kriteri olduğu görülmektedir. Kriterlerin önem ağırlıklarına göre sıralanışı $C1 > C2 > C3 = C5 > C6 > C4$ şeklindedir.

3.8. Bulanık AHP Uygulaması

Literatürde blokzincir teknolojisinin yer aldığı çalışmalarda bulanık AHP yönteminin kullanıldığını görmek mümkündür. Naseem vd. (2023) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin benimsenmesinin önündeki engellerin sıralanması için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Dua vd. (2022) tedarik zincirinde blokzincir teknolojisi kullanımı ile hangi risklerin azalacağını belirlemek amacıyla tedarik zincirindeki riskleri sıralamada bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada da blokzincir teknolojisinin kriterleri olarak sayılabilen kavramların ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

3.8.1. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriterlerin ikili karşılaştırmaları farklı e-ticaret firmalarında bulunan uzmanlar ile yapılmıştır. Tablo 3.9’da karşılaştırmalarda kullanılan önem ölçeği yer almaktadır.

Tablo 3.9.Bulanık AHP Önem Ölçeği

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit Önemli	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Daha Önemli	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Çok Daha Önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Fazla Önemli	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Kesin Önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

Kaynak: Büyüközkan vd., 2008: 154; Ersoy ve Doğan, 2020: 37

Kriterlerin değerlendirilmesi için oluşturulan matrisler dört uzman tarafından Tablo 3.9’da bulunan bulanık AHP önem ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Ana

kriterlerin ikili karşılaştırmaları Tablo 3.10’da ve birleştirilmiş bulanık matrisi Tablo 3.11’de yer almaktadır. Birleştirilmiş karar matrisi dört uzman değerlendirmesi sonucu ile oluşturulmuştur. Tablo 3.10’da köşegenlerin üstünde bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınmaktadır, köşegenlerin altı ise bulunan aritmetik ortalama değerlerinin eşleniğinin tersi alınarak Tablo 3.11’de bulunan birleştirilmiş bulanık matris oluşturulmuştur. Bulanık AHP yönteminde aritmetik ortalama ve geometrik ortalama kullanılabilir. Bu çalışmada bulanık AHP yöntemi uygulamasında hem geometrik ortalama hem de aritmetik ortalama ile hesaplama yapılmıştır ve birbirine yakın sonuçlar çıkmıştır. Bu nedenle bu çalışmada yalnızca aritmetik ortalamanın kullanılmasına karar verilmiştir. Fakat literatürde geometrik ortalama kullanmayı tercih eden çalışmalarda yer almaktadır (Yang vd, 2008; Kannan vd, 2013, Ersoy, 2018).

Chang’ın analizinin adımları, Tablo 3.10’daki bulanık değerler üzerinde devam etmektedir. İlk olarak (2.10) numaralı eşitliğe göre kriterlerin sentez değerleri bulunmaktadır. Elde edilen sentez değerleri Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.10.Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5			C6		
C1	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00	2,50
	1,00	1,00	1,00	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50	2,00	2,50	3,00	2,00	2,50	3,00
	1,00	1,00	1,00	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50	2,50	3,00	3,50
	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,50	2,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00
C2	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	0,67	1,00	0,40	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00
	0,29	0,33	0,40	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50
	0,29	0,33	0,40	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,50	2,00	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67
	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00	2,50
C3	0,33	0,40	0,50	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50
	0,29	0,33	0,40	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50
	0,29	0,33	0,40	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00
	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	0,50	1,00	1,50
C4	0,50	0,67	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	1,50	2,00	2,50
	0,29	0,33	0,40	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,33	0,40	0,50
	0,29	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00
	0,50	0,67	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00	2,50
C5	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00
	0,33	0,40	0,50	2,00	2,50	3,00	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00
	0,29	0,33	0,40	1,50	2,00	2,50	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67
	0,67	1,00	2,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00
C6	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	2,00	2,50	3,00	0,40	0,50	0,67	0,33	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00
	0,33	0,40	0,50	2,00	2,50	3,00	2,00	2,50	3,00	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00
	0,29	0,33	0,40	1,50	2,00	2,50	0,50	0,67	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00
	0,50	0,67	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 3.11.Ana Kriterlerin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1,00 1,00 1,00	1,75 2,25 2,75	2,13 2,63 3,13	1,75 2,25 2,75	1,38 1,79 2,25	1,75 2,25 2,75
C2	0,36 0,44 0,57	1,00 1,00 1,00	0,85 1,17 1,54	0,60 0,83 1,17	0,41 0,52 0,71	0,81 1,10 1,42
C3	0,32 0,38 0,47	0,65 0,85 1,18	1,00 1,00 1,00	0,70 0,92 1,21	0,54 0,74 1,00	0,54 0,83 1,13
C4	0,36 0,44 0,57	0,85 1,20 1,67	0,83 1,09 1,43	1,00 1,00 1,00	0,45 0,58 0,83	0,96 1,27 1,63
C5	0,44 0,56 0,72	1,41 1,92 2,44	1,00 1,35 1,85	1,20 1,72 2,22	1,00 1,00 1,00	0,98 1,29 1,67
C6	0,36 0,44 0,57	0,70 0,91 1,23	0,88 1,20 1,85	0,61 0,79 1,04	0,60 0,78 1,02	1,00 1,00 1,00

Tablo 3.12.Ana Kriterlerin Sentez Değerleri

S_{C1}	0,192	0,3	0,454
S_{C2}	0,079	0,12	0,199
S_{C3}	0,074	0,12	0,186
S_{C4}	0,088	0,14	0,221
S_{C5}	0,119	0,19	0,308
S_{C6}	0,082	0,13	0,209

Tablo 3.12’de bulunan sentez değerleri kullanılarak, (2.11) numaralı eşitlik ve (2.12) numaralı denkleme göre hesaplanan kriterlerin önem ağırlıkları Tablo 3.13’te yer almaktadır.

Tablo 3.13.Ana Kriterlere İlişkin Önem Ağırlıkları

V_{C1}	V_{C2}	V_{C3}	V_{C4}	V_{C5}	V_{C6}
1,00	0,04	0,00	0,15	0,52	0,09
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	0,90	0,82	1,00	1,00	1,00
1,00	0,54	0,46	0,65	1,00	0,91
1,00	0,99	0,91	1,00	1,00	0,57

Tablo 3.13’te yer alan önem ağırlıkları (V) ile (2.14) numaralı eşitlik kullanılarak kriterlerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Bulunan öncelik değerleri $W = (1.00, 0.04, 0.00, 0.15, 0.52, 0.09)$ şeklindedir. Bulunan öncelik değerlerinin normalizasyonu sonucu bulunan kriter ağırlıkları Tablo 3.14’te yer almaktadır.

Tablo 3.14. Ana Kriterlerin Ağırlıkları

Kriter No	Kriter	Kriter Ağırlığı
C1	Güvenlik	0,56
C2	Şeffaflık	0,02
C3	Merkeziyetsizlik	0,00
C4	Ölçeklenebilirlik	0,08
C5	Kullanılabilirlik	0,29
C6	Teknolojik Yetkinlik	0,05

Ana kriterlerin önem ağırlıklarına göre sıralanışı $C1 > C5 > C4 > C6 > C2 > C3$ şeklindedir. Tablo 3.14’te yer alan her bir ana kriterin alt kriterlerinin ağırlıkları aynı adımlar izlenerek bulunmuştur. Bulunan ağırlık değerleri Tablo 3.15’te gösterilmiştir.

Tablo 3.15. Bulanık AHP ile Hesaplanan Ana ve Alt Kriter Ağırlıkları

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Ağırlıkları
C1	Güvenlik	0,56
	C11 Verilerin Gizliliği	0,60
	C12 Verilerin Bütünlüğü	0,11
	C13 Verilerin Gerçekliği	0,26
	C14 Değişmezlik	0,04
C2	Şeffaflık	0,02
	C21 İzlenebilirlik	0,49
	C22 Görünürlük	0,26
	C23 Esneklik	0,25
C3	Merkeziyetsizlik	0,00
	C31 Bütünlük	0,18
	C32 Hesap Verebilirlik	0,29
	C33 Denetlenebilirlik	0,34
	C34 Erişim İzni	0,18
C4	Ölçeklenebilirlik	0,08
	C41 Verimlilik	0,66
	C42 Kapasite	0,28
	C43 Düğüm Sayısı	0,06
C5	Kullanılabilirlik	0,29
	C51 Kullanım Kolaylığı	0,35

C52	Birlikte Çalışabilirlik	0,32
C53	Uzaktan Erişim	0,20
C54	Hareketlilik	0,13
C6	Teknolojik Yetkinlik	0,05
C61	Otomatiklik	0,16
C62	Uyarlanabilirlik	0,30
C63	Hız	0,19
C64	Min. Hata	0,35

BWM ve bulanık AHP yöntemleri ile bulunan önem ağırlıkları sıralamaları farklılık göstermiştir. Bu farklılık için birçok faktör sıralanabilmektedir. Öncelikle BWM yöntemi bir ÇKKV yöntemidir ve önem ölçeği olarak sabit (crisp) değerler kullanılmıştır, bulanık AHP ise bir bulanık ÇKKV yöntemidir ve önem ölçeği bulanık sayılardan oluşmaktadır. Bulanık mantığın temelinde de belirsizlikleri ele almak ve kesin sınıflandırmalar yerine belirsizlik seviyelerini ifade etmek amacı bulunmaktadır. Bu nedenle bulanık değerlendirmeler karmaşık ve belirsiz karar verme sürecinde kullanılmaktadır. Elde edilen değerler bu çalışma için beklenen bir sonuç oluşturmuştur. ÇKKV ve bulanık ÇKKV yöntemleri ile bulunan değerlerin, aslında sabit değerlendirmeler ile bulanık değerlendirmelerin farklılık gösterebildiğini ortaya koymuştur.

3.8.2. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Dört farklı e-ticaret firmasında görev alan uzmanlar ile yapılan görüşmeler ile Tablo 2.1’de yer alan Saaty (1994) tarafından geliştirilen önem ölçeğine göre karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Öncelikle ana kriterlerin tutarlılık oranı hesaplamak amacıyla dört uzman görüşünü oluşturan matrislerin geometrik ortalaması alınarak Tablo 3.16 oluşturulmuştur.

Tablo 3.16. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Geometrik Ortalama Değerleri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1,00	3,00	7,30	5,20	2,14	5,54
C2	0,22	1,00	1,00	0,51	0,21	0,81
C3	0,14	1,00	1,00	0,51	0,38	0,50
C4	0,19	1,97	1,97	1,00	0,26	1,04
C5	0,47	4,79	2,65	3,87	1,00	1,09
C6	0,18	1,24	2,01	0,96	0,92	1,00
TOPLAM	2,20	12,99	15,92	12,04	4,91	9,98

Tablo 3.16’da yer alan değerleri normalize etmek amacıyla her sütun değeri bulunduğu sütun toplamına bölünmüştür. Bu işlem sonucu Tablo 3.17’de ana kriterlerin normalize edilmiş matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.17. Ana Kriterlerin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,45	0,23	0,46	0,43	0,44	0,56
C2	0,10	0,08	0,06	0,04	0,04	0,08
C3	0,06	0,08	0,06	0,04	0,08	0,05
C4	0,09	0,15	0,12	0,08	0,05	0,10
C5	0,21	0,37	0,17	0,32	0,20	0,11
C6	0,08	0,10	0,13	0,08	0,19	0,10

Tablo 3.17’de bulunan tüm satır değerleri toplanmıştır. Öncelik değerlerini (ÖD) oluşturabilmek için her satırın ortalaması alınarak Tablo 3.18 oluşturulmuştur.

Tablo 3.18. Ana Kriterlerin Öncelik Matris Değerleri

	Satır Toplamı	Öncelik Değerleri
C1	2,57	0,43
C2	0,41	0,07
C3	0,37	0,06
C4	0,60	0,17
C5	1,38	0,23
C6	0,67	0,11

Tablo 3.18’de yer alan öncelik değeri ile Tablo 3.16’da yer alan kriterlerin ikili karşılaştırmalarının geometrik ortalaması matrisindeki değerler ile çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam matris Tablo 3.19 oluşturulmuştur.

Tablo 3.19. Ana Kriterlerin Ağırlıklandırılmış Toplam Matris Değerleri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ağırlıklı Toplam Matris Değerleri
C1	0,43	0,20	0,45	0,90	0,49	0,62	3,09
C2	0,10	0,07	0,06	0,09	0,05	0,09	0,45
C3	0,06	0,07	0,06	0,09	0,09	0,06	0,42
C4	0,08	0,13	0,12	0,17	0,06	0,12	0,69
C5	0,20	0,32	0,16	0,67	0,23	0,12	1,71
C6	0,08	0,08	0,12	0,16	0,21	0,11	0,77

Tablo 3.19’da yer alan satır değerleri Tablo 3.18’de bulunan öncelik değerlerinden kendisine karşılık gelen değere bölünmüştür. Sonrasında elde edilen sonuçların ortalaması alınarak λ_{max} değerleri bulunmuştur.

$$\lambda_{max} = (7,22+6,65+6,76+3,98+7,41+6,92)/6 = 6,49$$

$$\text{Tutarlılık indeksi (CI)} = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (3.1)$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Bu formül ile; CI} = \frac{6,49-6}{6-1} = 0,10$$

Tablo 3.20. RI, Rassa İndeks Değerleri

<i>N</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Saaty: 1994:42

$$\text{Tutarlılık oranı (CO)} = \frac{CI}{RI} \quad (3.2)$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Tablo 3.20’de bulunan RI değerlerine göre hesaplanan tutarlılık oranı aşağıda yer almaktadır.

$$CO = \frac{CI}{RI} = \frac{0,10}{1,25} = 0,08 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Elde edilen tutarlılık oranının 0,10’dan küçük veya eşit olması durumunda karşılaştırmalar tutarlı görülmektedir (Doğan ve Karakuş, 2014:177). Ana kriterlerin tutarlılık oranı 0,08 olarak bulunarak belirtilen tutarlılık oranı sınırından küçüktür. Böylece karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu görülmüştür. Çalışmada yer alan alt kriterlerin tutarlılık oranı aynı adımlar uygulanarak bulunmuştur, sonuç tablosu aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3.21. Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı

Güvenlik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,02
Şeffaflık Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,04
Merkeziyetsizlik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,06
Ölçeklenebilirlik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,19
Kullanılabilirlik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,06
Teknolojik Yetkinlik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Genel TO	0,19

Tablo 3.21’de yer alan tutarlılık oranları içerisinde ölçeklenebilirlik kriterinin alt kriterlerinin tutarlılık oranı ve teknolojik yetkinlik kriterinin alt kriterlerinin tutarlılık oranının 0,1’den büyük olduğu görülmektedir. Leung ve Cao (2000) ve Aytac ve Bayram (2001)’in çalışmalarında görüldüğü üzere literatürde tutarlılık oranının 0,10’ dan büyük olduğu çalışmalar görülmektedir.

Çalışmada belirlenen kriterlerin ağırlıkları BWM ve bulanık AHP yöntemleri ile bulunmuştur. Çalışmanın bir sonraki aşamasında bulanık VIKOR yönteminin uygulama adımlarına yer verilmiştir.

3.9. Bulanık VIKOR Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde bulanık VIKOR yönteminin kriter ağırlıklarının değerlendirme sürecine katılmadan önceki adımlarının uygulamasına yer verilmiştir.

Literatürde blokzincir teknolojisi ile ilgili çalışmalar için bulanık VIKOR yönteminin kullanıldığını görmek mümkündür ve bu çalışmaların iki tanesine yer verilmiştir. Ar vd. (2020), blokzincir teknolojisinin lojistik endüstrisinde uygulanabilirliğini incelemek amacıyla bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullandıkları görülmektedir. Liu vd. (2021), blokzincir yatırımlarında kullanılacak en uygun yenilenebilir enerji alternatiflerinin belirlenmesi amacı ile ANP, DEMATEL ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullandıkları görülmektedir. Bu çalışmada BWM ve bulanık AHP ile bulunan kriter ağırlıkları ayrı ayrı bulanık VIKOR yönteminde kullanılarak iki ayrı bulanık VIKOR analizi yapılmıştır. Tablo 3.22’de alternatiflerin uzman değerlendirmesinde kullanılan ölçek yer almaktadır.

Tablo 3.22. Alternatiflerin Sıralamasında Kullanılan Önem Ölçeği

Açıklama	Önem Derecesi
Çok Zayıf	1, 1, 3
Zayıf	1, 3, 5
Orta	3, 5, 7
İyi	5, 7, 9
Çok İyi	7, 9, 9

Kaynak: Awasthi ve Kannan, 2016: 104

Bulanık VIKOR yönteminde ilk olarak değerlendirme matrisleri oluşturularak Tablo 3.22’de bulunan önem ölçeği doğrultusunda dört uzman tarafından kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırmaları yapılmıştır. Öncelikle dört uzmanın (karar verici) değerlendirmeleri ile oluşturulan matrisler tek bir matriste birleştirilmiştir. Üçgensel

ifadeler ile uzman değerlendirmelerinin birleştirilme işleminde (3.3) numaralı eşitlik kullanılmıştır (Rostamzadeh vd., 2015: 196).

$$l = \min_k \{l_k\}, m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K m_k, u = \max_k \{u_k\} \quad (3.3)$$

Eşitlik 3.3 ile elde edilen matris Tablo 3.23'te yer almaktadır. Tablonun sütunlarını çalışmanın alternatifleri olan A1: kriptografi teknolojisi, A2: dağıtık defter teknolojisi, A3: akıllı sözleşmeler, A4: konsensus algoritması, satırlarını ise çalışmanın kriterleri oluşturmaktadır.

Tablo 3.23. Alternatiflerin Birleştirilmiş Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4		
C11	3	8	9	1	5,5	9	3	7	9	1	5	9
C12	1	6	9	1	4	9	3	7,5	9	1	5	9
C13	1	4,5	9	1	4,5	9	3	6,5	9	3	5,5	9
C14	1	7	9	3	5,5	9	3	6,5	9	3	6	9
C21	3	7,5	9	1	5,5	9	3	7,5	9	3	5,5	9
C22	1	6	9	1	6	9	3	6,5	9	3	5,5	9
C23	3	6	9	1	5,5	9	3	5,5	9	3	6	9
C31	1	7	9	1	5	9	3	7,5	9	3	5,5	9
C32	3	6,5	9	1	5	9	3	7,5	9	1	4,5	7
C33	1	5,5	9	1	4	7	3	7	9	3	5,5	9
C34	1	6,5	9	1	4,5	9	1	4,5	9	3	6,5	9
C41	1	7	9	1	5,5	9	1	5	9	1	6	9
C42	1	5,5	9	1	5	9	1	4,5	7	1	5,5	9
C43	1	5,5	9	1	6,5	9	1	4	7	1	6	9
C51	1	6	9	1	5,5	9	1	6	9	5	8,5	9
C52	1	6	9	1	5,5	9	1	5	9	5	7	9
C53	1	6	9	5	7,5	9	1	5	9	5	7,5	9
C54	1	6	9	5	8	9	5	7	9	1	5,5	9
C61	1	6	9	1	5	9	1	5	9	1	6	9
C62	3	7	9	3	7	9	1	5	9	1	5	9
C63	3	6,5	9	3	6,5	9	3	6	9	3	7	9
C64	3	7	9	3	5,5	9	3	7,5	9	1	5,5	9

Daha sonra Tablo 3.23'te yer alan bulanık karar matrisi Eşitlik (3.4) ile kesin değerlere dönüştürülmektedir (Awasthi ve Kannan, 2016: 103).

$$M = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (3.4)$$

Eşitlik (3.4) ile oluşturulan yeni matris Tablo 3.24’de yer almaktadır.

Tablo 3.24.Bulanık Olmayan Karar Matrisi

0	A1	A2	A3	A4
C11	7,33	5,33	6,67	5,00
C12	5,67	4,33	7,00	5,00
C13	4,67	4,67	6,33	5,67
C14	6,33	5,67	6,33	6,00
C21	7,00	5,33	7,00	5,67
C22	5,67	5,67	6,33	5,67
C23	6,00	5,33	5,67	6,00
C31	6,33	5,00	7,00	5,67
C32	6,33	5,00	7,00	4,33
C33	5,33	4,00	6,67	5,67
C34	6,00	4,67	4,67	6,33
C41	6,33	5,33	5,00	4,33
C42	5,33	5,00	4,33	5,33
C43	5,33	6,00	4,00	5,67
C51	5,67	5,33	5,67	8,00
C52	5,67	5,33	5,00	7,00
C53	5,67	7,33	5,00	7,33
C54	5,67	7,67	7,00	5,33
C61	5,67	5,00	5,00	5,67
C62	6,67	6,67	5,00	5,00
C63	6,33	6,33	6,00	6,67
C64	6,67	5,67	7,00	5,33

Tablo 3.24’te yer alan bulanık olmayan karar matrisinde her bir kriter için (2.21) numaralı eşitlik kullanılarak en iyi f_j^* ve en kötü f_j^- değerler hesaplanmıştır. Bu değerlere Tablo 3.25’de yer verilmiştir.

Tablo 3.25. En İyi f_j^* ve En Kötü f_j^- Değerler

	f_j^*	f_j^-
C11	7,33	5,00
C12	7,00	4,33
C13	6,33	4,67
C14	6,33	5,67
C21	7,00	5,33
C22	6,33	5,67
C23	6,00	5,33
C31	7,00	5,00
C32	7,00	4,33
C33	6,67	4,00
C34	6,33	4,67
C41	6,33	4,33

C42	5,33	4,33
C43	6,00	4,00
C51	8,00	5,33
C52	7,00	5,00
C53	7,33	5,00
C54	7,67	5,33
C61	5,67	5,00
C62	6,67	5,00
C63	6,67	6,00
C64	7,00	5,33

3.9.1. Bütünleşik BWM - Bulanık VIKOR Uygulaması

Çalışmada iki farklı yöntem ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Öncelikle BWM yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları bulanık VIKOR adımlarına dahil edilmiştir. Tablo 3.8’de BWM yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları ile (2.22) ve (2.23) numaralı eşitliklere göre hesaplanan S_i , ve R_i değerleri Tablo 3.26’da yer almaktadır.

Tablo 3.26. S_i ve R_i Değerleri

	S_i	R_i
A1	2,07	0,48
A2	4,45	0,48
A3	2,63	0,44
A4	3,91	0,66

S_i^* , S_i^- , R_i^* ve R_i^- değerleri Eşitlik (2.24) ile hesaplanarak Tablo 3.27’de gösterilmiştir.

Tablo 3.27. S_i^* , S_i^- , R_i^* ve R_i^- Değerleri

S_i^*	2,07
S_i^-	4,45
R_i^*	0,44
R_i^-	0,66

Eşitlik (2.25) ile Q_i değeri hesaplanmıştır. (2.25) numaralı eşitlikte yer alan ν değeri çalışmalarda genellikle 0,5 olarak hesaba katılmaktadır, bu çalışmada da $\nu=0,5$ olarak alınmıştır. Q_i değeri Tablo 3.28’de yer almaktadır.

Tablo 3.28. Bütünleşik BWM- Bulanık VIKOR Sonuçları

ALTERNATİFLER	Q_i	Sıralama
A1	0,09	1
A2	0,59	3
A3	0,12	2
A4	0,89	4

Tablo 3.28’de bulunan Q_i (minimum) değerlerine göre A1 (kriptografi teknolojisi) en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Sonuçlar (2.26) ve (2.27) numaralı eşitlikler ile test edildiğinde en iyi seçilen ikinci alternatifin birinci alternatiften farkı 0,03 olarak bulunmuştur. Bu değer 0,25’ten küçük olduğu için Koşul 1’in sağlanmadığı görülmektedir. Böylece A1’in karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmadığı söylenebilmektedir. Koşul 2’ye göre değerlendirildiğinde ise Q indeksi sıralamasında en iyi seçilen A1 alternatifinin S indeksi sıralamasında da en iyi alternatif olduğu fakat R indeksi sıralamasının farklı olduğu görülmektedir. Ancak bu üç değerlendirmede de A1 ve A3 ilk iki sırada yer almaktadır.

3.9.2. Bütünleşik Bulanık AHP- Bulanık VIKOR Uygulaması

Tablo 3.15’de yer alan bulanık AHP kriter ağırlıkları bulanık VIKOR yöntemine dahil edilerek alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. (2.22) ve (2.23) numaralı eşitliğe göre hesaplanan S_i , ve R_i değerleri Tablo 3.29’da yer almaktadır.

Tablo 3.29. S_i ve R_i Değerleri

	S_i	R_i
A1	1,87	0,31
A2	4,42	0,51
A3	2,90	0,44
A4	3,45	0,66

S_i^* , S_i^- , R_i^* ve R_i^- değerleri Eşitlik (2.24) ile hesaplanarak Tablo 3.30’da gösterilmiştir.

Tablo 3.30. S_i^+ , S_i^- , R_i^+ ve R_i^- Değerleri

S_i^+	1,87
S_i^-	4,42
R_i^+	0,31
R_i^-	0,66

Eşitlik (2.25) ile hesaplanan Q_i değeri Tablo 3.31’de yer almaktadır.

Tablo 3.31. Bütünleşik Bulanık AHP - Bulanık VIKOR Sonuçları

ALTERNATİFLER	Q_i	Sıralama
A1	0,00	1
A2	0,79	3
A3	0,39	2
A4	0,81	4

Tablo 3.31’de bulunan Q_i (minimum) değerlerine göre A1 (kriptografi teknolojisi) en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Sonuçlar (2.26) ve (2.27) numaralı eşitlikler ile test edildiğinde bulanık AHP-bulanık VIKOR analizinde Koşul 1 ve Koşul 2’nin sağlandığı görülmektedir.

Tablo 3.32. Bütünleşik BWM- Bulanık VIKOR Yöntemi ve Bütünleşik Bulanık AHP- Bulanık VIKOR Sonucu Alternatiflerin Sıralaması

Alternatifler		Bütünleşik BWM-Bulanık VIKOR (Q_i)	Bütünleşik Bulanık AHP-Bulanık VIKOR (Q_i)	Sıralama
Kriptografi Teknolojisi	A1	0,09	0,00	1
Dağıtık Defter Teknolojisi	A2	0,59	0,79	3
Akıllı Sözleşmeler	A3	0,12	0,39	2
Konsensus Algoritması	A4	0,89	0,81	4

Bütünleşik BWM-bulanık VIKOR sonuçları ile bütünleşik bulanık AHP-bulanık VIKOR sonuçlarına bakıldığında alternatiflerin sıralamalarının değişmediği görülmektedir. Bu iki sonuca göre de A1 kriptografi teknolojisi en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Tablo 3.32’de iki sıralama yer almaktadır.

Elde edilen bulgular blokzincir teknolojisinin tekniklerinden e-ticaret firmaları için en önemli olanın kriptografi teknolojisi olduğunu göstermiştir. Kriptografi teknolojisinin özellikle tedarik zincirine “güvenlik” konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çevrimiçi alışverişlerde kullanıcıların kişisel bilgi ve kart bilgilerine ihtiyaç olmaktadır. Bu durum kullanıcıların endişe duymalarına neden olmaktadır. Kriptografi teknolojisi sayesinde güven ve şeffaflık sağlanabilmektedir. Kriptografi teknolojisinde veriler şifrelenmektedir ve yalnızca yetkili kişiler verilere erişebilmektedir, bu sayede güvenli iletişim ortamı sağlanmış olur.

Araştırmada BWM ve bulanık AHP yöntemi ile elde edilen değerler, uzmanlar tarafından blokzincir teknolojisi kullanımında en önemli kriterin “güvenlik” kriteri olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaya benzer şekilde Arman ve Kundakçı (2022), çalışmalarında farklı kriterler kullanmışlardır ve analiz sonucunda blokzincir teknolojisinin benimsenmesinde en önemli kriterin “yüksek güvenlik” olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ar vd. (2020) çalışmalarında aynı şekilde belirlenen kriterler içerisinde en önemli kriterin “güvenlik” sonucu elde edilmiştir.

SONUÇ

Son yıllarda, teknolojik gelişmelerle birlikte firmaların hızla gelişimi gözlemlenmektedir. İnsanların internete ve teknolojik cihazlara olan ilgilerinin artması, firmaların değişimlere ayak uydurarak gelişmeleri yakından takip etmelerine neden olmuştur. Özellikle elektronik alışverişlerin sağladığı kolaylıklar, geleneksel alışveriş yöntemlerinin geride kalmasına yol açmıştır. Bu bağlamda, e-ticaret giderek daha yaygın hale gelerek, firmaların geleneksel satış yöntemlerinin yanı sıra çevrimiçi satışlar yapma eğilimini artırmıştır. E-ticaretin geniş kullanımı, firma tedarik zinciri yönetimine olan önemi de artırmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada firmaların kendi alanlarına en uygun alternatifi seçmeleri için ÇKKV ve bulanık ÇKKV yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye’de en yaygın kullanılan birbirinden farklı alanlarda faaliyet gösteren dört e-ticaret firması ile görüşülerek, tedarik zinciri için en uygun blokzincir teknolojisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bütünleşik BWM-bulanık VIKOR ve bütünleşik bulanık AHP-bulanık VIKOR yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

Çalışmanın uygulama kısmında, 6 ana kriter ve toplamda 22 alt kriter, detaylı literatür incelemesi ve uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Çalışmada yer alan alternatifler (kriptografi teknolojisi, dağıtık defter teknolojisi, akıllı sözleşmeler, konsensus algoritması) ise blokzincir teknolojisinin teknik yönlerine yönelik detaylı literatür taramasıyla oluşturulmuştur. Belirlenen kriterlerin ağırlıklandırma işlemleri için iki ayrı yöntem kullanılmıştır ve iki ayrı kriter ağırlıkları elde edilmiştir. İlk olarak BWM yöntemi ile sabit önem ölçeği kullanılarak uzmanların karşılaştırmaları yapmaları istenmiştir. Bulanık AHP ise ikinci kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak kullanılmıştır. Bulanık AHP yönteminde ise üçgensel (dilsel) ifadelerle uzmanların değerlendirmeleri yapmaları istenmiştir. Dört uzman ile yapılan değerlendirmeler ile elde edilen kriter ağırlıkları bulanık VIKOR yöntemine dahil edilmiştir. Bu aşamada iki bulanık VIKOR analizi yapılmıştır.

Elde edilen kriter ağırlıkları Bulanık VIKOR yöntemine dahil edilerek çalışmada yer alan alternatiflerin sıralamaları yapılmıştır. İki ayrı bulanık VIKOR analizinde de sıralamaların aynı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sıralama en önemli alternatiften

başlayarak kriptografi teknolojisi, akıllı sözleşmeler, dağıtık defter teknolojisi ve konsensus algoritması şeklinde elde edilmiştir. Bulanık VIKOR yönteminde yer alan iki koşul değerlendirildiğinde, bu çalışmada bulanık AHP-bulanık VIKOR sonuçlarının iki koşulu da sağladığı görülmektedir. BWM-bulanık VIKOR sonuçlarına bakıldığında iki koşulun sağlanmadığı görülmektedir. Koşulların sağlanmama nedeni olarak başta kullanılan ölçeklerin farklı olması, BWM için sabit önem ölçeği, bulanık AHP için üçgensel ifadelerin kullanıldığı söylenebilmektedir. Bir diğer neden olarak, iki yöntemin değerlendirme matrislerinde birbirinden farklı karşılaştırmaların yapılması olabilmektedir. Son olarak ÇKKV yöntemlerinde kullanılan değerlendirme matrislerinin karmaşıklığının da farklı sonuçlar elde edilebilmesine sebep olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen bulgulara göre e-ticaret firmalarının tedarik zinciri için en uygun blokzincir tekniğinin kriptografi teknolojisi olduğu söylenebilmektedir. Blokzincir tabanlı bir sistemde, kriptografik tekniklerle verilerin kopyalarının aynı olması, işlemlerin tekrarlanmaması ve saklanan verilere erişim için belirli izinlerin uygulanması mümkündür (Heutger vd., 2018: 5). E-ticarette güven, en önemli konulardan biridir. Kullanıcılar, özellikle kart ve diğer bilgilerini girdiklerinde tereddüt yaşayabilmektedir. Kriptografi teknolojisi, gizlilik sağlama yeteneği sayesinde taraflar arasında güvenin sağlanmasına yardımcı olur.

Görüşmelerin yapıldığı firmalar ile elde edilen sonuçlar ışığında firmalar için bazı öneriler verilmiştir.

- Araştırmanın sınırlılıkları başlığında belirtildiği gibi, bu çalışmada en önemli sorun, firmaların blokzincir kavramı hakkında yeterli bilgiye sahip olmamalarıdır. Dünya genelinde popülerlik kazanan blokzincir kavramının, e-ticaret firmalarının teknik alanlarında farkındalığının artırılması için, bu teknolojinin firmaların verimliliklerini artırabileceği konusunda bilgilendirmelerinin yapılması önerilmektedir. Bu konuda eğitimler, seminerler düzenlenmesi ve hatta birlikte fikir alışverişi toplantıları yapılması gibi etkinliklerin gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu sayede, firma çalışanları blokzincir konusunda daha fazla bilgiye sahip olabilir ve güncel gelişmeleri daha yakından takip edebilir.

- Firmalar, blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde kullanımı üzerine pilot çalışmalar yapabilirler. Bu çalışmalar kapsamında, blokzincirin en önemli özelliklerinden biri olan "şeffaflık" avantajının nasıl kullanılabilceği araştırılabilir. Bu sayede, tedarik zincirinde süreçler şeffaf bir şekilde takip edilebilir, ürün geçmişinin takibi sağlanabilir.
- Kendi bünyelerinde, blokzincir teknolojisinin potansiyel kullanım alanları belirlenebilir. Ayrıca, blokzincir teknolojisini kullanan firmaların verimlilik kıyaslamaları, blokzincir öncesi ve sonrası şeklinde yapılabilir.
- Blokzincir teknolojisinin içerisinde barındırdığı ve bu çalışmanın alternatiflerini oluşturan kriptografi teknolojisi, dağıtık defter teknolojisi, akıllı sözleşmeler ve konsensus algoritması tekniklerinin e-ticaret firmalarına ne tür avantajları olacağı konusunda uygulamalar yapılabilir.
- Blokzincir teknolojisinin "güvenlik" özelliği sayesinde müşterilerin daha güvenilir bir ortamda iletişim kurarak endişe duyulmadan alışveriş yapılması sağlanabilmektedir. Bu özelliği içerisinde barındıran en önemli blokzincir tekniği olan kriptografi teknolojisinin verilerin güvenliğinin sağlanmasında etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir ve kriptografi teknolojisi blokzincir teknolojisinde ayrı olarak da çalışabilmektedir. Bu nedenle firmalar altyapı olarak blokzincir teknolojisine hazır olmasalar bile kriptografi teknolojisini kullanabilirler.

Bu çalışma e-ticaret firmalarının tedarik zincirinde en uygun blokzincir teknolojisinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Literatür incelendiğinde bu konuda yeterli çalışma olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra literatür incelendiğinde BWM yönteminin henüz kullanımının çok yaygın olmadığı görülmektedir. Bu yöntem AHP ve bulanık AHP yöntemleri gibi kriter ağırlıklandırma daha yaygın olarak kullanılabilir. Bu çalışmada BWM ve bulanık AHP ile iki ayrı ağırlık yöntemi birlikte kullanılarak, elde edilen kriter ağırlıkları alternatiflerin sıralanması amacıyla bulanık VIKOR yönteminde kullanılmıştır. Bu şekilde e-ticaret tedarik zinciri için en uygun blokzincir teknolojisinin seçiminde bütünleşik BWM-bulanık VIKOR ve bütünleşik bulanık AHP-bulanık VIKOR'un entegre bir şekilde kullanıldığı başka bir çalışmaya

rastlanmamıştır. Bu çalışma, bu alanda araştırma yapacak olanlara ve sektörde faaliyet gösteren işletme yöneticilerine çeşitli kolaylıklar sağlayabilecek niteliktedir.

Literatürde blokzincir teknolojisi ile ilgili kesin bilgilerin yer almadığı görülmektedir. Bu nedenle bu teknolojinin finans sektörü dışında da önemli bir potansiyelinin olduğu ve hangi özellikleri sayesinde hangi sektörün verimliliğine pozitif etki sağlayacağı üzerine çalışmalar yapılabilir. Özellikle ÇKKV yöntemlerinde kullanabilmek amacıyla blokzincir teknolojisinin içerisinde barındırdığı özellikler çeşitlendirilebilir.



KAYNAKÇA

- Abeyratne S A, Monfared R P (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International journal of research in engineering and technology*, 5(9), 1-10.
- Agi M A, Jha A K (2022). Blockchain technology in the supply chain: an integrated theoretical perspective of organizational adoption. *International Journal of Production Economics*, 247, 108458.
- Ahram T, Sargolzaei A, Sargolzaei S, Daniels J, Amaba B (2017, June). Blockchain technology innovations. In *2017 IEEE technology & engineering management conference (TEMSCON)* (pp. 137-141). IEEE.
- Akar G S, Çakır E (2016). Lojistik sektöründe bütünleştirilmiş bulanık AHP-MOORA yaklaşımı ile personel seçimi. *Journal of Management and Economics Research*, 14(2), 185-199.
- Akben İ, Çelebi F A (2022). Covid-19 pandemi döneminde e-ticaret ve e-lojistik: giyim sektörü internet sayfaları üzerine bir araştırma. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 32-54.
- Akdemir Altunbaşak T (2018). Blok zincir (Blockchain) teknolojisi ile vergilendirme. *Maliye Dergisi*, 174, 360-371.
- Akimov N, Kurmanov N, Uskelenova A, Aidargaliyeva N, Mukhiyayeva D, Rakhimova S., ... & Utegenova Z (2023). Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: systematic review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 100037.
- Akkoca Y (2020). *Endüstri 4.0 ve sanayi devrimlerinin kavramsal gelişimi*. Ed. Çetinkaya F, Şener E, Endüstri 4.0 Paradigması İşletme Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü, (İstanbul: Efe Akademi, 2020), 338.
- Akman G, Alkan A (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan

Sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.

Akyurt İ Z, Lojistik Yönetimi. *İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Ders Notu*.

Akyüz G A (2012). Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.

Alam M M, Awawdeh A E, Muhamad A I B (2021). Using e-wallet for business process development: challenges and prospects in Malaysia. *Business Process Management Journal*, 27(4), 1142-1162.

Al-Asmari A M, Aloufi R I, Alotaibi Y (2021). A review of concepts, advantages and pitfalls of healthcare applications in blockchain technology. *International Journal of Computer Science & Network Security*, 21(5), 199-210.

Alawi B, Al Mubarak M M S, Hamdan A (2022, February). Blockchain evaluation framework for supply chain management: a decision-making approach. *In Supply Chain Forum: An International Journal* (pp. 1-15). Taylor & Francis.

Almutairi K, Hosseini Dehshiri S J, Hosseini Dehshiri S S, Hoa A X, Arockia Dhanraj J, Mostafaeipour A, Issakhov A, Techato K (2022). Blockchain Technology application challenges in renewable energy supply chain management. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.

Al-Saqaf W, Seidler N (2017). Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead. *Journal of Cyber Policy*, 2(3), 338-354.

Altaygil İ (2001). Tedarik zinciri yönetimi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altıntop E (2021). *Blockchain teknolojisi şirketleri*. Abaküs Yayın. 161 ss.

Anderson R J (1992). UEPS -a second generation electronic wallet. in computer security- ESORICS 92: second european symposium on research in computer

security toulouse, *Springer Berlin Heidelberg*. France, November 23–25, 1992 Proceedings 2 (pp. 411-418).

Ar I M, Erol I, Peker I, Ozdemir A I, Medeni T D, Medeni I T (2020). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: a decision framework. *Expert Systems with Applications*, 158, 113543.

Arman K, Kundakçı N (2022). Bulanık PIPRECIA yöntemi ile bankacılık endüstrisinde blokzincir teknolojisinin benimsenmesini etkileyen kritik faktörlerin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(47), 79-92.

Aruldoss M, Lakshmi T M, Venkatesan V P (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.

Aslam J, Saleem A, Khan N T, Kim Y B (2021). Factors influencing blockchain adoption in supply chain management practices: a study based on the oil industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, 6(2), 124-134.

Atabaş H (2018). *Blokzinciri teknolojisi ve kripto paraların hayatımızdaki yeri*. Ceres Yayınları, 207 ss.

Awasthi A, Kannan G (2016). Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment. *Computers & Industrial Engineering*, 91, 100-108.

Awasthi A, Govindan K, Gold S (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117.

Aydın Ö (2009). Bulanık AHP ile Ankara için hastane yer seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 87-104.

Aytaç S, Bayram N (2001). Üniversite gençliğinin iş ve eş seçimindeki etkin kriterlerinin analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile analizi. *Öneri Dergisi*, 4(16), 89-100.

- Azzi R, Chamoun R K, Sokhn M (2019). The power of a blockchain-based supply chain. *Computers & industrial engineering*, 135, 582-592.
- Badzar A (2016). Blockchain for securing sustainable transport contracts and supply chain transparency-An explorative study of blockchain technology in logistics.
- Bai C, Zhu Q, Sarkis J (2021). Joint blockchain service vendor-platform selection using social network relationships: a multi-provider multi-user decision perspective. *International journal of production economics*, 238, 108165.
- Bai C, Sarkis J (2020). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2142-2162.
- Bakan İ, Şekkeli Z H (2019). Blok zincir teknolojisi ve tedarik zinciri yönetimindeki uygulamaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 11(18), 2847-2877.
- Balamurugan S, Ayyasamy A, Joseph K S (2022). IoT-Blockchain driven traceability techniques for improved safety measures in food supply chain. *International Journal of Information Technology*, 14(2), 1087-1098.
- Bali Ö (2013). Bulanık boyut analizi ve bulanık VIKOR ile bir ÇNKV modeli: personel seçimi problemi. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 23(2), 125-149.
- Ballou R H, Gilbert S M, Mukherjee A (2000). New managerial challenges from supply chain opportunities. *Industrial marketing management*, 29(1), 7-18.
- Bamakan S M H, Motavali A, Bondarti A B (2020). A survey of blockchain consensus algorithms performance evaluation criteria. *Expert Systems with Applications*, 154, 113385.
- Baynal K, Yüzügüllü E (2013). Tedarik zinciri yönetiminde analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 42(1), 77-92.

- Baz F Ç (2020). *Dijital dönüşümde herkes için elektronik ticaret*. Karahan Yayınları, Adana, 130 ss.
- Behzadian M, Otaghsara S K, Yazdani M, Ignatiu J (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with applications*, 39(17), 13051-13069.
- Belotti M, Bozic N, Pujolle G, Secci S (2019). A vademecum on blockchain technologies: When, which, and how. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(4), 3796-3838.
- Bhat S A, Kansana K, Khan J M (2016). A review paper on e-commerce. *Asian Journal of Technology & Management Resesarch* [ISSN: 2249-0892], 6(1).
- Bischoff O, Seuring S (2021). Opportunities and limitations of public blockchain-based supply chain traceability. *Modern Supply Chain Research and Applications*.
- Boateng P, Chen Z, Ogunlana S O (2015). An analytical network process model for risks prioritisation in megaprojects. *International journal of project management*, 33(8), 1795-1811.
- Brans J P, De Smet Y (2016). PROMETHEE methods. In Multiple criteria decision analysis, *Springer, New York, NY* (pp. 187-219).
- Brauers W K M, Zavadskas E K, Peldschus F, Turskis Z (2008). Multi-objective decision-making for road design. *Transport*, 23(3), 183-193.
- Buckley J J (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *fuzzy sets and systems* 17, 233-247.
- Büyüközkan G, Feyzioğlu O, Nebol E (2008). Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 148-158.

- Casado-Vara R, Prieto J, De la Prieta F, Corchado J M (2018). How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. *Procedia computer science*, 134, 393-398.
- Casey M J, Wong P (2020). *Küresel tedarik zincirleri blokzinciri sayesinde daha iyi hale getirmek üzere. Dijital dönüşüm blokzinciri*, Çev: Taner Gezer, Optimist Yayın, İstanbul, 228 ss.
- Casino F, Dasaklis T K, Patsakis C (2019). A systematic literature review of blockchain based applications: current status, classification and open issues. *Telematics and informatics*, 36, 55-81.
- Chang D Y (1996). Application of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* 95, 649-655.
- Chang S E, Chen Y (2020). When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. *IEEE Access*, 8, 62478-62494.
- Chen L, Pan W (2021). Review fuzzy multi-criteria decision-making in construction management using a network approach. *Applied soft computing*, 102, 107103.
- Chen L Y, Wang T C (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of production economics*, 120(1), 233-242.
- Choi T M (2020). Supply chain financing using blockchain: impacts on supply chains selling fashionable products. *Annals of Operations Research*, 1-23.
- Choi T M, Siqin T (2022). Blockchain in logistics and production from Blockchain 1.0 to Blockchain 5.0: An intra-inter-organizational framework. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 160, 102653.
- Chopra S, Meindl P (2017). *Tedarik zinciri yönetimi*. (Çeviri Editörü, E. Bulut). (Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara), 527 ss.

- Chowdhury M M H, Munim Z H (2022). Dry port location selection using a fuzzy AHP-BWM-PROMETHEE approach. *Maritime Economics & Logistics*, 1-29.
- Corchado J M (2014). Blockchain and its applications on Edge Computing, Industry 4.0, IOT and Smart Cities. *Dieleman*, S.
- Crosby M, Pattanayak P, Verma S, Kalyanaraman V (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2(6-10), 71.
- Çağlar E (2004). Açık anahtarlı kriptografi ve ağ güvenlik uygulamaları. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale.
- Çakır E (2016). Kısmi zamanlı olarak çalışacak öğrencilerin analitik hiyerarşi prosesi temelli vikor yöntemi ile belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(29), 195-224.
- Çakırer M A (2013). *Elektronik ticaret*. Ekin Yayınevi, Bursa, 311 ss.
- Çalık A (2020). Evaluation of social media platforms using Best-Worst Method and Fuzzy VIKOR methods: a case study of travel agency. *Iranian Journal of Management Studies*, 13(4).
- Croman K, Decker C, Eyal I, Gencer A E, Juels A, Kosba A, Miller A, Saxena P, Shi E, Sirer E G, Song D, Wattenhofer R (2016). On Scaling Decentralized Blockchains: (A Position Paper). In Financial Cryptography and Data Security: FC 2016 International Workshops, BITCOIN, VOTING, and WAHC, Christ Church, Barbados, February 26, 2016, Revised Selected Papers 20 (pp. 106-125). *Springer Berlin Heidelberg*.
- Damoska Sekuloska J, Erceg A (2022). Blockchain Technology toward Creating a Smart Local Food Supply Chain. *Computers*, 11(6), 95.
- Dasaklis T K, Voutsinas T G, Tsoulfas G T, Casino F (2022). A systematic literature review of blockchain-enabled supply chain traceability implementations. *Sustainability*, 14(4), 2439.

- Daskalos C G (2015). Heinz College: School of Information Systems and Management (Doctoral dissertation, Ph. D. diss., Carnegie Mellon University).
- Dedeoğlu D (2022). *A'dan Z'ye Blockchain. Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım ve Eğitim Hizmetleri*, İstanbul, 236 ss.
- Dehshiri S J H, Emamat M S M M, Amiri M (2022). A novel group BWM approach to evaluate the implementation criteria of blockchain technology in the automotive industry supply chain. *Expert Systems with Applications*, 198, 116826.
- Delone WH, McLean E R (2015). Measuring e-commerce success: applying the DeLone & McLean information systems success model. *International Journal of Electronic Commerce*. 9(1), 31-47.
- Demirdöğmez M, Gültekin N, Taş H Y (2018). Türkiye'de e-ticaret sektörünün yıllara göre gelişimi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 8(15), 2216-2236.
- Demir G, Bircan H (2020). Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 170-185.
- Deng J (1989). Introduction to grey system theory. *The Journal of grey system*, 1(1), 1-24.
- Devaraj S, Krajewski L, Wei J C (2007). Impact of e-business technologies on operational performance: the role of production information integration in the supply chain. *Journal of operations management*, 25(6), 1199-1216.
- Di Pierro M (2017). What is the blockchain?. *Computing in Science & Engineering*, 19(5), 92-95.
- Dietrich F, Ge Y, Turgut A, Louw L, Palm D (2021). Review and analysis of blockchain projects in supply chain management. *Procedia computer science*, 180, 724-733.

- Diker A, Varol A (2013). E-ticaret ve güvenlik. *1st International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS'13)*, 20-21.
- Dogo E M, Nwulu N I, Olaniyi O M, Aigbavboa C O, Nkonyana T (2018). Blockchain 3.0: Towards a secure ballotcoin democracy through a digitized public ledger in developing countries.
- Doğan N Ö, Karakuş Y (2014). KFG-AHP bütünleşik yöntemi kullanılarak turizm sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: göreme açık hava müzesi üzerine bir uygulama. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 19(3).
- Doğan N Ö (2015). Analyzing the supplier selection process of a lean manufacturing firm: a case study. In Proceedings of the International Management Conference (Vol. 9, No. 1, pp. 1026-1033). *Faculty of Management, Academy of Economic Studies*, Bucharest, Romania.
- Dong L, Qiu Y, Xu F (2022). Blockchain-enabled deep-tier supply chain finance. *Manufacturing & Service Operations Management*.
- Drath R, Horch A (2014). Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]. *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), 56-58.
- Dua S, Sharma M G, Mishra V, Kulkarni S D (2022). Modelling perceived risk in blockchain enabled supply chain utilizing fuzzy-AHP. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, (ahead-of-print).
- Duan J, Zhang C, Gong Y, Brown S, Li Z (2020). A content-analysis based literature review in blockchain adoption within food supply chain. *International journal of environmental research and public health*, 17(5), 1784.
- Durach C F, Blesik T, von Düring M, Bick M (2021). Blockchain applications in supply chain transactions. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 7-24.
- Dutta P, Choi T M, Somani S, Butala R (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities.

Transportation research part e: Logistics and transportation review, 142, 102067.

Ekin N (1998). *Bilgi ekonomisinde elektronik ticaret*, İstanbul Ticaret Odası (İTO Yayınları), 174ss.

Elagöz İ (2006). Tedarik zinciri yönetimi yaklaşımının maliyet hesaplama çalışmalarına etkisi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Elibol H, Kesici B (2004). Çağdaş işletmecilik açısından elektronik ticaret. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11), 303-329.

Elmas Ç (2018). *Yapay Zeka Uygulamaları*. Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar (Ankara). 479ss.

Erdoğan C (2004). Avrupa Birliği'nde elektronik ödeme sistemlerindeki gelişmeler. *Bankacılar Dergisi*, 15(48), 80-92.

Erkan B (2014). Türkiye'de lojistik sektörü ve rekabet gücü. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 1(1), 44-65.

Ersöz Y (2018). Bulanık AHP/bulanık VZA yöntemleri kullanılarak tedarikçi performansının ölçülmesi: tekstil sektöründe bir uygulama. Doktora Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir.

Ersöz A Y, Tansu T (2019). Bir yalın tedarik zinciri yönetimi olarak milk-run sisteminin çokuluslu bir firma operasyonları üzerinden değerlendirilmesi. *Cataloging-In-Publication Data*, 85-92.

Ersöz Y, Dogan N Ö (2020). An integrated model of fuzzy AHP/Fuzzy DEA for measurement of supplier performance: A case study in textile sector. *International Journal of Supply and Operations Management*, 7(1), 17-38.

Ersöz F, Atav A (2011). Çok kriterli karar verme problemlerinde MOORA yöntemi. *KHO Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekat Araştırması*, 1(10).

Ersöz B, Özmen M (2020). Dijitalleşme ve bilişim teknolojilerinin çalışanlar üzerindeki etkileri. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 11(42), 170-179.

Ertaş S (2000). *Elektronik Ticaret*. Bozkurt V. (Der.). İstanbul: Alfa Yayınları.

Esmailian B, Sarkis J, Lewis K, Behdad S (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105064.

E-ticaret Rehberi, Elektronik ticarete bilgi güvenliği, http://www.elektronikticaretrehberi.com/e-ticaret_guvenlik.php Erişim tarihi:04.08.2021.

ETBİS (Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi), <https://www.eticaret.gov.tr/haberler/10091/detay> Erişim tarihi: 22.05.2023

ETİK, http://www.elektronikticaretrehberi.com/e-ticaret_kurulu_etik.php , erişim tarihi: 14.05.2021.

Eymen U E (2007). *Tedarik zinciri yönetimi*. Kalite Ofisi Yayınları, 15.

Fang F, Ventre C, Basios M, Kanthan L, Martinez-Rego D, Wu F, Li L (2022). Cryptocurrency trading: a comprehensive survey. *Financial Innovation*, 8(1), 1-59.

Farell R (2015). An analysis of the cryptocurrency industry.

Fatas A, Mauro B W (2019). *Dijital dönüşüm blok zinciri*. Optimum Yayın, İstanbul.

Figueira J R, Mousseau V, Roy B (2016). ELECTRE methods. *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, 155-185.

Francisco K, Swanson D (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2.

- Gavcar E, Didin S (2007). Tüketicilerin “perakendeci markalı” ürünleri satın alma kararlarını etkileyen faktörler: Muğla il merkezi’nde bir araştırma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(6), 21-32.
- Genç T (2013). PROMETHEE yöntemi ve GAIA düzlemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 133-154.
- Ghaffari Z (2016). On the application areas of blockchain.
- Gibbs J, Kraemer K L, Dedrick J (2003). Environment and policy factors shaping global e-commerce diffusion: a cross-country comparison. *The information society*, 19(1), 5-18.
- Golosoza J, Romanovs A (2018, November). The advantages and disadvantages of the blockchain technology. *In 2018 IEEE 6th workshop on advances in information, electronic and electrical engineering (AIEEE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Gök C, Perçin S (2013). Elektronik alışveriş (e-alışveriş) sitelerinin e-hizmet kalitesi açısından değerlendirilmesinde DEMATEL-AAS-VIKOR yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 131-144.
- Gubán M, Kovács G (2017). Industry 4.0 conception. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 10(1), 111.
- Guntara R G, Nurfirmsyah M N (2023). Blockchain implementation in e-commerce to improve the security online transactions. *Journal of Scientific Research, Education, and Technology (JSRET)*, 2(1), 328-338.
- Guo L, Chen J, Li S, Li Y, Lu J (2022). A blockchain and IoT based lightweight framework for enabling information transparency in supply chain finance. *Digital Communications and Networks*.
- Gupta H (2018). Assessing organizations performance on the basis of GHRM practices using BWM and Fuzzy TOPSIS. *Journal of environmental management*, 226, 201-216.

- Güçlü N, Sotirofski K (2006). Bilgi yönetimi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(4), 351-373.
- Gül M, Celik E, Aydın N, Gümüş A T, Güneri A F (2016). A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. *Applied Soft Computing*, 46, 60-89.
- Güleç A S, Yalçın A (2003). *Elektronik İstila*. Nobel Kitabevi, İstanbul, 84 ss.
- Gülenç İ F, Karagöz B (2008). E-lojistik ve Türkiye’de e-lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 73-91.
- Güneşli İ, Yıldızbaşı A, Eraslan E (2020). Otomotiv tedarik zincirinde blokzincir teknolojisi uygulamalarına ilişkin bir değerlendirme. *Endüstri Mühendisliği*, 31(1), 48-56.
- Haşiloğlu M, Budak İ (2019). Sanal mağaza drone depo yer ve önceliklerinin tespitine yönelik bir araştırma süreci modeli. *İnternet Uygulamaları ve Yönetimi Dergisi*, 10(2), 63-79.
- Heutger M, Kückelhaus M, Chung G (2018). Blockchain in Logistics: Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry. *DHL Customer Solutions & Innovation*, Germany.
- Işıklı Ş (2008). Bulanık mantık ve bulanık teknolojiler.
- Jabbari A, Kaminsky P (2018). Blockchain and supply chain management. *Department of Industrial Engineering and Operations Research University of California, Berkeley*.
- Jacob G, Murugan A (2013). DNA based cryptography: An overview and analysis. *International Journal of Emerging Sciences*, 3(1), 36-42.
- Jebamikyous H, Li M, Suhas Y, Kashef R (2023). Leveraging machine learning and blockchain in E-commerce and beyond: benefits, models, and application. *Discover Artificial Intelligence*, 3(1), 3.

- Kahraman C (Ed.). (2008). Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments (Vol. 16). *Springer Science & Business Media*.
- Kalaycı C (2008). Elektronik ticaret ve Kobi'lere etkileri. *International Journal of Economic and Administrative Studies (Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi)*, 1(1), 139-150.
- Kalyoncuoğlu S (2018). Tüketicilerin online alışverişlerindeki sanal kart kullanımlarının teknoloji kabul modeli ile incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2), 193-213.
- Kamber E, Bolatan G İ S (2019). Endüstri 4.0 Türkiye farkındalığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(30), 836-847.
- Kamble S S, Gunasekaran A, Sharma R (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, 52, 101967.
- Kannan D, Khodaverdi R, Olfat L, Jafarian A, Diabat A (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner production*, 47, 355-367.
- Kantarıcı Ö, Özalp M, Sezginsoy C, Özaşkın O, Cavlak C (2017). Dijitalleşen dünyada ekonominin itici gücü: e-ticaret. TÜSİAD Yayını.
- Kaptanoğlu D, Özok A F (2010). Akademik performans değerlendirmesi için bir bulanık model. *İTÜDERGİSİ/d*, 5(1).
- Karaarslan E, Akbaş M F (2017). blokzinciri tabanlı siber güvenlik sistemleri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 3(2), 16-21.
- Karabıyık A (2008). Alternatif ödeme aracı olarak: elektronik çek sistemi (e-çek)–
1. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (38), 80-94.

- Kaya T, Kahraman C (2010). Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: the case of Istanbul. *Energy*, 35(6), 2517-2527.
- Kayıkçı Y, Gozacan-Chase N, Rejeb A, Mathiyazhagan K (2022). Critical success factors for implementing blockchain-based circular supply chain. *Business Strategy and the Environment*.
- Keleş B, Gülден O (2020). Gıda tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 137-143.
- Khan S A, Mubarik M S, Kusi-Sarpong S, Gupta H, Zaman S I, Mubarik M (2022). Blockchain technologies as enablers of supply chain mapping for sustainable supply chains. *Business Strategy and the Environment*.
- Khan S, Kaushik M K, Kumar R, Khan W (2023). Investigating the barriers of blockchain technology integrated food supply chain: a BWM approach. *Benchmarking: An International Journal*, 30(3), 713-735.
- Kırcova İ (2010). *Dünyada ve Türkiye’de e-ihracat uygulamaları*. İstanbul Ticaret Odası (İTO Yayınları). 184ss.
- Kim H M, Laskowski M (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 25(1), 18-27.
- Kim S K, Ma Z, Murali S, Mason J, Miller A, Bailey M (2018). Measuring ethereum network peers. *In Proceedings of the Internet Measurement Conference 2018* (pp. 91-104).
- King S, Nadal S (2012). Ppcoin: Peer-to-peer crypto-currency with proof-of-stake. *Self-published paper*, August, 19(1).
- Koç Ç K, Sevim T (2010). *E-ticarette güvenlik rehberi*. İstanbul Ticaret Odası (İTO Yayınları). 109ss.

- Koetsier J (2017). Blockchain Beyond Bitcoin: How Blockchain Will Transform Business in 3–5 Years, Erişim Tarihi: 23.06.202, <https://www.inc.com/john-koetsier/how-blockchain-will-transform-business-in-3-to-5-years.html>
- Korpela K, Hallikas J, Dahlberg T (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *In proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Kraft T A, Kakar R (2009). E-commerce security. *In Proceedings of the Conference on Information Systems Applied Research*, Washington DC, USA.
- Krajewski L J, Ritzman L, Malhotra M K (2013). *Üretim Yönetimi Süreçler ve Tedarik Zincirleri*. (Çeviri Editörü, S. Birgün), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 640 ss.
- Kshetri N (2017). Will blockchain emerge as a tool to break the poverty chain in the Global South?. *Third World Quarterly*, 38(8), 1710-1732.
- Kumar R N (2009). The Future Impact of Blockchain Technology using Decentralization Networks.
- Kumar S, Raut R D, Agrawal N, Cheikhrouhou N, Sharma M, Daim T (2022). Integrated blockchain and internet of things in the food supply chain: Adoption barriers. *Technovation*, 118, 102589.
- Küçükyılmazlar A (2006). *Elektronik ticaret rehberi*. İTO Yayınları: İstanbul.
- Lai H, Liao H (2021). A multi-criteria decision making method based on DNMA and CRITIC with linguistic D numbers for blockchain platform evaluation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 101, 104200.
- Lai Y J, Liu T Y, Hwang C L (1994). Topsis for MODM. *European journal of operational research*, 76(3), 486-500.
- Lambert D M, Cooper M C (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- Larimer D (2013). Transactions as proof-of-stake. Nov-2013.

- Lee H L, Whang S (2000). Information sharing in a supply chain. *International journal of manufacturing technology and management*, 1(1), 79-93.
- Lertpattarapong C (2002). Applying system dynamics approach to the supply chain management problem, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Leung L C, Cao D (2000). On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 124(1), 102-113.
- Lewis A (2021). *Bitcoin ve Blokzincirin Temelleri*. Çev: Kılınç D. Scala Yayıncılık, İstanbul, 317ss.
- Lim Y H, Hashim H, Poo N, Poo D C C, Nguyen H D (2011). Blockchain Technologies in E-commerce: Social Shopping and Loyalty Program Applications.
- Liu S, Forrest J, Yang Y (2011, September). A brief introduction to grey systems theory. In Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (pp. 1-9). IEEE.
- Liu Y, Eckert C M, Earl C (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738.
- Liu J, Lv J, Dinçer H, Yüksel S, Karakuş H (2021). Selection of renewable energy alternatives for green blockchain investments: A hybrid IT2-based fuzzy modelling. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-15.
- Loklindt C, Moeller M, Kinra A (2011). How Blockchain could be adopted for exchanging documentation in the shipping industry. *Lecture Notes in Logistics*, 194-198.
- Madhwal Y, Panfilov P B (2017). Blockchain and supply chain management: Aircrafts' parts' business case. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 28, 1051-1056.

- Maesa D D F, Mori P (2020). Blockchain 3.0 applications survey. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 138, 99-114.
- Magazzeni D, McBurney P, Nash W (2017). Validation and verification of smart contracts: A research agenda. *Computer*, 50(9), 50-57.
- Mangla S K, Kazançoğlu Y, Yıldızbaşı A, Öztürk C, Çalık A (2022). A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. *Business Strategy and the Environment*.
- Manzoor A (2010). *E-commerce an introduction*. LAP Lambert Academic Publishing. Elektronik Kitap.
- Maupin J (2018). The G20 countries should engage with blockchain technologies to build an inclusive, transparent and accountable digital economy for all. *Max Planck Institute*.
- McGhin T, Choo K K R, Liu C Z, He D (2019). Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. *Journal of Network and Computer Applications*, 135, 62-75.
- Meidute-Kavaliauskiene I, Yıldız B, Çiğdem Ş, Činčikaitė R (2021). An integrated impact of blockchain on supply chain applications. *Logistics*, 5(2), 33.
- Mentzer J T, DeWitt W, Keebler J S, Min S, Nix N W, Smith C D, Zacharia Z G (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- Met Ö, Oktay K (2011). Fiyatlandırmada Etkili ve Güncel Bir Yaklaşım Olarak Müşteri Odaklı Fiyatlandırma Stratejisi Üzerine Kuramsal Bir İnceleme. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2), 57-75.
- Mollah M B, Zhao J, Niyato D, Lam K Y, Zhang X, Ghias A M, Koh H L, Yang L (2020). Blockchain for future smart grid: a comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(1), 18-43.

- Moosavi J, Naeni L M, Fathollahi-Fard A M, Fiore U (2021). Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Mukherjee A A, Singh R K, Mishra R, Bag S (2021). Application of blockchain technology for sustainability development in agricultural supply chain: justification framework. *Operations Management Research*, 1-16.
- Mukherjee U, Dutta S, Bandyopadhyay S K (2016). Assembling Blockchain and IoT for Smart Food-Supply Chain.
- Nakamoto S (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260.
- Naseem M H, Yang J, Zhang T, Alam W (2023). Utilizing Fuzzy AHP in the Evaluation of Barriers to Blockchain Implementation in Reverse Logistics. *Sustainability*, 15(10), 7961.
- New S J (1997). The scope of supply chain management research. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15-22.
- Niranjanamurthy M, Kavyashree N, Jagannath S, Chahar D (2013). Analysis of e-commerce and m-commerce: advantages, limitations and security issues. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 2(6), 2360-2370.
- Niranjanamurthy M, Nithya B N, Jagannatha S J C C (2019). Analysis of blockchain technology: pros, cons and SWOT. *Cluster Computing*, 22, 14743-14757.
- Nofer M, Gomber P, Hinz O, Schiereck D (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 183-187.
- OECD (1999-01-01). Economic and Social Impact of Ecommerce: Preliminary Findings and Research Agenda. *OECD Digital Economy Papers*, No. 40, OECD Publishing, Paris.

- Opricovic S, Tzeng G H (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European journal of operational research*, 178(2), 514-529.
- Organ İ, Çavdar F (2012). Elektronik ticaretin vergilendirilmesinde uluslararası alanda yaşanan sorunlar. *İnternet Uygulamaları ve Yönetimi Dergisi*, 3(1), 63-84.
- Oxley J E, Yeung B (2001). E-commerce readiness:institutional environment and international competitiveness. *Journal of International Business Studies*, 32 (4), 705-723.
- Ömürbek N, Mercan Y (2014). İmalat alt sektörlerinin finansal performanslarının TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 237-266.
- Öngel V, Yazuz M S, Tatlı H S (2021). *Kamu alımlarında dijital dönüşüm*. Bafra E. ve Taşyürek Ç. (Ed.), *Kamu Alımlarında Güncel Gelişmeler, Dijital Dönüşüm ve Sözleşme Yönetimi* (s. 297- 326). Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Özbay A, Devrim J (2000). *E-ticaret rehberi, 7'den 77'ye yeni başlayan herkes için*. İstanbul: Hayat Yayınları.
- Özbek A, Sırakaya Ö (2022). Türkiye'de kullanılan e-ticaret platformlarının performanslarının karşılaştırılması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 469-492.
- Özcan D (2019). *Blokzincir Mimarisi ve Merkezi Olmayan Uygulamalar*. Pusula 20Teknoloji ve Yayıncılık, 152ss.
- Özdağoğlu A (2016). *Bulanık İşlemler Durulaştırma ve Sözel Eşikler*, Ankara: Detay Yayıncılık, 141ss.
- Özdağoğlu A, Keleş M K, Işıldak B (2020). Isparta Süleyman Demirel havalimanını kullanan havayolu firmaları performanslarının BWM, MAIRCA ve MABAC ile değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (29), 175-194.

- Özdemir M (2018). TOPSIS. Yıldırım B. F. ve Önder E. (Ed.), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, (133-153). Bursa: Dora Yayıncılık.
- Özkan M, Al A, Yavuz S (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *International Journal of Political Science and Urban Studies*, 6(2).
- Öztürk A, Ertuğrul İ, Karakaşoğlu N (2008). Nakliye firması seçiminde bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(2), 785-824.
- Öztürk N, Koç A (2006). Elektronik para, diğer para türleriyle karşılaştırılması ve olası etkileri. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6(11), 207-243.
- Paksoy T, Yapıcı Pehlivan N, Özceylan E (2013). *Bulanık Küme Teorisi*. (Nobel Akademik Yayıncılık: Ankara), 214ss.
- Pamuçar D, Ecer F, Cirovic G, Arlasheedi M A (2020). Application of improved best worst method (BWM) in real-world problems. *Mathematics*, 8(8), 1342
- Pamuk N S, Soysal M (2018). Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1), 41-66.
- Peck M E (2017). Blockchain world - Do you need a blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem, *IEEE Spectrum*, 24(10), 38-60.
- Puthal D, Malik N, Mohanty S P, Kougianos E, Yang C (2018). The blockchain as a decentralized security framework [future directions]. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(2), 18-21.
- Queiroz M M, Telles, R, Bonilla S H (2020). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply chain management: An international journal*, 25(2), 241-254.
- Rane P B, Meshram B B (2012). Transaction security for e-commerce application. *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, 1(3), 1720-1726.

- Raja Santhi A, Muthuswamy P (2022). Influence of blockchain technology in manufacturing supply chain and logistics. *Logistics*, 6(1), 15.
- Reddy K R K, Gunasekaran A, Kalpana P, Sreedharan V R, Kumar S A (2021). Developing a blockchain framework for the automotive supply chain: A systematic review. *Computers & Industrial Engineering*, 157, 107334.
- Rejeb A, Rejeb K (2020). Blockchain and supply chain sustainability. *Logforum*, 16(3).
- Rejeb A, Keogh J G, Simske S J, Stafford T, Treiblmaier H (2021). Potentials of blockchain technologies for supply chain collaboration: a conceptual framework. *The International Journal of Logistics Management*.
- Rezaei J (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Rezaei J (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126-130.
- Rezaei J, Kothadiya O, Tavasszy L, Kroesen M (2018). Quality assessment of airline baggage handling systems using SERVQUAL and BWM. *Tourism Management*, 66, 85-93.
- Roman-Belmonte J M, De la Corte-Rodriguez H, Rodriguez-Merchan E C (2018). How blockchain technology can change medicine. *Postgraduate medicine*, 130(4), 420-427.
- Rostamzadeh R, Govindan K, Esmaili A, Sabaghi M (2015). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. *Ecological Indicators*, 49, 188-203.
- Russo R F S M, Camanho R (2015). Criteria in AHP: a systematic review of literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123-1132.
- Saaty T L (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Math Modelling*, 9(3), 161-176.

- Saaty T L (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty T L (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saberi S, Kouhizadeh M, Sarkis J, Shen L (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.
- Sadouskaya K (2017). Adoption of blockchain technologyin supply chain and logistics.
- Salah K, Rehman M H U, Nizamuddin N, Al-Fuqaha A (2019). Blockchain for AI: Review and open research challenges. *IEEE Access*, 7, 10127-10149.
- Salihoğlu E, Karakış E (2022). Finansal piyasalarda blockchain teknolojisinin benimsenmesinde kritik faktörler: Best-Worst Yöntemi (BWM) ile bir değerlendirme. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 7(19), 448-467.
- Sampath K, Danda S K R, Kumar K, Narayanam K, Dayama P, Sankagiri S (2020, November). Spot collaborative shipping sans orchestrator using Blockchain. *In 2020 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)* (pp. 371-378). IEEE.
- Santos R C, Martinho J L (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Sarı T, Yılmaz B (2020). Endüstri 4.0 uygulamaları ve akıllı fabrikalar. Ed. Telli G. ve Aydın S., *Dijital Dönüşüm*, (İstanbul: Maltepe Üniversitesi Kitapları, 2020), 580.
- Sarmah S S (2018). Understanding blockchain technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), 23-29.

- Shakhbulatov D, Medina J, Dong Z, Rojas-Cessa R (2020). How blockchain enhances supply chain management: a survey. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 1, 230-249.
- Sheel A, Nath V (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. *Management Research Review*.
- Schmidt C G, Wagner S M (2019). Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(4), 100552.
- Seçkin Ü (2012). Tedarik Zinciri Yönetimi. (Erişim Tarihi:24.02.2012). <http://www.lojistikdunyasi.net/dis-ticaret-ve-lojistik-kutuphanesi/lojistik-sevkiyat-depoyonetimi.pdf>
- Segendorf B (2014). What is bitcoin. *Sveriges Riksbank Economic Review*, 2014, 2-71.
- Sezen B (2004). Tedarik zincirinde stok yönetimi problemleri için elektronik tablolar yardımı ile simülasyon uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 57-68.
- Shoaib M, Lim M K, Wang C (2020). An integrated framework to prioritize blockchain-based supply chain success factors. *Industrial Management & Data Systems*.
- Shukla S, Shyam K C (2023). Leveraging Blockchain for sustainability and supply chain resilience in e-commerce channels for additive manufacturing: a cognitive analytics management framework-based assessment. *Computers & Industrial Engineering*, 108995.
- Soba M, Ersoy Y, Tarakcioğlu Altınay A, Erkan B, Şik E (2020). Application of multiple criteria decision-making methods in assignment place selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1-13.

- Sternberg H S, Hofmann E, Roeck D (2021). The struggle is real: insights from a supply chain blockchain case. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 71-87.
- Stevens G C (1989). Integrating the supply chain. *International Journal of physical distribution & Materials Management*, 19(8), 3-8.
- Swan M (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. " O'Reilly Media, Inc."
- Şafak E, Arslan Ç, Gözütok M, Köprülü T (2021). Dağıtık Defter Teknolojileri ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 36-45.
- Şahin S (2018). ELECTRE. Ed. Yıldırım B. F. ve Önder E., *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, (Bursa: Dora Yayıncılık, 2018), 338.
- Şen Z (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme*. Su Vakfı Yayınları (İstanbul), 361ss.
- Şimşek M Ş (1999). *İşletme bilimlerine giriş*. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, ss 366.
- Tama B A, Kweka B J, Park Y, Rhee K H (2017) "A critical review of blockchain and its current applications", *2017 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)*, 109–113, 2017
- Tanrıverdi M, Uysal M, Üstündağ M T (2019). Blokzinciri teknolojisi nedir? ne değildir?: alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217.
- Taylan O, Alamoudi R, Kabli M, AlJifri A, Ramzi F, Herrera-Viedma E (2020). Assessment of energy systems using extended fuzzy AHP, fuzzy VIKOR, and TOPSIS approaches to manage non-cooperative opinions. *Sustainability*, 12(7), 2745.
- Tayyar N (2012). Pet şişe tedarikçisi seçiminde bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(3), 351-371.
- Tekin M (2010). *Üretim yönetimi*. Konya, Günay Ofset, ss 317.

- Tekin M, Zerenler M, Bilge A (2005). Bilişim teknolojileri kullanımının işletme performansına etkileri: lojistik sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(8), 115-129.
- Tian F (2016). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *In 2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)* (pp. 1-6). IEEE.
- Tiryaki A E, Kazan R (2007). Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi. *Mühendis ve Makine*, 48(565), 3-8.
- Tjahjono B, Esplugues C, Ares E, Pelaez G (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain? *Procedia manufacturing*, 13, 1175-1182.
- Treiblmaier H (2018). The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. *Supply chain management: an international journal*.
- Triantaphyllou E (2000). Multi-criteria decision making methods. *In Multi-criteria decision making methods: A comparative study* (pp. 5-21). Springer, Boston, MA.
- Tribis Y, El Bouchti A, Bouayad H (2018). Supply chain management based on blockchain: A systematic mapping study. *In MATEC Web of Conferences* (Vol. 200, p. 00020). EDP Sciences.
- Tsoukas V, Gkogkidis A, Kampa A, Spathoulas G, Kakarountas A (2022). enhancing food supply chain security through the use of blockchain and TinyML. *Information*, 13(5), 213.
- Tucker C (2020). *Dijital Dönüşüm Blokzinciri*. Optimist Yayın Grubu, 228ss.
- Tuncalı K (2020). E-ticaret sektöründe son dönemde yaşanan gelişmeler. *Türkiye İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü Sektör Raporları*.

Turan M, Polat F (2009). E-ticaret programcılığı ve e-ticaretin Türkiye'deki uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2).

TÜBİSAD, <https://www.tubisad.org.tr/tr/> (Erişim Tarihi: 22.05.2023)

Türker M, Balyemez F, Biçer A A (2005). Üretim sürecinde tedarik zincirinin önemi ve maliyet yönetimi, *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 25-27 Kasım 2005.

Türkmen M A, Bildik T (2015). Şehirlerarası yolcu taşımacılığında bulanık VIKOR uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 1-15.

Van Dyke T P, Midha V, Nemati H (2007). The effect of consumer privacy empowerment on trust and privacy concerns in e-commerce. *Electronic Markets*, 17(1), 68-81.

Van Laarhoven P J M, Pedrycz W (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems* 11, 229-241.

Vardin A N, Ansari R, Khalilzadeh M, Antucheviciene J, Bausys R (2021). An integrated decision support model based on BWM and fuzzy-VIKOR techniques for contractor selection in construction projects. *Sustainability*, 13(12), 6933.

Velasquez M, Hester P T (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International journal of operations research*, 10(2), 56-66.

Vinitha K, Prabhu R A, Bhaskar R, Hariharan R (2020). Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, 33, 3956-3960.

Vovchenko N G, Andreeva A V, Orobinskiy A S, Filippov Y M (2017). Competitive advantages of financial transactions on the basis of the blockchain technology in digital economy. *European Research Studies*, 20(3B), 193.

- Walter S, Levine J (2001). *ASP ile e-ticaret programcılığı*. Yemliha T. (Çev). İstanbul. Sistem Yayıncılık.
- Wang T C, Liang J L, Ho C Y (2006, October). Multi-criteria decision analysis by using fuzzy VIKOR. *In 2006 International conference on service systems and service management* (Vol. 2, pp. 901-906). IEEE.
- Wang C N, Nguyen N A T, Dang T T, Lu C M (2021). A compromised decision making approach to third-party logistics selection in sustainable supply chain using fuzzy AHP and fuzzy VIKOR methods. *Mathematics*, 9(8), 886.
- Wang M, Wu Y, Chen B, Evans M (2021). Blockchain and supply chain management: a new paradigm for supply chain integration and collaboration. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(1), 111-122.
- Wang Y, Chen C H, Zghari-Sales A (2021). Designing a blockchain enabled supply chain. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1450-1475.
- Wei C C, Liang G S, Wang M J J (2007). A comprehensive supply chain management project selection framework under fuzzy environment. *International Journal of Project Management*, 25(6), 627-636.
- Wong L W, Tan G W H, Lee V H, Ooi K B, Sohal A (2020). Unearthing the determinants of Blockchain adoption in supply chain management. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2100-2123.
- Xu L D, Xu E L, Li L (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, 56(8), 2941-2962.
- Yang J L, Chiu H N, Tzeng G H, Yeh R H (2008). Vendor selection by integrated fuzzy MCDM techniques with independent and interdependent relationships. *Information Sciences*, 178(21), 4166-4183.
- Yang Z, Li X, He P (2021). A decision algorithm for selecting the design scheme for blockchain-based agricultural product traceability system in q-rung orthopair fuzzy environment. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125191.

- Yang W, Garg S, Huang Z, Kang B (2021). A decision model for blockchain applicability into knowledge-based conversation system. *Knowledge-Based Systems*, 220, 106791.
- Yapıcı S, Oral N, Yumuşak R, Eren T (2021). Blokzincir teknolojisi ile merkezi ve dağıtık veri tabanının karşılaştırılması. *Endüstri Mühendisliği*, 32(3), 457-472.
- Yavuz M (2019). Ekonomide dijital dönüşüm: blockchain teknolojisi ve uygulama alanları üzerine bir inceleme. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 15-29.
- Yazgan H İ (2017). Tedarik zinciri ve bilgi sistemleri stratejilerinin tedarik zinciri performansına etkisi: ihracat yapan işletmeler üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce, 2017.
- Yengin D. Yeni sanal dünya olarak metaverse’te e-ticaret. *İletişim Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 16-23.
- Yıldırım M (2019). Blok zincir teknolojisi, kripto paralar ve ülkelerin kripto paralara yaklaşımları. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(20), 265-277.
- Yıldız A, Deveci M (2013). Bulanık VIKOR yöntemine dayalı personel seçim süreci. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 427.
- Yıldızbaşı A & Üstünyer P (2019). Tarımsal gıda tedarik zincirinde blokzincir tasarımı: Türkiye’de hal yasası örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 458-465.
- Yiğit R & Bahtiyar Ş (2014). E-Ticaret Güvenliği. *Mersin Üniversitesi*, 16.
- Yumuşak İ G (2001). Elektronik ticaretin gelişmekte olan ülkelere etkileri ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *ODTÜ 5. Uluslararası İktisat Kongresi*, 11-13 Eylül 2001.

- Yüksel H (2004). Tedarik zincirleri için performans ölçüm sistemlerinin tasarımı. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 143-154.
- Yürekli H (2008). Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Zadeh L A (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zafar F & Rajnish R (2012). Application of blockchain technology in securing healthcare records. *CSI CommunICatIonS*.
- Zhai L Y, Khoo L P & Zhong Z W (2009). Design concept evaluation in product development using rough sets and grey relation analysis. *Expert systems with applications*, 36(3), 7072-7079.
- Zhao S (2023). Blockchain Layer2 Based Mass E-Commerce (Doctoral dissertation, Trinity College Dublin. School of Computer Science & Statistics. Discipline of Computer Science).
- Zheng Z, Xie S, Dai H N, Chen W, Chen X, Weng J & Imran M (2020). An overview on smart contracts: challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491.