

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ÖNÜNDEKİ
ENGELLERİN AŞILMASINDA, BLOCKCHAIN ETKİLERİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Mehmet Zahit HANZADE

ŞUBAT-2022
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞLETME ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ÖNÜNDEKİ
ENGELLERİN AŞILMASINDA, BLOCKCHAIN ETKİLERİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ**

**ANALYZING THE EFFECTS OF BLOCKCHAIN ON OVERCOMING THE
BARRIERS OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT BY MULTI-
CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES**

YÜKSEK LİSANS

Mehmet Zahit HANZADE

**ŞUBAT-2022
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞLETME ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ÖNÜNDEKİ
ENGELLERİN AŞILMASINDA, BLOCKCHAIN ETKİLERİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ**

**ANALYZING THE EFFECTS OF BLOCKCHAIN ON OVERCOMING THE
BARRIERS OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT BY MULTI-
CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES**

YÜKSEK LİSANS

Mehmet Zahit HANZADE

Danışman: Doç. Dr. İskender PEKER

**ŞUBAT-2022
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Önündeki Engellerin Aşılmasında, Blockchain Etkilerinin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Analiz Edilmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

15/02/2022

.....
Mehmet Zahit HANZADE

TEŞEKKÜR

Bu bölümü şahsıma yardımlarını esirgememiş, daima bana güvenmiş ve benden vazgeçmemiş insanlara teşekkür etmek için bir fırsat olarak kullanacağım.

Öncelikle bu çalışmanın her aşamasında özellikle kendime olan inancımı yitirdiğim anlarda bile benden ümidini kesmemiş; konu seçiminden izlediğim yollara kadar her alanda ve her konuda rehberlik eden; zaman sınırı olmadan yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. İskender PEKER'e, yoğun saatler boyunca çalışmalarım sırasında sabır ve nezaket gösteren eşim Av. Nuray HANZADE'ye, sürekli ve aralıksız çalışmama izin veren küçük oğlum Kağan Ahlas'a, daima bana benden çok inanan ve beni motive eden kız kardeşim Büşra KUŞ'a, hayır dualarını hiçbir zaman esirgemeyen ve hayatımda çok özel bir yere sahip olan annem Nuriye KUŞ'a, çalışmam süresince her ihtiyacım olduğunda desteğini esirgemeyen arkadaşım Gökhan YÜCEL'e, hem akademik hem de psikolojik anlamda desteklerini esirgemeyen; beni de aileden sayan Doç. Dr. Mehmet BAŞOĞLU ve eşi Dr. Öğretim Üyesi Aysel BAŞOĞLU'na, çalışmamın temelini oluşturan konularda ihtiyacım olan önemli kaynaklar ile uzmanlara ulaşmamda yardımcı olan Blockchain Türkiye Platformu ile FinTech İstanbul platformlarının Genel Yayın Yönetmeni Ahmet Usta'ya çok teşekkür ediyorum.

Bunun yanında tez savunmama katılarak yapıcı eleştiriler ortaya koyan değerli hocalarım Prof. Dr. Ekrem CENGİZ ile Dr. Öğr. Üyesi A. Cansu GÖK KISA teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet Zahit HANZADE
GÜMÜŞHANE - 2022

ÖZET

Bu çalışmada sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi önündeki engelleri belirlemek, ağırlıklandırmak ve engellerin aşılmasında Blockchain teknolojisinin faydalarının etkilerini analiz etmek amaçlanmıştır. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi önündeki engeller literatürdeki çalışmalar ve uzmanlarla görüşmeler ile belirlenmiştir. Engellerin ağırlıkları ÇKKV yöntemlerinden Best-Worst Method (BWM) yöntemi ile tespit edilmiştir. Engellerin aşılmasında hangi blockchain faydasının ne kadar etkili olabileceği ise ÇKKV yöntemlerinden Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS) yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi önündeki en önemli engeller “Yeni teknolojiye direnç gösterme ve mevcut teknolojiye bağlılık, Yeşil veya çevreci etiketli ürünlerin yetersizliği, Tedarikçiler ve paydaşlarda çevre ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi (STZY) bilinci eksikliği” olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu engellerin aşılmasında en etkili Blockchain faydalarının ise sırasıyla Merkeziyetsizlik, Denetlenebilirlik ve Şeffaflık olduğu görülmüştür. Ayrıca sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi engellerinin aşılmasında Blockchain teknolojisinin alışılmışın dışında çözümler sunduğu ve tedarik zinciri yönetimlerindeki boşlukları faydalı bir biçimde doldurarak sürdürülebilir hale getirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Blockchain, ÇKKV, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi

SUMMARY

In this study, it is aimed to identify and weight the obstacles to sustainable supply chain management and to analyze the effects of the benefits of Blockchain technology in overcoming the obstacles. Barriers to sustainable supply chain management have been identified through studies in the literature and interviews with experts. The weights of the obstacles were determined by the Best-Worst Method (BWM) method, one of the MCDM methods. The effectiveness of which blockchain benefit can be used in overcoming the obstacles was evaluated with the Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS) method, which is one of the MCDM methods.

According to the results of the study, the most important obstacles in front of sustainable supply chain management were determined as "Resistance to new technology and adherence to existing technology, Inadequacy of green or environmentally friendly labeled products, Lack of environmental and sustainable supply chain management (STZY) awareness among suppliers and stakeholders". In addition, it has been seen that the most effective Blockchain benefits in overcoming these obstacles are Decentralization, Auditability and Transparency, respectively. In addition, it has been determined that Blockchain technology offers unusual solutions in overcoming the obstacles of sustainable supply chain management and makes it sustainable by filling the gaps in supply chain management in a beneficial way.

Keywords: Blockchain, MCDM, Sustainability, Sustainable supply chain management

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Blockchain Teknolojisi (BCT).....	3
2.1.1. Blockchain Tanımı	3
2.1.2. Blockchain Tarihi ve Geleceği.....	4
2.1.3. Blockchain Teknolojisi Neden Önemli.....	6
2.1.4. Blockchain Teknolojisinin Avantajları	6
2.1.5. Blockchain Teknolojisinin Dezavantajları.....	10
2.1.6. Blockchain Temelleri	13
2.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (STZY)	15
2.2.1. Sürdürülebilirlik	15
2.2.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi	16
2.2.3. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Bileşenleri	17
2.2.4. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Önündeki Engeller	18
2.2.5. BM'nin 2030 Yılı 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi.....	22
2.2.6. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Açısından Türkiye'nin Durumu.....	24
2.3. Dünyada Blockchain Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetimi Atılımları.....	25
2.3.1. Hyperledger.....	25
2.3.2. IBM Food Trust	25
2.3.3. Provenance	26
2.3.4. Ripe	26
2.3.5. Robomed	27
2.3.6. Skuchain.....	27

2.3.7. Sorumlu Kaynak Kullanımı Blockchain Ağı (RSBN).....	27
2.3.8. Taeltech (Walimai).....	28
2.3.9. TradeLens.....	28
2.3.10. Waltonchain	29
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	30
3.1. Blockchain Teknolojisini Konu Edinen çalışmalar	30
3.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimini Konu Edinen Çalışmalar	35
3.3. Tedarik Zinciri Yönetimine Blockchain Teknolojisinin Entegre Edilmesini Konu Edinen Çalışmalar	41
4. METODOLOJİ	47
4.1. Best-Worst Metodu (BWM / En İyi En Kötü Yöntemi)	47
4.2. EDAS yöntemi	51
5. SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ÖNÜNDEKİ ENGELLERİN AŞILMASINDA, BLOCKCHAIN ETKİLERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ.....	54
5.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı	54
5.2. Araştırmanın Örneklemi ve Verilerinin Elde Edilmesi.....	54
5.3. Araştırmanın Yöntemi ve Aşamaları	55
5.4. Problemin Belirlenmesi.....	56
5.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi	56
5.4.2. BWM Yöntemi ile STZY Önündeki Engel Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi	56
5.4.3. Alternatiflerin Tespit Edilmesi.....	62
5.4.4. EDAS Yöntemiyle BCT Faydalarının Sıralanması.....	62
5.4.5. Senaryo Analizi ile Çözümün Değerlendirilmesi	69
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	70
KAYNAKÇA.....	73
ÖZ GEÇMİŞ	91

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. STZY önündeki engellerin ana faktörleri, alt kriterleri ve edinilen kaynaklar.	19
Tablo 2. Göreceli önem ölçeği “Saaty Ölçeği” (Saaty, 1986).	48
Tablo 3. UK1 1. grup en çok ve en az öneme sahip faktör seçimi ve kıyas değerleri	57
Tablo 4. UK1 7. grup en çok ve en az öneme sahip kriter seçimi ve kıyas değerleri	57
Tablo 5. Ana kriter faktörlerinin 7. grup kriterleri üzerindeki etki değerleri	58
Tablo 6. 5. Grup kriterlerin normalleştirilmiş ve küresel ağırlık matrisleri	58
Tablo 7. 5. Grup kriterlerin öncelik hesaplama matrisi	59
Tablo 8. 5. Grup kriterlerin öncelik değerleri	59
Tablo 9. Uzman katılımcıların en iyi en kötü seçimleri	60
Tablo 10. Ana faktör kriterleri ve ağırlıkları STZY önündeki engel kriterleri ve ağırlıkları	61
Tablo 11. STZY Önündeki Engel Kriterlerinin Önem Dereceleri ve Sıralamaları	61
Tablo 12. STZY önündeki engeller için belirlenen BCT avantajları	62
Tablo 13. Araştırma anketinde kullanılan Likert ölçeği (Likert, 1932).	63
Tablo 14. Karar matrisi ve kriterlerin değer ortalaması	63
Tablo 15. Pozitif uzaklık matrisi (PDA)	64
Tablo 16. Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi (WPDA)	65
Tablo 17. Negatif uzaklık matrisi (NDA)	65
Tablo 18. Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi (WNDA)	66
Tablo 19. SP_i , SN_i , normalize edilmiş SP_i ve SN_i (NSP_i , NSN_i) ve AS_i değerleri	67
Tablo 20. Alternatiflere ilişkin değerlendirme puanları (AS_i)	68
Tablo 21. Senaryo Analizi Sonuçlarıyla Araştırma Sonuçlarının Kıyaslanması	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Blockchain kısa tarihi ve geleceği (BİLGEM, 2018).	5
Şekil 2. Dağıtık güven mekanizması (BİLGEM, 2018).....	15
Şekil 3. STZY'nin temel ve alt bileşenleri (Ekolojist, 2019).....	17
Şekil 4. BWM yönteminde karşılaştırmanın temel yapısı (Rezaei, 2015).....	47
Şekil 5. Araştırma yönteminin akış şeması	55
Şekil 6. 5. Grup STZY önündeki engellerin grafik göstergesi.....	59
Şekil 7. 5. Grup tüm UK'ların ortak öncelik değerleri	60
Şekil 8. Alternatiflerin değerlendirme puan grafiği	68
Şekil 9. Senaryo analizi sonuçlarıyla araştırma sonuçlarının kıyaslanması.....	69

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_{1w}	: 1. kriterin en az önemli kriter W'ye göre önem derecesi
a_{B1}	: En iyi kriterin 1. kritere göre önem derecesi
a_{BB}	: En iyi kriterin kendisi ile kıyaslanma değeri
a_{Bj}	: Kriter j üzerinde en iyi kriterin B tercihini,
a_{WW}	: En az öneme sahip kriterin kendisi ile kıyaslanması
AB	: Avrupa Birliği
A_B / BO	: En çok istenilen kriter ile diğer kriterlerin kıyaslama kümesi / Best-to-Others vector BO
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi / Analytic Hierarchy Process
AIDS	: Kazanılmış Bağışıklık Yetersizliği Sendromu / Acquired Immune Deficiency Syndrome
AMOS	: Moment yapılarının analizi / Analysis of Moment Structures
ANP / AAS	: Analitik Ağ Süreci / Analytic Network Process
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
AS	: Değerlendirme puanı
AS_i	: Alternatiflere ilişkin değerlendirme puanları
AV	: Tüm kriterlere göre ortalama çözüm ağırlığı
AV_j	: j sütununun tüm kriterlere göre ortalama çözüm ağırlığı
A_W / OW	: Tüm kriterlerin en az öneme sahip kritere kıyaslama kümesi / Others-to-Worst vector
B	: Tercihi
BCT	: Blockchain teknolojisi
BCTR	: Blockchain Türkiye Platformu
BİLGEM	: Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
BM	: Birleşmiş milletler / United Nations
BWM	: Best-Worst method / En iyi en kötü yöntemi
COVID- 19	: Korona Virüs Hastalığı
CRP	: İşbirlikçi Kaynak Planlaması / Collaborative Resource Planning
ÇKKV / MCDM	: Çok Kriterli Karar Verme / Multi Criteria Decision Making
DAO	: Merkezi Olmayan Otonom Organizasyon
DEMATEL	: Karar verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı / Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

EDAS	: Ortalama Çözümünden Uzaklığa Dayalı Değerlendirme / Evaluation Based On Distance From Average Solution
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması / Enterprise Resource Planning
F ₁	: 1'inci alternatif
HSCM	: İnsani Tedarik Zinciri Yönetimi / Human Supply Chain Management
IBM	: Uluslararası İş Makineleri / International Business Machines
IF	: Sezgisel Bulanık / Intuitive Fuzzy
IoT	: Nesnelerin İnterneti / Internet of Things
IIoT	: Endüstriyel Nesnelerin İnterneti / Industrial Internet of Things
ISM	: Yorumlayıcı Yapısal Modelleme / Interpretive Structural Modeling
m	: m'inci alternatif
MKH / MDG	: Milenyum Kalkınma Hedefleri / Millennium Development Goals
N	: n'inci kriter
NDA	: Negatif uzaklık matrisi
NDA _{ij}	: “i” kriterleri ile “j” alternatiflerine ait negatif uzaklık matrisini göstermektedir.
NSN _i	: Normalize edilmiş ortalamadan uzak ağırlıklandırılmış negatif değerler
NSP _i	: Normalize edilmiş ortalamadan uzak ağırlıklandırılmış pozitif değerler
PDA	: Pozitif uzaklık matrisi (PDA)
PDA _{ij}	: “i” kriterleri ile “j” alternatiflerine ait pozitif uzaklık matrisi
PGP	: Oldukça iyi gizlilik algoritması / Pretty Good Privacy Algorithm
POW	: İş Mutabakatı / Prof of Work
RCS	: Küresel Kaynak Denetimi ve Danışmanlık / Recycled Claim Standard
RFID	: Radyo Frekansı Tanımlama / Radio Frequency Identification
RMI	: Sorumlu Mineraller Girişimi / The Responsible Minerals Initiative
RSBN	: Sorumlu Kaynak Kullanımı Blockchain Ağı
SKH / SDG	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi / Sustainable Development Goal
SN _i	: Ortalamadan uzak Ağırlıklandırılmış toplam negatif uzaklık matrisi
SP _i	: Ortalamadan uzak Ağırlıklandırılmış toplam pozitif uzaklık matrisi
STZ / SSC	: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri / Sustainable Supply Chain

STZY / SSCM	: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi / Sustainable Supply Chain Management
TBL	: Üçlü Bilanço Sistemi / Triple Bottle Line
TEDx	: Bağımsız Organize Edilen Teknoloji Eğlence Dizayn / Technology Entertainment Design Independently Organized
TODIM	: Etkileşimli ve Çok Kriterli Karar verme Yöntemi / Tomada De Decisao Interativa Multicriterio
TOPSIS	: İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sipariş Tercihi Tekniği / Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution
TSKB	: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TZ / SC	: Tedarik Zinciri / Supply Chain
TZY / SCM	: Tedarik Zinciri Yönetimi / Supply Chain Management
UK	: Uzman katılımcılara (UK)
VIKOR	: Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü / Vise Kriterijumsaoptimizacija I Kompromisno Rešenje
v_j	: j. kriterin ağırlığını göstermektedir.
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu
YTZY / GSCM	: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi / Green Supply Chain Management
Z_n	: n'inci kriterler
W	: Alternatifleri
W_B	: B tercihin ağırlığını,
WEDBA	: Ağırlıklı Öklid Mesafeye Dayalı Yaklaşım / The Weighted Euclidean Distance-Based Approach
W_j	: j'inci kriterin ağırlığını,
W_NDA	: Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi
W_PDA	: Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi
W_w	: Ağırlıklar toplamını göstermektedir.
x	: Karşılaştırma matrisini, göstermektedir.
X_{ij}	: i. satır alternatiflerinin j. sütun kriterlerine göre performansını,
ξ	: Yapılan analizlerin tutarlılık oranı,

1. GİRİŞ

COVID – 19 küresel pandemi sürecinde temel ihtiyaç tedarik zincirleri (TZ) kısmen ya da tamamen durdurma noktasına gelmiştir. Sürdürülebilirlik hususuna dikkat edilmemesi durumunda gelecekte bizleri neler beklediğinin ön izlemesi olarak COVID – 19 süreci etkili bir örnektir. Uluslararası alanda kurulmuş ve faaliyet gösteren topluluklar, sürdürülebilirlik adına atılan adımlar, hükümet politikaları, sivil toplum kuruluşları ve bireysel olarak alınan önlemler çevre kirliliğinin önüne geçememektedir. İnsan hayatını ve ekosistemi tehdit eden bu durumun engellenebilmesi için atılması gereken ilk adım tedarik zinciri yönetimlerini (TZY) sürdürülebilir hale getirmektir. Bununla birlikte sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi (STZY) uygulamalarının komplike ve yoğun uygulamalar olduğunu belirtmek gerekmektedir.

TZ, genel olarak hammaddelerin tedarikinden nihai ürünlerin son tüketicilere ulaştırılması ve ürünün içerdiği zararlı maddelerin yok edilmesine kadar bütün süreçlerin oluşturduğu bir yapıdır. STZY’i birden fazla işletmenin birlikte uygulaması gerekliliği, yeterli denetim ve kontrol mekanizmalarının bulunmaması gibi etmenler özellikle sürdürülebilirlik konusunda çok fazla engele maruz kalmasına neden olmaktadır. İş süreçlerinin küreselleşmesi, ürün çeşitliliğinin artması ve ürün yaşam döngülerinin azalması TZ yaklaşımlarında şeffaflık ve izlenebilirlik kavramlarının kritik öneme sahip faktörler haline gelmesine neden olmuştur. Ek olarak TZ süreçlerinde zaman kayıplarını önleme ve maliyet avantajı sağlama gibi durumlar çok zor işlemektedir.

Blockchain gizlilik, güvenlik, akıllı sözleşme ve ölçeklenebilirlik gibi spesifik özellikleri sayesinde STZY’i daha verimli hale getirme potansiyeline sahiptir. TZ’de Blockchain teknolojisinin (BCT) kullanılmasıyla veri gizliliği ve güven kavramlarının gerçekleşmesi ayrıca taraflara sunulan fikir birliği sayesinde erişilebilir olması anlamına gelmektedir. BCT, son yıllarda hem akademik hem de TZ açısından büyük bir etki oluşturmuştur. Bu teknoloji, lojistik ve TZ süreçlerinde mevcutta yaşanan ve küreselleşme neticesinde daha karmaşık bir yapıya dönüşen sorunlara alışılmışın dışında çözümler sunmaktadır. BCT özellikle işlem kayıtlarında şeffaflık, aracıları ortadan kaldırma, maliyet avantajı sağlama ve ayrıca işlemlerde güvenle hızlilik oluşturma gibi bazı spesifik çözümler sunabilmesi, birçok girişimin nedeni olmuştur.

Bu doğrultuda mevcut tez çalışmasının amacı STZY önündeki engelleri tespit ederek bu engellerin aşılmasında BCT’nin faydasını analiz edebilmektir. Bu bağlamda temelde üç aşamalı bir model tercih edilmiştir. Birinci aşamada kapsamlı bir literatür

taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda STZY önündeki engeller tespit edilmiştir. İkinci aşamada bu engellerin ağırlıklandırılması Best Worst Method (BWM) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Son aşamada BCT'nin hangi faydası söz konusu engellerin aşılmasında daha etkilidir sorusuna cevap Evaluation based on Distance from Average Solution (EDAS) yöntemi kullanılarak verilmiştir. Bu çalışma elde ettiği bulgular ile işletmeler, kuruluşlar ve kurumlar için TZY'lerin sürdürülebilirlik yolundaki engelleri kaldırılmasında bir yol haritası sunmaktır.

İlgili literatür derinlemesine incelendiğinde, gelişmekte olan BCT üzerine ya da Blockchain tabanlı TZY'lere yönelik çok az sayıda nitel ve nicel yaklaşım bulunduğu tespit edilmiştir. STZY önündeki engellerin aşılmasında BCT etkilerini sentezleyen bir çalışmaya ise rastlanılamamıştır. Ayrıca henüz yeni sayılabilecek ÇKKV yöntemlerinden BWM ve EDAS yöntemlerinin çalışmada kullanılması, özellikle entegre BWM–EDAS şeklinde kullanılması çalışmamızın birçok yönüyle literatüre katkı sağladığını göstermektedir.

Bu tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde Giriş kısmı ile çalışmanın kısa özeti sunulmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde BCT hakkında genel bilgiler, tarihsel gelişimi, geleceği, avantajları ve dezavantajları açıklanmaya çalışılmıştır. Arkasından STZY tanımı, tarihi, geleceği, önemi ve önündeki engeller hakkında genel bilgiler verilmiştir. Son olarak dünyada Blockchain tabanlı TZY atılımları hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünü literatür araştırması oluşturmaktadır. Bu kapsamda BCT, STZY alanlarında, literatürde yapılan çalışmalar istatistiki ve yaklaşım odaklarına göre kategorize edilerek özetlenmiştir. Ek olarak TZ'lere BCT'yi entegre eden çalışmalar doğrultusunda literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, hedefe yönelik kullanılan ÇKKV yöntemleri olan, BWM ve EDAS yöntemleri adımlarıyla birlikte detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Beşinci bölümünde ise söz konusu yöntemlerin adımları ve çalışmanın amacı doğrultusunda uygulama bölümüne yer verilmiştir.

Çalışmanın son kısmında ise elde edilen bulgular neticesinde sonuç ve önerilerde bulunulmuş, kısıtlar belirtilmiş ve sonraki araştırmalar açısından fikirler beyan edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde çalışmanın temelini oluşturan BCT, STZY ve Dünya’da BCT’yi TZ’ye entegre eden platformlar ya da kuruluşlar hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bölümün ilk kısmında BCT’nin tanımı, tarihi, geleceği, önemi ve çalışmanın odak noktalarından birisi olan avantajları açıklanmaya çalışılmıştır. İkinci kısmında ise STZY’nin tanımı, bileşenleri ve çalışmanın diğer odak noktası olan STZY’nin önündeki engeller belirlenerek bu engellerin örneklem kümesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.1. Blockchain Teknolojisi (BCT)

BCT’nin temel taşı olan kilitli bloklar düşüncesi ilk olarak 1991 yılında sayısal belgelere zaman damgası eklenerek güvenli bloklar zinciri ile adını duyurmuştur (Haber ve Stornetta, 1991). Dijital dünyadaki sayısal belgelerin değiştirilmesini önlemek amacıyla geliştirilen sistem, kendisine 2008 yılına kadar çok fazla uygulama alanı bulamamış ve 2009 yılında Bitcoin Blockchain’i ile uygulama alanını büyük oranda geliştirmiştir (Conway ve Mansa, 2021). BCT ilk olarak 2008 yılında kendisini “Satoshi NAKAMOTO” olarak adlandıran kişi ya da grup tarafından oluşturulan Bitcoin sanal para ile adını duyurmuştur (Nakamoto, 2008). BCT’nin tanımı, gelişimsel tarihi, önemi ve avantajları gibi unsurları aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1.1. Blockchain Tanımı

Ekim 2008’de yayınlanan “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” makalesinde Nakamoto (2008) “Blockchain” kelimesini özel olarak kullanmasa da Bitcoin’in altında yatan teknoloji ve kriptografik olarak zincirlenmiş bir dizi veri bloğu olarak tanımlamıştır. Blockchain terimi işlevleri açısından “Blok” verilerin kaydedildiği ortalama 1 Megabayt boyutundaki blokları ifade ederken, “chain” ise kriptoloji ile bu blokların birbirleriyle bağlanması sonucu oluşan zinciri ifade etmektedir (BİLGEM, 2017; Güven ve Şahinöz, 2018; IBM, 2015; Tunadergi, 2019; Usta ve Doğanterkin, 2017). BCT’nin temelini oluşturan güven, izlenebilirlik, merkeziyetsizlik ve değişmezlik unsurları çevresinde çeşitli Blockchain tanımlamaları yapılmıştır (Politou vd., 2019).

Örneğin Ar vd., (2020)’ne göre Blockchain, birden çok katılımcının oluşturduğu bir ağda işlemleri kaydeden, veri paylaşan, kriptografi, konsensüs algoritmaları ve merkezi olmayan çok sayıda güncel teknolojiyi entegre eden bir veri tabanıdır.

2.1.2. Blockchain Tarihi ve Geleceği

BCT zaman içinde bilimsel tepkimelerle, araştırmalar geliştirilerek, yeniden revize edilerek, biręok teknolojinin birleşmesi ile günümüzde önemli bir teknoloji haline gelmiştir (Yıldırım, 2018). BCT 2008 yılından günümüze kadar üç farklı aşama kaydetmiştir (Accenture, 2018). **Blockchain 1.0** dijital para birimini programlayarak şifreleme teknolojisi aracılığıyla dijital para biriminin ödeme, dağıtım ve ayarlama mekanizmalarını oluşturmuştur (B LGEM, 2017). **Blockchain 2.0** programlanabilir akıllı sözleşme çağının başlaması olarak ifade edilmiştir. Finansal işlemler ve hizmetlerin ötesinde herkesin bir program yükleyebileceği ve programı kendi başına çalışabilir hale getirebileceği platformlar bu dönemde geliştirilmiştir (Usta ve Doğantekin, 2017). **Blockchain 3.0** BCT'nin sağlık, sanat, medya, TZY gibi biręok farklı alanda uygulamalarının geliştirildiği ve bulunduğumuz evre olarak kabul edilmiştir (Doğantekin, 2017). BCT'nin zaman içerisindeki tarihsel gelişimi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1983 yılında “ zlenemeyen  demeler için k r imzalar” başlıklı makalesinde David CHAUM dijital ortamlarda paraların vezne gibi merkezi bir ağ olmadan ödeme ve transfer sistemlerinde kullanılmasını, orijinal ile dijital imza karşılaştırılıp doğrulanarak içeriğin görülmesine izin verilmesini önermiştir (Chaum, 1983).

1991 yılında şifreli bloklarla ilgili ilk olarak Stuart HABER ve W. Scott STORNETTA “Dijital Bir Belgeye Zaman Damgası Nasıl Yapılır” başlıklı makalelerinde dijital dokümanlara zaman damgası vurularak kriptolu güvenlik yapısına sahip veri tabanı ile bozulmalarını engellemek için çalışmalar yapmışlardır (Haber ve Stornetta, 1991).

1991 yılında Phil Z MMERMANN tarafından geliştirilen ve “PGP algoritması” adıyla tanınan çalışmasında veri şifrelemek, şifreli veriyi çözmek veya veriyi imzalamak için asimetrik şifreleme algoritmasını önermiştir (Zimmermann, 1991).

1994 yılında Nick SZABO tarafından yayınlanan “Akıllı Sözleşmeler” başlıklı makalesinde herhangi bir sözleşmenin şartlarının bilgisayar tabanlı bir işlem protokolü tarafından sağlanması önerilmiştir (Szabo, 1994). BCT tabanlı uygulamalardaki güvenli mutabakatın temelleri bu çalışmaya dayanmaktadır.

 lk kripto para olan Bitcoin'in 2008 yılında BCT  zerine inşa edilmesi, BCT'nin dünya genelinde tanınmasının başlangıç noktasıdır. Satoshi NAKAMOTO'nun paylaştığı “Bitcoin; Eşten-Eşe Elektronik  deme Sistemi” makalesindeki Bitcoin (Nakamoto, 2008), BCT'nin ilk ve başarılı uygulaması olarak kabul edilmektedir.

2013 yılında yayınlanan “Yeni nesil akıllı sözleşme ve merkezi olmayan uygulama platformu” makalesinde Vitalik BUTER N her alanda aracılara ihtiyaç duyulmayan

yapıların tasarlanması, Blockchain üzerinde inşa edilmesi, akıllı sözleşmeler yardımıyla gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir (bfmedia, 2019).

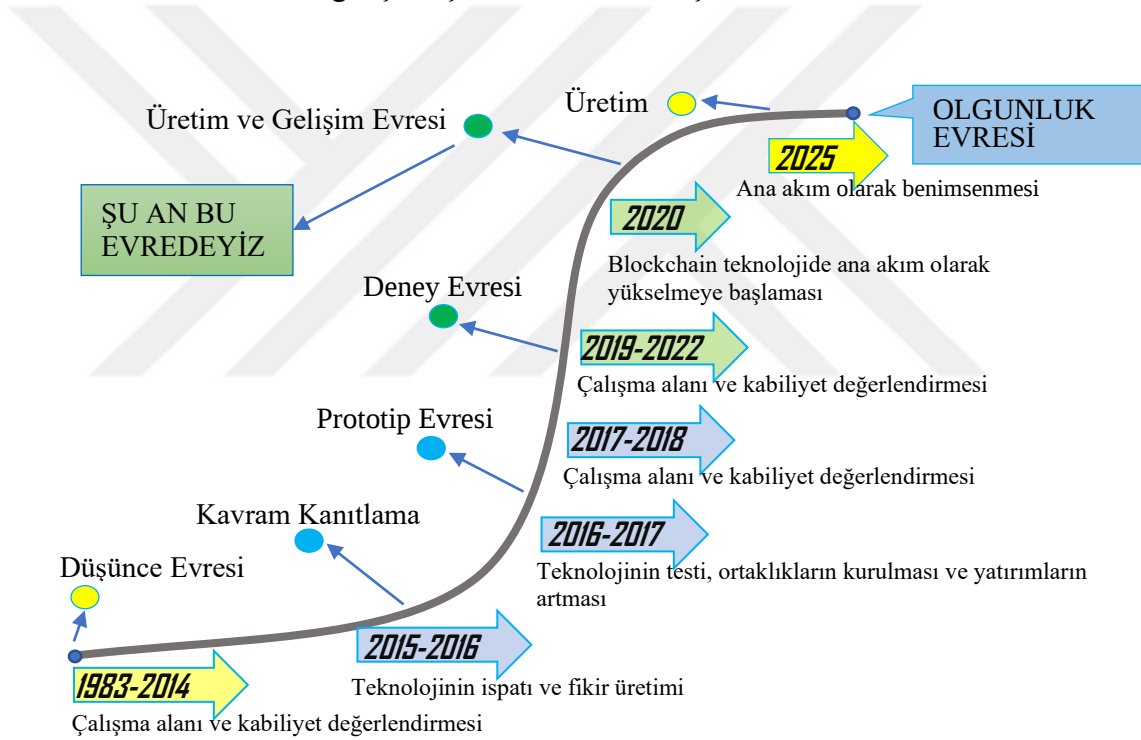
2014 yılında farklı Blockchain'lerin ve merkezi olmayan uygulamaların geliştirilebildiği Ethereum adı verilen platform aktif hale getirilmiştir (Tevetoğlu, 2021).

2015 yılında NASDAQ şirketi LİNQ platformu ile hisse senedi işlemlerinin BCT tabanlı dijital bir sistemde gerçekleştirilmesini amaçlamışlardır (Nasdaq, 2015).

2016 yılında IBM Blockchain yenilik araştırma merkezi alanında çalışmalara başlamıştır (Söğüt, 2017). Microsoft, Amazon, Google ve IBM gibi büyük şirketler BCT ve uygulamaları hususunda ampirik çalışmalar için bir araya gelmişlerdir (Chan, 2018).

2017 yılında birçok alt yapı, platform ve uygulama üretilmiş, bu uygulamalar çıkardıkları jetonları halka arz etmiş ve ilk dijital para arzı yaşanmıştır (BCTR, 2020).

Blockchain'in tarihsel gelişimi Şekil 1'de sunulmuştur:



Şekil 1. Blockchain kısa tarihi ve geleceği (BİLGEM, 2018).

BCT'nin geleceği hakkında; İsviçre merkezli Credit Suisse şirketi tarafından, 2018 yılında üç kıtada 20'yi aşkın analistin katkılarıyla hazırlanan raporda; sadece dijital para veya finans alanında değil dünya genelinde ticari hizmetler, ödemeler, borsalar, güvenlik ve gayrimenkul sektörü gibi birçok alanda kullanılmakta olduğu ve hızla diğer sektörlerle de entegre edileceği öngörülmüştür (Brennan vd., 2018).

Dünya Ekonomik Forumu tarafından 2018 yılında yapılan anket verilerine göre 2025 yılına kadar yöneticilerin %58'inin ve küresel gayri safi milli üretimin de %10'unun

BCT'ye entegre edileceği öngörülmüştür (BİLGEM, 2018). Bulunduğumuz yıl rapora göre “Üretim ve Gelişim Evresi” olarak belirtilmiştir.

2.1.3. Blockchain Teknolojisi Neden Önemli

Bitcoin'in orijinal makalesinde açıklanan BCT'yi oluşturan teknolojiler zaman olarak 2008'den yıllar öncesine dayansa da yapının bu teknolojileri yeniden dizayn ederek tek bir işlevsel kripto para birimi sisteminde birleştirmesi, BCT'nin önemini arttırmıştır (Usta ve Doğanekin, 2017). BCT'nin değer anlamında bağımsız bir dünya ve büyük radikal değişimler sağlayacağı, öngörülmektedir.

BCT'nin önemini ve getireceği değişimi, Tapscott (2012) TEDx 2012 Küresel Konferansı'nda; küresel alanda en büyük sermaye akışının para havalelerinde yaşandığını Kanada'da çalışan birisinin Japonya'daki ailesine 5 saatlik işlem ve yaklaşık %10 işlem ücreti ile dört günden fazla zamanda para gönderebildiğini; BCT tabanlı sanal para uygulamasında aynı işlemin %2 işlem maliyeti ile yaklaşık 15 dakika sürdüğünü; yılda yaklaşık 600 milyar dolarlık para transferi gerçekleşmesi açısından araçların ve kullanıcıların kârı düşünüldüğünde BCT'nin araçlar için yıkıcı, kullanıcılar açısından ise çok önemli bir teknoloji haline geldiğini belirterek açıklamıştır.

Görünüşte basit olan bu eylem; küresel alanda kâr dağılımını, işleyişi ve sistemi tamamen değiştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca spesifik özellikleri bu teknolojiyi çok önemli hale getirmektedir. Ar vd., (2020) BCT'nin önemini güven, izlenebilirlik, değişmezlik, merkeziyetsizlik, şeffaflık, anonimlik vb. özellikleri ile dünya işleyişini değiştirmesi aracıya ihtiyaç duyulmaksızın, insanların güvenle işlem yapmasını mümkün kılması olarak açıklamışlardır. Özellikleri sayesinde BCT paradan müziğe her türlü mal varlığını güçlü araçlara gerek duymadan kaydedilebilir, taşınabilir, işlem görebilir, takas edilebilir ve yönetilebilir hale getirmiştir.

2.1.4. Blockchain Teknolojisinin Avantajları

BCT, dijital para Bitcoin için geliştirilen bir teknoloji olarak ortaya çıkmış olsa da zamanla saklama, yönetme ve depolama gibi çok daha başka alanlarda kullanımı ile kuruluşlar için çok önemli hale gelmiştir (Yavuz, 2019). Başka bir ifade ile Bross'a (2018) göre “Blockchain teknolojisi gizlilik, şeffaflık ve güven ile ilgili gereksinimleri karşılayan kapsamlı bir bilgi alışveriş sistemi sağlayarak bilgi akışını artırabilir”.

BCT'nin en yaygın kullanımı finans alanında olsa da bu alandan sonra en çok TZ alanında avantajlar sağlamaktadır. Tektaş ve Kırbaç (2020) Lojistik sektöründe yaptıkları

çalışmada, BCT'nin avantajlarını; süreç iyileştirmesi, rekabet ve maliyet avantajları elde etme olarak sıralamışlardır. BCT dijital dünyayı güvene gerek kalmadan güvenli hale getirmesi dokümanların, sertifikaların, resmi evrak ve belgelerin; depolanması, kontrolü ya da orijinalliğinin izlenmesi için dijital belge haline getirilmeleri ile dünya çapında bu belgelerin tanınması ve kabul görmesini sağlama potansiyeline sahiptir (Binance, 2020). Doküman yönetimi, yetkilendirme, doğrulama, ödeme işlemleri ve para transferleri gibi alanlarda BCT'nin mevcut sistemler için güncelleştirmeler, kolaylıklar ve yenilikler sağlayacağı düşünülmektedir (Cognizant, 2016). BCT sağlık sektöründe de hasta bilgilerinin mahremiyeti açısından verilerin koruma altına alınmasını sağlayacak, ayrıca ilaç endüstrisindeki sahtecilikle başa çıkabilecek özelliklere sahiptir. Hastaların risk grubuna göre sınıflandırılması ve özellikle ani müdahale gerektiren durumlarda risk gurubu yüksek hastaların belirlenmesinde kullanılabilir (Health40, 2018).

BCT dijital kimlikler, dijital pasaport, enerji dağıtım, ödeme sistemi, gümrük ve sınır kontrolü vb. sayısız alanda kamu ve özel sektör için pek çok fayda sağlayabileceği işleyiş bulunmaktadır (Durğay ve Karaarslan, 2018). BCT henüz gelişim açısından ve zaman olarak çok yeni bir teknoloji olmakla birlikte farklı sektörlerde sağladığı çözümler diğer teknolojilere kıyasla çok ilerde olduğunun göstergesidir (Wood vd., 2015).

BCT'nin bazı faydaları (Kırbaç, 2020) aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır:

- ❖ **Merkeziyetsizlik:** BCT'nin sunduğu sistematik altyapıyla merkeziyetsiz yapısı sayesinde yalnızca taraflar arasında kriptografi ile şifrelenerek, herhangi bir otoriteden bağımsız bir şekilde süreç işleyebilmektedir (Guadamuz ve Marsden, 2015). BCT gibi merkeziyetsizlik üzerine kurulu uygulama ve platformlar sayesinde yaşanan tüm problemlere çözüm üretmek mümkün hale gelmiştir. BCT, güvenli dijital imzaların kullanımı ile kişi ya da kuruluşlar arasındaki yönetim ve etkileşimi sağlayarak araçları kaldırabilir (Özdemir vd., 2020).
- ❖ **Güvenlik:** BCT'de veriler, kriptografi ve özetleme fonksiyonu gibi aşılması çok zor güvenlik tedbirleri ile birbirine zincir şeklinde bağlı bloklar içerisine kaydedilmesinden; ayrıca geçmişte kaydedilen blokların herhangi bir tanesinin değişmesiyle ağ bütünlüğü tamamen değişecek şekilde tasarlanan yapısı sayesinde, güvenlik sağlanmaktadır (Aggarwal vd., 2019).
- ❖ **Süreklilik:** Tek merkezli otoriteye bağlı iş süreçlerinde herhangi bir birimin işlevsiz hale gelmesi iş akışının bozulması veya durması gibi durumlara yol açabilmektedir. BCT'nin merkeziyetsiz ve dağıtık bir yapı kullanması nedeniyle sistemdeki düğümlerin büyük oranda işlevsiz kalması durumunda tek bir tam düğümün

çalışması halinde sistem kendini koruyarak sürekliliğini sağlamaktadır. Düğüm/Node: bulundukları ağın bütünlüğünü sağlayan, işlemleri kontrol eden ve yeni bloklar hakkında bilgi güncellenmesini sağlayan ayrıca ağın tüm işlem geçmişinin bir kopyasını saklayan kullanıcılardır (Tunadergi, 2019).

- ❖ **Anonimlik:** Dijital kimliğe sağladığı imkân BCT'yi güven ekonomisinin anahtarı haline getirmiş, işletmeler tarafından da bu durum fırsata dönüştürülmüştür. Öyle ki önümüzdeki süreçte teknolojinin hayatımızda meydana getireceği büyük etki ve gerçek devrimi BCT'nin oluşturacağı öngörülmektedir (Kofali, 2021). BCT bireysel kullanıcılara dijital kimlik üzerinde bugüne kadar benzeri görülmemiş bir anonim kimlik ile kontrol imkânı sağlamıştır (Aktaş, 2017).
- ❖ **Şeffaflık:** Kayıtlar, ağı katılan tüm kullanıcılar tarafından saklama ve denetleme işlemlerini gerçekleştirebildikleri, merkeziyetsiz bir yapıda kaydedildiği için kesin bir şeffaflık sağlanabilmektedir (Kurtuluş, 2019).
- ❖ **Denetlenebilirlik:** BCT veri kayıtlarını şeffaf biçimde tutabilen, herkesin görebildiği; şirketler, düzenleyiciler veya müşteriler tarafından incelenebilen ve kullanılabilen denetlenebilir bir kayıt ekolojisine sahiptir. BCT'nin dağıtık defter teknolojisi kullanması merkezi yapı denetlemesine gerek kalmadan işlemlerin yapılmasını ve denetlenmesini sağlamaktadır (D. Tapscoot ve A. Tapscoot, 2018).
- ❖ **Halka açık:** Platformun ademi merkeziyetçi olması ve herkese açık olması, ihtiyaçlara göre güncellenerek gelişmesini mümkün kılmaktadır. Merkezi sistemlerdeki hiyerarşiye bağlı olarak yapılmakta olan yukarıdan aşağı denetleme mekanizması yerine Blockchain yapısında denetleme herkes tarafından aşağıdan yukarı yöne doğru yapılmaktadır (Kaşka, 2020).
- ❖ **Kötü amaçlı değiştirmeye karşı korumalı:** BCT'de tüm işlemlerin fikir birliği mutabakatı ile kaydedilmesi, verilerin birbirine bağlı bloklar içerisinde tutulması değiştirilemez ve güvenilir bir veri bütünlüğü sunmaktadır (Gupta, 2018). Geçmiş kayıtların herhangi birisinde yapılacak olan en küçük değişiklik, tüm zincirin yapısını bozacağından geçmiş kayıtların güvenliğini sağlamak konusunda Blockchain son derece yenilikçi bir çözüm sunmaktadır (Yılmaz, 2019).
- ❖ **Maliyet Açısından Verimli:** BCT'nin diğer bir tasarrufu da kamu kuruluşlarında kayıtların doğruluklarını denetlemek için yapılan harcamaların önüne geçerek etkin ve kolay denetleme imkânı sağlamasıdır (Gupta, 2018). Zhang'a göre (2018) BCT, üretim ve lojistik maliyetlerini büyük ölçüde azaltmaya, üretim süreçlerini ve karar

almayı hızlandırmaya, süreçteki araçları azaltmaya, evraklarda ve süreçlerde yaşanabilecek olası sahteciliği önleme gibi imkânlar sağlamaktadır.

- ❖ **Gerçeklik:** Bilgilerin bloklara kaydedilmesi aşamasında, önceki bloklardaki veriler kontrol edilerek kaydedilecek bilginin doğrulanması, henüz kayıt aşamasında doğru bilginin kaydedilmesi ile bloklar içerisindeki bilgilerin gerçekliğiyle ilgili şüpheleri kaldırmaktadır (Reyhan, 2019).
- ❖ **Güven:** BCT insanlık tarihinde ilk kez, dünyanın her yerindeki insanların birbirini tanımadan, güven duyabileceği ve karşılıklı işlem yapabileceği uygun bir ortam sağlamıştır. Buradaki güven kişiden kişiye üçüncü bir tarafa ihtiyaç duymaksızın iş birliği, şifreleme ve akıllı kodlama ile oluşturulan süreçtir (Özdemir vd., 2020).
- ❖ **Birlikte çalışabilir:** Blockchain, değer transferi kayıtlarını tutarken mükerrer harcamalar yapılmasını önleyecek şekilde tasarlanmıştır (Frankenfield, 2021). Bir harcama yapılmadan önce, harcama işleminin geçerliliği kontrol edilmektedir. Kontrol etme işlemi sistemdeki tüm kullanıcıların kayıtları dikkate alınarak yapıldığından birlikte çalışma olanağı sağlanmaktadır. Merkezi olmayan bir yapıda, herhangi bir otorite olmamasına rağmen birlikte çalışma sayesinde gerçek kayıtların oluşması sağlanmıştır (Güven ve Şahinöz, 2018).
- ❖ **Gerçek zamanlı ve Çevik:** Kayıtlar merkezi olmayan dağıtık bir yapıda tutulduğundan, geçmiş kayıtlara ulaşmak son derece yüksek hızda gerçekleşmektedir. Bu da ihtiyaç duyulduğunda denetleme ya da kontrol amacıyla geçmiş kayıtlara hızlıca ulaşılmasını mümkün kılmaktadır (Mattila, 2016).

Listelenen bu unsurlar BCT'nin genel avantajlarını temsil etmektedir. BCT uygulandığı alana göre farklı avantajlar da sağlayabilmektedir. Villalmanzo (2018) BCT'nin TZY'lere olan faydalarını izlenebilirlik, şeffaflık, karşı taraf riskini azaltma, ürün güvenliği, denetlenebilirlik, güvenlik ve dolandırıcılığı önleme olarak sıralamıştır. BCT yapısı gereği her blok kendinden önceki ve sonraki blokla kriptolama ile birbirlerine bağlı olması, tüm veri yapısının herkese açık ve herkes tarafından saklanması, sistemdeki kullanıcıların hem yönetici hem de muhasebeci durumunda olması, herhangi bir merkezinin olmaması, aracı ücretinin bulunmaması, kaydedilen verilerin sonsuza dek saklanması gibi özellikler BCT uygulamalarının önemini artırmıştır (Özdemir vd., 2020).

2.1.5. Blockchain Teknolojisinin Dezavantajları

BCT birçok alanda geleneksel kullanıma kıyasla ekonomik ve mevcut süreçleri hızlandırırsa da henüz deney ve gözlem aşamasında bulunması, bilinmeyen veya tahmin edilemeyen yönlerinin olması dünya genelinde kurumları endişelendirmektedir. “İnceleme ve uygulama”, “Başarı ve başarısızlık”, “Deneme ve gerçekleştirme” adımları ile Blockchain’in sınırlamaları ve dezavantajları tecrübe edilerek öğrenilmektedir (Rockybul, 2019). Bu endişeleri tetikleyen ve kuruluşların BCT’ye karşı mesafeli durmasına neden olan bazı dezavantajları mevcuttur.

BCT’nin dezavantajlarını üç kısma ayırarak “Tahmin edilemeyen ya da risk konusunda ucu açık olan yönleri”, “Geliştirilmesi gereken yönleri”, “Hem avantaj hem de dezavantaj olan yönleri” şeklinde incelemek, teknolojinin dezavantajlarının net bir biçimde anlaşılmasını sağlayacaktır. Kategorize edilen dezavantajları örnekleri ile birlikte (Ataşen, 2019; Doğantekin, 2016; Güven, 2020; Rockybul, 2019; Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018) aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır:

A- Tahmin edilemeyen ya da risk konusunda ucu açık olan yönleri;

- Yasal belirsizlikler ve düzenleme sorunları: Küresel alanda faaliyette olan para, proje, uygulama veya çeşitli hizmetler bu ürünleri çıkaran merkez bankaları, şirketler veya hükümetler gibi kuruluşlar tarafından güvence altına alınarak yönetmelikler ya da yasalarla bu güvence desteklenmiştir. BCT merkeziyetsizdir sahibi, sorumlusu, yasal bir dayanağı yoktur, teknoloji yaygın hale gelmeden önce düzenleyiciler Blockchain’i tam manasıyla anlayarak düzenleme yapmalıdırlar (Girasa, 2018).
- Hatalı uygulama sorunu: BCT çok fazla alan için yıkıcı, yenilikçi, devrimsel özellikler taşısa da her operasyon için uygun değildir ayrıca bilgi kirliliği yanlış tercihlere sebep olabilmektedir (Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018). Ar vd., (2020) “Blockchain’in fizibilitesini değerlendirmek stratejik bir karardır ve karar sürecini doğrudan etkileyen hem nicel hem de nitel faktörleri içerir” şeklinde iletmışlerdir. Basit bir ifade ile BCT’nin uygulanabilirliği mutlaka kontrol edilmelidir.
- Verimsiz teknolojik tasarımlar sorunu: Singapur Ulusal Üniversitesi’nde yapılan bir araştırmada Ethereum Blockchain’i üzerinde çalışan 19.366 akıllı sözleşmeden 8.833 tanesinde kodlama kaynaklı zayıflıklar bulunduğu tespit edilmiştir (Doğantekin, 2016). Bu durum sözleşmelerin manipüle edilerek kazanç elde edilebilir olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca Bitcoin Blockchain’inde gerekli veya gereksiz bütün işlem verilerinin kayıt altında tutulması ağır ağır ve yavaş çalışmasına sebep olmaktadır (Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018).

- Dijital ve Donanım sorunu: BCT yetişmiş uzman kadro, dijital altyapı, yazılım bilgisi gibi gereksinimlere ihtiyaç duymaktadır. Bu etmenlere sahip olamayan kuruluşlar BCT'yi kendi operasyonlarına dahil edemeyerek, orantısız bir rekabet içine düşeceklerdir. TÜİK'in (2019) Türkiye'de yapmış olduğu "Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanımı Araştırması" çalışmasında, bilişim uzmanı istihdam eden Türkiye'deki işletmelerin oranının %5 olduğu ve bu işletmelerin istihdam sürecinde aday sayılarının az, eğitimlerinin yetersiz, iş tecrübelerinin eksik olduğu tespit edilmiştir. PwC'nin (2019) yaptığı bir çalışma da Türkiye'de 2020 de işlemlerin %14'ünün, 2030 da ise %33'ünün dijital otomasyon riski altında olduğu belirtilmiştir. Dijital ve donanım sorunu Türkiye açısından acil eylem planları yapılarak aşılması gereken bir sorundur.

B- Blockchain Teknolojisinin Geliştirilmesi Gereken Yönleri;

- Enerji tüketimi sorunu: BCT uygulamalarının büyük bir kısmı iş mutabakatı (PoW) algoritması kullanmakta ve yüksek hesaplamalar nedeniyle yüksek enerji tüketimi gerçekleşmektedir (Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018). Bu enerji İrlanda, Nijerya gibi ülkelerin tüketiminden fazladır (Doğantekin, 2016).
- Güvenlik sorunu: BCT tabanlı yapılarda siber saldırılar sonucu yüksek tutarlı maddi kayıplara neden olabilecek bazı güvenlik açıkları mevcuttur. BCT ağında bulunan düğümlerin %51'inin ele geçirilmesi ile büyük maddi kayıplar yaşanabilir. Fakat %51 saldırısı ciddi büyüklükte kaynak, insan, donanım ve senkronizasyon gerektirmekte ve teoride mümkün gözüktüğü de pratikte istatistiksel açıdan imkânsız sayılmaktadır (Baliga, 2017). BCT'lere gerçekleşmesi olası siber saldırılardan bazıları "Çift harcama, Finney saldırısı, Yarış saldırısı, Vector76 saldırısı ve Sybil saldırısı" olarak sıralanabilir (Karaarslan ve Akbaş, 2017).
- Aktarım ve ağ hızı sorunu: BCT tabanlı sistemlerde saniyede gerçekleşen işlem sayısının yetersiz olması çok büyük dezavantaj olarak görülmektedir. BCT'nin saniyede gerçekleştirdiği işlem sayısı MasterCard ve VISA'ya kıyasla henüz çok yetersizdir. New South Wales Üniversitesinde Vincent GRIMALDI tarafından yapılan bir araştırmada 100 laptop ile BCT'nin saniyedeki işlem sayısı 4000'e çıkarılarak bu sorunun çözümlenebileceği izlenmiştir (Koç, 2018).
- Esneklik sorunu: BCT tabanlı akıllı sözleşmelerin değiştirilemez özelliği nedeniyle; geliştiriciler sözleşmeyi aktif hale getirerek kullanıma sunmadan önce sorun teşkil edebilecek olası tüm durumları önceden belirleyerek sözleşmelerin tamamına eklemek zorundadırlar; aksi durumda akıllı sözleşmeler çalıştıktan sonra revize

edilemezler. 2016'da Ethereum BCT'si üzerinde geliştirilen DAO'ya (Merkezi Olmayan Organizasyon) yapılan siber saldırı fonların üçte birinin kaybedilmesine neden olmuştur (Ulukut, 2018). Ethereum geliştiricileri bu durumun tekrarlanmaması için DAO uygulamalarının öncelikle test platformlarında kontrol edilmesini ardından kullanılmasını zorunlu tutmuşlardır (Ethereum, 2016).

C- Hem avantaj hem de dezavantaj olan yönleri;

- Merkeziyetsizlik sorunu: BCT ağında merkezi bir yönetim bulunmaması, sistemdeki firmalar problem yaşadığında danışma sağlayacak veya işlemleri geri alacak yetkili merciinin olmaması, operasyonel risklerin yaşanması, hatalı işlemlerin geri alınamaması gibi endişeler oluşturmaktadır (Mattila, 2016). Bu alandaki başka bir sorun ise kullanıcıların kendi hesaplarına erişim sağladıkları özel anahtarını kaybetmeleri durumunda o anahtarın bağlı olduğu cüzdanda bulunan varlıklarını da kaybetmeleridir (Kofali, 2021). Bu kaybın önlenmesi için alternatif yöntem ya da başvurulacak bir merkez yoktur (Binance, 2020).
- Gizlilik ve güvenlik sorunları: İzin gerektirmeyen Blockchain ağlarında işlem verilerinin internet bağlantısı olan herkes tarafından görülebilmesi şeffaflık açısından iyi bir durum olsa da hasta kayıtları, özlük bilgileri vb. durumlar için mahremiyet sorunudur (Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018).
- Maliyet sorunu: BCT'nin en temel faydalarından birisi maliyet tasarrufu olsa da yeni bir teknoloji olması nedeni ile eski sistemlere entegre edilmesi, bu alanda bilgili ve yetkin kadro yetiştirme maliyeti, yeni sistemlerin finanse edilmesi gibi maliyet sorunlarının yaşanması olasıdır (Girasa, 2018). Diğer bir maliyet sorunu ise yüksek hesaplama gerektiren mutabakat protokollerinin tükettikleri enerji nedeni ile yüksek maliyetlerin ortaya çıkmasıdır (Doğantekin, 2016).
- Ölçeklenebilirlik sorunu: BCT ağında katılımcıların sayısının artması sistemi daha güvenilir ve korunaklı hale getirir de taleplerin artmasıyla, işlem hızlarının yavaşlaması ve ölçeklenebilirlik sorununun oluşmasına neden olmaktadır. Henüz olgunlaşmayan BCT'lerde ileride adaptasyon ve verimlilik sorunları çıkmadan çözümler üretilmelidir. Bitcoin Lightning Network (Burchert vd., 2018) ya da Zilliqa (Tasatanattakool ve Techapanupreeda, 2018) gibi projelerin amaçları BCT'nin ölçeklenebilirlik sorununa çözümler sunmaktır.
- Dağıtık defter teknolojisi sorunu: BCT tüm işlevlerini ya da güvenlik özelliklerini etkin ve güçlü bir şekilde kullanabilmesi için ağda bulunan kullanıcı sayısının yeteri

kadar fazla olması gerekmektedir (Burchert vd., 2018). Aksi durumda tüm ağ kötü niyetli saldırılara karşı korumasız durumdadır.

- Entegrasyon sorunu: Gelişim ile birlikte operasyon gereği farklı kuruluşlar arasında iş birliği gerektiğinde entegrasyon sorunu çıkmaktadır (Caron, 2017). Küresel ya da yerel endüstrilerde BCT kullanılması, mevcut operasyonlarda köklü değişiklikler meydana gelmesine ve dönüşümün sağlanabilmesi için mutlaka dönüşüm stratejisi belirlenmesini gerektirmektedir (Teknochain, 2017).
- Değiştirilemezlik sorunu: Sistemin şeffaflığı, geriye dönük silme ve düzeltme yapılamaması, kaydedilen verilerin değiştirilemez olması yüksek güvenlik özelliği olarak değerlendirilmektedir (Kırbaş, 2017). BCT ağında verilerin sonsuza kadar saklanması “Kişinin unutulma ve Mahremiyet hakkı” açısından; Demetoğlu (2019) “Blok zincir teknolojisi ... niteliği itibarıyla ‘bloklarda yer alan silinemez veriler’ ile veri koruma hukukunun veri sahiplerine bahsettiği ‘Unutulma Hakkı’nın kullanımını engellemektedir” olarak belirtmiştir.
- Anonimlik sorunu: Blockchain ağlarında kişinin özlük bilgileri yoktur, bunlar yerine açık ve özel anahtarlar mevcuttur. Bu durum kullanıcılar için çok büyük anonimlik sağlasa da siber suçu teşvik ettiği ve yasa dışı işlemlerde kullanılmasını cazip duruma getirdiği belirtilmektedir (Tanrıverdi vd., 2019).
- Denetleme ve Kontrol sorunu: BCT’nin avantajları arasında yer alan dağıtık yapısı ve merkeziyetsiz olması genel açıdan avantaj olsa da dolandırıcılık durumlarında sisteme müdahale edilememesi, ağda gerçekleşen hiçbir işlemin denetlememesi sorunlarını oluşturmaktadır.

Bazı ciddi dezavantajları bulunsa da BCT’nin spesifik çok fazla sayıda avantajının olması, bu teknolojiyi günümüzde yaygın olmasa da muhtemelen önümüzdeki yıllar içerisinde şirketler ve devletler tarafından yaygın kullanılmasını sağlayacaktır. (Kofali, 2021). Diğer bir ifade ile BCT küresel açıdan sosyal, ekonomik ve çevresel yapıların büyük bir kısmını güncelleme, büyük bir bölümünü de âtıl veya gereksiz duruma getirme potansiyeline sahiptir (Özdemir vd., 2020).

2.1.6. Blockchain Temelleri

BCT, gelişen dijital dünya için Nesnelerin interneti (IoT), akıllı sözleşmeler, yapay zekâ, sensörler, kendi kendine çalışabilen kendini onarabilen programlar ya da uygulamalar geliştirilmesine aynı zamanda bir arada ve uyumlu çalışabilmelerine olanak

sağlamıştır. Blockchain küresel çapta finansal ve ekonomik değişimleri sağlayacak, çeşitli alanlarda yeni uygulamaların hızlı ve güvenli bir şekilde etkinleşmesini sağlayacak bir teknoloji olduğunu her geçen gün yeni bir uygulama ile ispatlamaktadır. BCT'nin öneminin bu denli artış göstermesinin ve her çevreden talep görmesinin nedeni temellerindeki bileşenlerdir (Icrypex, 2020). Bu bileşenler aşağıda sunulmuştur:

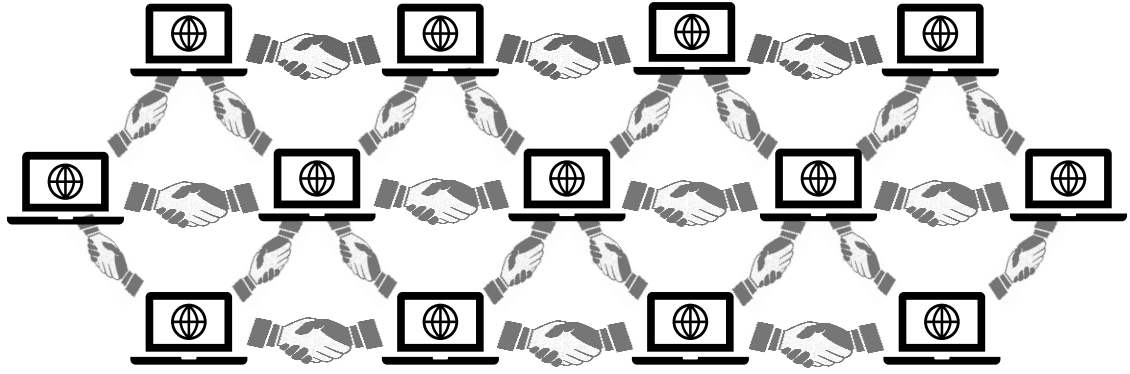
Merkeziyetsizlik, gücün merkezi otoriteden alınarak paydaşlar arasında dağıtma işlemidir. BCT, merkezi olmayan para uygulamalarını internet üzerinden kontrol edilebilen akıllı varlıkların yönetilmesini ve kendi kendini yürüten dijital sözleşmelerin gerçekleşmesini sağlayan, bilgisayar ağı ve protokoller üzerinden çalışabilen temeller üzerine kurulmuş merkeziyetsiz bir yapıya sahiptir (Wright ve Filippi, 2015).

Değişmezlik, BCT'de her blok kendinden önceki bloğun Hash değerini kendi Hash özetinde bulundurmaktadır (Tunadergi, 2019). Hash ve Özet değerleri: verilerdeki en küçük değişiklikte bile sonucu tamamen değişen uzunlukları fark etmeksizin girdi verilerinin hassas matematiksel algoritmalarla, sabit ve özgün çıktı oluşturan, özet dizinleridir (Karaarslan ve Akbaş, 2017). BCT'de her kullanıcı veri datasının bir kopyasını saklaması nedeniyle çok sayıda katılımcısı olan Blockchain uygulamalarının neredeyse değiştirilemez olduğu kabul edilmiştir (Maurya, 2019).

Gizlilik ve Anonimlik BCT uygulamalarında verilerinin şifrlenmesi, bloklardaki işlemlerin erişime açık tutulması, kişisel bilgilerin yerine dizinlerin kullanması mutlak bir gizlilik ve anonimlik yapısını sağlamıştır (Aktaş, 2017).

Veri Bütünlüğü Blockchain yapısı gereği bütün işlemler fikir birliği mutabakatı ile değiştirilemez olması güven sağlayan bir veri bütünlüğü sunarak dolandırıcılığı önleyen uyumlu bir sistem oluşturmuştur (Kırbaç, 2020).

Dağıtık Güven Mekanizması, dağıtık veri tabanı ile her katılımcının doğrulama yapabildiği, doğru bilginin kaydedildiğini kanıtlayabildiği, kayıtların bir kopyasını saklayabildiği ve güven mekanizmasının bir yapı taşı haline geldiği özünde güvene ihtiyaç duymayan sistemdir (BİLGEM, 2018). Blockchain için güvenlik kavramı içerdiği bilgilerin herkesten saklanması kastedilmemekte bunun yerine kaydedilen bilgilerin fark edilmeden değiştirilememesini sağlamaktır. Şekil 2'de Dağıtık güven anlayışının görselleştirilmesi sunulmuştur:



Şekil 2. Dağıtık güven mekanizması (BİLGEM, 2018).

2.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (STZY)

Çalışmanın bu kısmında STZY'nin en önemli temeli olan Sürdürülebilirlik kavramı ayrıntılı olarak tanımlanarak; TZ'ler üzerinden çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyetleri ve gelişimi veriler yardımı ile açıklanmıştır. Ayrıca çalışmanın odak noktası olan STZY'nin önündeki engeller kapsamlı bir şekilde sunulmaya çalışılmıştır. Ardından Birleşmiş Milletler (BM) 2030'yılı 17 Sürdürülebilir kalkınma hedefi (SKH) incelenerek, SKH açısından Türkiye'nin durumu ele alınmaya çalışılmıştır.

2.2.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kelimesi ilk olarak 1987 yılında BM bünyesinde çalışan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun yayınladığı "Ortak Geleceğimiz" isimli raporda adını duyurmuştur (Aksu, 2011). Raporun konusu hızlı nüfus çoğalması ve sanayileşme nedeniyle oluşan sorunlara çözüm arayışıdır. 1984 yılında ilk kez tespit edilen Antarktika üzerindeki insan etkinliği kaynaklı ozon deliği, sürdürülebilirliğin benimsenmesinde ve hayata geçmesindeki en büyük etken olmuştur (Budds, 2019).

Sürdürülebilirlik anlam bakımından, üretmek ve türün devamlılığı sağlanırken aynı anda gelecekteki insan yaşamının da sürekli olabilmesidir. Zailani vd., (2012) sürdürülebilirliği "ekonomik kalkınma, çevreye önem verme ve sosyal eşitlik" arasındaki istikrar olarak belirtmişlerdir. Başka bir tanımda Öymen ve Ömeroğlu (2019) sürdürülebilirliğin yalnızca doğanın verdiği kaynakların kendi kendine yenilenebilmesine olanak sağlayacak hızda kullanımı ile mümkün olacağını belirtmişlerdir. Daha basit bir ifadeyle sürdürülebilirlik, gereksinimlerimizin gelecek kuşakların gereksinimlerinden ödün vermeden sağlanmasıdır (Karalar ve Kiracı, 2011).

Sürdürülebilirliğin son yarım yüzyılda önem kazanmasının temel nedeni sanayi devrimi sonrasında çevresel kirliliğin hızla artmasıdır. Sanayi devrimi ile açığa çıkan

büyük miktardaki enerji gereksinimlerinin, kömür ve petrol gibi yenilenemeyen doğal kaynaklarla bilinçsiz ve çevreyi kirleterek karşılanmasına sebep olmuştur (Yelmen, 2018). Hızlı sanayileşme neticesinde modern şehirleşme ve hızlı nüfus çoğalması gibi unsurlar; toprak, su ve hava kirliliğine akabinde de biyoçeşitlilikte azalmaya sebep olmuştur (Aroh, 2018). Başka bir ifade ile Weldeslassie vd., (2018) bilinçsiz tarıma dayalı ekonomilerin yapmış olduğu çevresel bozulmalara, sanayi devrimi olumsuzluklarının da eklenmesi ile daha büyük çapta çevresel bozulmalar gerçekleştiğini belirtmişler.

Sürdürülebilirliğin çok önemli olmasının temel nedeni yaşam ekosisteminde tüm canlı ve cansız varlıkların birbirleri ile etkileşim halinde olmalarıdır. Dünya ekosisteminde bulunan tüm unsurlar karmaşık bir biçimde birbirine bağlı bulunmaktadır, bir unsurun yok olması veya zarar görmesi diğer unsurlarında doğrudan ya da dolaylı olarak aynı oranda zarar görmesi anlamına gelmektedir (Yeni, 2014).

2.2.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

STZY, ürün veya hizmetin ilk çıkış noktasından son tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen TZ sürecinde bulunan her paydaş ve etmenin sürdürülebilirlik amacına uygun, koordineli ve bütün olarak yönetilmesidir. STZY sosyal, çevresel ve ekonomik açılardan TZ boyunca koordinasyon, iş birliği ve iş birliğinin önemi üzerinden farklı tanımlar yapılmıştır, bu tanımlardan bazıları aşağıda aktarılmıştır:

STZY, çevresel ekosistemlere zarar vermeden, ekonomik istikrarı ve sosyal refahı sağlamak için minimum kaynak kullanımı ile TZ'lerin organizasyonu ve koordinasyonunun planlanmasıdır (Pagell ve Shevchenko, 2013).

Kim vd., (2014) STZ'yi "kar eden ... ve aynı zamanda yenilikçi stratejik, taktik ve yönetim teknolojileriyle tüketicilerine, tedarikçilerine, toplumlarına ve çevrelerine karşı sorumlu olan tedarik zinciri" olarak tanımlamışlar.

Diğer bir tanımda firma faaliyetlerini minimuma indirirken kârı yükselterek ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak, toplumun beklentilerini karşılayan ürün veya hizmetler üretilerek sosyal sürdürülebilirliği sağlamak (Weldeslassie vd., 2018), bu işlemleri yaparken kaynakların minimum kullanımı ve sifıra yakın atık üretimi ile çevresel sürdürülebilirliği sağlamak süreçlerinin bütünü STZY olarak tanımlanabilir (Zhou vd., 2000).

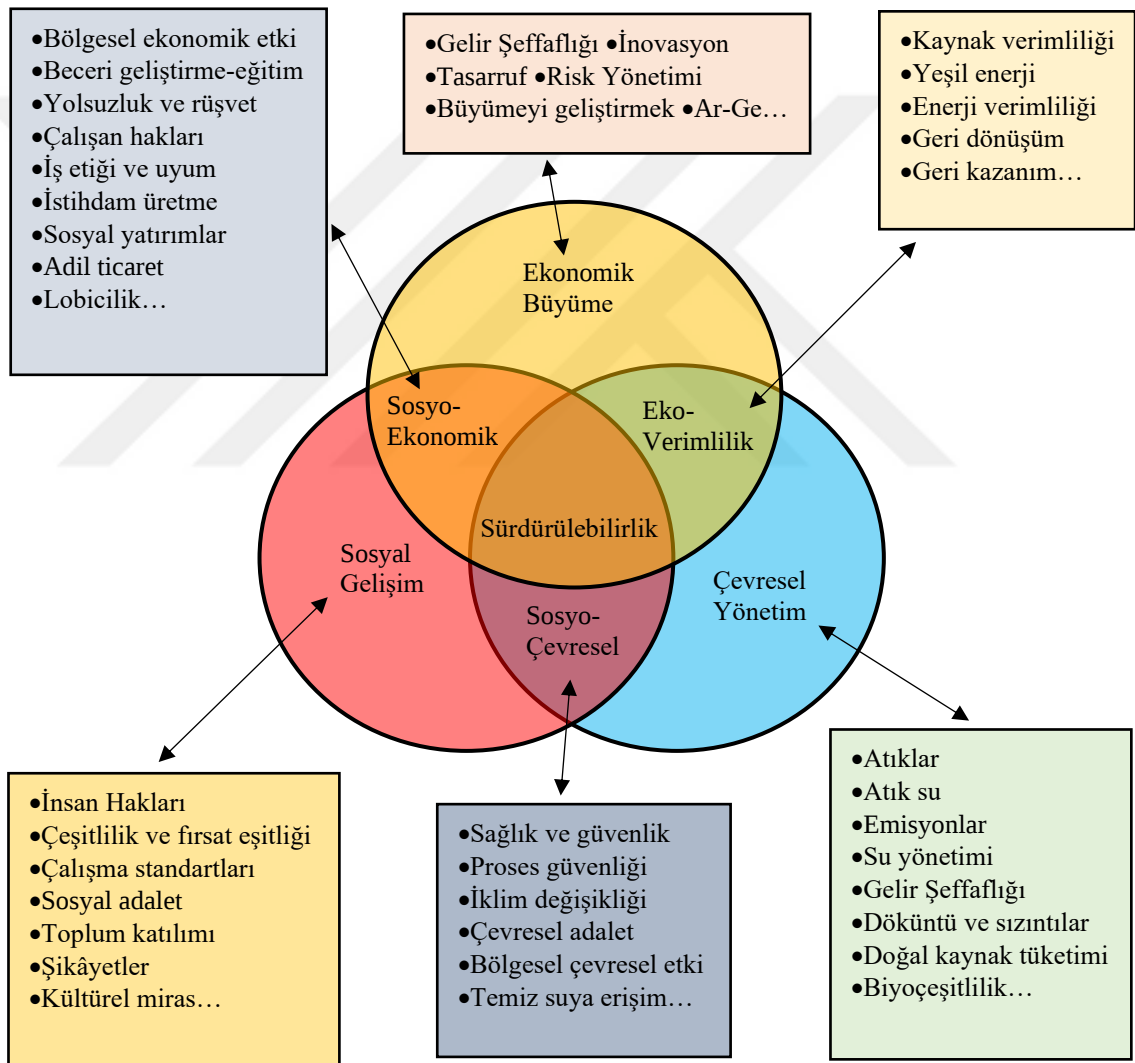
STZY'nin farklı tanımlamaları bulunsa da temelde hepsinin "ekonomik büyüme, sosyal gelişim ve çevresel yönetim" üzerinde şekillendiği görülmektedir. STZY hangi

alandanda veya sektörde olursa olsun gelişen toplum, büyüyen istikrarlı ekonomi ve çevreyi tüketmeyen etmenlerin bir senkronizasyonu olarak özetlenebilir.

2.2.3. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Bileşenleri

Bir önceki bölümde yapılan tanımlamalar ışığında STZY'nin temel bileşenlerinin sosyal gelişim, ekonomik büyüme ve çevresel yönetim ana başlıklarında kategorize edildiği görülmektedir. John ELKINGTON 1998'de ekonomi, çevre ve insan üçlemesini birleştiren *Üçlü Bilanço Sistemi'ni (TBL)* ortaya koymuştur (Dhahri ve Omri, 2018).

STZY'nin temel ve alt bileşenlerinin özeti Şekil 3'te sunulmuştur:



Şekil 3. STZY'nin temel ve alt bileşenleri (Ekolojist, 2019).

Elkington TBL'yi gezegendeki tüm ekolojik hayatı, dünya üzerinde yaşamakta olan tüm insan hayatını ve dünya üzerinde faaliyet gösteren tüm ekonomilerin kârlılığını birleştiren hesaplama yöntemi ve stratejisi olarak geliştirmiştir (Slaper ve Hall, 2011).

Sürdürülebilirliğin temel bileşeni olan **Çevresel Koruma** ekolojik yaşamda yer alan tükenebilir kaynakları akıllı tüketmeye çalışmak ve ekosistemlerin bütünlüğünü korumaktır (Rohwer ve Marris, 2021). Sürdürülebilirliğin ikinci bileşeni olan **Ekonomik Büyüme** insan refahına ve ekolojik çevreye zarar vermeden gelişmeye odaklanmaktadır (Karalar ve Kiracı, 2011). Sürdürülebilirliğin son bileşeni olan **Sosyal gelişim** dünya üzerindeki tüm toplumların sağlık ve hayat gereksinimlerinin karşılanmasıdır (Ekolojist, 2019). Tüm bileşenler birleşerek uyum içinde çalışan bir sistem oluşturduğunda, insan gereksinim ve ihtiyaçlarının şimdi ve gelecekte karşılanabilme güvencesi artmakta, bununla birlikte sürdürülebilir kalkınma da sağlanmış olmaktadır.

2.2.4. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Önündeki Engeller

Çevresel ve sosyal konularda bilinçli tüketicilerin çoğalmalarıyla STZY işletmeler tarafından benimsenmeye başlansa da bu durum ekolojik çevre kirliliğini engellemeye yetmemiştir (Li vd., 2017).

Üst düzey yöneticilerin çevresel ve sosyal faaliyetleri bir zorunluluk olarak görmemeleri STZY engellerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir uygulamaların yetersizliği nedeniyle tehlikeli katı atık bertarafı veya sıfır atık, enerji tasarrufu, geri dönüşüm ve yeniden kullanıma gibi operasyonel engeller oluşmaktadır (Kiriş ve Börekçi, 2018).

STZY önündeki engelleri “iç ve dış engeller”, “Yönetimsel engeller”, “Ekonomik istikrar engelleri” veya “Finansal engeller” gibi pek çok farklı kategoriye ayırarak inceleyen çalışmalar mevcuttur. Fakat “Sürdürülebilirlik” üretim, dağıtım, tüketim veya geri dönüşüm gibi her alanda ve her konuda önem arz etmektedir (Kiriş ve Börekçi, 2018; Li vd., 2017; Tay vd., 2015).

Deterministik yaklaşım ile yapılan derinlemesine literatür araştırması sonucunda belirlenen STZY önündeki engellere ait 6 ana faktör ve 50 alt kriter ve bu kriterlerin elde edildiği kaynaklar Tablo 1’de sunulmuştur:

Tablo 1. STZY önündeki engellerin ana faktörleri, alt kriterleri ve edinilen kaynaklar

Ana Faktör	Kod	Alt Kriterler	Kaynaklar
Bireysel ve Sosyo Kültürel Açdan İnsan Faktörü / F ₁	Z ₁	Toplumda sürdürülebilir ürün ya da süreçlere karşı bilinç ve inanç eksikliği	Dahooie vd., 2021; Koska vd., 2016
	Z ₂	STZ niteliklerini kazandıracak eğitimlerin bulunmaması ya da kalitesiz olması, çalışanların katılmaması ve STZ operasyonlarında çalışan bağlılığının olmaması	Eren vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018; Panigrahi ve Rao, 2018; Zaabi vd., 2013
	Z ₃	Müşterilerin hızlı talep değişikliği ve memnuniyet eksikliği	Bahinipati vd., 2018; Koska vd., 2016
	Z ₄	STZ'ler konusunda uzman ve insan kaynağı eksikliği ve insan kaynaklı hataların fazla olması	Dahooie vd., 2021; Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016; Panigrahi ve Rao, 2018
	Z ₅	Sürdürülebilirlik alanında nitelikli toplumsal değerlerin olmaması	Kiriş ve Börekçi, 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₆	İstihdam istikrarı ve toplumsal ekonomik refahının eksikliği	Dahooie vd., 2021; Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₇	Sürdürülebilirlik açısından vizyoner ve destekleyici lider eksikliği	Dahooie vd., 2021; Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₈	STZY'lerin zorluklarının çalışanlar arasında net olarak anlaşılamaması	Patel ve Desai, 2019; Walker ve Jones, 2012
	Z ₉	Dil engelleri, kültürel farklılıklar ve kültür değişimine karşı direnç	Dahooie vd., 2021; Patel ve Desai, 2019
İşletme Faktörü / F ₂	Z ₁₀	Sürdürülebilir tedarikin planlanması ve kontrol altına alınması için üst yönetimin destek ve taahhüdünün olmaması ya da kötü planlama yapılması	Baig vd., 2020; Patel ve Desai, 2019; Zaabi vd., 2013
	Z ₁₁	Yeşil uygulamaların ve yeşil satın almanın benimsenmemesi	Kiriş ve Börekçi, 2018; Panigrahi ve Rao, 2018
	Z ₁₂	Yüksek kimyasalların ve geri dönüştürülemez malzemelerin kullanımı	Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₁₃	Sürdürülebilir uygulamalara olan taleplerinin yetersizliği	Eren vd., 2020; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₁₄	Kısıtlayıcı şirket politikaları, alt yapı eksikliği, yetersiz organizasyon yapısı ve iletişim eksikliği	Bahinipati vd., 2018; Baig vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016
	Z ₁₅	Sürekli entegrasyon (CI) projeleri ile kuruluşun stratejik hedefleri arasındaki bağlantı eksikliği ve istatistiksel teorilerin uygulanmaması	Bahinipati vd., 2018; Patel ve Desai, 2019; Walker ve Jones, 2012
	Z ₁₆	STZY'de ürün tasarımı, yeniden kullanımı, geri dönüşümü gibi faaliyetlerin karmaşık, zaman alıcı ve ekstra iş yükü gerektiren bir süreç olması	Baig vd., 2020; Koska vd., 2016; Patel ve Desai, 2019; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₁₇	Göstermelik ve etkisiz sürdürülebilir proje yönetimi ile sürdürülebilirmiş gibi davranma (greenwash) sorunu	Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016; Patel ve Desai, 2019; Zaabi vd., 2013

Tablo 1. (Devamı)

Ana Faktör	Kod	Alt Kriterler	Kaynaklar
İşletme Faktörü / F ₂	Z ₁₈	Sağlık ve güvenlik önlemlerinin eksikliği	Bahinipati vd., 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₁₉	Geleneksel üretim süreçlerinde ya da yöntemlerinde sürdürülebilirliğe ve yeniliğe elverişli örgüt kültürü ve koordinasyonun olmaması	Dahooie vd., 2021; Kiriş ve Börekçi, 2018; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₂₀	Proje amacı, şirketin ana hedefleri ve müşteri talebi gibi hedeflerin yanlış sıralanması	Bahinipati vd., 2018; Kiriş ve Börekçi, 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₂₁	İşletmelerin karar alma süreçlerinin yavaşlığı	Dahooie vd., 2021; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₂₂	Sorumluluk dışı bölge algısı	Kiriş ve Börekçi, 2018; Patel ve Desai, 2019
Teknoloji Faktörü / F ₃	Z ₂₃	Yeni teknolojiye direnç gösterme ve mevcut teknolojiye bağlılık	Kiriş ve Börekçi, 2018; Panigrahi ve Rao, 2018
	Z ₂₄	Teknolojik donanım, yazılım ve nitelikli personel eksikliği	Panigrahi ve Rao, 2018
	Z ₂₅	Sürdürülebilir yapılar oluşturmak için etik ve güvenli teknoloji eksikliği	Eren vd., 2020
	Z ₂₆	Teknoloji paylaşımı ve kullanımı eksikliği	Baig vd., 2020
Finans Faktörü / F ₄	Z ₂₇	Sürdürülebilir ürünlerin ve tedarikinin maliyetlerinin yüksek olması	Rane ve Thakker, 2020
	Z ₂₈	Ekonomik belirsizlik ve tutarsız ekonomik öncelikler	Eren vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₂₉	STZY oluşturmak için finansal kaynak veya bütçe eksikliği ile teşvik ve ödül sisteminin olmaması	Eren vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₃₀	Tehlikeli atıkların bertarafının yüksek maliyetli olması ve yapılmaması	Kiriş ve Börekçi, 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₃₁	Çevre dostu ambalaj maliyetlerinin yüksek olması	Eren vd., 2020; Panigrahi ve Rao, 2018
	Z ₃₂	Başarısızlık ve parasal kayıp korkusu	Dahooie vd., 2021
	Z ₃₃	Nitelikli işgücü istihdamı için finansal yetersizlik	Koska vd., 2016; Patel ve Desai, 2019
	Z ₃₄	Dijital yatırımın geri dönüşünün finansal açıdan ölçülememesi ve yüksek maliyet gerektirmesi	Eren vd., 2020; Koska vd., 2016; Panigrahi ve Rao, 2018; Zaabi vd., 2013
	Z ₃₅	Geleneksel muhasebe yöntemlerinin yeşil raporlamayı kısıtlaması	Baig vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018

Tablo 1. (Devamı)

Ana Faktör	Kod	Alt Kriterler	Kaynaklar
Tedarik Zinciri Paydaşları ve Piyasa Faktörü / F ₅	Z ₃₆	Her alanda endüstrilere özgü STZY'lerine rehberlik edecek etkili bir model, yol haritası veya danışmanlık kurumunun olamaması	Dahooie vd., 2021; Koska vd., 2016; Panigrahi ve Rao, 2018; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₃₇	Yeşil veya çevreci etiketli ürünlerin yetersizliği	Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016
	Z ₃₈	STZY operasyonel performans değerlendirme, ölçme ve izleme sistemlerinin eksikliği	Kiriş ve Börekçi, 2018; Rane ve Thakker, 2020; Zaabi vd., 2013
	Z ₃₉	Rekabet ve düşük fiyat baskısı	Baig vd., 2020; Dahooie vd., 2021
	Z ₄₀	Tedarikçiler ve paydaşlarda Çevre ve STZY bilinci eksikliği	Eren vd., 2020
	Z ₄₁	Tedarikçiler ile paydaşlar arasında güvensizlik, entegrasyon ve veri paylaşımı eksikliği ya da isteksizliği	Eren vd., 2020
	Z ₄₂	Kuruluşlar ve üretim şirketlerinin kendi içinde sürdürülebilir politika ve yönergelerin bulunmaması ile motivasyon programlarının eksikliği	Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₄₃	Ters lojistik avantajları konusunda bilinç ve farkındalık eksikliği	Eren vd., 2020; Kiriş ve Börekçi, 2018
	Z ₄₄	Uygun olmayan taşıma ve muhafaza koşulları	Dahooie vd., 2021; Patel ve Desai, 2019
	Z ₄₅	TZ ağ tasarımlarında ya da koordinasyonunda yenilik ve esnekliğin olmaması	Bahinipati vd., 2018; Kiriş ve Börekçi, 2018
Hükümet ve Yasa Faktörü / F ₆	Z ₄₆	Kurumsal sosyal sorumluluk bilincinin eksikliği	Baig vd., 2020; Rane ve Thakker, 2020
	Z ₄₇	Atık yönetimde denetim ve yaptırım yetersizliği	Baig vd., 2020; Koska vd., 2016
	Z ₄₈	Üretici ve tedarikçilerin sürdürülebilirlik sorumluluğunun olmaması, bu konuda yasal yaptırımların ve devlet yatırım desteği ile teşviklerinin eksikliği	Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016; Panigrahi ve Rao, 2018; Patel ve Desai, 2019
	Z ₄₉	Ekosistemi korumak için İnsan ve çevre dostu Hükümet politikalarının, yönetmeliklerin ve yönergelerin eksikliği	Dahooie vd., 2021; Kiriş ve Börekçi, 2018; Koska vd., 2016; Walker ve Jones, 2012
	Z ₅₀	Sürdürülebilir denetim standartlarının eski olması ve uygun sertifika düzenlemelerin eksikliği	Panigrahi ve Rao, 2018; Rane ve Thakker, 2020; Walker ve Jones, 2012

STZY faaliyetlerinin sağlanmasında hükûmet düzenlemeleri ya da politikaları etken rol oynayarak önemli bir belirleyici olmaktadır. Devlet desteğini alamayan sürdürülebilir bir uygulamanın yaşam süresi oldukça azalmaktadır. Global dünyada ve özellikle küresel TZ’lerde ikili gruplar halinde bilgi paylaşımı gerçekleşmektedir. Bu yapılardaki TZ paydaşları yalnızca ürün aldıkları ve sattıkları paydaşlarca bilgi paylaşımı yapmaktadırlar. Bu çapraz bilgi eksikliği özellikle sağlık açısından risk taşıyan gıda ürünlerinde sürdürülebilirlik açısından büyük sorun teşkil etmektedir. Küresel rekabet gücünün pazar rekabetine eklenmesi ve piyasadaki belirsizlikler sürdürülebilir uygulamalar önündeki bir diğer engeldir. Sürdürülebilir ürünler diğer ürünlerden daha maliyetli olduklarında daha fazla ücrete satılmakta, bu durum da müşteri taleplerinde yetersizlik sorunu oluşturmaktadır.

STZY engellerinin ana belirleyici etmenlerinden olan çevresel ve sosyal faaliyetlerin tamamı için kaynak eksikliği büyük bir engeldir (Kiriş ve Börekçi, 2018). Sürdürülebilir üretimin yapabildiği için uygun olmayan operasyonların yeniden dizayn edilerek yeni sistemlerle (Kuşat, 2012), tesisler kurulması, faaliyetler için yeni kaynaklar, yeni yatırımlar ile engellerin aşılması gerekmektedir.

Dünyanın çeşitli yerlerinde, farklı etnik kökenlerde ve koşullarda küresel STZ inşa etmek her bölge için kendine özgü engelleri de beraberinde getirmektedir (Dhull ve Narwal, 2016). Ayrıca sürdürülebilir ürünlerin yatırım getirilerinin uzun vadeli olması, en kısa vadede en çok yatırım getirisi sağlayan ürünleri tercih eden işletme politikaları ile ters düşmektedir (Tay vd., 2015).

Özetlemek gerekirse STZY önündeki engellerin neredeyse hepsinin temelinde yatan sorun “Bilgi kirliliği” dir. TZY boyunca faaliyet gösteren tüm paydaşlar ve müşteriler arasında çözümlenemeyen bir bilgi sorunu mevcuttur. STZY’nin hayati derecede ihtiyaç duyduğu unsur TZY boyunca doğru ve şeffaf bilgidir.

2.2.5. BM’nin 2030 Yılı 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi

SKH BM üyesi 193 ülke tarafından 2030 yılı sonuna kadar erişilmesi hedeflenen yoksulluğu kaldırmak, gezegenimizi korumak, tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak için evrensel eylem planıdır. Sürdürülebilir bir dünya oluşturmak, gelecek nesillere temiz bir hayat bırakmak, açlığı ve yoksulluğu ortadan kaldırmak için kültürel, sosyal ve ekolojik çözümlere odaklanmış Ocak 2016’da yürürlüğe giren hedeflerdir (Peşkircioğlu, 2016).

SKH temellerini oluşturan Milenyum Kalkınma Hedefleri (MKH) BM'nin 2000 yılında ilan ettiği, süresi 2015 yılı itibarıyla tamamlanan 193 Devlet ve 23 uluslararası firma tarafından desteklenen uluslararası kalkınma eylem planıdır. MKH kısaca "Aşırı yoksulluğu ve açlığı ortadan kaldırmak, Herkes için evrensel ilköğretim sağlamak, Cinsiyet eşitliğini teşvik etmek ve kadınların güçlendirilmesini sağlamak, Çocuk ölümlerini azaltmak, Anne sağlığını iyileştirmek, Küresel ortaklık, Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, AIDS, Sıtma ve diğer hastalıklarla mücadele etmek" olan sekiz ana maddeden oluşmaktadır (Eşkinat, 2016).

SKH, MKH'nin üzerine inşa edilirken aynı zamanda iklim değişikliği, ekonomik eşitsizlik, yenilikçilik, sürdürülebilir tüketim, barış ve adalet gibi yeni alanları da kapsamaktadır. Peşkircioğlu (2016), SKH 17 ana başlıktan oluşsa da bir hedefte başarının sırrı birbiriyle ortak paydaları olan nedenleri beraber ele almak olduğunu belirtmiştir.

2016 yılı ocak ayı itibarı ile aktif hale gelen BM'nin ilan ettiği 17 SKH ve açıklamaları aşağıda sunulmuştur:

1. SKH Yoksulluğa Son: Yoksulluğun tüm hallerinin dünya üzerinde sona erdirilmesi bakımından küresel amacını hedeflemektedir.

2. SKH Açlığa Son: Dünya üzerinde açlığı bitirmek, sürdürülebilir tarımı desteklemek, herkes için iyi beslenme ve gıda güvenliğini sağlamak hedeflerini simgelemektedir.

3. SKH Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam: Her yaştan her insan sağlığını güvence altına almak ve yaşam kalitesini arttırmak hedeflenmektedir.

4. SKH Nitelikli Eğitim: Dünya genelinde özellikle Afrika ülkelerinde herkesi kapsayan eğitimin teşvik edilmesi, eşitlikçi ve nitelikli eğitimin sağlanması hedeflenmektedir.

5. SKH Toplumsal Cinsiyet Eşitliği: Kadınlar ve kız çocuklarının güçlendirilmeleri sağlanarak toplumsal cinsiyet eşitliği sağlanması hedeflenmektedir.

6. SKH Temiz Su ve Sanitasyon: Sürdürülebilir su yönetimini güvence altına alarak dünya üzerindeki her insanın temiz su ve atık su ihtiyaçlarının sağlanması hedeflenmiştir.

7. SKH Erişilebilir ve Temiz Enerji: Güneş, rüzgâr ve termal enerji kaynaklarıyla sürdürülebilir ve modern enerjiye herkes için erişilebilir hale getirilmesi hedeflenmiştir.

8. SKH İstihdam ve Ekonomik Büyüme: Tam istihdam sağlayarak tüm insanların istikrarlı ve sürdürülebilir bir ekonomide çalışmalarını sağlamak hedeflenmektedir.

9. SKH Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı: Dayanıklı altyapılar yapmak, dijital eşitsizliği gidermek, sürdürülebilir sanayileşmeyi tesis etmek, çevre dostu teknolojileri geliştirmek ve herkesin eşit erişimi hedeflenmektedir.

10. SKH Eşitsizliklerin Azaltılması: Dünya üzerinde devletler ve insanlar arasındaki gelir eşitsizliğini azaltmak, yabancı yatırımları ve kalkınma yardımlarını doğrudan ihtiyaç sahibi bölgelere yönlendirmek hedeflenmektedir.

11. SKH Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Tüm insanlar için sürdürülebilir, güvenli ve erişilebilir konut dönüşümlerini ve ihtiyaçlarını karşılamak hedeflenmektedir.

12. SKH Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim: Dünya genelinde sürdürülebilir üretim ve tüketimin sağlanması, ekolojik izlerin azaltılması, geri dönüşüm ve sürdürülebilir atık yönetimi yapılması doğal kaynakların verimli yönetimi hedeflenmektedir.

13. SKH İklim Değişikliği ile Mücadele: Dünyanın ısınması veya buzulların erimesi yanında kuraklık, sel, şiddetli ani hava değişimleri, okyanusların asit oranlarındaki artış, gibi Dünya yaşamını riske eden durumlar ile mücadele etmek hedeflenmiştir.

14. SKH Sudaki Yaşam: Karadan denize akan kirlilikleri önlemek, denizlerdeki biyolojik çeşitliliği korumak, okyanuslardaki plastik atıkları ortadan kaldırmak, deniz ve kıyı ekosistemlerini sürdürülebilir hale getirmek hedeflenmektedir.

15. SKH Karadaki Yaşam: Sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak, biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek gibi karasal ekosistemleri korumak hedeflenmiştir.

16. SKH Barış ve Adalet: Adalet erişimi sağlamak, hukukun üstünlüğünün sağlamak, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak hedeflenmiştir.

17. SKH Amaçlar için Ortaklıklar: Sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak, Teknoloji ve bilgi birikimine erişimin geliştirmek hedeflenmiştir.

2.2.6. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Açısından Türkiye'nin Durumu

Geliştirilen projeler açısından, SKH kapsamında 17 ana hedefe ait 169 alt hedefin 155'inin Türkiye için geçerli olduğu görülmüştür (Escarus ve TSKB, 2017). Türkiye'nin köklü bir geçmişe sahip olması, kurumsal ve hukuki altyapısı ve AB üyelik sürecinde geliştirilen yoğun reform çalışmaları sayesinde Türkiye modern ve esnek yapısı ile avantaj elde etmiştir (Tüzel, 2018). SKH'de Türkiye'nin mevcut konumunun mevzuat, strateji, kurumsal çerçeve ve politika açısından gerçekleştirilen projeler ve proje stoku

açısından küresel ortalamanın üstünde olduğu, hatta hedeflerin bazılarında gelişmiş ülkelere yaklaştığı görülmektedir (Peşkircioğlu, 2016).

Türkiye'nin genel açıdan “strateji, politika, mevzuat” ve “gelişmişlik, uygulama, geliştirme” alanlarında küresel ortalamaların üstünde, bazı SKH’de de küresel ortalama seviyesinde olduğu görülmüştür (Çepik, 2015). Proje stoku açısından, tüm SKH’lere yönelik proje üretildiği, bu projelerin bazılarının en iyi uygulama ve geliştirme örneği olarak sunulabileceği düşünülmektedir (Escarus ve TSKB, 2017).

2.3. Dünyada Blockchain Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetimi Atılımları

Çalışmanın bu kısmında TZ’lere BCT’yi entegre eden kuruluşlar ya da platformların genel özellikleri, amaçları veya tecrübeleri incelenmiştir. Bu alanda en çok bilinen on yapı aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

2.3.1. Hyperledger

Hyperledger, sektörler arası kurumsal sınıf Blockchain dağıtımları için bir dizi kararlı çerçeveler, araçlar ve kitaplıklar geliştirmeye odaklanan açık kaynak kodlu bir platformdur (IBM, 2018). Hyperledger finans sektöründen bankacılığa IoT’dan TZ’lerine kadar üretim ve teknoloji alanlarının liderlerinin bulunduğu 30 kurucu firma ve Linux iş birliği ile 2016 yılında küresel alana giriş yapmıştır (Frankenfield, 2021).

Hyperledger üzerinde geliştirilmiş olan Sawtooth TZ programı her bir ürünün menşeyini ve kayıtlı verilerini izlenmesini sağlamaktadır (Hyperledger, 2016). Hyperledger Sawtooth merkeziyetsiz, dağıtılmış uygulamalar geliştirmek amacıyla oluşturulan kurumsal Blockchain platformudur. Teknik yönetim ve iş yönetimiyle desteklenen tarafsız, açık ve topluluk odaklı bir altyapı sunmaktadır. Hyperledger ana temel düşüncesinde, özellikle kurumsal kullanım amacıyla defterleri dağıtmayı ve akıllı sözleşmeleri güvenli duruma sokmayı hedeflemektedir.

2.3.2. IBM Food Trust

IBM Food Trust, çiftçiler, işleyiciler, toptancılar, perakendeciler, imalatçılar ve diğer TZ paydaşlarının toplamından oluşan, iş birliğine dayalı bir platformdur (IBM Food Trust, 2015). IBM Food Trust gıda TZ genelinde şeffaflığı, izlenebilirliği ve hesap verebilirliği artırmayı hedeflemektedir. IBM Food Trust BCT platformunu temel alan çözüm yapısı ile Walmart gibi gıda işletmelerinin ürün takibi şeffaflık ve gıda menşeyinin verilerini kaydedecek, işleyecek sistemler kurmaktadır (Konakçı, 2019).

IBM Food Trust platformu, zeytinyağı TZ’ndeki verileri izlemek ve depolamak için IBM BCT ve IBM Cloud’u kullanmaktadır. Zeytin yağı şişelerindeki QR kodunun taranması yöntemiyle müşteriler, zeytin yağının standartlara göre işlenip işlenmediği gibi ürüne ait tüm ürün kimliğini görebilmektedirler (BCTR, 2020).

IBM Food Trust sonuç olarak elde edilen gıda güvenliğini ve tazeliğini arttırmak, TZ verimliliklerini yükseltmek, israfı minimum seviyeye düşürmek, marka itibarını arttırmak ve doğrudan kâr artışına katkıda bulunmayı amaçlayan özelleştirilebilen bir çözüm platformudur (IBM, 2015).

2.3.3. Provenance

AB de yapılan araştırmalara göre tüketicilerin büyük çoğunluğu sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe sahip olan firma ürünleri için daha fazla ödeme yapmaya olumlu bakmakta, ayrıca tüketicilerin %80’i aldığı ürünün orijinalliğini kontrol etmektedirler (Laroche vd., 2001). Bu nedenle Londra merkezli kurulmuş olan Provenance platformu geleceğin “Şeffaflık” üzerine kurulacağını savunmaktadır (Askew, 2019). Provenance platformunun ana hedefi ürünler ve TZ açısından şeffaf, erişilebilir verilerle ticarete değişim gerçekleştirmektir. Provenance STZ oluşturmak için ürünün hammadde halinden son tüketiciye ulaşıncaya kadar ürün özellikleri hakkında şeffaf bilgiler sunmaktadır (Provenance, 2020).

2.3.4. Ripe

Ripe oluşumu 2017 yılından itibaren gıda alanında TZ şeffaflığını arttırmak için çalışmaktadır (Ripe.io, 2017). Ripe, üreticiden perakendeciye kadar herkesin dahil olduğu, veri ve bilgi alışverişine katkıda bulunduğu, gıda işlemlerinin takip edildiği bir teknoloji platformudur. Dağıtıcıların gıda güvenliği ve nakliyesi açısından gerçek zamanlı bilgiler almak için gıda ürünlerini şeffaf bir biçimde takip ettikleri bu platform müşteriler bakımından değerlendirildiğinde ise satın alınan gıdaların TZ sürecine dair güvenilir ve onaylı veri alma imkânı sağlamaktadır.

Ripe gıda alanına ilk kez Analog Device ve Sweetgreen firmaları ile bir araya gelerek domatesin interneti isimli ürünüyle giriş yapmıştır (Burwood-Taylor, 2018)

Ripe Domatesin interneti ile, üretim aşamasında çok miktarda veri toplayarak çok daha iyi üretim amacıyla BCT altyapısını kullanmaya başlamıştır. Bu projede üreticiler operasyonları otonom haline getirerek müşteri talebini karşılama, kaliteli üretim sağlama, sürdürülebilir ürünler için IoT ve sensörleri kullanma amaçlanmıştır (Ripe.io, 2017).

2.3.5. Robomed

Robomed, BCT tabanlı çalışan tıbbi bir dijital defter platformu olarak tıbbi bakım hizmetlerini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır (Robomed.io, 2016). 2017 yılında geliştirilen tıbbi akıllı sözleşme, Robomed Network'un ana ürünüdür (Patterson, 2017). Robomed Network, sağlık hizmeti sağlayan kuruluşların tıbbi akıllı sözleşmelere dayanarak, belirli bir tıbbi yardımın hasta sağlığının performansı üzerindeki etkilerini sistem tarafından izlenmekte ve birleştirmektedir (Briggs, 2018). Robomed, Ethereum Blockchain akıllı sözleşmeleri ile tıbbi bir faaliyetin yönetilmesini amaçlamaktadır. Ethereum Blockchain verileri kaydetme, şeffaflık ve güvenilirlik de dahil olmak üzere sağlık hizmetlerinde değer oluşturmak, izlemek ve işlemek amacıyla çalışmaktadır.

2.3.6. Skuchain

2014 yılında Silikon Vadisi dışında kurulan Skuchain 2019 Dünya Ekonomik Forumu teknoloji öncüsü olarak seçilmiştir. Skuchain tedarik ve sözleşme yönetimi, finansman düzenlemeleri, kurumsal ödemelerin doğrudan kurumsal kontrol ve envanter takibi sağlayan sıvı TZ için ticaret bulutu platformudur (Skuchain, 2017). Skuchain platformu katılımcıların bir ERP sistemini paylaşıyor gibi birbirleriyle iş birliği yapmalarına izin veren ancak istenen bilgi gizliliğini de koruyan bir Collaborative Resource Planning (CRP) veya iş birliğine dayalı kaynak planlama sistemidir. CRP sistemi, maksimum çeviklik ve ölçeklenebilirlik için tasarlanmış kapsamlı TZY uygulamalarını elverişli hale getirmektedir (Gilliland ve Ivanova, 2017). Skuchain ile yeni TZ yeteneklerini geliştirilirken havacılık, otomotiv, enerji, elektronik, madencilik ve mineraller, gıda ve tarım, finansal hizmetler, sigorta ve emtia sektörlerinde de çözümler uygulanmıştır (PR Newswire, 2019).

2.3.7. Sorumlu Kaynak Kullanımı Blockchain Ağı (RSBN)

IBM Blockchain Platformu üzerine inşa edilen, RCS Global Grup tarafından güvence altına alınan, Hyperledger Fabric tarafından desteklenen Sorumlu Kaynak Kullanımı Blockchain Ağı (RSBN) maden TZ'lerinde insan haklarını ve çevreyi korumayı amaçlayan TZ'ne entegre bir Blockchain ağıdır (Dickinson, 2020). RSBN kaynak ağlarıyla stratejik madenlerin ve minerallerin sorumlu bir şekilde tedarik edilmesi için başlangıç noktasından son alıcıya kadar her transferde hammaddenin işlemlerini belgeleyen ve değiştirilemez bir denetim izi ile sorumlu kaynak TZ'lerinin şeffaflığını ve güvenliğini sağlamaktadır (RCSGlobal, 2019).

RSBN için RCS Global Grup, genel kabul gören standartlara uyum sağlamak için üçüncü taraf denetim ve sertifikalarına güvenmek yerine bu güvenceyi maden TZ haritalama ve denetim uygulaması aracılığıyla sağlanmaktadır (Benchmark, 2019). Ağ katılımcılarını OECD ve RMI tarafından belirlenen standartlara göre değerlendirmektedir. RSBN, madenden bataryaya kadar olan TZ süreçlerinde ürünleri takip etmek için BCT ile paylaşılan, dağıtık defteri kullanmaktadır. RSBN ayrıca bu TZ'nin her kısmında sorumlu kaynak sağlama derecesi hakkında veri toplamaktadır. TZ boyunca tüm işletmeler, Sorumlu kaynak kullanım uygulamalarında gerekli özverinin sağlandığına dair doğrulanmış kanıta erişebilmektedirler (Dickinson, 2020). Bu verileri istemeleri halinde denetçiler, kurumsal yönetim organları ve hatta tüketicilerle paylaşabilmektedirler.

2.3.8. Taeltech (Walimai)

Küresel dolaşımda 460 milyar dolarlık değere sahip sahte ürün bulunmaktadır. Walimai, anti-kopyalama işlevselliği ve radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri aracılığıyla dijital ve fiziksel varlıkların arasında köprü kurmaktadır (Ertugrul, 2021). 2016 yılında IOS ve Android uygulamaları aktif hale gelerek güncel versiyonları yapılan RFID etiketleri, ürünün buluttaki dijital kopyası ile eşleşmekte ve şifreli benzersiz kimlik, dinamik kod veya coğrafi konum bilgileri gibi veriler içermektedir (Taeltech, 2020). Geliştirilen uygulamalar yardımı ile alıcı ürünü kendi cep telefonu ile doğrulayabilmektedir. Fikir olarak Eylül 2013'te resmi olarak Şubat 2014'de başlatılan Walimai 2020 yılında ismini Taeltech olarak değiştirmiştir (Crunchbase, 2020).

Taeltech Avustralya'dan gelen ürünleri Çin dağıtımında ve satışında sahtecilik veya dolandırıcılık sorunlarından korumak tüm TZ boyunca EXELPrint güvenlik etiketlerini doğrulamak için hizmet veren bir platformdur. Taeltech teknolojisi, olağandışı tarama davranışlarını belirlemek ve markalara bildirmek için gelişmiş algoritmalar kullanmaktadır. Taeltech kişiden kişiye hizmetleri, Yapay zekâ güdümlü pazarlama araçları, hızlı deneysel pazar, sahtecilikle mücadele teknolojileri ve marka koruma çözümleri sunmaktadır (Taeltech ve EXELPrint, 2021).

2.3.9. TradeLens

TradeLens platformu, IBM ve GTD Solution Inc tarafından ortaklaşa oluşturulan, büyük endüstri paydaşlarınınca desteklenen BCT ile geliştirilen şeffaf ve merkezsiz bir endüstri platformudur (TradeLens, 2018). Platform, küresel TZ'leri arasında gerçek

izlenebilir veri transferini ve güvenli iş birliğini sağlayarak sektördeki inovasyonu yükseltmeyi amaçlamaktadır (Opportimes, 2018). Her paydaş, ticari anlaşmazlıklarını azaltmak, ürünün veya iş modelinin küresel alanda vericilerin ve TZ operatörlerinin gereksinimlerini karşılamak, ayrıca küresel ticareti desteklemek için birlikte çalışmaktadırlar (Joc, 2021).

TradeLens platformu açıklığa ve güvenliğe katkıda bulunan üç ana unsurdan oluşmaktadır. Bu üç unsur ürünlerin takibini sağlayan Blockchain, uygulama programı arayüzleri ve liman, gümrük gibi farklı işletmelerde bilgi transferini basitleştirmek için standartlar geliştirmektir (TradeLens, 2018). TradeLens platformu, kargonun TZ boyunca her hareketini görme, esnekliği yükseltme ve daha az emniyet stoku ile çalışma, gönderi verilerini otonom hale getirme vb. faydalar amaçlamaktadır.

2.3.10. Waltonchain

4 Eylül 2018'de Waltonchain resmi olarak V2.0'ı versiyonu yayınlayarak, derin bir yorum platformu oluşturmaya çalışmaktadır (Bitcoingundem, 2021). Waltonchain lüks giyim ürünlerine kimlik kazandırma, gıda veya ilaç izlenebilirliği ve lojistik takibi gibi farklı çalışmalar yapmıştır (Token24, 2018). Waltonchain, geleneksel işletmelerin çalışma şekillerinde ve ürün çeşitliliğinde değişimler sağlayarak işletmelerin değer zincirini genişletmesini hedeflemektedir. Aynı zamanda Waltonchain işlemlerin güvenilir bir dijital yaşama geçişlerini sağlamayı, BCT ile birbirine bağlı sürdürülebilir iş ekosistemleri oluşturmayı amaçlamaktadır. Ayrıca operasyon verimliliğini artırmasına ve hatta endüstri maliyetlerini azaltmasına yardımcı olmak amacıyla yeni bir IoT modeli geliştirmektedir. Waltonchain, IoT'nin geliştirilmesinde yaşanan merkezileşme sorunlarını BCT ile çözümlmeyi hedeflemektedir. Değer temelli IoT'nin gerçekleştirilmesi, Blockchain ve IoT birleşmesine dayanan yepyeni bir iş ekosistemi üretmektedir (Crooks, 2019). Bu sayede RFID ve Waltonchain entegrasyonuna bağlı olarak tamamen paylaşılmış veri ve şeffaf bilgi ile gerçek, inandırıcı, izlenebilir bir iş modeli oluşturulacaktır (Waltonchain, 2017).

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümü BCT, STZY ve TZY'ye BCT'nin entegre edilmesini konu edinen çalışmalar çerçevesinde üç başlık altında sınıflandırılmıştır. Literatür taraması her biri ayrı ayrı olmak üzere “Blockchain”, “Blokzinciri”, “Sürdürülebilirlik”, “Sustainability”, “Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi”, “Sustainable supply chain management”, “Sürdürülebilir tedarik zinciri”, “Sustainable supply chain”, “Tedarik zinciri yönetimi”, “supply chain management” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılmıştır. Literatür taraması, Gümüşhane Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığının resmî web sayfasında bulunan ScienceDirect, Emerald Insight, Ieeexplore, Web of Science veri tabanlarının yanı sıra Yök ulusal tez merkezi, Google Scholar, SpringerLink, Semantic Scholar, Scopus, DergiPark, Jstor, ResearcGate, ACADEMIA ve Taylor ve Francis Online veri tabanlarında taramalar yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan anahtar kelimelerle literatür kısmında toplamda 500'ün üzerinde makale ve 68 adet tez çalışması incelenmiştir. Ek olarak araştırmanın temel konusuyla anlamlı ilişki bağının olduğu “Konferans, Seminer, Çalıştay, Panel ve Sempozyum” lardan oluşan 100'ün üzerinde dijital kaynak incelenmiştir. Bu dijital kaynakların çoğunluğu BCT hakkındadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

3.1. Blockchain Teknolojisini Konu Edinen çalışmalar

Aggarwal vd. (2019), akıllı şebeke, ulaşım, finans, sağlık ve oylama sistemi gibi çeşitli akıllı topluluklarda BCT'nin kullanım avantajlarını incelemeyi amaçlamıştır. Akıllı topluluklarda çeşitli uygulamaları yürütmek için gereken uygulamalar, kullanılan süreç modelleri ve iletişim altyapısı desteği konuları BCT'nin temel bileşenleri üzerinden incelenmiştir. BCT'nin askeri ve hükümet operasyonlarında giderek artan bir öneme sahip olduğu görülmüştür. Kısıtlamalara sahip uygulamalar için daha hafif Blockchain modellerine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Blockchain'in ağlar ve sistemler arasında birlikte çalışabilirliği kolaylaştıran, ortak bir platform olarak hareket eden yapıya sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca Blockchain ağında düğüm arızası riski ve performans düşüşünden kaçınmak için, verimli performans tasarlanması gerektiği savunulmuştur.

Ataşen (2019), diplomalar, sertifikalar gibi resmî belgelerin art niyetli kişilerce müdahale edilme durumlarını geriye dönük takip edilebilmesi ve verilerin tekelleşmediği merkeziyetsiz bir sistem oluşturmayı amaçlamıştır. Ethereum Blockchain ağı üzerinde

Solidity programlama dili ile geliştirilen, akıllı sözleşme içeren ve merkezi olmayan uygulama ile tespit edilen sorunlara çözümler aranmıştır. Geliştirilen dijital sertifikasyon uygulaması ile diploma verileri Blockchain ağı içerisine kaydedilerek ve merkeziyetsiz bir veri tabanında tutulması ile kötü niyetli müdahale, haksız kazanç, diploma dolandırıcılığı gibi birçok sorunun önüne geçilebileceği görülmüştür.

Nasuhoglu (2019), BCT ile geleneksel Açık anahtar alt yapısı sistemlerinin tek nokta hatasını çözmek ve e-sertifikaların verilerine güvenilir, çevrimiçi ve kolay erişim sağlanabilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında X.509 Hibrit sertifika yapısı kullanılarak Ethereum Blockchain platformu test ağları üzerinde uygulama tasarlanmış, E-sertifikaların sorunları ile BCT'nin fayda ve çözümleri karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Sertifika durumuna ait bilgilere Blockchain kullanılarak gerçek, güvenilir ve güncel olarak erişim sağlandığı görülmüştür. Blockchain kullanımının E-sertifika sorgulama alanındaki sorunların büyük bir kısmını çözebileceği görülmüştür.

Teufel vd. (2019), enerji sektöründe BCT tabanlı teknolojilerin uygulanabilirliğini ve beklentilerini değerlendirmişlerdir. Enerji sektöründe BCT'nin farklı kullanım olasılıkları, elektrik piyasasındaki dönüşüm gibi etmenler geçiş uygulamaları perspektifiyle Blockchain enerjisinin engelleri ve potansiyeli araştırılmıştır. Blockchain sürdürülebilir konfigürasyonlar için merkeziyetsizlik yönüyle mevcut zorluklara etkili çözüm sunabileceği ve esnekliği arttırabileceği görülmüştür. Blockchain sunduğu avantajların yanında dezavantajların ve risklerin de var olduğu belirtilmiştir. Blockchain enerji sistemleri için tüm sosyo-teknik konfigürasyonlara uygun olmadığı, genel olarak Blockchain enerjisinin başarısının enerji sektöründeki büyük sosyo-teknik eğilimlere ve kalkınma yörüngelerine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Berdik vd. (2020), Blockchain ve bilgi sistemlerinin aralarındaki ilişkiyi inceleyerek analiz etmeyi amaçlamışlardır. Bilgi sistemlerindeki Blockchain kullanımlarına ait araştırmalar incelenmiş, Blockchain tabanlı bilgi sistemi analizi yapılmış ve bilgi sistemleri yönetimi alanındaki konular incelenmiştir. Blockchain'in açık kaynaklı, halka açık ve yaygın olarak erişilebilir olması, teknolojinin tam potansiyeline erişmesini ve Blockchain'in uzun vadeli hedefleriyle ilgili daha fazla gelişimin olmasını sağlayacağı belirtilmiştir. BCT'nin bilgi sistemleriyle arasında pozitif yönlü ilişki olduğu görülmüştür.

Bhushan vd. (2020), sağlık hizmetleri, ulaşım, akıllı şebeke, TZY, finansal sistemler ve veri merkezi ağları gibi çeşitli akıllı topluluklarda Blockchain uygulama avantajlarını araştırmışlardır. Akıllı şehirlerin farklı etmenlerinde mevcut Blockchain çalışmaları ve uygulanma nedenleri incelenmiş, BCT'nin arka plandaki işlemleri ve

mimarisi araştırılmıştır. Denetlenebilirlik, şeffaflık, değişmezlik ve merkeziyetsizlik gibi özellikleri sayesinde BCT'nin kullanılmasıyla sağlık hizmetleri, ulaşım, akıllı şebeke, TZY, finansal sistemler ve veri merkezi ağları gibi çeşitli akıllı topluluklarda etkili bir şekilde sorunlara çözüm sunacağı görülmüştür.

Erol vd., (2020), kapsamlı bir gösterge listesi kullanarak BCT'nin, sağlık, enerji, finans, otomotiv, ilaç, tarım, gıda, lojistik ve tedarik zinciri gibi çeşitli endüstriler için ne ölçüde uygulanabilir olduğunu nicel olarak incelemişlerdir. Türk endüstrilerinde Blockchain'in fizibilitesini belirleme sorununa bir karar yardımı uygulanmış, öncelikle bir dizi gösterge belirlenmiştir. Daha sonra, bir grup uzmandan toplanan veriler kullanılarak fizibiliteyi karşılaştırmalı olarak değerlendirmek için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Değerlendirmenin tutarlılığını sağlamak için bir senaryo analizi yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen verilerin, Blockchain alanında yapılmış diğer çalışmalarla tutarlı olduğu görülmüştür. Lojistik, tedarik zinciri, finans ve sağlık endüstrilerinin Blockchain projeleri için en uygun endüstriler olduğu, ayrıca otomotiv endüstrisi için en az uygulanabilir sektör olduğu görülmüştür.

Gou vd. (2020), Blockchain araştırma alanlarını daha net ve kapsamlı bir şekilde anlamak, CiteSpace yazılımı ve VOSviewer de oluşturulan haritalar ile karakterize ederek analiz etmek ve BCT konusunda rehberlik etmek için görsel ve sistematik olarak analiz etmişlerdir. Yayın çıktıları, kategori analizi, ülkeler ve kurumlar iş birliği analizi, yazar iş birliği ve yetkilendirme ağı, ortak atıf dergileri analizi ve atıfta bulunulan referanslar CiteSpace ile VOSviewer'de yapılandırılmış sistematik bibliyometrik analiz yapılarak incelenmiştir. Ülke ve kurum iş birliği analizine göre BCT alanında üretken ilk 10 kurumun 8'inin Çin'de olduğu görülmüştür. Pekin Posta ve Telekomünikasyon Üniversitesi'nin bu alandaki en üretken kurum olduğu belirlenmiştir. Yazarların analizinde en çok alıntı yapılan yazarın "Bitcoin, Blockchain" ile Satoshi NAKAMOTO olduğu, ayrıca Blockchain makale hacminin hızla arttığı gözlemlenmiştir. VOSviewer ile belirlenen araştırma noktaları en çok arandan en aza sırasıyla akıllı sözleşme, bitcoin, ethereum, güvenlik, kriptografi olarak belirlenmiştir. CiteSpace tarafından gelecek araştırmalarının yönetim, enerji, makine öğrenimi ve akıllı ev üzerine yoğunlaştığı görülmüştür.

Güven (2020) Bitcoin'in ekonomik gösterge olarak cumhuriyet altını, ham petrol, ons altını, ABD doları ve Euro ile aralarındaki istatistiksel ya da doğrusal ilişkileri tespit etmeyi ve değerlendirmeyi amaçlamıştır. Ocak 2012 ve Mart 2020 tarihleri arasındaki istatistiksel veriler baz alınarak Bitcoin'in güncel piyasalardaki hacmi ile önceki piyasa verileri tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Bitcoin'in

2012 yılında piyasaya ilk çıktığında diğer göstergelerle istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. 2017 yılında bir önceki yıla göre dolar karşısında Bitcoin üç kattan fazla artış gösterdiği ve Euro ile arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Kara (2020), kitlesel fonlamada BCT'nin kullanımının etkilerini incelemiş ve mevcut model ile karşılaştırmıştır. BCT ve kitlesel fonlama konularında AR-GE araştırması yapılmış, BCT'nin kitlesel fonlama sürecinin sorunlarını nasıl çözebileceği ve faydaları varsayımsal olarak belirlenmiştir. BCT dağıtık kayıt mekanizması ile verimliliğin artırılması, kartografi ile veri güvenliğinin sağlanması, eşten-eşe modeliyle araçlara gereksinim duymadan süreçlerin yönetilebilmesi, akıllı sözleşmeler ile bu süreçlerin otomasyonunun yapılması gibi özelliklerinin kitlesel fonlama süreçlerine uygulanabileceği ve bu alandaki sorunların çözülebileceği öngörülmüştür.

Kaşka (2020), BCT'nin denizcilik endüstrisinde kullanımını araştırmış ve seçilen denizcilik şirketinin ihtiyaçlarına göre en iyi Blockchain çözümünü bulmuştur. Çalışma içerisinde 12 tane alternatif çözüm baz alınmış, bu alandaki çalışma ve araştırmalar incelenmiştir. Literatürden seçilen kriterler arasından uzman görüşleri yardımı ile 20 tane kriter belirlenmiş ve maliyet, teknik ve verimlilik başlıkları altında gruplandırılmıştır. Kriterler ve alternatifler TOPSIS ve WEDBA yöntemleriyle analiz edilmiştir. Değerlendirmeler Entropi yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Deniz lojistiği işlemlerinde kullanılan konşimento belgesinin konteynırlara yüklenen ürünlerin tüm bilgilerini kapsadığı ve evrakların hazırlanmasında ve kontrolünde günlerce zaman kaybedildiği belirtilerek BCT tabanlı uygulamalar ile bu kontrollerin günler yerine dakikalar içerisinde gerçekleştirileceği belirtilmiştir. Aynı zamanda BCT'nin kullanılması durumunda dolandırıcılık, hırsızlık, haksız kazanç, insan bazlı hatalar gibi birçok zaman ve mali kaybın önüne geçebileceğini belirtilmiştir. BCT ile Denizcilik endüstrisinin daha verimli, güvenli ve akıllı hale gelebileceği savunmuştur.

Kumarı vd. (2020), Blockchain ve Yapay zekâ teknolojilerini, enerji bulut yönetimi sistemine entegre etmenin avantajlarını, zorluklarını araştırmışlar ve mevcut yapay zekâ tabanlı uygulamaları incelemişlerdir. BCT ve yapay zekâ tabanlı enerji bulut yönetiminin nasıl kullanılabileceği araştırılmış ve çerçeve geliştirilerek hipotez doğrulaması için vaka çalışması yapılmıştır. Blockchain ve Yapay zekanın entegrasyonu, akıllı şebekeyi daha demokratik ve şeffaf hale getirerek, enerjinin bilinçli kullanılmasını sağlayabileceği görülmüştür. Blockchain ve Yapay zekâ ile enerji maliyetinin düşeceğine, elektrik faturalarının azalacağına, yeşil enerjiyi teşvik edeceğine ayrıca Akıllı şebeke sisteminin sorunlarını en kısa sürede algılanıp çözülmesini sağlayacak gerçek zamanlı enerji veri tahminin de sağlanabileceği belirtilmiştir.

Xu vd. (2020) IoT, cihazdan cihaza iletişim, ağ dilimleme ve alanlar arası Blockchain ekosistemleri gibi çoklu uygulama senaryolarını kullanarak 6G'de kaynak yönetimi ve paylaşımı potansiyellerini araştırmışlardır. Mevcut spektrum yönetimi uygulama teknikleri incelenmiştir. Blockchain ile spektrum yönetimi arasındaki bağlantı değerlendirilmiştir. Spektrum paylaşımı, bilgi işlem ve enerji ticaretinin gelecekteki kullanım durumlarında, Blockchain destekli 6G kaynak yönetiminin çok büyük kolaylıklar sağlayacağı ve mevcut engellerin birçoğunu çözeceği görülmüştür.

Zhou vd. (2020), Singapur denizcilik endüstrisindeki Blockchain uygulamasının temel zorluklarını ve kritik başarı faktörlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Singapur'un denizcilik endüstrisindeki 30 profesyonele anket yapılmış, BCT önündeki engeller ve başarı faktörleri araştırılmıştır. Veriler AHP, balık kılçığı diyagramı ve PESTEL yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Singapur denizcilik endüstrisinde Blockchain uygulamasının altı temel zorluğu ve altı temel kritik başarı faktörünün olduğu belirlenmiştir. Veriler ışığında endişelenen zorluklar en zor olandan en az olana “uygulama maliyeti, deneyimli ortakların eksikliği, veri gizliliği eksikliği, yeni bir işletim yapısına geçme korkusu, Blockchain bilgisi eksikliği ve ölçeklenebilirlik” olarak sıralanmıştır.

Herold vd., (2021) çalışmalarında BCT'nin devlet kuruluşları tarafından ne zaman ve nasıl benimsenmesi gerektiğini; BCT'nin örgütsel belirsizlik ile işlem maliyetleri üzerindeki etkileri hakkında teorik çıkarımlar sunmuşlardır. İşlem maliyeti teorisi ve yol bağımlılığı teorilerini kullanarak iki çerçeve önermişlerdir. İşlem maliyeti risklerini ve fırsat maliyetlerini değerlendirmişlerdir. Ayrıca BCT'nin benimsenmesiyle ilgili dört farklı türde işlem maliyeti sonucu elde etmişlerdir. BCT benimsenmesinde teorik kavramları tanımlamışlar, sınırlı rasyonellik ve kilitleme etkisi yapısını birleştirerek çoklu işlem maliyeti sonuçlarını kategorize etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda BCT'nin olgunlaşmamış yapısı, standartların olmaması gibi etmenlerin devlet kuruluşlarında neyi benimsemeli ve ne zaman başlamalı konusunda belirsizliğe yol açtığı görülmüştür.

Sciarelli vd., (2021) kullanıcıların BCT'yi davranışsal olarak benimsenmelerindeki etkenleri ve bu etkenler aralarındaki ilişkileri incelemişlerdir. Ayrıca önerilen modelin BCT'nin benimsenmesini anlamlandırmadaki etkilerini araştırmışlardır. Düşük maliyet ile verimlilik ve güvenlik etmenleri doğrultusunda teknoloji kabul modeli yaklaşımını benimsemişlerdir. Ayrıca 108 İtalyan yenilikçi KOBİ'den elde edilen verilerin analizi ile nicel bir yaklaşım oluşturmuşlardır. Verilerin değerlendirilmesinde SmartPLS kullanılmış Kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesi yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmanın sonucunda firmaların Blockchain'i benimsemesinde en

önemli etkenlerin verimlilik ve güvenlik olduğunu görülmüştür. Ayrıca BCT'nin kullanışlı, çevik ve güvenlik özelliklerinin iş süreçlerinde tercih nedeni olduğu görülmüştür.

Vedapradha ve Hariharan (2021) kaliteli hizmet sunumu üstündeki yıkıcı teknolojik yeniliklerin önemini ve yatırım bankalarının çalışan performansı üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Yatırım bankalarından 250 katılımcıya küme örneklem yöntemi kullanılarak birincil veri toplamışlardır. Çalışan performansı, hizmet sunumu, teknoloji, güvenlik, operasyonlar ve strateji değişkenleri kullanılarak ki-kare, çoklu regresyon, doğrusal ve korelasyon analizleri yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda çalışan performansının en önemli belirleyicileri olarak Depolama ağı, işletim maliyeti, müşteri raporlaması, bulut sistemi ve kara para aklamayı bulmuşlardır. BCT ve yapay zekâ kombinasyonunun işletme maliyetinin azaltmak ve verimliliği arttırmak için otomasyon oluşturarak müşteri desteği, risk yönetimi, güvenlik vb. alanlarda entegrasyon sağladığını görmüşler.

3.2. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimini Konu Edinen Çalışmalar

Ciccullo vd. (2017); yerleşik, yalın ve çevik TZ paradigmalarının STZ paradigmasıyla bütünleşmesini incelemek amaçlanmıştır. Sistemik literatür taraması yapılarak makale örneklerinin tanımlayıcı analizi yapılmıştır. Yalınlık ve çeviklik yerleşik TZY paradigmalarında, sürdürülebilirliğin rekabet önceliği sağladığı görülmüştür. Şirketlerin TZ verimliliklerini ve etkinliklerini artırmalarında “verimli ve atıksız” ve “pazar yerinin ihtiyaçlarına hızlı ve esnek” olmaları yalın ve çevik STZ uygulamalar için büyük avantaj sağladığı görülmüştür.

Günday (2018), kimya sektöründe yeşil tedarik zinciri yönetiminin (YTZY) faaliyetlerinin işletme performansı üzerindeki etkisini tespit etmişlerdir. Ankara’da faaliyet gösteren kimya sektöründeki işletmelere anket yapılarak, veriler SPSS 2.0 ve SPSS AMOS 2.2 programları ile analiz edilmiştir. Keşfedici faktör analizi, asal bileşenler tekniği, varimax döndürme yöntemi, doğrusal faktör analizi ve yapısal eşitlik analizlerinden faydalanılmıştır. YTZY’de uygulanan yeşil faaliyetlerin kârlılığı, büyümeyi ve pazar payını yükselteceği, maliyetleri düşürerek verimliliği artırılabilceği ve müşteri ilişkilerinin güçlenebileceği gözlemlenmiştir. Yapılan analizler YTZY faaliyetlerinin işletme performansı üzerinde olumlu etkisi olduğu göstermiştir.

Luthra ve Mangla (2018), STZY uygulamalarına yönelik stratejileri tanımlamak, stratejiler arasındaki bağlamsal ilişkileri bulmak, bağımlılık gücü ve itici güç temelinde STZY stratejilerini kategorize ederek hiyerarşik bir strateji yapısı geliştirmişlerdir. STZY

uygulamaları için toplam dokuz temel strateji belirlenmiş, bağımlılıklarına ve itici güçlerine göre kategorize edilmiştir. Yorumlayıcı yapısal modelleme ile stratejilerin ikili ilişkileri incelenmiş, bulanık MICMAC analiziyle stratejilerin bağımlılığı ve itici gücü bilgileri araştırılmıştır. "Yönetim katılımı, desteği ve bağlılığı", "Tedarik zincirlerinin sürdürülebilirlik etkilerini anlamak" ve "Tedarik zinciri sürdürülebilirliği için bir vizyon ve hedefler oluşturmak" en yüksek bağımsızlık gücü olan stratejiler olduğu görülmüştür. Tüm stratejilerin STZY uygulamalarında çok etkili olduğu görülmüştür.

Morgan vd. (2018), kaynak taahhüdünü; STZY, tersine lojistik ve operasyonel performansa bağlayan bir yapı çerçevesi geliştirilerek yürütme ve performansı incelemişlerdir. Mevcut STZY'ni ve lojistik araştırmalarını genişletmek için yapı, yürütme ve performans modeli önerilmiş, 180 tedarik zinciri uzmanından anket yöntemiyle veri toplanmış, analiz etmek için anket yöntemleri ve yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Önerilen yapı, yürütme ve performans modelini test etmek için, AMOS 23.0 yapısal denklem yolu analiz aracı kullanılmıştır. Çalışmada aracılı bir modelin verileri, kaynak taahhütlerinin, tersine lojistik faaliyetlerinin çevresel etkisini azaltarak, sürdürülebilir bir ters lojistik yeteneği geliştirmek için kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Güçlü bir sürdürülebilir ters lojistik yeteneği, özellikle sürdürülebilir ters lojistiğe adanmış kaynaklardan ve STZ'ne olan bağlılığından kaynaklandığı görülmüştür.

Panigrahi ve Rao (2018), STZ uygulamaların Hindistan endüstrilerinde faaliyet gösteren mikro, küçük ve orta ölçekli işletmelere uygulanmasının önündeki engelleri incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma Doğu Hindistan, Odisha bölgesinde bulunan tekstil sektöründe hizmet veren mikro, küçük ve orta ölçekli 17 işletmeden TZ'lerine STZ uygulamalarının entegre edilmesindeki kritik engeller belirlenmiş ve yorumlayıcı yapısal modelleme (ISM) yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda sadece ekolojik performansın geliştirilmesini değil, aynı zamanda sürdürülebilir tekstil bölgesinin teşvik edilmesinin de gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışmada toplamda 15 engel dikkate alınmış ancak gerçekte bu sayının daha fazla olduğu ve araştırmanın genişletilmesi gerektiği gözlemlenmiştir. Ayrıca işletmelerin çevre bilincini aşılmasında kritik faktör olduğu görülmüştür.

Raut ve Gardas (2018), nakliye aşamasında meydana gelen hasat sonrası kayıpların nedensel faktörlerini incelemek amaçlamışlardır. Bu alanda yapılan çalışmalar geniş bir Literatür taraması yapılarak incelenmiş, uzman görüşleri ile meyve ve sebzelerin sürdürülebilir taşımacılığının önündeki 12 önemli engel belirlenmiştir. Yorumlayıcı yapısal modelleme metodolojisi, tanımlanan engellerin yapısal bir modelini geliştirmek

için kullanılmıştır. Çalışmada, analizin sonuçları özel tasarım soğutuculu araçların bulunmaması ve araçlara aşırı yükleme olmak üzere iki faktörün, en yüksek önem derecesine sahip sürdürülebilir ulaşımın önündeki en önemli engeller olduğunu görülmüştür.

Hidayatno vd. (2019), yöneticilerin farklı sürdürülebilirlik anlayışlarına sahip olmalarının STZ uygulamalarını zorlaştırması gerekçesi ile gerçekçi bir simülasyon oyunu kullanarak sürdürülebilirliği ekonomik, çevresel ve sosyal alanlarda yönetme konusundaki karmaşık bilgileri etkili ve düzenli bir şekilde aktarmak, uygulayıcıların ve araştırmacıların STZ karmaşıklığını anlamaları ve TZ'nin bütününe görebilmelerini amaçlamışlardır. Oyun simülasyonu; araştırma çerçevesi, oyun hedeflerini tanımlama, model geliştirme, model uygulama ve sınıf pedagojisi ile değerlendirme olarak sırasıyla dört aşamadan oluşmuştur. Ham Palm yağı fabrikaları işleten şirketlerin vaka çalışmaları kullanılarak gerçekleştirilen simülasyon oyununda, oyuncuların STZY'ni etkileyen satın alma, üretim, satış ve finans gibi işlevleri anlamalarına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir.

Basset vd. (2020), belirsizlik altında Mısır'daki gaz endüstrisinde STZ finansmanını güçlendirmek için hangi yönetim özelliklerinin geliştirilmesi gerektiğini belirlemişlerdir. Çalışmada belirsizlik altında değerlendirmenin doğruluğunu artırmak için TODIM ve BWM yöntemlerine dayalı TOPSIS yöntemi nötronofik yaklaşıma göre uygulanmıştır. TZ finansmanı alanındaki belirsizliği kaldırmak ve uzmanların kararlarındaki belirsizliği azaltmak için bir Nötronofik set oluşturulmuştur. Finansal niteliklerin ve ürün/hizmet yönetiminin firmaların performansını artırmak ve STZ finansmanı elde etmek için en önemli kriterler olduğu görülmüştür. Ayrıca, fiyat ve maliyet bilgilerini elde etmek, ürün/hizmet seviyesini, teknoloji yönetimini, talep yönetimini göz önünde bulundurmak, STZY oluşturmak için gerekli olduğu görülmüştür.

Cai ve Choi (2020), tekstil ve konfeksiyon TZ'lerinin BM'in 2030 yılı 17 SKH ile sürdürülebilirlik kavramına nasıl uyum sağlayabileceğini ve moda TZY'nin nasıl dönüşüm sağlayabileceğini incelemişlerdir. Sistemik literatür taraması ile 2019 yılına kadar olan 545 çalışma incelenmiştir. Sosyal sürdürülebilirlik perspektifinden “İyi Sağlık ve Esenlik”, “Kaliteli Eğitim” ve “Cinsiyet Eşitliği” hedeflerinin şeffaflığı arttırdığı, ekonomik sürdürülebilirlik perspektifinden kapalı döngü TZ'nin karlılığını ve çevresel performansı arttırdığı, çevresel sürdürülebilirlik perspektifinden Eko-pazarlama, ürünün yeniden kullanılması ve çevre dostu malzemelerin kullanılması ISO14062 standardı yönergelerine uygun eko-tasarım vb. çeşitli işlemlerin pozitif yönlü etkileri olduğu görülmüştür.

Giudice vd. (2020), döngüsel ekonomi uygulamalarının döngüsel TZ için firma performansı üzerindeki etkisini analiz etmek ve bu ilişkilerde büyük veriye dayalı TZ'nin oynadığı ılımlı rolü araştırmışlardır. Döngüsel ekonomi ilkelerine göre hareket eden 378 İtalyan firmasının yöneticilerine anket yapılmış, toplanan verilere çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada “TZY tasarımı, TZ ilişki yönetimi ve insan kaynakları yönetimi” oluşan üç kategorinin döngüsel ekonomi perspektifinden firma performansını artırmada çok büyük rol oynadıkları gözlemlenmiştir.

Jabbour vd. (2020), STZY için büyük verinin etkilerini ele alan yayınlanmış çalışmaları sistematik hale getirerek dijital olarak etkinleştirilen STZ'lerinin anlayışını tanımlamışlardır. Büyük veriye dayalı STZ'leri alanında literatürde yedi boşluk tespit edilmiş, büyük veriye dayalı STZ uygulamaları için dört öneri geliştirilmiştir. STZY'nde zorlukların aşılması ve büyük veri teknolojisinin fayda sağlaması için tamamlayıcı organizasyon yeteneklerinin geliştirilmesinin gerekliliği görülmüştür. Büyük veri analitiği yeteneğini geliştirmek ve etkin bir rekabet oluşturmak için STZ'nin bir iş önceliği haline getirilmesi gerektiği görülmüştür.

Jemai vd. (2020), kan tesislerinin etkin ve başarılı konum seçimini yaparak transfer tekrarını minimize etmek ayrıca kan trombosit toplama ve dağıtımını için elverişli bir ağ geliştirmeyi amaçlamışlardır. Güney Kore, Ansan şehri mobil kan ve kalıcı kan tesislerinin optimum konum tahsisinin belirlenmesi için iki amaçlı bir matematiksel model formüle edilmiş, çevresel etkileri ve toplam maliyetleri en aza indirmek, TZY'nin verimliliğini sağlamak amaçlarıyla optimum dağıtım yolları belirlenmiştir. Kan trombositlerini dağıtmak ve geri toplamanın en uygun yolu için çeşitli senaryolar analiz edilmiştir. Formüle edilen modelin geçerliliği gerçek bir vaka çalışmasına uygulanarak kontrol edilmiştir. Sayısal sonuçlar, atık üretimini yöneterek dinamik yeşil tedarik zincirinin (YTZ) çevre için büyük bir fark oluşturabileceği, genel giderlerini, karbon emisyonlarını minimize edebileceği, yeşil trombosit toplama ve dağıtımının sağlanabileceği görülmüştür.

Kalpande ve Toke (2020), çalışmalarında Hintli üreticiler arasında ve imalat sektöründeki YTZY mevcut durumunu incelemek, YTZY uygulamalarının, performanslarının, baskılarının ve engellerinin değişkenlerini ve sıralamasını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu alanda yapılan çalışmalar incelenerek YTZY faktörleri belirlenmiştir. Veriler Hindistan imalat endüstrilerinden yapılandırılmış anket yoluyla toplanmıştır. Veriler standart formatta özetlenmiş ve beşli Likert ölçeği ile analiz edilmiştir. Çalışma teorik anlayışlarına, organizasyonel bağlamlarına ve özelliklerine göre kategorilere ayrılmış 27 YTZY uygulaması, 16 YTZY performansı, 6 YTZY baskısı

ve 15 YTZY engeli belirlenmiştir. Çevresel düzenleme baskısı çok yüksek olan firmaların performansında çevresel ve ekonomik faktörlerin önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür. Firmaların yalnızca %14'ünün çevre sorumlusu olduğu görülmüş, YTZY'nin öneminin anlaşılmasının acil bir ihtiyaç olduğunu gözlemlemiştir. Çalışmada, analizin bulgularında yeşil uygulamaların işletme performansı ile önemli ve olumlu ilişkisi olduğu görülmüştür.

Prasad vd. (2020), STZY uygulamalarının performans sonuçlarını etkileyen organizasyonel faktörleri incelemek, faktörlerin karşılıklı bağımlılıkların analizi için çerçeve oluşturmak ve çerçevenin faydalarını incelemiştir. Hindistan çelik sanayindeki yüksek üretimden kaynaklanan sürdürülebilirlik sorunları ve STZY uygulamaları için; asıl bileşen analizi, keşif faktörü analizi, yapısal denklem modellemesi ve analizi yapılarak kritik başarı faktörleri elde edilmiştir. Kuruluşların iç ortamının Hindistan çelik sektöründeki STZY uygulamalarıyla olumlu ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Ramsden vd. (2020), COVID-19 pandemisi, şiddetli akut solunum sendromu, korona virüs 2 ve 2020'nin büyük kilitlenmesi sonrasında TZ yöneticilerinin öncelik sıralamalarını ve odaklanmalarını incelemeyi amaçlamışlardır. Dayanıklı STZ'lerine ilişkin kavramlar ve eğilimler sistematik olarak incelenmiş, COVID-19'un ardından TZ sürdürülebilirliğindeki ana eğilimler araştırılmıştır. Çalışmada daha akıllı ve daha dayanıklı TZ'leri oluşturmaya yönelik kılavuzlar geliştirilmiş ve sürdürülebilir bir tüketim perspektifinin artırılmasını içeren gelecekteki eğilimler belirtilmiştir. COVID-19 pandemi sonrasında Dünya'nın jeopolitik durumu ve TZ'lerinin karar verme süreçleri arasında daha sıkı bir ilişki görüleceği, hükümetlerin ulusal gıda güvenliğini sağlamak için ilaç, personel koruyucu ekipman ve tarımsal gıda zincirleri gibi "anahtar tedarik zincirlerine" yatırım planlaması ve düzenlemesi gerektiği görülmüştür.

Schaltegger (2020), çalışmada, COVID-19 gibi pandemilerin etkilerinden öğrenilen sürdürülebilirliği incelemek ve COVID-19'dan etkilenen sektörlerde sürdürülebilirlik için rehber oluşturmayı amaçlamıştır. Geçmişte yaşanan salgın hastalıkları ile COVID-19 pandemisinin yaşam döngüsü üzerindeki etkileri ve yayılma eğilimi araştırılmıştır. Gelecekteki olası pandemi durumlarıyla başa çıkabilmek için sürdürülebilir kalkınmaya yapısal geçişler oluşturmak ve salgınların geliştiği üç yolun kırılması gerektiği görülmüştür. Yönetimlerin öğrendikleri bilgiler ışığında daha dirençli süreçler geliştirmesi gerektiği belirtilmiştir. Pandemi gelişiminin yolları engellenerek ve sektörlerin sürdürülebilir geleceklerine katkıda bulunarak gelecekteki pandemi olasılıklarının azaltılabilir olduğu görülmüştür.

Zayed ve Yaseen (2020), Mısır endüstrilerinde STZY uygulamasının önündeki engelleri ve bu engeller arasındaki karşılıklı ilişkileri incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca yapılandırılmış ayrıntılı bir model geliştirerek engellerin üstesinden gelmek için öneriler sunmak istemişlerdir. STZ fonksiyonları içerisinde ve sürdürülebilirlik uygulamalarında faaliyet gösteren uzmanlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak veriler toplanmış, engeller arasındaki karşılıklı ilişkiler yorumlayıcı yapısal modelleme ile analiz edilmiştir. Literatürde tanımlanan STZY uygulamalarının önündeki engeller ile Mısır endüstrilerindeki engeller arasındaki benzerlikler tespit edilmiş. STZY'lerinin uygulamasının önündeki başlıca engeller arasında kuruluşların mali kısıtlamalarının olduğu görülmüştür. STZY'nde en büyük zorluğun, çevresel etkiyi azaltmak ile finansal maliyetin artması arasındaki ikilem olduğu görülmüştür. STZY'ni uygulama başarısında üst yönetimin büyük bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Son olarak, yerel Mısırlı tedarikçiler arasında sürdürülebilirlik faaliyetlerine ilişkin düşük farkındalığın büyük bir engel olduğu belirtilmiştir.

Bravo vd., (2021) gıda TZ'lerinde STZ performans değerlendirmesinde analiz, olasılık ve paydaş teorileri ile sürdürülebilirlik uygulamalarını ve değerlendirmelerini geliştirmek istemişlerdir. İtalya'da faaliyet gösteren gıda endüstrisindeki farklı TZ aşamalarında sürdürülebilirlik uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve değerlendirmesini analiz eden çoklu vaka çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sağladıkları vaka seti meyve sebze alanında faaliyet gösteren 12 şirket ve balzamik sirke alanında faaliyet gösteren 7 şirketten oluşmuştur. Çalışma sonucunda TZ'lerdeki şirketlerin sürdürülebilirliklerini değerlendirmeye çalıştıklarını, fakat STZ değerlendirme ve performans yönetiminde şirketlerin paydaşların baskılarına göre değişik uygulama ve değerlendirme kombinasyonları edindiklerini gözlemlemişlerdir. Sürdürülebilirlik değerlendirmesinin çeşitli olduğu, dolayısıyla firmaların amaçlarına göre verimli ve uygun; sosyo-çevresel imaja göre sürdürülebilirlik eylem planı belirlediklerini görmüşlerdir.

McLoughlin ve Meehan (2021) sürdürülebilir organizasyonlarda kurumsal düşüncenin nasıl ve kimler tarafından belirlendiğini; sürdürülebilirliğin nasıl baskın bir mantığa dönüştüğünü bir TZ ağ yapısı üzerinden incelemişlerdir. Çikolata TZ ağı içerisinde paydaş ağı teorisi ile 269 şirket belgesi ve 35 karar vericiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak ortaya çıkan farklılıklar analiz etmişlerdir. Paydaş ağının güç yapısı ve mekanizmaları 63 düğüm ve 366 kenar içerecek şekilde haritalanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda STZY'nin kurumsal mantıklarının farklı olması nedeniyle sürdürülebilirliğin farklı güç mekanizmalarına gereksinim duyduğunu

görmüşlerdir. STZY ağının tüm bölümlerinin kapsayıcı ve erişilebilir olma gereksiniminde olduğunun; ticari ve ticari olmayan paydaşların bakış açılarının dikkate alınmasını gerektirdiğinin sürdürülebilir organizasyonların kurumsal mantığı için kritik öneme sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Zehendner vd., (2021) elektronik TZ'leri bağlamındaki sürdürülebilirlik taleplerinin çatışmalarını, gerilimlerini ve ilgili yönetimin yanıtlarını paradoks perspektifi açısından incelemişlerdir. Elektronik TZ'ye ilişkin tek bir vaka çalışmasının halka açık verileri üzerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler sağlanarak ayrıca gömülü analiz birimleri olarak şirketler ve üçüncü taraf kuruluşlarla inceleme sağlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrenme, aidiyet, örgütlenme ve ekonomik performansın; elektronik TZ'lerdeki genel sosyal-ekolojik hedeflerle çelişen gerilim unsurlarını tanımladığını belirtmişlerdir. TZ'lerindeki sürdürülebilirlik gerilim ve çatışmaların içerisinde hiyerarşik bir yapının oluşu, üst yönetimden alt personellere doğru bir yapının olduğunu belirtmişlerdir. Çözümlemeninse yönetim tepkileri ile gerçekleşeceğini belirtmişlerdir. Son olarak organizasyonların ve TZ'lerin karmaşık sürdürülebilirlik sorunlarına yanıt vermek için sosyal-ekolojik hedefleri, çatışan unsurlar ve paradoksal gerilimler kuruluşların daha iyi stratejiler geliştirmelerini sağladığını belirtmişlerdir.

3.3. Tedarik Zinciri Yönetimine Blockchain Teknolojisinin Entegre Edilmesini Konu Edinen Çalışmalar

Kshetri (2018), TZY üzerindeki BCT etkisini göstermek ve TZY hedeflerine ulaşmada nasıl yardımcı olabileceğini değerlendiren bir çerçeve geliştirmek istenilmiştir. Literatür taramasında sentezlenen makalelerden seçilen vaka çalışmaları tanımlanmış ve stratejik TZ hedeflerinde Blockchain tabanlı teknolojilerin rolleri incelenmiştir. Blockchain finans sektörü dışında en çok TZ, enerji ve gıda / tarım endüstrilerinde kullanıldığı görülmüştür. BCT'nin TZ süreçlerini, sonuçlarını ve performansını etkili bir biçimde ölçülmesini sağladığı görülmüştür. BCT'nin gıda endüstrisindeki usulsüzlüklerin önüne geçerek tüm işlemleri denetlenebilir hale getirerek güvenilir tedarikçileri ön plana çıkaracağı belirtilmiştir. BCT'nin birçok alanda devrim niteliğinde çözümler sunduğu belirtilmiştir.

Choi ve Lou (2019), veri kalitesi sorunlarının sürdürülebilir moda TZ operasyonlarını nasıl etkilediğini incelemek için teorik modeller oluşturmuşlardır. Gelişmiş ve gelişmekte olan pazarlarda zayıf veri kalitesi sorununun varlığı ve sürdürülebilir moda operasyonlarının önemi alanında analitik model oluşturularak teorik bir çalışma yapılmıştır. Blockchain'in sosyal refahı iyileştirebileceği, ancak TZ karındaki

düşüşe engel olamayacağını, bu durumun aşılması için Blockchain uygulamalarına hükümetin sponsor sağlaması gerektiği matematiksel olarak gösterilmeye çalışılmıştır. Sosyal refah açısından, çevresel maliyet dikkate alındığında düşük veri kalitesinin merkezi olmayan TZ'ne göre merkezi olan TZ'deki marjinal olumsuz etkisinin daha düşük olacağı sonucuna varılmıştır.

Senou vd. (2019), Blockchain akıllı sözleşmelerin kullanımının, Batı ve Orta Afrika kakao üretiminde çocuk istismarını ve çocuk işçiliğini önlemede etkilerini araştırmışlardır. Batı ve Orta Afrika kakao üretiminde çalışan çocukların yüzdelik dilimi incelenmiş, çocuk işçiliğini azaltan Blockchain temelli akıllı sözleşme modeli geliştirilmiştir. Kakao çiftçilerine anket uygulanmıştır. BCT tabanlı modelinin uygulanması, Batı ve Orta Afrika'da kakao üretiminde çocuk işçi kullanımını azaltmanın güvenli bir yolunu sağladığı gözlemlenmiştir.

Zelbst vd. (2019), RFID, Endüstriyel Nesnelerin interneti (IIoT) ve BCT'nin TZ şeffaflığı üzerindeki birleşik etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. IIoT teknolojisi kullanımı ve BCT kullanımı için yeni ölçüm ölçekleri geliştirilerek geçerlilik ile güvenilirlik açısından değerlendirmişlerdir. ABD'li 211 imalat yönetiminden alınan veriler kovaryans temelli yapısal eşitlik modelleme metodolojisi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, yapısal model verilerinden olumlu sonuçlar alınmıştır. RFID teknolojisinin doğrudan ve olumlu bir şekilde hem IIoT hem de BCT'leri etkilediği ayrıca TZ şeffaflığını olumlu ve doğrudan etkilediği gözlemlenmiştir.

Ar vd. (2020), lojistik endüstrisinde BCT'nin uygulanabilirliğini araştırmışlardır. AHP yöntemini sezgisel bulanık teori altında VIKOR yöntemine dahil ederek çok kriterli bir karar yapısına dayanan karar çerçevesi önerilmiştir. Ölçeklenebilirlik, gizlilik, birlikte çalışabilirlik, denetim, gecikme süresi, görünürlük, güven ve güvenlik olarak önerilen kriterlerin önem ağırlıkları sezgisel bulanık AHP ile hesaplanmış, malzeme taşıma, depolama, sipariş işleme, nakliye, paketleme, filo yönetimi, etiketleme, araç yönlendirme ve ürün iadeleri yönetimi olarak gösterilen lojistik operasyonları Bulanık VIKOR ile sıralanmıştır. Önerilen karar çerçevesi, Türkiye'de bulunan büyük ölçekli bir lojistik şirketinde uygulanmış, çalışmada en önemli kriterler güvenlik, görünürlük ve denetim olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları aynı zamanda lojistik sektöründeki BCT'ne en uygun operasyonların "nakliye", "malzeme taşıma", "depolama", "sipariş işleme" ve "filo yönetimi" olduğu belirlenmiştir. "Ürün iade yönetimi" ve "Etiketleme" operasyonlarında en az uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Bag vd. (2020), YTZY'nde BCT'nin benimsenmesinin önündeki engelleri belirlemek ve stratejik kararlar almanın önündeki engelleri incelemek amacıyla neden ve

sonuç ilişkilerini ortaya koymuşlardır. Yapılan çalışmalar incelenerek YTZY’nde Blockchain benimsenmesinin önündeki engeller belirlenmiş, ardından belirlenen engeller TZ uzmanlarından görüş alarak 15 potansiyel engel haline getirilmiştir. Belirlenen engeller Bulanık DEMATEL yaklaşımı ile neden sonuç ilişkileri üzerinden analiz edilerek önceliklendirmiştir. Çalışmada, “yönetim vizyonu eksikliği, tedarik zinciri ortakları arasındaki kültürel farklılıklar, İş birliği zorlukları, tereddüt ve iş gücünün eskimesi” kriterlerinin YTZY’nde BCT’nin benimsenmesinde en çok etki eden engel kriterleri olduğu görülmüştür. Yöneticilerin doğru eğitimi ve eğitim parçalarını sağlayarak güçlü iş birlikleri yapmaları ve tereddüt ve işgücünün eskime engelini kaldırması gerektiği belirtilmiştir.

Dwivedi vd. (2020), BCT geleneksel ilaç TZ’ne entegre edilerek, akıllı sözleşmeler ve fikir birliği mekanizması ile bilgi paylaşımı için Blockchain tabanlı bir yaklaşım ortaya koymak istenilmiştir. Akıllı sözleşmedeki güncelleme prosedürü ile anahtar yönetim şeması geliştirilmiş, işlem ve blok doğrulama protokolleri tasarlanmıştır. Akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti değerlendirilmiş, güvenlik analizi önerilen protokolün olası tüm güvenlik tehditlerine karşı koruduğunu doğrulamıştır. BCT ve IoT yardımıyla İlaç TZY’nde ilaçların belirli koşullarda taşınmasında ortaya çıkan sorunlara çözümler sağladığı ayrıca geleneksel sisteme kıyasla birçok fayda sağladığı görülmüştür.

Erol vd., (2020) insani tedarik zinciri yönetimi (HSCM) önündeki engellerin etkisini azaltmada Blockchain avantajlarını ve rolünü belirlemeyi amaçlamıştır. HSCM’nin önündeki engellerin bir kriter listesi oluşturularak kriterler arasındaki ilişkiler ve karşılıklı bağımlılık düzeyleri IF-DEMATEL yöntemi ile kriterler arasındaki bağımlılıklar ise IF-ANP yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmada güvenin en önemli fayda kriteri olduğu görülmüş, kurumlar, bağışçılar ve ihtiyaç sahipleri açılarından engellerin Blockchain ile başarılı bir şekilde üstesinden gelebileceğini görülmüştür. Ayrıca engellerin standartlar ve düzenlemeler üzerindeki etkisini azaltmak için güven, değişmezlik, güvenlik, şeffaflık ve izlenebilirliğin en kritik kriterler olduğunu gözlemlenmiş bu durumda HSCM’nin önündeki engellerin etkisini azaltmak için BCT en uygun araç olduğunu sonucuna varılmıştır.

Esmaeiliana vd. (2020), TZ sürdürülebilirliğini artırmak için BCT ve Endüstri 4.0’ı incelemek, ayrıca özel Token’ler tasarlayarak ürün yaşam döngüsünün görünürlüğünü arttıracak sistemler ile yeşil davranışı teşvik etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada temel olarak çevresel sürdürülebilirliğe odaklanılmış, BCT, IoT, Endüstri 4.0 gibi etmenlerin çevresel sürdürülebilirlik ve SKH yönelik işlemleri, oluşumları, uygulamaları kolaylaştırdığı durumlar ya da zorlaştırdığı etmenler araştırılmıştır. İşletmeler yapay

zekâ, makina gelişimi, sistem gelişimi ve diğer teknolojik gelişmeler ile uyarlandıkça Blockchain'in sürdürülebilirliğe yönelik tamamlayıcı altyapısının daha uygun konumlara geleceği savunulmuştur. BCT'nin yalnızca bir araç olduğunu ve bu aracın sürdürülebilirlik sonuçlarını hangi oranda etkileyeceğini ise işletmelerin günlük operasyonlarını yönetmek için seçtikleri temel vizyon ve stratejilere bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Koç (2020) BCT'nin, TZ izlenebilirliği ve sürdürülebilirliğine etkilerini incelemek ve bu alanda dünya üzerinde TZ'lerine entegre edilen Blockchain uygulamalarından alınan tepkimeleri sentezlemeyi amaçlamıştır. TZ alanında Dünya genelinde popüler olan 7 platform ve bu platformlar üzerinde çalışan uygulamaların oluşumları incelenmiştir. Çalışmada örnek olay yöntemi kullanılmış; BCT'ni, altyapısında kullanan uygulamaların izlenebilirliği ön plana çıkardığı görülmüştür. BCT'nin TZ'nde kullanılmaya başlanmasının domino etkisine neden olacağı ve TZ'nin tüm öğelerinin BCT'ne entegre olacağı belirtilmiştir. Ayrıca alıcıların ürünlere ait daha fazla veri öğrenme isteklerinin Blockchain kullanımını arttıracakları belirtilmiştir.

Rane ve Thakker (2020), YTZ faaliyetleri için Blockchain ve IoT kullanımını analiz etmeyi amaçlamışlardır. Bu alanda yapılan çalışmalar incelenerek farklı sektörlerden uzman satın alma yöneticileriyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Uzman anketinden alınan Delphi puanına göre 31 zorluk belirlenmiş, içlerinden 15'i seçilerek dört kategoriye ayırmışlardır. YTZ zorlukları arasındaki bağlamsal ilişkiyi bulmak için toplam yorumlayıcı yapısal yöntem kullanılmıştır. Engellerin birbirine bağımlılığını belirlemek için MICMAC analizi yapılmıştır. YTZ zorluklarının üstesinden gelmede Blockchain ve IoT unsurlarının etkileri analiz edilmiştir. Blockchain, IoT ile birleşerek oluşturduğu mimari YTZ sürecini yalnızca enerji ve atıkların en aza indirilmesine yardımcı olmakla kalmadığı, aynı zamanda tedarikçilerin ve tüketicilerin TZ'leri ile yüksek frekanslı bir bağlantı kurmasını sağladığı görülmüştür. Yeşil girişimlerin küresel rekabet gücü ve küresel düzeyde tanınırlık sağladığı düşünüldüğünde Blockchain – IoT entegrasyonunun TZ'ni, YTZ'ne dönüştürebileceği görülmüştür.

Rogerson ve Parry (2020), BCT'nin kripto paranın ötesinde nasıl bir teknoloji olduğunu, TZ'lerinde görünürlük ve güveni arttırmada sınırlamalarını veya potansiyel etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Gıda şirketlerindeki gıda TZ'lerinden alınan vaka çalışmaları ve yapılandırılmış görüşmeler kullanılarak niteliksel analiz yapılmıştır. BCT'nin, tamamen dijitalleştirilmiş TZ'de görünürlük ve güvenilir verileri sağladığına dair deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Bebek maması gibi ölçekli uygulamalardaki

ürünler için BCT'ni finanse etmek için gerekli olan primi son tüketicinin ödemeye hazır olduğu gözlemlenmiştir.

Venkatesha vd. (2020), TZ'deki sosyal sürdürülebilirlik yönetiminde izlenebilirlik için BCT'yi, IoT'u ve büyük veri analitiğini entegre ederek bir sistem mimarisi geliştirmek ve bilgi açığını gidermeyi hedeflemişlerdir. BCT ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş, TZ sosyal sürdürülebilirliğinin araştırma problemleri tanımlanmış, sosyal sürdürülebilirlik izlenebilirliği için Blockchain, IoT ve büyük veri analitiğini entegre eden sistem mimarisi geliştirilmiştir. Böyle bir sistemi uygulamanın maliyeti, potansiyel zorlukları ve çıkarımları ana hatlarıyla belirtilmiştir. Önerilen sistemin kayıt manipülasyonunu önleyeceği, manipüle edilme tehlikesinde olan denetim geri bildirimi ve düzeltici eylem planları gibi hassas belgeler için koruma gibi faydalar sağlayacağı görülmüştür. Önerilen mimari ile rüşvet ve çeşitli yolsuzlukları doğrudan veya dolaylı olarak önlenebileceği görülmüştür. Son olarak BCT'nin, bilgi toplama süreçlerinin daha akıcı ve şeffaf hale getireceği, çeşitli departmanlar arasında doğru iletişimi iyileştireceği, organizasyonel çatışmaları azaltma gibi faydalar sağlayacağı görülmüştür.

Bischoff ve Seuring (2021) çağdaş TZ araştırmalarına katkı sağlamak amacıyla BCT'nin izlenebilir ile ilgili olan bağlantıları araştırmışlardır. Kavramsal bir araştırma yapılarak TZ izlenebilirliği alanında yapılan çalışmalar literatür yardımı ile özetlenmiştir. Halka açık BCT'lere özel unsurlar kavramsallaştırılmıştır. Ayrıca BCT kullanılarak TZ izlenebilirliğinin uygulanmasındaki oluşabilecek fırsatlar ve sınırlar araştırılmıştır. Çalışma sonucunda genel izlenebilirlik ile BCT arasında uyumsuzluklar tespit edilmişlerdir. Ayrıca üçüncü taraflara karşı bilgi güvenliğinin gerektiği işlemlerde, katılımcı mahremiyetinin sağlanması istenilen TZ'ler de ve bilgilerin gizliliğinden endişe duyulan TZ'ler de BCT'nin gizlilik özelliği ile destekleyebileceği belirtilmiştir. Ek olarak kamu BCT, kurumsal ilginin eksik olduğu TZ bölümlerini destekleyebileceği görülmüştür.

Danese vd., (2021) ürün sahteciliğini önlemek amacıyla Blockchain sistemlerinin nasıl tasarlanabileceğini ve sonuçlarını analiz etmişlerdir. BCT'yi kullanan İtalyan menşeli 5 şarap şirketinin çoklu vakalarını incelemişlerdir. Analiz edilen Blockchain projeleri pilot aşamasındadır. Çalışma, bir dizi temel değişken tanımlanarak bunların sahteciliğe karşı nasıl kullanılabileceğini açıklamış; Blockchain sistemlerinin tasarımları için pratik öneriler sunmuştur. Çalışma bulgularında bir marka sahibinin müşterilerine Blockchain sistemleri kullanarak istenilen düzeyde sahteciliğe engel olunabileceğini ayrıca ürün kalitesinin garanti edilebileceğini görmüşlerdir.

Gohil ve Thakker (2021) BCT'nin TZ organizasyonlarını nasıl geliştirebileceğini araştırmışlardır. Kapsamlı bir literatür taraması ve TZ yöneticileriyle yapılan görüşmeler ile TZ'lerdeki engeller ve zorluklar belirlenmiştir. BCT alanında gerçekleştirilen uygulamalar incelenerek Blockchain avantajları belirlemişlerdir. Yakın tarihte geliştirilen teknolojilerin Blockchain ile entegrasyonu TZ'lerdeki belirsizlikleri ortadan kaldıracak şekilde ayrıca endüstrinin karşılaştığı zorluklarla başa çıkmada yardımcı olabileceği görülmüştür. Blockchain, Iot ve yapay zekâ gibi teknolojilerin entegrasyonu sonucunda “esneklik, çeviklik, görünürlük ve verimlilik” gibi özellikleri sayesinde TZ'lerdeki kategorize edilen zorlukların aşılabildiği görülmüştür.

Literatür incelemesinde BCT'nin “Kamu, Enerji, Sağlık, Askeri, İletişim, Haberleşme, Patent” gibi birçok farklı alanda ve özellikle finans alanında gerçekleşen çalışmalara konu olduğu söylenebilir. Ayrıca BCT'nin Tedarik zinciri endüstrisine entegrasyonu ilgili azımsanmayacak şekilde giderek artan sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların daha çok Tedarik zinciri yönetimlerinin nasıl daha kârlı ve daha elverişli hale getirilebileceği hakkında yapıldığı görülmüştür. Ayrıca Sürdürülebilirlik ve YTYZ'lere BCT'yi entegre eden çalışma çok az sayıda olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle Blockchain benimsenmesinin önündeki engellere ya da sosyal gelişime odaklanmıştır.

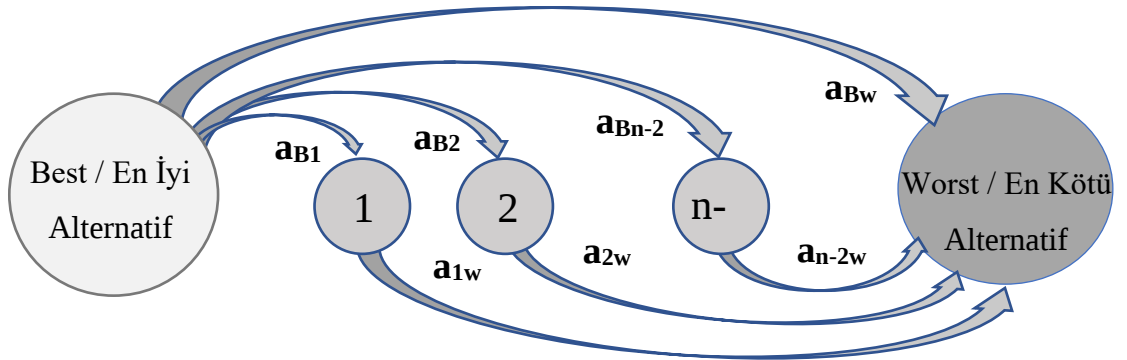
Geniş ve derinlemesine ilgili literatür incelendiğinde STZY önündeki engellerin aşılmasında Blockchain'in etkilerini sentezleyen bir çalışmaya rastlanamamıştır. Literatürdeki bu boşluğun oluşturduğu motivasyon ile mevcut çalışma literatüre iki önemli katkıyı sunmaktadır: (1) STZY önündeki engellerin aşılmasında BCT'nin etkisini inceleyen ilk çalışmadır. (2) Ayrıca BWM ve EDAS yöntemlerinin bütünleştirildiği bir yaklaşımı ilk kez kullanan çalışmadır.

4. METODOLOJİ

Çalışmanın temel problemi STZY önündeki engellerin aşılmasında BCT'nin etkilerinin, ÇKKV teknikleriyle analiz edilmesidir. Ağaç vd., (2015) ÇKKV kesin yargılarla ve nicel olarak ifade edilemeyen n tane alternatiften ve m tane kriterden oluşan belirlenen herhangi bir problemin, kriterler çerçevesinde çözüme ulaştırılan ya da seçim yapılmasına yardımcı olan yöntemler olarak tanımlamışlardır. Başka bir ifade ile ÇKKV teknikleri stratejik ve operasyonel düzeyde amaç, kriter, alt kriter ve alternatifler arasındaki ilişkilerin nitel nicel faktörlerinin birlikte ele alındığı ve bulguların kıyaslamalı olarak analiz edildiği yöntemlerdir (Peker vd., 2016). Çalışmanın bu bölümünde temel problemimizin çözümünde faydalanan ÇKKV tekniklerinin işlem adımları ve formülleri sırasıyla tanıtılacaktır.

4.1. Best-Worst Metodu (BWM / En İyi En Kötü Yöntemi)

Best-Worst Metodu, 2015 yılında Dr. Jafar Rezaei'nin önerdiği bir ÇKKV yöntemidir. BWM yöntemi değerlendirilecek alternatifler arasında en iyi ve en kötü alternatifin belirlenerek, bu alternatiflerin diğer alternatiflerle kıyaslanmasının temeline dayanmaktadır (Rezaei, 2015). BWM karşılaştırma yapısı Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. BWM yönteminde karşılaştırmanın temel yapısı (Rezaei, 2015).

BWM yönteminin en önemli özelliği, mevcut ÇKKV yöntemlerine göre daha az kıyaslama verisine ihtiyaç duyması, tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmesidir (Rezaei, 2016). Bu metot tüm alternatiflerin ikili karşılaştırılmasına gereksinim duymadan, işlem sayısını azaltan sonucun daha hızlı ve verimli üretilmesini sağlayan özelliğe sahiptir (Salimi ve Rezaei, 2018).

Çeşitli karar alma durumlarında kullanılabilme potansiyeline sahip olan BWM yönteminin temel amacı bir dizi alternatif içerisinde bir alternatif veya alternatif grubu

seçmek için kullanılabilmesidir. Yukarıda sayılan bu üstün yönleri sebebiyle bu çalışmada kullanılmıştır.

BWM beş adımdan oluşmaktadır (Rezaei, 2016) bu adımlar:

Adım 1: Problemin çözümüne yönelik seçimi yapılacak karar problemine etkisi olan kriterler belirlenir ($Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, \dots, Z_n$).

Adım 2: Birinci adımda belirlenen alternatifler arasından “en çok öneme sahip ya da en çok istenen” alternatif ve “en az öneme sahip ya da en az istenen” alternatifler belirlenir. Fakat bu adımda karşılaştırma yapılmaz.

Adım 3: Bu adımda, bir önceki adımda belirlenen en çok öneme sahip alternatifin (Best) diğer alternatiflere oranla nasıl bir öneme sahip olduğu belirlenir (Rezaei, 2015). Örneğin en önemli alternatif diğer alternatiflerden biriyle eşit öneme sahipse 1 seçeneği seçilir. Karşılaştırıldığı alternatiften çok daha önemli ise 9 seçeneği seçilir. Rezaei (2015) kıyaslamalarda 1-9 ölçeğinin uygun olacağını belirtmiştir. Saaty, (1986)’nin geliştirdiği 1-9 skalasının ölçeği ve değerlere karşılık gelen anlamları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Göreceli önem ölçeği “Saaty Ölçeği” (Saaty, 1986).

<i>Önem Derecesi</i>	<i>Tanım</i>	<i>Açıklama</i>
1	Eşit önem	Amaç için iki faaliyet (seçenek) de eşit öneme sahiptir.
2	Biraz Eşit ve Orta Arasında	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.
3	Orta derecede daha önemli	Bir seçenek diğerine nazaran biraz daha önemlidir.
4	Biraz Orta ve Güçlü arasında	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.
5	Kesinlikle daha önemli	Bir seçenek diğerine nazaran oldukça önemlidir.
6	Biraz Güçlü ile Çok Güçlü Arasında	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.
7	Çok kuvvetle önemli	Bir seçenek diğerine nazaran çok yüksek biçimde önemlidir.
8	Çok güçlü ve Mutlak arasında biraz	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.
9	Kesinlikle daha önemli	Bir seçeneğin diğerine nazaran oldukça yüksek biçimde önemi vardır.

En çok istenilen kriter ile diğer kriterlerin kıyaslanması sonucundan (Best-to-Others vector) BO vektörü elde edilmektedir. Ayrıca A_B şeklinde gösterilmektedir. BO vektörü Eşitlik 1’de sunulmuştur:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, a_{B3}, a_{Bj}, \dots, a_{Bn}) \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Bu eşitlikte:

A_B : En çok istenilen kriter ile diğer kriterlerin kıyaslanma kümesini,

a_{B1} : En iyi kriterin 1. kriterine göre önem derecesini,

a_{Bj} : Kriter j üzerinde en iyi kriterin B tercihini,

B: Tercih,

n: n'inci kriteri göstermektedir.

BO vektörü, en çok istenilen alternatifi de içermesinden dolayı; en çok istenilen alternatifin kendisi ile kıyaslandığı vektör 1 değerini almaktadır ($a_{BB} = 1$).

Adım 4: 2. adımda belirlenen en az öneme sahip alternatifin (Worst) haricindeki tüm alternatiflerin en az öneme sahip alternatife oranla nasıl bir öneme sahip oldukları Tablo 2'deki 1-9 kıyaslama ölçeği ile belirlenmektedir (Rezaei, 2015).

Diğer tüm kriterlerin en az öneme sahip olan kriterle kıyaslanması ile (Others-to-Worst vector) OW vektörü elde edilmektedir. Ayrıca A_W şeklinde gösterilmektedir. A_W 'nin hesaplanması Eşitlik 2'de sunulmuştur:

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, a_{3W}, a_{4W} \dots \dots a_{nW}) \quad \text{Eşitlik (2)}$$

Bu eşitlikte:

A_W : Alternatiflerin ağırlıklarını,

a_{1W} : 1. alternatifin en az önemli alternatif W'ye göre önem derecesini,

W: Alternatifleri

OW vektörü, en az önemli alternatifi de içermesinden dolayı; en az öneme sahip alternatifin kendisi ile kıyaslandığı vektör 1 değerini almaktadır ($a_{WW} = 1$).

Adım 5: Son aşama olan bu adımda alternatiflerin optimum ağırlıklarının bulunması amacıyla doğrusal programlama modeli kurulmaktadır.

Ağırlıklar $w_1^*, w_2^*, w_3^*, w_4^* \dots \dots w_n^*$ ile gösterilmektedir. Bu adımda amaç, maksimum mutlak farklar oluşturacak biçimde alternatiflerin optimal ağırlıklarını belirlemektir (Çakır ve Melih, 2019; Rezaei, 2015). Maksimum mutlak farkların minimize edildiği bir “j” değerleri çözümü bulunması gerekmektedir. Bulunması istenilen optimal ağırlıklar, $w_B = w_j$ ve $w_j = w_w$ çifti için $w_B/w_j = a_{Bj}$ ve $w_j/w_w = a_{jw}$ olması gerekmektedir. Bu koşulların sağlanabilmesi amacıyla en büyük mutlak farklılıklar minimize edilmelidir (Işıldar, 2018; Rezaei, 2015).

Ağırlıkların toplamının 1 olması ve negatif değer almama şartları çerçevesinde bakıldığında çıkan problemler Eşitlik 3, 4 ve 5'te sunulmuştur:

$$\min \max \{|W_B - a_{Bj}W_j|, |W_j - a_{jw}W_w|\} \text{ kısıtları altında} \quad \text{Eşitlik (3)}$$

$$\sum_j W_j = 1 \quad \text{Eşitlik (4)}$$

$$W_j \geq 0 \quad \text{Eşitlik (5)}$$

Denklemleri doğrusal hale Eşitlik 4, 5, 6, 7 ve 8 kullanılarak dönüştürülmektedir. Eşitlik 4, 5, 6, 7 ve 8 aşağıda sunulmuştur:

$$\sum_j W_j = 1 \quad \text{Eşitlik (4)}$$

$$W_j \geq 0 \quad \text{Eşitlik (5)}$$

$$\min \xi \quad \text{Eşitlik (6)}$$

$$|W_B - W_j a_{Bj}| \leq \xi \quad \text{Eşitlik (7)}$$

$$|W_B - W_w a_{jw}| \leq \xi \quad \text{Eşitlik (8)}$$

Bu eşitliklerde:

ξ : Yapılan analizlerin tutarlılık oranı,

W_B : B tercihin ağırlığını,

W_j : j'inci kriterin ağırlığını,

W_w : Ağırlıklar toplamını göstermektedir.

Tüm bu modelin çözümünün tamamlanması ile birlikte optimum alternatif ağırlıkları " $w_1^*, w_2^*, w_3^*, w_4^* \dots \dots w_n^*$ " ve ξ değeri elde edilmektedir. ξ değeri; arttıkça kıyaslamaların daha az güvenilir ve tutarlılıklarının zayıfladığı, azaldıkça ise tutarlılık oranlarının yükseldiği sonucu çıkarılmaktadır.

4.2. EDAS yöntemi

Ghorabae vd., (2015) tarafından geliştirilen Evaluation based on Distance from Average Solution yöntemi, yaygın olarak kullanılan alternatifleri ortalama çözüm uzaklıklarına göre değerlendirmeye dayanan bir ÇKKV yöntemidir. EDAS yönteminde alternatiflerin değerlendirilmesi ortalamadan, pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve negatif uzaklık matrisi (NDA) değerlerine göre yapılır (Stanujkic vd., 2017). EDAS yönteminin işlem adımları aşağıda gösterilmiştir (Ghorabae vd., 2016; Ghorabae vd., 2017; Ghorabae vd., 2018; Özbek ve Engür, 2019):

Adım 1: Başlangıç matrisi (X)'in oluşturulması

Başlangıç matrisi x_{ij} , i. satır alternatiflerinin j. sütun kriterlerine göre performansının gösterildiği karar verme matrisidir. Tablo 13'te gösterilen 5'li Likert ölçeği (Likert, 1932) kullanılarak ilişkiler değerlendirilmektedir. Eşitlik 9'da başlangıç matrisi sunulmuştur:

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{m3} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik (9)}$$

Bu eşitlikte:

m: m'inci alternatifi,

n: n'inci kriterini,

X_{ij} : i. satır alternatiflerinin j. sütun kriterlerine göre performansını,

x: Karşılaştırma matrisini, göstermektedir.

Adım 2: Eşitlik 10 ve 11 de gösterilen hesaplama yöntemleri ile tüm kriterlere göre ortalama çözüm belirlenmektedir.

$$AV_j = \frac{\sum_i^m X_{ij}}{m} \quad \text{Eşitlik (10)}$$

$$AV = [AV_j]_{1 \times n} \quad \text{Eşitlik (11)}$$

Bu eşitliklerde:

AV: Tüm kriterlere göre ortalama çözüm ağırlığını

AV_j : j sütununun tüm kriterlere göre ortalama çözüm ağırlığını göstermektedir.

Adım 3: PDA ve NDA matrislerinin oluşturulması

Her bir kriter için belirlenen ortalamadan PDA matrisi Eşitlik 12 ve NDA matrisi Eşitlik 13 ile belirlenmektedir. Kriterlerin değerleri hem maksimizasyon ve minimizasyon durumlarına hem de PDA ve NDA durumlarına göre farklı yöntemler ile belirlenmektedir. Kriterlerin maksimizasyon PDA ve NDA matris değerleri sırasıyla Eşitlik 14 ve 15 ile belirlenmektedir. Kriterlerin minimizasyon PDA ve NDA matris değerleri sırasıyla Eşitlik 16 ve 17 ile belirlenmektedir. PDA ve NDA matrislerinin hesaplanmaları aşağıda gösterilmiştir:

$$PDA = [PDA_{ij}]_{m \times n} \quad \text{Eşitlik (12)}$$

$$NDA = [NDA_{ij}]_{m \times n} \quad \text{Eşitlik (13)}$$

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad \text{Eşitlik (14)}$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad \text{Eşitlik (15)}$$

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad \text{Eşitlik (16)}$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad \text{Eşitlik (17)}$$

Bu eşitliklerde:

PDA_{ij} : “i” kriterleri ile “j” alternatiflerine ait pozitif uzaklık matrisini

NDA_{ij} : “i” kriterleri ile “j” alternatiflerine ait negatif uzaklık matrisini göstermektedir.

Adım 4: Alternatiflerin ağırlıklı ortalamalarının hesaplanması

Bu adımda her bir alternatif için ağırlıklandırılmış toplam PDA ve NDA matrisleri hesaplanmaktadır. Eşitlik 18 ve 19’da v_j , j. kriterin ağırlığını göstermektedir. Aşağıda Eşitlik 18 ve 19’da alternatiflerin ağırlıklarının hesaplanması gösterilmiştir:

$$SP_i = \sum_{j=1}^n v_j PDA_{ij} \quad \text{Eşitlik (18)}$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n v_j NDA_{ij} \quad \text{Eşitlik (19)}$$

Bu eşitliklerde:

SN_i : Ağırlıklandırılmış toplam negatif uzaklık matrisi

SP_i : Ağırlıklandırılmış toplam pozitif uzaklık matrisi

v_j : j. kriterin ağırlığını göstermektedir.

Adım 5: Alternatiflerin ağırlıklarının normalize edilmesi

Her alternatif için SP ve SN değerleri eşitlik 20 ve 21 yardımları ile normalize edilir.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad \text{Eşitlik (20)}$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad \text{Eşitlik (21)}$$

Bu eşitliklerde:

NSN_i : Normalize edilmiş ağırlıklandırılmış toplam negatif uzaklık matrisini,

NSP_i : Normalize edilmiş ağırlıklandırılmış toplam pozitif uzaklık matrisini göstermektedir.

Adım 6: Alternatiflerin değerlendirme puanlarının hesaplanması

Tüm alternatifler için değerlendirme puanı (AS) Eşitlik 22 ile hesaplanarak belirlenmektedir.

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) \quad 0 \leq AS_i \leq 1 \quad \text{Eşitlik (22)}$$

Bu eşitlikte:

AS_i : Tüm alternatifler için değerlendirme puanını göstermektedir.

Adım 7: Alternatiflerin sıralanması

Eşitlik 22 ile belirlenen değerler büyükten küçüğe sıralanır, ilk sıradaki değerlendirme puanı en yüksek olan alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilmektedir.

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ÖNÜNDEKİ ENGELLERİN AŞILMASINDA, BLOCKCHAIN ETKİLERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ

Bu bölümde ilk olarak çalışmanın temel problemi olan STZY önündeki engeller belirlenmiştir. Daha sonra engel kriterlerinin önemlilik görecelikleri BWM yöntemi ile hesaplanmıştır. Takip eden aşamada ise BCT'nin faydalarının, STZY önündeki engelleri kaldırmadaki etkisi bir diğer ÇKKV tekniği olan EDAS yöntemi ile analiz edilmiştir. Bölümün son kısmında ise kriter ağırlıklarındaki değişimin alternatif sıralamasına etkisi Senaryo analizi ile test edilmiştir.

5.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

STZY uygulamalarının çok zor uygulamalar olması, yoğun süreçler gerektirmesi gibi zorluklarının yanında yeterli denetim ve kontrol mekanizmalarının bulunmaması STZY açısından büyük engeller oluşturmaktadır. STZY, birden fazla işletmenin birlikte ve entegre çalışma gerekliliği nedeniyle, özellikle sürdürülebilirlik konusunda çok fazla engele maruz kalmaktadır. BCT'nin gizlilik, güvenlik, akıllı sözleşme, ölçeklenebilirlik gibi pek çok spesifik özelliği sayesinde, STZY'yi daha verimli hale getirme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. BCT'nin TZ endüstrisine entegrasyonu ile ilgili göz ardı edilemeyecek şekilde giderek artan sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda bu çalışmaların daha çok TZY'leri nasıl daha kârlı ve daha elverişli hale getirilebileceği hakkında yapıldığı görülmüştür. Ayrıca sürdürülebilirlik ve YTZ'lere BCT'yi entegre eden çok az sayıda çalışma olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle Blockchain benimsenmesinin önündeki engellere ya da sosyal gelişime odaklanmıştır.

Geniş ve derinlemesine bir şekilde ilgili literatür incelendiğinde STZY önündeki engellerin aşılmasında BCT'nin etkilerini sentezleyen bir çalışma bulunamamıştır. Ayrıca henüz yeni sayılabilecek ÇKKV yöntemlerinden BWM ve EDAS yöntemlerinin bütünleştirilerek bu çalışmada kullanılması diğer bir özgünlük olarak ifade edilebilir.

Çalışmanın temel amacı STZY önündeki engellerin bertaraf edilmesinde BCT'nin faydalarının etkisini ÇKKV yöntemleri ile irdelemektir.

5.2. Araştırmanın Örneklemi ve Verilerinin Elde Edilmesi

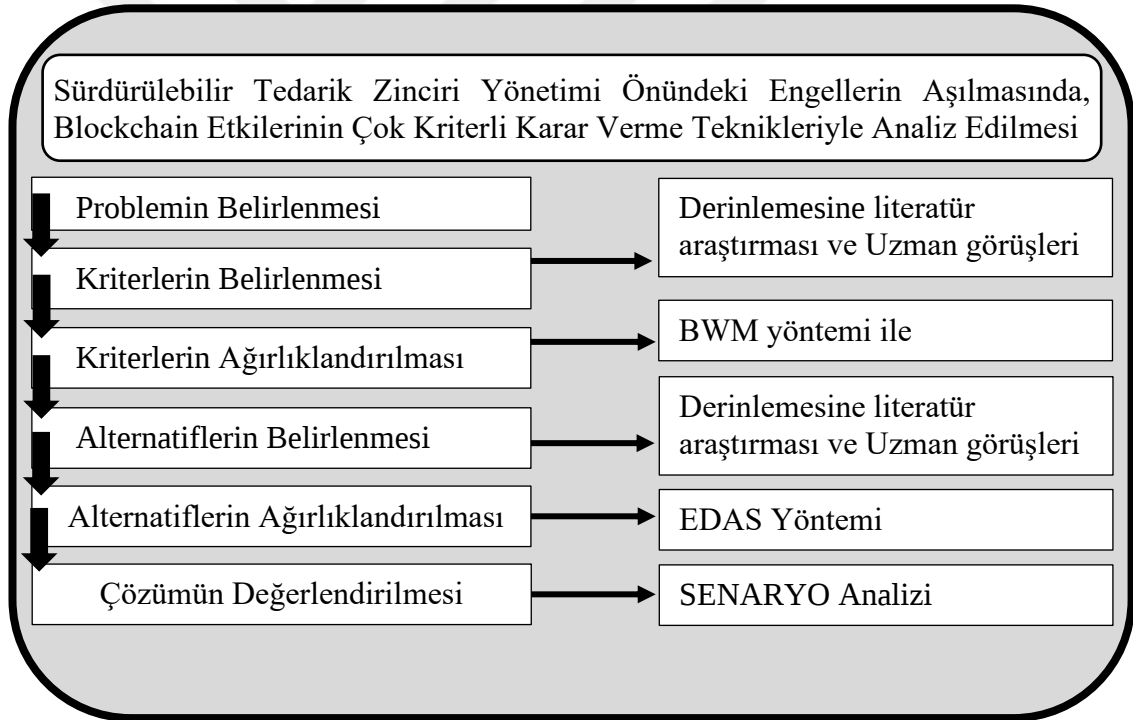
Çalışmanın tüm aşamalarında akademisyenler, sivil toplum kuruluşu üyeleri, uygulayıcılar ve kamu yöneticilerinin gerek anket gerekse yarı yapılandırılmış

görüşmeler ile görüşlerine başvurulmuştur. Bahsi geçen katılımcılar STZY, TZY veya sürdürülebilirlik konularının en az birinde çalışmalar yapan ayrıca BCT hakkında çalışmalar yapan ya da yeterli bilgi ve donanıma sahip kişilerden oluşmuştur.

ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışma sonuçlarının güvenilirlik düzeyi yararlanılan uzman grubun doğru kişilerden oluşmasıyla direkt olarak ilişkilidir. Bu doğrultuda çalışmanın her bir aşamasında güvenilir verilerin elde edilmesinde görüşüne başvurulmuş uzman grup STZY alanında çalışmalar yapan 4 sektör temsilcisi, BCT alanında çalışmalar yapan 2 akademisyen ve 2 uygulayıcı, STZY ve BCT alanlarında çalışmalar yapan 5 akademisyen, 1 sektör temsilcisi ve 2 uzmandan oluşan toplamda 16 kişiden oluşmuştur.

5.3. Araştırmanın Yöntemi ve Aşamaları

Araştırma yönteminin akış şeması Şekil 5'te sunulmuştur:



Şekil 5. Araştırma yönteminin akış şeması

Bu çalışmanın tasarımında aşağıdaki yol haritası takip edilmiştir:

1.Adım; BCT ve STZY konularında geniş bir literatür taraması yapılarak BCT'nin avantajları ve STZY önündeki engeller belirlenmiştir.

2.Adım; STZY önündeki engellerin tespiti amacıyla uzman görüşleri alınarak literatürde yer alan çalışmalar ve STZY önündeki engeller belirlenmiştir.

3.Adım; BWM yöntemi ile kriterlerin (engellerin) ağırlıklandırılması yapılmıştır.

4.Adım; BCT'nin avantaj kriterlerinin belirlenmesi, başka bir ifade ile alternatiflerin belirlenmesi uzmana görüşleri yardımı ile sağlanmıştır.

5.Adım; BCT'nin hangi avantajının STZY'nin önündeki engellerin aşılmasında ne kadar etkili olduğu sorusuna ise EDAS yöntemi ile cevap verilmiştir.

6.Adım; Son aşamada ise kriter ağırlıklarının farklılaşmasının alternatif seçimi üzerindeki etkisi Senaryo Analizi ile değerlendirilmiştir.

5.4. Problemin Belirlenmesi

Araştırma yönteminin ilk aşaması çözülmesi hedeflenen problemin belirlenmesidir. Çalışmanın problemi, BCT'nin STZY sürecinde bulunan boşlukların doldurulmasında ve özellikle STZY önündeki engellerin aşılmasına uygunluk durumunun belirlenmesidir.

5.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Derinlemesine yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen kaynaklar uzman görüşleri ile birlikte değerlendirilerek çalışmanın engelleri Tablo 1'deki gibi oluşturmuştur.

5.4.2. BWM Yöntemi ile STZY Önündeki Engel Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi

BWM yönteminin uygulanabilmesi ve gerçek bir sonuç elde edilebilmesi için ana faktörlerin de içinde bulunduğu toplamda 7 farklı gruba ayrılmış, uzman katılımcılara (UK) anket uygulanmıştır.

Yukarıda belirtilen uzman grup içinde yer alan dört farklı UK'ya uygulanan anketlerden elde edilen veriler doğrultusunda BWM yönteminde belirtilen adımlar sırasıyla takip edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Uygulanan anketler değerlendirilirken Tablo 2'te gösterilen "Göreceli önem ölçeği" den faydalanılmıştır.

UK1'in 1. grup olan ana kriter faktörleri grubu içerisinde en çok ve en az önem taşıyan faktör seçimleri sırasıyla F_5 ve F_6 olmuştur. UK1'in seçimleri doğrultusunda 1. grup için en çok ve en az öneme sahip faktörlerin diğer faktörler ile karşılaştırılmaları Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3. UK1'in 1. grup en çok ve en az öneme sahip faktör seçimi ve kıyaslama değerleri

UK1	En iyi Faktörün Diğer Faktörlere Göre Önemi	Diğer Faktörlerin En kötü faktöre Göre Önemleri
	F₅	F₆
F₁	5	7 (F ₁ , F ₆ 'ya göre çok güçlü şekilde önemli)
F₂	3 (F ₅ , F ₂ 'ye göre orta derecede daha önemli)	8 (F ₂ , F ₆ 'ya göre çok güçlü ve mutlak önemli)
F₃	6	2
F₄	5	5
F₅	1(F ₅ , F ₅ 'e göre eşit derecede öneme sahip)	8
F₆	6	1

UK1'in 7. grup kriterler içerisinde en çok ve en az önem taşıyan kriter seçimleri sırasıyla Z₄₉ ve Z₄₆ olmuştur.

UK1'in seçimleri doğrultusunda 7. grup için en çok ve en az öneme sahip faktörlerin diğer faktörler ile karşılaştırılmaları Tablo 4'te sunulmuştur:

Tablo 4. UK1'in 7. grup en çok ve en az öneme sahip kriter seçimi ve kıyaslama değerleri

UK1	En Çok Önemli Kriterin Diğer Kriterlere Göre Önemi	Diğer Kriterlerin En Az Önemli Kriterlere Göre Önemleri
	Z₄₉	Z₄₆
Z₄₆	7	1
Z₄₇	4	5
Z₄₈	3 (Z ₄₉ , Z ₄₈ 'e göre orta derecede daha önemli)	8 (Z ₄₈ , Z ₄₆ 'ya göre biraz güçlü ve mutlak arasında önemli)
Z₄₉	1	9
Z₅₀	4	5

Son olarak 6 ana faktörün 50 alt kriteri üzerindeki etkileri Tablo 2'te gösterilen Göreceli önem ölçeği (Saaty Ölçeği) kullanılarak ölçülmüştür.

UK1'in anket verileri doğrultusunda Ana faktörlerin 7. grup kriterler üzerindeki etkileri Tablo 5'te sunulmuştur:

Tablo 5. Ana kriter faktörlerinin 7. grup kriterleri üzerindeki etki değerleri

UK1	Z ₃₆	Z ₃₇	Z ₃₈	Z ₃₉	Z ₄₀	Z ₄₁	Z ₄₂	Z ₄₃	Z ₄₄	Z ₄₅
<i>F₁</i>	4	1	1	4	5	5	4	5	1	2
<i>F₂</i>	1	1	5	4	2	6	6	3	5	4
<i>F₃</i>	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1
<i>F₄</i>	2	1	3	5	3	1	1	1	5	1
<i>F₅</i>	6	4	7	7	8	8	6	7	6	7
<i>F₆</i>	6	6	2	2	4	5	5	4	1	1

BWM yöntemindeki ilişki matrislerinin oluşturulmasının ardından Eşitlik 7 ve 8 kullanılarak 2. Adım izlenmiş Normalleştirilmiş matris ve Küresel ağırlık matrisleri elde edilmiştir.

Yukarıda belirtilen tüm işlem adımları tüm katılımcılardan elde edilen anket verilerine uygulanmıştır. Tablo 6’da UK1’in anket verileri kullanılarak elde edilen 5. grubun normalleştirilmiş matris ve küresel ağırlık matrisleri sunulmuştur:

Tablo 6. 5. Grup kriterlerin normalleştirilmiş ve küresel ağırlık matrisleri

UK1	Z ₂₇	Z ₂₈	Z ₂₉	Z ₃₀	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	Z ₃₄	Z ₃₅
<i>F₁</i>	0.200	0.166	0.166	0.142	0.142	1.000	0.142	0.125	0.200
<i>F₂</i>	0.200	0.166	0.833	0.142	0.142	0.666	0.428	0.125	0.600
<i>F₃</i>	0.200	0.166	0.166	0.428	0.428	0.166	0.142	0.625	0.600
<i>F₄</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>F₅</i>	0.200	0.166	0.666	0.428	0.142	0.666	0.142	0.125	0.200
<i>F₆</i>	0.200	0.666	0.166	0.428	0.142	0.166	0.142	0.125	0.200
<i>Küresel Ağırlıklar</i>	0.016	0.009	0.036	0.012	0.012	0.003	0.007	0.008	0.012

Diğer gruplar içinde UK1’in anket verileri doğrultusunda Tablo 5 ve 6’da gerçekleştirilen işlemler uygulanmıştır.

5. Grup için normalleştirilmiş matrisin hesaplanmasının ardından Tablo 7’deki öncelik hesaplama matrisi elde edilmiştir.

Tablo 7. 5. Grup kriterlerin öncelik hesaplama matrisi

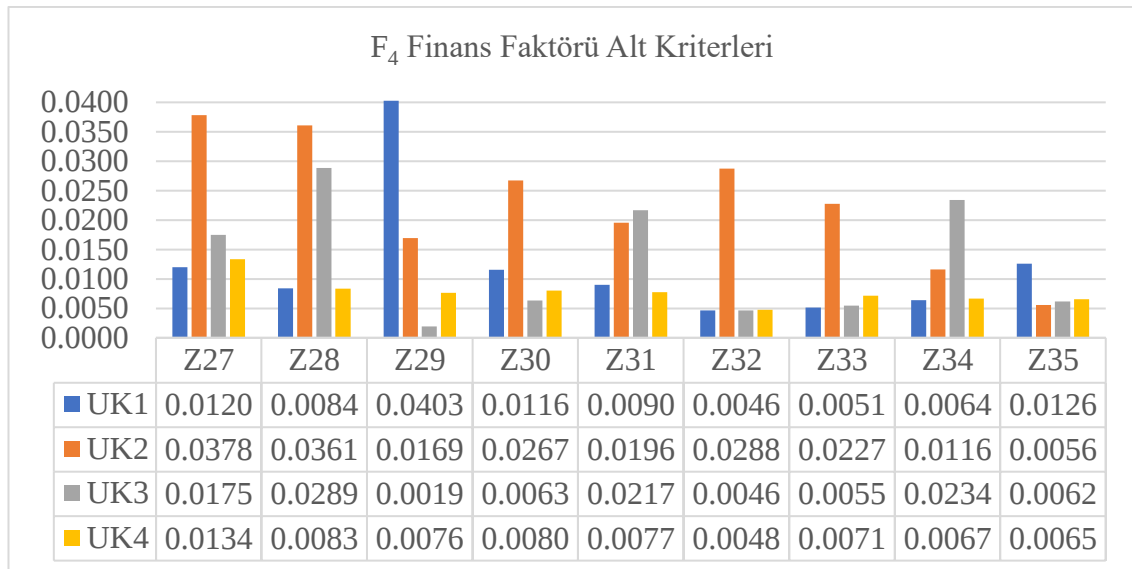
UK1	Z ₂₇	Z ₂₈	Z ₂₉	Z ₃₀	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	Z ₃₄	Z ₃₅
F ₁	0.003	0.001	0.006	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002
F ₂	0.003	0.001	0.030	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.007
F ₃	0.003	0.001	0.006	0.005	0.005	0.000	0.001	0.005	0.007
F ₄	0.016	0.009	0.036	0.012	0.012	0.003	0.007	0.008	0.012
F ₅	0.003	0.001	0.024	0.005	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002
F ₆	0.003	0.006	0.006	0.005	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002

Öncelik hesaplama matrisi verilerinden yararlanarak UK1'in tercihleri doğrultusunda 5. grup kriterlerinin öncelik değerleri hesaplanmış ve bulunan değerler Tablo 8'de sunulmuştur:

Tablo 8. 5. Grup kriterlerin öncelik değerleri

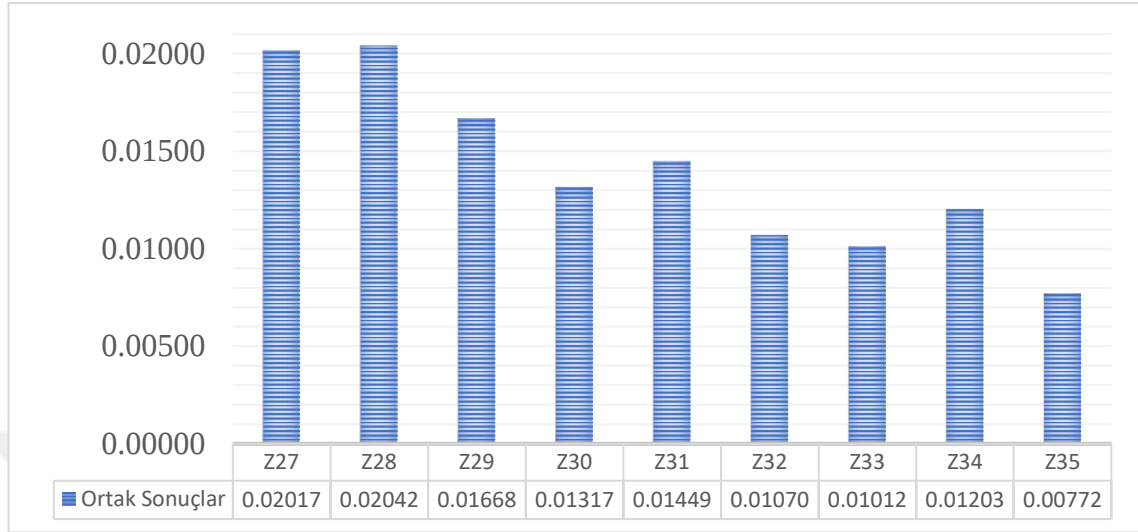
Z ₂₇	Z ₂₈	Z ₂₉	Z ₃₀	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	Z ₃₄	Z ₃₅
0.0120	0.0084	0.0403	0.0116	0.0090	0.0046	0.0051	0.0064	0.0126

Yukarıda belirtilen tüm BWM yöntemi işlem adımları, tüm katılımcıların anket verileri ile tüm kriter grupları için ayrı ayrı uygulanarak, ana faktörlerin ve tüm kriterlerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Şekil 6'da STZY önündeki engel kriterlerinden F₄ Ana faktörünün alt kriterleri olan 5. Grubun öncelik değerleri tüm katılımcıların seçimleri doğrultusunda sunulmuştur.



Şekil 6. 5. Grup STZY önündeki engellerin grafik göstergesi

Her UK'nın anket seçimleri doğrultusunda hesaplanan ana faktör ve kriterlerin öncelik değerlerinin ortalaması alınarak Ana faktörlerin ve kriterlerin ortak öncelik değerleri elde edilmiştir. Şekil 7'de 5. Grup için ortak öncelik değerleri sunulmuştur:



Şekil 7. 5. Grup tüm UK'ların ortak öncelik değerleri

BWM yönteminin doğası gereği her katılımcı her grup için farklı en iyi ve en kötü kriteri seçme özgürlüğüne sahiptir. Tablo 9'da UK'ların en iyi en kötü seçimleri ve seçimlerinin öncelik değer verileri sunulmuştur:

Tablo 9. Uzman katılımcıların en iyi en kötü seçimleri

Kod	Ana Faktörler				Kriterler			
	En İyi		En Kötü		En İyi		En Kötü	
UK1	F ₅	0.2294	F ₆	0.1500	Z ₄₀	0.1112	Z ₄₆	0.0021
UK2	F ₁	0.2109	F ₅	0.1894	Z ₂₃	0.1347	Z ₄₅	0.0016
UK3	F ₅	0.2253	F ₁	0.1978	Z ₃₇	0.1257	Z ₄	0.0016
UK4	F ₅	0.2010	F ₄	0.1256	Z ₂₅	0.0691	Z ₃₂	0.0048

Her katılımcının tercihleri doğrultusunda BWM yöntemi analizinin uygulanmasının ardından her kriter için belirlenen öncelik değerlerinin ortalaması alınmıştır. Yapılan son işlem sonrasında STZY önündeki engeller hiyerarşik bir yapıya sokularak acil eylem gerektiren engeller belirlenmiştir.

Ana faktörlerin ortak öncelik değerleri ve her ana faktörün grubuna ait STZY önündeki engel kriterlerinin ortak öncelik değerleri Tablo 10'da sunulmuştur:

Tablo 10. Ana faktör kriterleri ve ağırlıkları STZY önündeki engel kriterleri ve ağırlıkları

Kod	Ana Faktörler	Öncelik Değerleri
F ₁	Bireysel ve Sosyo kültürel açıdan İnsan faktörü	0.1900
F ₂	İşletme faktörü	0.1978
F ₃	Teknoloji faktörü	0.1257
F ₄	Finans faktörü	0.1291
F ₅	Tedarik zinciri paydaşları ve piyasa faktörü	0.2112
F ₆	Hükümet ve yasa faktörü	0.1458

BWM analizi yöntemin ortaya koyduğu sonuçlar incelendiğinde ana faktörler açısından en önemli üç ana faktörün sırasıyla “F₅ / Tedarik zinciri paydaşları ve piyasa faktörü”, “F₂ / İşletme faktörü”, “F₁ / Bireysel ve Sosyo kültürel açıdan insan faktörü” olduğu görülmüştür. F₅ ana faktörünün 0.211 öncelik değeri alarak %21’lik bir öneme sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 11’de STZY önündeki engel kriterlerinin uzman görüşlerinin BWM yöntemi ile analiz edilmesi sonucunda elde edilen hiyerarşik yapısı ve önem dereceleri sunulmuştur:

Tablo 11. STZY Önündeki Engel Kriterlerinin Önem Dereceleri ve Sıralamaları

Z ₂₃	0.06282	Z ₄₁	0.02893	Z ₂₇	0.02016	Z ₁₂	0.01391	Z ₃₂	0.01069
Z ₃₇	0.04673	Z ₄₅	0.02826	Z ₄₇	0.01988	Z ₄	0.01374	Z ₃₃	0.01012
Z ₄₀	0.04439	Z ₄₈	0.02629	Z ₅	0.01948	Z ₂₆	0.01324	Z ₅₀	0.00975
Z ₃₆	0.03847	Z ₃₈	0.02608	Z ₁₀	0.01852	Z ₃₀	0.01316	Z ₁₅	0.00951
Z ₄₆	0.03773	Z ₂	0.02410	Z ₁₄	0.01803	Z ₁₃	0.01308	Z ₃₅	0.00771
Z ₂₄	0.03304	Z ₄₂	0.02189	Z ₂₉	0.01668	Z ₁₉	0.01224	Z ₁₇	0.00739
Z ₂₅	0.03153	Z ₄₄	0.02110	Z ₃₁	0.01448	Z ₆	0.01219	Z ₂₁	0.00711
Z ₄₃	0.03102	Z ₄₉	0.02079	Z ₈	0.01444	Z ₃₄	0.01202	Z ₉	0.00593
Z ₁	0.02968	Z ₂₈	0.02042	Z ₃	0.01417	Z ₇	0.01201	Z ₂₀	0.00585
Z ₃₉	0.02941	Z ₁₁	0.02038	Z ₁₆	0.01416	Z ₁₈	0.01124	Z ₂₂	0.00581

Araştırmanın vermiş olduğu diğer bir sonuca göre STZY önündeki engeller arasında en çok öneme sahip olan ilk üç engelin sırasıyla “Z₂₃ / Yeni teknolojiye direnç gösterme ve mevcut teknolojiye bağlılık”, “Z₃₇ / Yeşil veya çevreci etiketli ürünlerin yetersizliği “ve “Z₄₀ / Tedarikçiler ve paydaşlarda Çevre ve STZY bilinci eksikliği “olduğu görülmüştür.

En çok öneme sahip ve acil eylem gerektiren Z₂₃ engel kriterinin 0.062 öncelik değerini alarak 50 alt kriter arasında %0.6’lık bir önem derecesine sahip olduğu görülmüştür. STZY önündeki engel kriterleri arasında en az öneme sahip olduğu

düşünülen engel kriterininse 0.005 öncelik değerini alarak %0.005’lik önem derecesi ile “Z₂₂ / Sorumluluk dışı bölge algısı” olduğu görülmüştür.

5.4.3. Alternatiflerin Tespit Edilmesi

Kapsamlı literatür taraması ve uzman görüşleri neticesinde belirlenen BCT avantajları Tablo 12’de sunulmuştur:

Tablo 12. STZY önündeki engeller için belirlenen BCT avantajları

Kod	Alternatifler	Alternatiflerin Elde Edildiği Kaynakların Bazıları
A ₁	Merkeziyetsizlik	Ar vd., 2020; Guadamuz ve Marsden, 2015; Özdemir, vd. 2020
A ₂	Güvenlik	Aggarwal vd., 2019; Erol vd., 2020; Özdemir, vd. 2020; Villalmanzo 2018
A ₃	Süreklilik	Ar vd., 2020; Binance, 2020; Özdemir vd., 2020; Tunadergi, 2019
A ₄	Anonimlik	Aktaş, 2017; Kofali, 2021; Özdemir, vd. 2020
A ₅	Şeffaflık	Ar vd., 2020; Kurtuluş, 2019; Özdemir, vd. 2020; Tektaş ve Kırbaç 2020
A ₆	Denetlenebilirlik	Ar vd., 2020; D. Tapscoot ve A. Tapscoot, 2018
A ₇	Halka açık	Bross’a 2018; Kaşka, 2020; Özdemir, vd. 2020
A ₈	Kötü amaçlı değiştirmeye karşı korumalı	Durğay ve Karaarslan, 2018; Erol vd., 2020; Gupta, 2018; Yılmaz, 2019
A ₉	Maliyet Açısından Verimli	Gupta, 2018; Kırbaç, 2020; Özdemir, vd. 2020; Zhang 2018;
A ₁₀	Gerçeklik	Cognizant, 2016; Erol vd., 2020; Reyhan, 2019
A ₁₁	Güven	Erol vd., 2020; Health40, 2018; Özdemir vd., 2020
A ₁₂	Birlikte Çalışabilir	Ar vd., 2020; Frankenfield, 2021; Güven ve Şahinöz, 2018
A ₁₃	Gerçek Zamanlı ve Çevik	Erol vd., 2020; Mattila, 2016; Özdemir, vd. 2020; Wood vd., 2015

5.4.4. EDAS Yöntemiyle BCT Faydalarının Sıralanması

STZY önündeki engel kriterlerinin aşılmasında BCT’nin avantaj kriterlerinin etkisinin analiz edilmesi amacıyla bölüm 5.2’de belirtilen uzman gruba anket uygulanmıştır. Uzman grubun değerlendirmeleri sonucunda elde edilen veriler EDAS yönteminin adımları uygulanarak analiz edilmiştir. Ankette elde edilen veriler Likert, (1932)’in geliştirdiği 5’li Likert tipi ölçek ile değerlendirilmiştir. Anket sorularına uygun şekilde kullanılan 5’li Likert ölçeği ve ölçek elemanlarına karşılık gelen değerler Tablo 13’te sunulmuştur.

Tablo 13. Araştırma anketinde kullanılan Likert ölçeği (Likert, 1932).

Karşılık Derecesi	Tanım
1	Kesinlikle çözüm sunmaz
2	Çözüm sunmaz
3	Hem çözebilir hem çözemez
4	Çözüm sunar
5	Mutlak çözüm sunar

EDAS yönteminin ilk adımı olan uzman katılımcıların anket verileri Eşitlik 10 ve 11 kullanılarak her bir kriterin ortalama değeri bulunmuştur. Oluşturulan karar matrisinin son satırında sütunların ortalaması alınarak her bir kriterin değer ortalaması bulunmuştur. Tablo 14’te karar matrisinden bir kısım sunulmuştur. Her kriterin değer ortalaması son satırda yer almaktadır.

Tablo 14. Karar matrisi ve kriterlerin değer ortalaması

	<i>Engel Kriterleri</i>									
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
A ₁	3.125	2.625	2.500	3.750	2.812	3.125	2.812	3.062	3.375	3.375
A ₂	3.250	3.437	3.375	3.437	2.812	3.562	3.437	2.937	3.187	3.687
A ₃	4.125	3.812	3.437	3.937	3.500	2.875	3.812	3.750	3.812	4.375
A ₄	3.812	3.875	3.687	4.437	4.375	3.500	3.812	4.375	4.312	4.500
A ₅	3.500	3.562	3.812	4.000	2.687	2.625	3.250	3.125	4.000	4.125
A ₆	3.687	3.750	3.687	4.062	3.750	2.625	3.812	3.750	4.062	3.812
A ₇	3.750	3.625	3.687	3.937	3.687	2.875	3.687	4.125	4.312	4.500
A ₈	4.125	4.437	3.687	4.500	3.625	3.375	4.000	3.687	3.500	3.812
A ₉	4.250	3.750	4.000	3.875	4.187	3.562	3.500	3.937	3.625	3.625
A ₁₀	3.812	3.437	2.687	3.875	3.250	3.125	3.375	3.562	2.750	3.750
A ₁₁	2.875	2.937	3.625	3.812	3.500	3.375	3.375	3.000	3.687	4.187
A ₁₂	4.250	4.437	3.625	4.437	3.562	3.312	4.500	4.437	3.875	4.375
A ₁₃	3.812	3.687	4.125	4.125	3.687	3.375	3.687	4.250	4.375	4.375
A _{vj}	3.721	3.644	3.533	4.014	3.495	3.177	3.620	3.692	3.759	4.038

Başlangıç karar matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin maksimum ve minimum durumları belirlenmiştir. Kriterlerin maksimum ve minimum durumlarına göre farklılık gösterecek biçimde Pozitif uzaklık matrisi (PDA) oluşturulmuştur. PDA’nın oluşturulmasında Eşitlik 14 ve 16’dan yararlanılmıştır. BWM yöntemi ile elde edilen kriterlere ait ağırlık önem değerleri Tablo 15’in alt kısmında sunulmuştur. Elde edilen PDA Tablo 15’te sunulmuştur.

Tablo 15. Pozitif uzaklık matrisi (PDA)

	Engel Kriterleri									
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀
A ₁	0.160	0.279	0.292	0.065	0.195	0.016	0.223	0.170	0.102	0.164
A ₂	0.126	0.056	0.044	0.143	0.195	0.000	0.050	0.204	0.152	0.086
A ₃	0.000	0.000	0.027	0.019	0.000	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₅	0.059	0.022	0.000	0.003	0.231	0.174	0.102	0.153	0.000	0.000
A ₆	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.174	0.000	0.000	0.000	0.056
A ₇	0.000	0.005	0.000	0.019	0.000	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₈	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.069	0.056
A ₉	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.033	0.000	0.035	0.102
A ₁₀	0.000	0.056	0.239	0.034	0.070	0.016	0.067	0.035	0.268	0.071
A ₁₁	0.227	0.193	0.000	0.050	0.000	0.000	0.067	0.187	0.019	0.000
A ₁₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₁₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Yön	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
Wi	0.029	0.024	0.014	0.013	0.019	0.012	0.012	0.014	0.005	0.018

PDA'nın elde edilmesinin ardından, BWM yöntemi ile elde edilen engel kriterlerine ait ağırlık önem değerleri dikkate alınarak Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi (WPDA) oluşturulmuştur. WPDA'nın oluşturulmasında Eşitlik 18'den yararlanılmıştır.

WPDA matrisi hesaplandıktan sonra, her bir alternatifin ortalamadan uzak ağırlıklandırılmış pozitif (SPi) toplamı hesaplanmıştır. Bu toplamı hesaplanırken Tablo 16'daki değerler kullanılmıştır. Örneğin SPi(A₂) değeri Eşitlik 18 kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$SPi(A_2) = (0.010+0.017+0.010+0.003+0.012+0.007+0.004+...) = 0.4527616$$

WPDA Tablo 16'da ve elde edilen SPi değerleri Tablo 19'da sunulmuştur:

Tablo 16. Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi (WPDA)

	Engel Kriterleri									
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀
A ₁	0.004	0.006	0.004	0.000	0.003	0.000	0.002	0.002	0.000	0.003
A ₂	0.003	0.001	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001
A ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₅	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000
A ₆	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001
A ₇	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₈	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
A ₉	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
A ₁₀	0.000	0.001	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
A ₁₁	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
A ₁₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₁₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PDA matrisinde olduğu gibi başlangıç karar matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin maksimum ve minimum durumlarına göre farklılık gösterecek biçimde Negatif uzaklık matrisi (NDA) oluşturulmuştur. NDA'nın oluşturulmasında Eşitlik 15 ve 17'den yararlanılmıştır. BWM yöntemi ile elde edilen kriterlere ait ağırlık önem değerleri Tablo 17'un alt satırında sunulmuştur. Elde edilen NDA Tablo 17'da sunulmuştur.

Tablo 17. Negatif uzaklık matrisi (NDA)

	Engel Kriterleri									
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀
A ₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₃	0.108	0.046	0.000	0.000	0.001	0.000	0.053	0.015	0.014	0.083
A ₄	0.024	0.063	0.043	0.105	0.251	0.101	0.053	0.184	0.147	0.114
A ₅	0.000	0.000	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.021
A ₆	0.000	0.029	0.043	0.012	0.072	0.000	0.053	0.015	0.080	0.000
A ₇	0.007	0.000	0.043	0.000	0.055	0.000	0.018	0.117	0.147	0.114
A ₈	0.108	0.217	0.043	0.121	0.037	0.062	0.104	0.000	0.000	0.000
A ₉	0.142	0.029	0.132	0.000	0.198	0.121	0.000	0.066	0.000	0.000
A ₁₀	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A ₁₁	0.000	0.000	0.025	0.000	0.001	0.062	0.000	0.000	0.000	0.036
A ₁₂	0.142	0.217	0.025	0.105	0.019	0.042	0.243	0.201	0.030	0.083
A ₁₃	0.024	0.011	0.167	0.027	0.055	0.062	0.018	0.151	0.163	0.083
Yön	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
Wi	0.029	0.024	0.014	0.013	0.019	0.012	0.012	0.014	0.005	0.018

NDA matrisinin elde edilmesinin ardından, BWM yöntemi ile elde edilen engel kriterlerine ait ağırlık önem değerleri dikkate alınarak Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi (WNDA) oluşturulmuştur. WNDA'nın oluşturulmasında Eşitlik 19'dan yararlanılmıştır.

WNDA matrisi hesaplandıktan sonra, her bir alternatifin ortalamadan uzak ağırlıklandırılmış negatif (S_{Ni}) toplamı hesaplanmıştır. Bu toplam hesaplanırken Tablo 18'deki değerler kullanılmıştır. Örneğin S_{Ni}(A₁₃) değeri Eşitlik 19 kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$S_{Ni}(A_{13}) = (0.0+0.0+0.003+0.001+0.002+0.005+...) = 0.130699$$

Hesaplamalar sonucunda elde edilen WNDA Tablo 18'de S_{Ni} değerleri ise Tablo 19'da sunulmuştur:

Tablo 18. Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi (WNDA)

	Engel Kriterleri									
	Z₁	Z₂	Z₃	Z₄	Z₅	Z₆	Z₇	Z₈	Z₉	Z₁₀
A₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
A₃	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
A₄	0.000	0.001	0.000	0.001	0.004	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002
A₅	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₆	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₇	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002
A₈	0.003	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
A₉	0.004	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
A₁₀	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₁₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₁₂	0.004	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.001
A₁₃	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001

Her bir alternatif için elde edilen S_{Pi} ve S_{Ni} değerleri Eşitlik 20 ve 21 kullanılarak normalize edilmiştir. S_{Pi} değerleri, içinde bulunduğu değerlerin en yüksek olan değere bölünmesi ile bulunmuştur. S_{Ni} değerleri ise içinde bulunduğu değerlerin en yüksek değerine bölünmüş ve 1'den çıkarılarak bulunmuştur. Bu adımın uygulanması için ilk önce Tablo 19'daki S_{Pi} ve S_{Ni} değerlerinin maksimum değeri bulunmuştur. Örneğin; S_{Pi}(A₃) ve S_{Ni}(A₃) 'ün normalize edilmiş değerleri şu şekilde hesaplanmıştır:

$$NSPi(A_3) = \frac{0.09368}{0.22627} = 0.264957$$

$$NSNi(A_3) = \frac{0.11996}{0.09368} = 0.585978$$

Normalize edilmiş SPi (NSPi) ve SNi (NSNi) değerleri Tablo 21’de sunulmuştur.

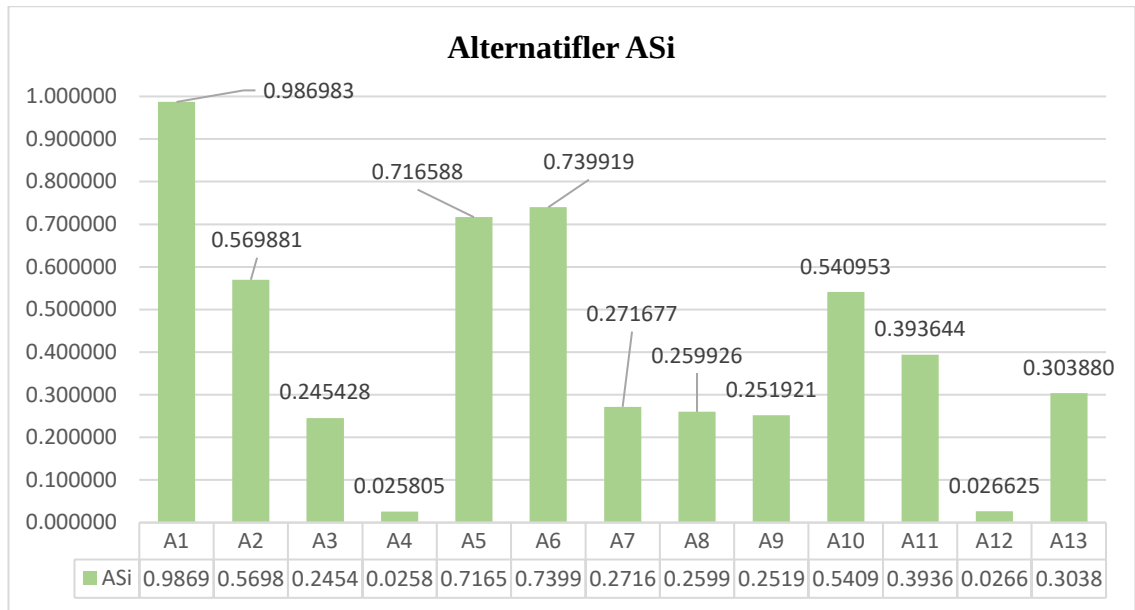
Son olarak alternatiflerin değerlendirme puanı hesaplanmıştır. Tüm alternatifler için değerlendirme puanı (ASi), Eşitlik 22 ile hesaplanmıştır. Tablo 19’da SPi, SNi, NSPi, NSNi ve ASi değerleri sunulmuştur. Eşitlik 22’ye göre ilgili değerler Tablo 19’da hesaplanan NSPi ve NSNi değerleri toplanmış ve ikiye bölünmüştür. Örneğin, ASi(A₁₁) seçeneğinin değerlendirme puanı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$ASi(A_{11}) = \frac{0.091830}{0.309542} = 0.200686 \text{ olarak elde edilmiştir.}$$

Tablo 19. SPi, SNi, normalize edilmiş SPi ve SNi (NSPi, NSNi) ve ASi değerleri

	<i>SPi</i>	<i>SNi</i>	<i>NSPi</i>	<i>NSNi</i>	<i>ASi</i>
<i>A₁</i>	0.131169	0.002184	1.000000	0.973966	0.986983
<i>A₂</i>	0.083881	0.041917	0.639488	0.500274	0.569881
<i>A₃</i>	0.009781	0.048961	0.074565	0.416291	0.245428
<i>A₄</i>	0.001018	0.080201	0.007757	0.043853	0.025805
<i>A₅</i>	0.077522	0.013239	0.591006	0.842169	0.716588
<i>A₆</i>	0.076947	0.008957	0.586626	0.893213	0.739919
<i>A₇</i>	0.010575	0.045066	0.080619	0.462735	0.271677
<i>A₈</i>	0.020435	0.053342	0.155793	0.364059	0.259926
<i>A₉</i>	0.020085	0.054461	0.153122	0.350719	0.251921
<i>A₁₀</i>	0.042896	0.020560	0.327024	0.754883	0.540953
<i>A₁₁</i>	0.028664	0.036172	0.218527	0.568761	0.393644
<i>A₁₂</i>	0.006985	0.083880	0.053249	0.000000	0.026625
<i>A₁₃</i>	0.032963	0.053980	0.251298	0.356463	0.303880

Katılımcıların anket verileri değerlendirildiğinde BCT’nin avantaj kriterlerinin önem dereceleri Şekil 8’de sunulmuştur:



Şekil 8. Alternatiflerin değerlendirme puan grafiği

Alternatiflerin elde edilen ASi puanları Tablo 20’de kısa kodu, uzun adı ve sıralaması ile sunulmuştur:

Tablo 20. Alternatiflere ilişkin değerlendirme puanları (ASi)

Kod	Alternatifler	ASi	Sıralama
A ₁	Merkeziyetsizlik	0.9869830	1
A ₆	Denetlenebilirlik	0.7399192	2
A ₅	Şeffaflık	0.7165875	3
A ₂	Güvenlik	0.5698807	4
A ₁₀	Gerçeklik	0.5409531	5
A ₁₁	Güven	0.3936438	6
A ₁₃	Gerçek Zamanlı ve Çevik	0.3038802	7
A ₇	Halka açık	0.2716768	8
A ₈	Kötü amaçlı değiştirmeye karşı korumalı	0.2599261	9
A ₉	Maliyet Açısından Verimli	0.2519207	10
A ₃	Süreklilik	0.2454281	11
A ₁₂	Birlikte Çalışabilir	0.0266247	12
A ₄	Anonimlik	0.0258051	13

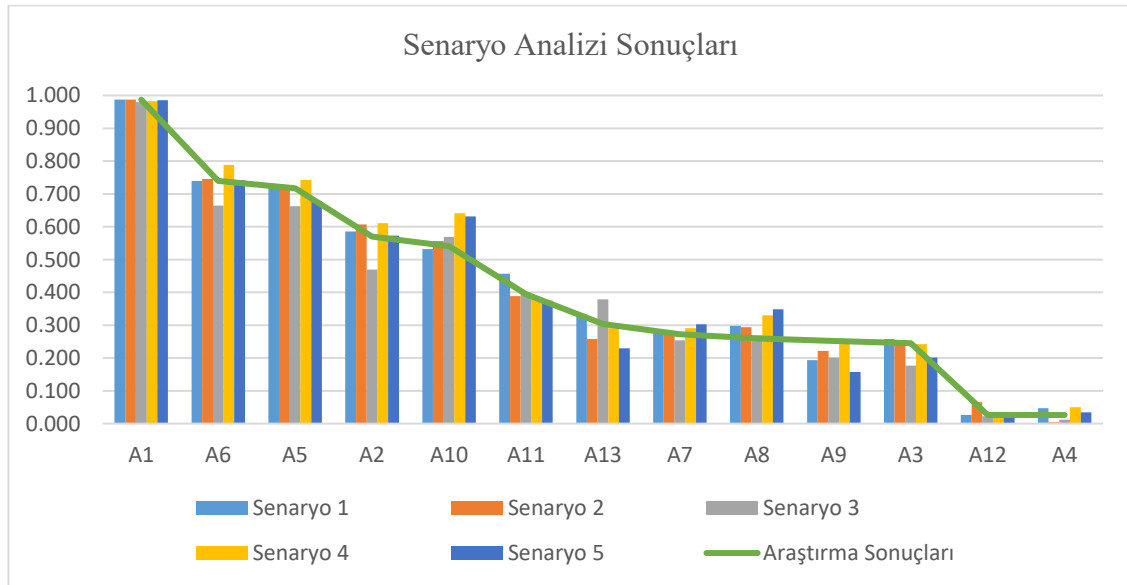
Tablo 20’ye göre STZY önündeki engel kriterlerinin aşılmasında Merkeziyetsizlik alternatifinin 0.986 değerini alarak en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. En az etkiye sahip alternatifinse 0.025 değerini alan Anonimlik olduğu görülmüştür.

5.4.5. Senaryo Analizi ile Çözümün Değerlendirilmesi

Bu aşamada kriter ağırlıklarındaki farklılaşmanın alternatif sıralamasına olan etkisini test etmek amacıyla beş farklı senaryo geliştirilmiştir. Bu senaryolara ilişkin değişimi gösteren sonuçlar Tablo 21 ve Şekil 9’da sunulmuştur:

Tablo 21. Senaryo Analizi Sonuçlarıyla Araştırma Sonuçlarının Kıyaslanması

Kod	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3		Senaryo 4		Senaryo 5		Araştırma Sonuçları	
	Wi	No	Wi	No	Wi	No	Wi	No	Wi	No	Wi	No
A ₁	0.987	1	0.987	1	0.980	1	0.983	1	0.986	1	0.987	1
A ₆	0.740	2	0.746	2	0.665	2	0.788	2	0.742	2	0.740	2
A ₅	0.723	3	0.717	3	0.663	3	0.743	3	0.678	3	0.717	3
A ₂	0.586	4	0.607	4	0.469	5	0.611	5	0.573	5	0.570	4
A ₁₀	0.532	5	0.556	5	0.569	4	0.641	4	0.631	4	0.541	5
A ₁₁	0.457	6	0.388	6	0.399	6	0.384	6	0.375	6	0.394	6
A ₁₃	0.333	7	0.258	9	0.379	7	0.291	8	0.229	9	0.304	7
A ₇	0.278	9	0.272	8	0.254	9	0.291	9	0.303	8	0.272	8
A ₈	0.298	8	0.294	7	0.268	8	0.330	7	0.348	7	0.260	9
A ₉	0.193	11	0.222	11	0.201	10	0.244	10	0.157	11	0.252	10
A ₃	0.258	10	0.241	10	0.177	11	0.242	11	0.201	10	0.245	11
A ₁₂	0.027	13	0.066	12	0.023	12	0.023	13	0.024	13	0.027	12
A ₄	0.047	12	0.004	13	0.012	13	0.050	12	0.034	12	0.026	13



Şekil 9. Senaryo analizi sonuçlarıyla araştırma sonuçlarının kıyaslanması

Tablo 21 ve Şekil 9 kriter ağırlıklarındaki farklılaşmanın sonuçları etkilemediğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sürdürülebilirlik, “Çevre, Ekonomi ve İnsan” üçlemesinin üzerine kurulmuş dünya ve yaşamın devamı açısından büyük önem arz eden bir zorunluluktur. Dünya üzerindeki üretim ve tüketimin hızla globalleşerek bilinçsiz üretim ve tüketim çılgınlığına dönüşmesi, sanayi devrimi, kitlesel kirliliğin artması, çeşitli canlı türlerinin hızla soyunun tükenmesi, Ozon tabakasının delinmesi gibi olumsuzlukların büyüyerek artması; Sürdürülebilirlik konusunda acil önlemlerin alınmasını zorunlu kılmıştır. 1945’te kurulmuş 193 üye ülkeden oluşan ve uluslararası bir örgüt olan BM, Ocak 2016’da 17 SKH (United Nations, 2021) yürürlüğe koymuştur. Uluslararası alanda alınan bu kararlar ve uygulamalar sürdürülebilirliğin küresel anlamda önemini göstermektedir. Sürdürülebilirlik konusunun kilit noktası ise STZY’nin benimsenmesidir.

STZY, birden fazla işletmenin birlikte ve entegre çalışma gereklilikleri nedeniyle, özellikle sürdürülebilirlik konusunda çok fazla engelle maruz kalmaktadır. STZY’nin engellerinin birkaçını “Gerekli denetimin olmaması, Kontrolsüz üretim veya tüketim, Zaman ve madde israfı, Sürdürülebilirliğin yoğun süreçler gerektirmesi, Dünya genelinde kontrol mekanizmalarının bulunmaması, Sürdürülebilirlik uygulamalarının çok zor ve yoğun süreçler gerektiren uygulamalar olması vb.” şeklinde saymak mümkündür.

Nitekim yapılan araştırmalar da (Hidayatno vd. 2019; Ramsden vd. 2020; Raut ve Gardas 2018; Schaltegger 2020) TZ’de yapılan küçük değişimler sonucunda bile sürdürülebilirlik alanında büyük faydalar sağlandığını ortaya koymaktadır. Araştırmacılar sürdürülebilirlik alanında yapılan (Hidayatno vd. 2019; Jemai vd. 2020; Raut ve Gardas 2018) uygulama ve geliştirmeler de bazı önlemlerin maliyet açısından firmalara büyük kazanımlar sağladığını belirlemişlerdir. Ayrıca dünyayı etkisi altına alan COVID-19 sürecinde birçok sektörle birlikte temel yaşam gereksinimlerinin üretim, dağıtım ve tedarik alanlarında durma noktasına gelinmesi; sürdürülebilirlik önlemlerinin alınmaması durumunda karşılaşılabilecek felaket senaryolarına örnek teşkil etmektedir. Tüm bu etmenler göz önüne alındığında STZY uygulamalarını geliştirerek yaşam biçimi haline getirmenin hayati önem taşıdığı söylenebilir.

Mevcut işleyişte STZY açısından büyük boşluklar ve engeller bulunmaktadır. BCT’nin gizlilik, güvenlik, akıllı sözleşme, ölçeklenebilirlik ve daha birçok spesifik özelliği sayesinde TZY’deki boşlukları doldurarak TZY’yi daha verimli bir STZY haline dönüştürme potansiyeline sahip olduğu ifade edilebilir. Örneğin dünyanın önde gelen küresel teknoloji firmalarından birisi olan IBM, “Aşı dağıtımı, Tedarik zinciri şeffaflığı,

Gıda için Blockchain, Konteyner lojistiği ve Tedarikçi yönetimi” alanlarında faaliyet gösteren büyük ölçekli firmalar ile BCT’nin uygulanması konusunda yoğun çalışmalar ve uygulamalar gerçekleştirmektedir (IBM, 2021).

BCT’nin TZ endüstrisine entegrasyonu ile ilgili göz ardı edilemeyecek şekilde giderek artan sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar bu çalışmaların (Dwivedi vd. 2020; Kshetri 2018; Venkatesha vd. 2020) daha çok TZY’lerini nasıl daha kârlı ve daha elverişli hale getirilebileceği hakkında yapıldığı göstermiştir. Ayrıca Sürdürülebilirlik veya YTYZ’lerine BCT’yi entegre eden çok az sayıda çalışma (Choi ve Lou 2019; Esmaeiliana vd. 2020; Koç 2020) olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle BCT’nin benimsenmesinin önündeki engellere ya da sosyal gelişime odaklanmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür.

İlgili literatür incelendiğinde STZY önündeki engellerin aşılmasında BCT etkilerini sentezleyen bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ayrıca bu çalışmada henüz yeni sayılabilecek BWM ve EDAS ÇKKV yöntemlerinin entegre edilerek kullanılması literatüre önemli katkılar sağladığının göstergeleridir.

Bulgulara göre bu çalışma özelinde STZY önündeki engeller açısından en önemli ana faktörün “Tedarik zinciri paydaşları ve piyasa faktörü” olduğu; STZY önündeki en önemli engelin ise 50 kriter arasında %0.6’lık önem derecesini alan “Yeni teknolojiye direnç gösterme ve mevcut teknolojiye bağlılık” kriteri olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuç Gupta vd. (2020); Narimissa vd. (2020) ve Sajjad vd. (2019) çalışmalarının sonuçları ile paralellik taşımaktadır.

Çalışma da STZY önündeki engellerin sıralamasında en az önem değerine sahip olan engelin 50 kriter arasında %0.005 önem derecesiyle “Sorumluluk dışı bölge algısı” olduğu görülmüştür. Bu durum Sorumluluk dışı bölge algısı engel kriterinin önemsiz olduğunu göstermemekte, diğer engel kriterlerinin çok daha önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın temel bulgusu STZY önündeki engel kriterlerinin aşılmasında en etkili ilk üç BCT’nin özelliklerinden sırasıyla Merkeziyetsizlik (0.986), Denetlenebilirlik (0.739) ve Şeffaflık (0.716) olduğu görülmüştür. STZY engellerinin aşılmasında en yüksek etkiye sahip Blockchain özelliğinin Merkeziyetsizlik olması, STZY uygulamalarında sürdürülebilirliği en çok engelleyen sebebin merkezi yapılar olduğunu göstermektedir. En az etkiye sahip alternatifinse 0.025 değerini alan Anonimlik olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuç Ar vd., (2020); Koç (2020); Kshetri (2018) ve Özdemir vd., (2020) çalışmalarının sonuçları ile küçük farklılıklar olsa da sonuçlar paralellik taşımaktadır.

Çalışmaların sonuçları arasındaki bu küçük farklar uzmanlar grubunun ve endüstrinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca çalışmamızla kıyaslanabilecek tam benzerlik sağlayan bir çalışma bulunmamaktadır.

Araştırmanın son kısmında gerçekleştirilen senaryolar sonucunda kriter ağırlıklarındaki farklılaşmanın alternatif değerlerini değiştirse de sıralamasında bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir. Bu durum oluşturulan modelin sağlamlığının ve benzer mantık taşıyan başka problemlerin çözümünde etkili bir şekilde kullanılabilir olduğunun bir göstergesi olarak ifade edilebilir.

STZY önündeki tüm engellerin üstesinden gelmeye yardımcı olabilecek tek bir strateji yoktur. Engellerin tamamen ya da büyük çoğunlukla aşılması için problemin doğru tespit edilmesi ve doğru strateji uygulanması gerekmektedir. Blockchain teknolojisi bu anlamda problemlerin büyük bir kısmına çözüm getirmesinin yanında, doğru veri aktarımını gerçek zamanlı ve çevik yapabilmesi, şeffaf ve güvenli bir biçimde saklayabilmesi, verilerin değiştirilememesi, süreklilik üzerine gerçek bilgi sağlayabilmesi problem için doğru strateji seçilmesini ve hızla hareket ederek hızla sonuç alınmasını sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Uygulanan bu teorik ve ampirik çalışmalarımızın sonucunda işletmeler, kuruluşlar ve kurumlar için TZY'lerin sürdürülebilirlik yolundaki engelleri kaldırılmasında bir yol haritası oluşturması beklenmektedir.

Bu çalışmanın katkılarının yanı sıra kısıtları da bulunmaktadır. Birincisi, konunun doğası gereği özellikle BCT hakkında yeterli bilgi ve donanımına sahip kişi sayısı çok azdır. Ayrıca bu kişilerin aynı zamanda sürdürülebilirlik ve önündeki engeller konusunda da yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu durum yetkin kişi sayısını çok fazla düşürmektedir. İkincisi, yeterli sayıda uzman kişiyle görüşülmesine rağmen tüm dünyada mevcut olan COVID – 19 pandemisi nedeniyle veri toplamada bazı dijital görüşmeler dışında yüz yüze görüşme sağlanamamıştır. Üçüncüsü, ÇKKV yöntemlerinin DNA'sı gereği katılımcılar farklılaştıkça sonuçların değişebileceği gerçeğidir. Gelecek süreçlerde farklı ÇKKV yöntemleri ve bunların bulanık, sezgisel bulanık vb. gibi genişletilmiş ve yenilikçi bütünleşmeleri kullanılarak sektörel bazda sürdürülebilirlik önündeki engellerin aşılmasında BCT'nin etkileri analiz edilebilir ve sonuçlar kıyaslanabilir. Sektörel bazda sürdürülebilirlik önündeki en önemli engelin nedeni ve bu engelin aşılmasında en uygun blockchain avantaj kriterinin nedeni araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Accenture. (2015). Dijitalleşme Endeksi Türkiye Sonuçları. Türkiye nin En Dijital Şirketleri. 2021 tarihinde <https://l24.im/Rlp2owJ>
- Accenture. (2018). "History of a Blockchain Technology". Accenture: <https://www.accenture.com/us-en> adresinden erişildi.
- Aggarwal, S., Chaudhary, R., Aujla, G., Kumar, N., Choo, K.-K. ve Zomaya, A. (2019, Ekim 15). Blockchain for smart communities: Applications, challenges and opportunities. ScienceDirect / ELSEVIER / Journal of Network and Computer Applications, 144, 13-48. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.018>
- Ağaç, G., Baki, B., Peker, İ. ve Ar, İ. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Serbest Bölge Yer Seçimi: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 30(1), 79 - 113. <https://dergipark.org.tr/en/pub/deuiibfd/issue/22716/242455> adresinden erişildi.
- Ahi, P. ve Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. Cleaner Production Magazine, 339. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>
- Aksu, C. (2011). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre. Güney Ege Kalkınma Ajansı. http://cevre.mf.duzce.edu.tr/Dokumanlar/cevre_mf/Dosyalar/S%C3%9CRD%C3%9CR%C3%9CLEB%C4%B0L%C4%B0R%20Kalk%C4%B1nma%20ve%20%C3%87evre.pdf adresinden erişildi.
- Aktaş, A. (2017). Blockchain'de Gizlilik Ve Anonimlik. 2021 tarihinde Teknochain: <https://teknochain.com/blockchainde-gizlilik-anonimlik/> adresinden erişildi.
- Anadolu Ajansı. (2018). Türkiye'nin ilk finansal blockchain projesi hayata geçti. 2021 tarihinde www.ntv.com.tr: https://www.ntv.com.tr/ekonomi/turkiyenin-ilk-finansal-blockchain-projesi-hayata-gecti,e1ARJIWkM0WFg_1a4wq6HQ adresinden erişildi.
- Anonim. (2017). SHA256 Online Hash Function. Retrieved 2021, from Online Tools: <https://emn178.github.io/online-tools/sha256.html>
- Anonim. (2018). Trade Made Easy. 2021 tarihinde TradeLens: <https://www.tradelens.com> adresinden erişildi.
- Anonim. (2019). Blockchain nasıl çalışır? Retrieved 2021, from bfmedia.io: <https://lk.tc/AqejZ>

- Anonim. (2021). Logistics Technology Providers. 2021 tarihinde [joc.com: https://www.joc.com/technology/logistics-technology-providers/tradelens](https://www.joc.com/technology/logistics-technology-providers/tradelens) adresinden erişildi.
- Ar, İ., Erol, İ., Peker, İ., Özdemir, A., Medeni, T. ve Medeni, İ. (2020, Kasım 15). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: A decision framework. *Expert Systems with Applications*, 158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113543>
- Aroh, K. (2018). Globalization, Industrialization and Population Growth the Fundamental Drivers of Pollution in a Given Society (India). *SSRN Electronic Journal*. doi:[10.2139/ssrn.3453740](https://doi.org/10.2139/ssrn.3453740)
- Askew, K. (2019). Transparency is the future of brand trust': SaaS start-up Provenance helps brands tell their stories. 2021 tarihinde [Foodnavigator: https://www.foodnavigator.com/Article/2019/08/14/Transparency-is-the-future-of-brand-trust-SaaS-start-up-Provenance-helps-brands-tell-their-stories](https://www.foodnavigator.com/Article/2019/08/14/Transparency-is-the-future-of-brand-trust-SaaS-start-up-Provenance-helps-brands-tell-their-stories) adresinden erişildi.
- Ataşen , K. (2019). Blokzinciri ve Akıllı Sözleşmeler Güvenli Bir Dijital Sertifikasyon Uygulaması Geliştirilmesi. 2021 tarihinde YÖK TEZ Ulusal Tez Merkezi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden erişildi.
- Basset, M., Mohamed, R., Sallam, K. ve Elhoseny, M. (2020). A novel decision-making model for sustainable supply chain finance under uncertainty environment. *Journal of Cleaner Production*, 269. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122324>
- BCTR. (2020). Kripto Para ve ICO Raporu. İstanbul: TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI. 2021 tarihinde https://bctr.org/dokumanlar/Kriptopara_ve_ICO.pdf adresinden erişildi.
- BCTR. (2020). Zeytinyağı tedarikçileri IBM Food Trust platformuna katılıyor. 2021 tarihinde [bctr.org: https://lk.tc/KYHtb](https://lk.tc/KYHtb) adresinden erişildi.
- BENCHMARK. (2019). After Cabalt, Industry Focus Shifts to Other Battery Minerals in Responsible Sourcing. 2021 tarihinde [benchmarkminerals.com: https://www.benchmarkminerals.com/after-cobalt-industry-focus-shifts-to-other-battery-minerals-in-responsible-sourcing/](https://www.benchmarkminerals.com/after-cobalt-industry-focus-shifts-to-other-battery-minerals-in-responsible-sourcing/) adresinden erişildi.
- Berdik, D., Otoum, S., Schmidt, N., Porter, D. ve Jararweh, Y. (2020). A Survey on Blockchain for Information Systems Management and Security. *Information Processing and Management*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102397>
- bfmedia. (2019). Ethereum Nedir? 2021 tarihinde [bfmedia: https://lk.tc/TwUYu](https://lk.tc/TwUYu) adresinden erişildi.

- Bhushan, B., Khamparia, A., Sagaya, K., Sharma, S., Ahad, M. ve Debnath, N. (2020). Blockchain for Smart Cities: A review of Architectures, Integration Trends. Journal Pre-proof. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102360>
- BİLGEM, T. (2017, Kasım 17). Blokzincir Araştırma Laboratuvarı. 2021 tarihinde TÜBİTAK/BİLGEM: <https://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/blokzincir-arastirma-laboratuvari> adresinden erişildi.
- BİLGEM, T. (2018). Blokzincir. 2021 tarihinde Blokzincir araştırma laboratuvarı: <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html> adresinden erişildi.
- Binance. (2020, 11). Blockchain Avantaj ve Dezavantajları. 2021 tarihinde academy.binance.com: <https://lk.tc/U8ILt> adresinden erişildi.
- Bischoff , O. ve Seuring, S. (2021, Ağustos). Opportunities and limitations of public blockchain-based supply chain traceability. Modern Tedarik Zinciri Araştırma ve Uygulamaları, 3(3), 226-243. doi:<https://doi.org/10.1108/MSRA-07-2021-0014>
- Bitcoingundem. (2021). Waltonchain (WTC) Nedir? Her Açından Kapsamlı İnceleme.. 2021 tarihinde Bitcoin Gundem : <https://www.bitcoingundem.com/waltonchain-wtc-nedir-her-acidan-kapsamli-inceleme/> adresinden erişildi.
- Bitik, S. (2019). Ethereum Sanal Makinesi Nedir? 2021 tarihinde Kripto Klavuz: <https://kriptoklavuz.com/ethereum-sanal-makinesi-nedir/> adresinden erişildi.
- Bravo, V., Moretto, A. ve Caniato , F. (2021). A roadmap for sustainability assessment in the food supply chain. İngiliz Gıda Dergisi, 123(13), 199-220. doi:<https://doi.org/0.1108/BFJ-04-2020-0293>
- Brennan, C., Lunn, W. ve CFA. (2018). Blockchain. 2021 tarihinde CREDIT SUISSE PLUS: <https://plus.credit-suisse.com/rpc4/ravDocView?docid=NQDC92AF-WErFXS> adresinden erişildi.
- Briggs, A. S. (2018). Introducing Smart Contract to Healthcare by Robomed. 2021 tarihinde Techbullion.com: <https://techbullion.com/introducing-smart-contract-healthcare-by-robomed/> adresinden erişildi.
- Bross, P. (2018). The potentials of Blockchain technology in logistics. Jönköping Üniversitesi, Jönköping Uluslararası İşletme Okulu, JIBS, Bilişim Yüksek lisans tezi, 43. Jönköping. <https://lk.tc/lkTl1> adresinden erişildi.
- Budds, D. (2019). How do buildings contribute to climate change? 2021 tarihinde archive.curbed.com: <https://archive.curbed.com/2019/9/19/20874234/buildings-carbon-emissions-climate-change> adresinden erişildi.

- Burchert, C., Decker, C. ve Wattenhofer, R. (2018). Scalable funding of Bitcoin micropayment channel networks. The Royal Society open Science. doi:<https://doi.org/10.1098/rsos.180089>
- Burwood-Taylor, L. (2018). Maersk Leads Blockchain of Food Startup Ripe.io \$2.4m Seed Round. 2021 tarihinde AgFunderNews: <https://agfundernews.com/maersk-leads-blockchain-of-food-startup-ripeio-2-4m-seed-round.html> adresinden erişildi.
- Cai, Y.-J. ve Choi, T.-M. (2020). A United Nations' Sustainable Development Goals perspective for sustainable textile and apparel supply chain management☆. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 141. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102010>
- Caron, F. (2017). Blockchain: Identifying Risk on the Road to Distributed Ledgers. ISACA JOURNAL. <https://lk.tc/eqqyI> adresinden erişildi.
- Chan, J. (2018). Tech Giants Remain Bullish on Blockchain. medium.datadriveninvestor.com: <https://lk.tc/wjHLz> adresinden erişildi.
- Chaum, D. (1983). Blind Signatures for Untraceable Payments. Advances in Cryptology, 199-203. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0602-4_18
- Choi, T.-M. ve Lou, S. (2019). Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes☆. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation 131, 139-152. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.09.019>
- Christidis, K. ve Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. doi:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J. ve Purvis, L. (2017). Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. Journal of Cleaner Production, 172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.176>
- Cognizant. (2016). Blockchain in Banking: A Measured Approach. Cognizant Whitepapers. www.cognizant.com: <https://l24.im/gi> adresinden erişildi.
- Compiler, C. (2018, Kasım). Blockchain Opportunities In Various Fields 2019. CoodingCompiler: <https://l24.im/XPozeRr> adresinden erişildi.
- Conway, L. ve Mansa, J. (2021). Blockchain Explained. investopedia.com: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> adresinden erişildi.

- Cooper, M., Lambert, D. ve Pagh, J. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. The International Journal of Logistics Management, 8(1). doi:<https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Crooks, M. (2019). Secured Method of Waltonchain to Handle the Blockchain. 2021 tarihinde community.nasscom.in: <https://l24.im/Ufx> adresinden erişildi.
- Crunchbase. (2020). Taeltech About. 2021 tarihinde www.crunchbase.com: <https://www.crunchbase.com/organization/taeltech> adresinden erişildi.
- Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde Türkiye'de yenilenebilir enerji politikaları. 2021 tarihinde [Dspace@maltepe](https://dspace@maltepe): <https://l24.im/yTs> adresinden erişildi.
- Çoban, A. (2020). Blockchain Teknolojisi Kriptografi. 2021 tarihinde Medium: <https://medium.com/@aziizcoban/blockchain-teknolojisi-2-kriptografi-13088f734660> adresinden erişildi.
- D. Tapscoot, D. ve A. Tapscoot, A. (2018). Blockchain Revolution: How the Technology behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World. HEINONLINE. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/gsiartc23&div=25&id=&page=>
- Danese , P., Mocellin, R. ve Romano, P. (2021, Şubat). Designing blockchain systems to prevent counterfeiting in wine supply chains: a multiple-case study. Uluslararası Operasyon ve Üretim Yönetimi Dergisi, 41(13), 1-33. doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2019-0781>
- Demetoğlu, G. Ö. (2019). Türk ve AB veri koruma hukuku bağlamında blok zincir teknolojisinde unutulma hakkı. İstanbul: YÖK TEZ. 2021 tarihinde <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden erişildi.
- Demir, Z. ve Demirkol, A. (2001). Paralel Sanal Makine Mekanizmalarının Paralel Sistemlere Uyarlanması. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 2-4. 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/pub/pajes/issue/20536/218806> adresinden erişildi.
- Demirci, M. (2020, 2 23). Blokzinciri nedir? Askeri teknolojiyi nasıl etkileyecek? 4 11, 2021 tarihinde euronews: <https://tr.euronews.com/2020/02/23/blokzincir-blockchain-nedir-askeri-teknolojiyi-nasil-etkileyecek> adresinden erişildi.
- Demirel, F. (2017). Türkiye'de blockchain teknolojisi üzerinde çalışan şirketler. 2021 tarihinde webrazzi: <https://webrazzi.com/2017/08/07/turkiyede-blockchain-kullanan-sirketler/> adresinden erişildi.

- Deniz, S. (2019). Ripple Teknolojisi Kullanan Akbank, Blockchain Kullanan İlk Türk Bankası Oldu! 2021 tarihinde <https://lk.tc/QSMBp> adresinden erişildi.
- Dhahri, S. ve Omri, A. (2018). Entrepreneurship contribution to the three pillars of sustainable development: What does the evidence really say? ResearchGate / Dünya Gelişimi Dergisi, 106, 64-77. doi:DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.01.008
- Dhull , S. ve Narwal, M. (2016). Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları hakkında son teknoloji bir inceleme. Growing Science, 2(3), 129-136. doi:10.5267/j.ac.2016.2.002
- Dickinson, A. (2020). Supply chain Blockchain and sustainability through responsible sourcing. (IBM) Retrieved 2021, from Blockchain Pulse: IBM Blockchain Blog: <https://lk.tc/kea1C>
- Doğantekin, S. (2016). (Çok) Akıllı Sözleşmeler. 2021 tarihinde medium.com: <https://lk.tc/rmlr> adresinden erişildi.
- Doğantekin, S. (2017, Aralık 18). Blockchain Devrimi. slideshare: <https://lk.tc/KXjT1> adresinden erişildi.
- Durğay, Z. ve Karaarslan, E. (2018). Blok Zinciri Teknolojisinin E-Devlet Uygulamalarında Kullanımı: Ön İnceleme. Akademik Bilişim Konferansı. Karabük: researchgate. 2021 tarihinde <https://lk.tc/7WKND> adresinden erişildi.
- Dwivedi, S., Amin, R. ve Vollala, S. (2020). Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism. Journal of Information Security and Applications, 54. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102554>
- E. Durbilmez, S. (2018). Blockchain teknolojisinin finans sektöründeki yeri ve uygulamaları. TEZ, YÖK TEZ. 2021 tarihinde YÖKTEZ: <https://lk.tc/bPvhL> adresinden erişildi.
- Ekolojist. (2019, 11 01). Sürdürülebilirlik Nedir? 2021 tarihinde Ekolojist.net: <https://ekolojist.net/surdurulebilirlik-nedir/> adresinden erişildi.
- Ergin, Ö. (2018, 09 14). Ethereum (ETH) Nedir? Yeni Başlayanlar için Ethereum Rehberi. 2021 tarihinde COINKOLiK: <https://www.coinkolik.com/ethereum-nedir/> adresinden erişildi.
- Erol, İ., Ar, İ., Özdemir, A., Peker, İ., Asgary, A., Medeni, İ. ve Medeni, T. (2020). Assessing the feasibility of blockchain technology in industries: evidence from Turkey. EMERALD İNSGHT/Journal of Enterprise Information Management, 34(3). doi:<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEIM-09-2019-0309/full/html>

- Ertugrul, C. (2021). Taeltech Generates Organic Consumer Insights Using Blockchain. 2021 tarihinde benzinga.com: <https://l24.im/jozc> adresinden erişildi.
- Escarus ve Türkiye Sinai Kalkınma Bankası. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Kapsamında Türkiye'nin Mevcut Durum Analizi Projesi. T.C. Kalkınma Bakanlığı. 2021 tarihinde <https://docplayer.biz.tr/storage/88/117500751/117500751.pdf> adresinden erişildi.
- Eser, S. (2021, 04 24). Tarihi Gelişme: Türkiye'nin İlk Yerli Kripto Parası Bitcicoin, Dünyaya Açılıyor. 04 26, 2021 tarihinde Kripto Koin: <https://kriptokoin.com/bitcicoin-dunyaya-aciliyor/> adresinden erişildi.
- Esmailiana, B., Sarkisb, J., Lewisc, K. ve Behdadd, S. (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. Resources, Conservation and Recycling, 163. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105064>
- Eşkinat, R. (2016). Binyıl Kalkınma Hedeflerinden Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine. Anadolu Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 267-282. 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/pub/andhd/issue/56712/791828> adresinden erişildi.
- Ethereum. (2016). Dapp. 2021 tarihinde ethereum.org: <https://ethereum.org/tr/> adresinden erişildi.
- Frankenfield, J. (2021). Hyperledger. 2021 tarihinde Investopedia: <https://lk.tc/Grnqa> adresinden erişildi.
- Frankenfield, J. (2021). Proof of Work (PoW). Retrieved 2021, from Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>
- Gilliland, M. ve Ivanova, E. (2017). Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisinin Baştan Şekillendireceği 19 Sektör. 2021 tarihinde futurethinkers.org: <https://futurethinkers.org/industries-blockchain-disrupt/> adresinden erişildi.
- Girasa, R. (2018). Regulation of Cryptocurrencies and Blockchain Technologies. SpringerLink / International Perspectives. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-319-78509-7>
- GlobalMiles. (2021). Global Miles Technology Inc. LinkedIn: <https://tr.linkedin.com/company/global-miles> adresinden erişildi.
- Gohil , D. ve Thakker, S. (2021, Mayıs). Blockchain-integrated technologies for solving supply chain challenges. Modern Tedarik Zinciri Araştırma ve Uygulamaları, 3(2), 78-97. doi:<https://doi.org/10.1108/MSRA-10-2020-0028>
- Gou, Y.-M., Huang, Z.-L., Gou, X.-R., Gou, J., Li, H., Liu, M., . . . Nkeli, M. (2020). A bibliometric analysis and visualization of blockchain. Future Generation Computer Systems, 116, 316-332. doi:<https://doi.org/10.1016/j.future.2020.10.023>.

- Guadamuz , A. ve Marsden, C. (2015). Blockchains and Bitcoin: Regulatory responses to cryptocurrencies. SSRN, 20(12), 6. <https://l24.im/5YV4Z> adresinden erişildi.
- Gupta, M. (2018). What is blockchain? Retrieved 04 11, 2021, from IBM: <https://www.ibm.com/tr-tr/topics/what-is-blockchain>
- Guptaa, H., Kusi-Sarpong, S. ve Rezaei, J. (2020). Barriers and overcoming strategies to supply chain sustainability innovation. ScienceDirect / Elsevier, 161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104819>
- Güler, K. (2019, Mart-Nisan). Blockchain Ticaret Platformu Ticareti Kolaylaştıracak. Finans Dünyası Dergisi, 20-24. Retrieved 2021, from http://www.gulerdinamik.com.tr/download/BTP_Ticaret.pdf
- Gültekin, Y. ve Bulut, Y. (2016). Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler Ve Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 86. doi:<https://doi.org/10.30803/adusobed.288167>
- GümrükTV. (2020). Ticaret Bakanlığı Blockchain Çalışmalarına Başladı. 2021 tarihinde Gümrük TV: <https://l24.im/PhOCk> adresinden erişildi.
- Günday, A. (2018). Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansı üzerine etkisi: Kimya sektöründe görgül bir analiz. YÖK TEZ. 2021 tarihinde YÖK Tez Ulusal Tez Merkezi: <https://l24.im/8xWMV> adresinden erişildi.
- Güven, Ö. (2020). Dijital Dönüşümde Blokzincir Teknolojisi ve Bitcoin'in Ekonomiye Etkisi. YÖK TEZ. 2021 tarihinde <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişildi.
- Güven, V. ve Şahinöz, E. (2018). Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin: Satoshi Dünyayı Değiştiriyor. istanbul. 2021 tarihinde erişildi.
- Haber, S. ve Stornetta, W. (1991). How to time-stamp a digital document. Journal of Cryptology(3), 99-111. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/BF00196791>
- Health4.0. (2018). Sağlık Sektörüne Blockchain Teknolojisini Getiren Öncü Şirketler. Health4.0. health40con.com: <https://l24.im/6aB> adresinden erişildi.
- Herold, D., Saberi, S., Kouhizadeh, M. ve Wilde, S. (2021, Kasım). Categorizing transaction costs outcomes under uncertainty: a blockchain perspective for government organizations. Küresel Operasyonlar ve Stratejik Kaynak Kullanımı Dergisi. doi:<https://doi.org/0.1108/JGOSS-09-2021-0066>
- Hidayatno, A., Zulkarnain, Hasib, R., Nimpuno, G. ve Destyanto, A. (2019). Designing a Serious Simulation Game as a Learning Media of Sustainable Supply Chain Management for Biofuel Production. Energy Procedia, 156, 43-47. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.083>

- Hyperledger. (2016). Advancing business blockchain adoption through global open source collaboration. 2021 tarihinde <https://www.hyperledger.org/> adresinden erişildi.
- IBM. (2015). IBM Food Trust. 2021 tarihinde IBM Blockchain: <https://www.ibm.com/tr-tr/blockchain/solutions/food-trust> adresinden erişildi.
- IBM. (2018). What is Hyperledger Fabric? 2021 tarihinde IBM.com/hyperledger: <https://www.ibm.com/topics/hyperledger> adresinden erişildi.
- IBM. (2021, 11 27). Resilient, transparent, and trusted supply chains. Blockchain for supply chain solutions: <https://www.ibm.com/tr-tr/blockchain/industries/supply-chain> adresinden erişildi.
- ICRYPEX. (2020, 02 11). Blockchain Neden Önemli? www.icrypex.com: <https://www.icrypex.com/tr/blog/blockchain-neden-onemli> adresinden erişildi.
- IOTA. (2020, 01 07). IOTA Nedir? 2021 tarihinde bfmedia.io: <https://www.bfmedia.io/sikca-sorulan-sorular/iota-nedir-69355308.html> adresinden erişildi.
- İslam, A. (2019). Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar Mevcut Durum, Potansiyel ve Risk Analizi. YÖKTEZ. 2021 tarihinde <https://l24.im/jYhBvrP> adresinden erişildi.
- Jabbour, C., Fiorini, P., Ndubisi, N., Queiroz, M. ve Piato, E. (2020). Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *Science of The Total Environment*, 725. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138177>
- Jakobsson, M. ve Juels, A. (1999). İş Kanıtı ve Ekmek Puding Protokolleri (Genişletilmiş Özet). Retrieved 2021, from SpringerLink: <https://l24.im/O0r3fKq>
- Jemai, J., Chung, B. ve Sarkar, B. (2020). Environmental effect for a complex green supply-chain management to control waste: A sustainable approach. *Journal of Cleaner Production*, 277. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122919>
- Kaçmaz, E. ve Sofyalıoğlu, Ç. (2020). Bütünleşik KFG Yaklaşımı ile Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Tasarımı: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama*. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(3). <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/818387> adresinden erişildi.
- Kahraman, A. (2014, Mart 21). Tedarik Zinciri Yönetimi. 2021 tarihinde slideshare.net: <https://www.slideshare.net/trockyali/tedarik-zinciri-ynetimi-32570159> adresinden erişildi.

- Kara, S. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi Temelli Kitlese Fonlama. YÖK TEZ Ulusal Tez Merkezi. 2021 tarihinde YökTez ULUSAL TEZ MERKEZİ: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden erişildi.
- Karaarslan, E. ve Akbaş, M. (2017). Blokzinciri Tabanlı Siber Güvenlik Sistemleri. Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, 1-3. doi:<https://doi.org/10.18640/ubgmd.373297>
- Karaçallık, D. (2019). Blockchain'in Hayatımıza Kazanımı ve Keşif Süreci. 2021 tarihinde Fintechtime: <http://fintechtime.com/tr/2019/05/blockchainin-hayatimiza-kazanimi-ve-kesif-sureci/> adresinden erişildi.
- Karalar, R. ve Kiracı, H. (2011). Çevresel Sorunlara Karşı Bir Çözüm Önerisi Olarak Sürdürülebilir Tüketim Düşüncesi. Dumlupınar üniversitesi sosyal bilimler dergisi(30). 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/55700> adresinden erişildi.
- Kaşka, M. (2020). Blockchain applications in maritime industry. YÖK TEZ Ulusal Tez Merkezi. 2021 tarihinde YÖK TEZ ULUSAL TEZ MERKEZİ: <https://l24.im/pAjs> adresinden erişildi.
- Khan, F., Asif, M., Ahmadb, A., Alharbic, M. ve Aljuaidd, H. (2020). Blockchain technology, improvement suggestions, security challenges on smart grid and its application in healthcare for sustainable development. Sustainable Cities and Society, 55. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102018>
- Kim, K., Jeong, B. ve Jung, H. (2014). Supply chain surplus: comparing conventional and sustainable supply chains. Esnek Hizmetler ve Üretim Dergisi, 26(5), 8. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10696-012-9163-2> adresinden erişildi.
- Kırbaç, G. (2020). Tedarik Zincirinde Blokzincirin Kalite Fonksiyon Yayılımıyla 3PL Şirketlerinde İncelenmesi. YÖK TEZ Ulusal Tez Merkezi. 2021 tarihinde <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden erişildi.
- Kiriş, S. ve Börekçi, D. (2018, 04). Sürdürülebilir Liman İşletmeciliğini Yönlendirici ve Engelleyici Faktörler: Bir Üçlü Bilanço Yaklaşımı. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(1), 192-220. doi:<http://dx.doi.org/10.17336/igusbd.378645>
- Knuth, D. (1998). The Art Of Computer Programming (Vol. 3). Pearson Education. Retrieved 2021, from <https://l24.im/WG>

- Koç, A. V. (2018). Blockchain Neden Düşündüğünüzden Daha Önemli? 2021 tarihinde Amfiweb.net: <https://l24.im/wDb> adresinden erişildi.
- Koç, E. (2020, 08 11). Tedarik Zinciri İzlenebilirliği ve Sürdürülebilirliğinde Yeni Paradigma: Blokzincir. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20, 417-438. doi:<https://doi.org/10.29029/busbed.731939>
- Kofali, A. (2021, 04 20). Blockchain Avantajları ve Dezavantajları. 2021 tarihinde ekonomi101.net: <https://ekonomi101.net/blockchain-avantajlari-ve-dezavantajlari/> adresinden erişildi.
- Konakçı, A. E. (2019). Nestle: IBM Food Trust Blockchain Ağı, 2019 Yılında Daha Fazla Genişleyecek. 2021 tarihinde KOİNBÜLTENİ: <https://koinbulteni.com/nestle-ibm-food-trust-blockchain-agi-2019-yilinda-daha-fazla-genisleyecek-36918.html> adresinden erişildi.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. International Journal of Information Management, 39, 80-89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Kumari, A., Gupta, R., Tanwar, S. ve Kumar, N. (2020, Eylül). Blockchain and AI amalgamation for energy cloud management: Challenges, solutions, and future directions. Journal of Parallel and Distributed Computing, 143. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2020.05.004>.
- Kurtuluş, K. (2019, 02 25). Dünyanın online noteri olacağız. Start Up capital. (A. Sarıkaya, Röportaj Yapan) 2021 tarihinde StartUp: <https://l24.im/NxmnPG> adresinden erişildi.
- Kuşat, N. (2012, 12). Sürdürülebilir İşletmeler İçin Kurumsal Sürdürülebilirlik ve İçsel Unsurları. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 14(2), 227-242. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akuiibfd/issue/1620/20307> adresinden erişildi.
- Laroche, M., Bergeron, Y. ve Barbaro-Forleo, G. (2001). Targeting Consumers Who Are Willing to Pay More for Environmentally Friendly Products. Tüketici Pazarlama Dergisi, 16, 503-520. doi:DOI:10.1108/EUM000000000006155
- Li, Y., Zhang, L. ve Jin, M. (2017). Sürdürülebilir tüketimde tüketici bilinci ve davranış değişikliği raporu. China Sustainable Consumption Research Program. <https://lk.tc/Jn6ah> adresinden erişildi.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology (Cilt 22). <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001> adresinden erişildi.
- Luthra, S. ve Mangla, S. (2018). When strategies matter: Adoption of sustainable supply chain management practices in an emerging economy's context. Resources,

- Conservation and Recycling, 138, 194-206.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.005>
- Luu, L., Chu, D., Olickel, H., Saxena, P. ve Hobor, A. (2016). Making Smart Contracts Smarter. Conference on Computer and Communications Security, 254-269. Retrieved 2021, from <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2976749.2978309>
- Mattila, J. (2016, 5 10). The Blockchain Phenomenon - The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures. ETLA Economic Research Papers, 38, 6-7. Retrieved 2021, from <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-38.pdf>
- Maurya, H. (2019). Blockchain ve Bitcoin Gerçekten Değiştirilemez mi? Retrieved 2021, from VPNmentor: <https://tr.vpnmentor.com/blog/blockchain-ve-bitcoin-gerçekten-değiştirilemez-mi/>
- McLoughlin , K. ve Meehan , J. (2021). The institutional logic of the sustainable organisation: the case of a chocolate supply network. Uluslararası Operasyon ve Üretim Yönetimi Dergisi, 41(3), 251-274. doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2020-0773>
- Nakamoto, S. (2008). bitcoin.pdf. Retrieved 2021, from [www.bitcoin.org: https://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf](https://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf)
- Narimissa, O., Kangarani-Farahani, A. ve Molla, S. (2020, ŞUBAT). Drivers and barriers for implementation and improvement of Sustainable Supply Chain Management. Wiley Çevrimiçi Kitaplığı / Sustainable Development, 28(1), 247-258. doi:<https://doi.org/10.1002/sd.1998>
- Nasdaq. (2015). NEWS RELEASE DETAILS / Nasdaq Linq Enable First-Ever Private Securities Issuance Documented With Blockchain Technology. 2021 tarihinde [ir.nasdaq.com: https://ir.nasdaq.com/news-releases/news-release-details/nasdaq-linq-enables-first-ever-private-securities-issuance](https://ir.nasdaq.com/news-releases/news-release-details/nasdaq-linq-enables-first-ever-private-securities-issuance) adresinden erişildi.
- Nasuhoğlu, G. (2019, Mayıs). Blockchain teknolojisiyle açık anahtar altyapısı tabanlı elektronik sertifika durum bilgilerinin yönetilmesi. YÖK TEZ Ulusal Tez Merkezi. 2021 tarihinde <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden erişildi.
- Opportimes. (2018). Maersk: TradeLens está disponible en China. 2021 tarihinde [Opportimes.com: https://www.opportimes.com/maersk-tradelens-esta-disponible-en-china/](https://www.opportimes.com/maersk-tradelens-esta-disponible-en-china/) adresinden erişildi.
- Orphan, Uncle ve Genesis Blocks Explained. (2018, Kasım 1). [mycryptopedia.com: https://www.mycryptopedia.com/orphan-uncle-genesis-blocks-explained/](https://www.mycryptopedia.com/orphan-uncle-genesis-blocks-explained/) adresinden erişildi.

- Öymen, G. ve Ömeroğlu, M. (2019). Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1069-1087. doi:DOI: <https://doi.org/10.46928/iticusbe.769022>
- Özdemir, A., Erol, İ., Ar, İ., Peker, İ., Medeni, T. ve Medeni, İ. (2020). The role of blockchain in reducing the impact of barriers to humanitarian supply chain management. Emerald insight/Uluslararası Lojistik Yönetimi Dergisi. doi:<https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2020-0058>
- Pagell, M. ve Shevchenko, A. (2013, Aralık 5). Why Research in Sustainable Supply Chain Management Should Have no Future. Journal of Supply Chain Management, 50(1), 44-55. doi:<https://doi.org/10.1111/jscm.12037>
- Patel, A. ve Desai, T. (2018, Nisan 16). A systematic review and meta-analysis of recent developments in sustainable supply chain management. Taylor and Francis Online, 349-370. doi:<https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1534946>
- Patterson, J. (2017). Robomed Network Looks to Disrupt Medical Industry with New Smart Contracts. 2021 tarihinde Financemagnates.com: <https://124.im/LqYaKB> adresinden erişildi.
- Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Sayın Okatan, B. ve Yaşar, F. (2016). Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bürünleşik Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 14(1), 82 - 103. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yead/issue/21831/234666> adresinden erişildi.
- Peşkircioğlu, N. (2016, KASIM). 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri: Küresel Verimlilik Hareketine Doğru. Kalkınmada Anahtar Verimlilik. 2021 tarihinde <https://lk.tc/hMZzo> adresinden erişildi.
- Politou, E., Casino, F., Halep, E. ve Patsakis, K. (2019). Blockchain Mutability: Challenges and Proposed Solutions. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. doi:10.1109 / TETC.2019.2949510
- PR Newswire. (2019). Skuchain Named Technology Pioneer by World Economic Forum. 2021 tarihinde prnewswire.com: <https://www.kisa.link/PQFe> adresinden erişildi.
- Prasad, D., Pradhan, R., Guarav, K. ve Sabat, A. (2020). Critical Success Factors of Sustainable Supply Chain Management and Organizational Performance: An Exploratory Study. Transportation Research Procedia, 48, 327-344. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.027>
- Provenance. (2020). Every product has a story. Retrieved 2021, from provenance.org: <https://www.provenance.org/>

- PwC. (2019). Dijital Türkiye Platformu Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporunu. 2021 tarihinde <https://www.kisa.link/PQFn> adresinden erişildi.
- RCSGlobal. (2019). RSBN. 2021 tarihinde [rcsglobal.com: https://www.rcsglobal.com/blockchain-traceability/](https://www.rcsglobal.com/blockchain-traceability/) adresinden erişildi.
- Ripe. (2017). RIPE NCC. Retrieved 2021, from Ripe Network Coordination Centre: <https://www.ripe.net/>
- Ripe.io. (2017). Know your food. 2021 tarihinde [ripe.io: https://www.ripe.io/about](https://www.ripe.io/about) adresinden erişildi.
- Robomed. (2016). Safe, transparent and meaningful medical assistance. Retrieved 2021, from Robomed NetWork: <https://robomed.io/>
- Rockybul , H. (2019). What are Blockchain's Issues and Limitations? 2021 tarihinde AtozMarkets: <https://atozmarkets.com/news/what-are-Blockchains-issues-limitations/> adresinden erişildi.
- Rodrigue, J.-P. (2018). Efficiency and sustainability in multimodal supply chains, International Transport Forum Discussion Paper. ECONSTOR, 22. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/12f93f71-en>
- Rohwer, Y. ve Marris, E. (2021, 03 21). Ecosystem integrity is neither real nor valuable. Koruma Bilimi ve Uygulaması, 3(4). 2021 tarihinde <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/csp2.411> adresinden erişildi.
- Sajjad, A., Eweje, G. ve David, T. (2019, Eylül 02). Managerial perspectives on drivers for and barriers to sustainable supply chain management implementation: Evidence from New Zealand. Wiley Online Library / Business Strategy and the Environment. doi:<https://doi.org/10.1002/bse.2389>
- Saleh, F. (2020). Blockchain Without Waste: Proof-of-Stake. doi:<https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa075>
- Sanchez-Flores, R. B., Cruz Sotelo, S., Ojeda-Benitez, S. ve Ramirez, M. (2020, 08 01). Sustainable Supply Chain Management-A Literature Review on Emerging Economies. RsearchGate. doi:DOI:10.3390/su12176972
- Sciarelli, M., Prisco, A., Gheith, M. ve Muto , V. (2021, Ekim). Factors affecting the adoption of blockchain technology in innovative Italian companies: an extended TAM approach. Strateji ve Yönetim Dergisi. doi:<https://doi.org/10.1108/JSMA-02-2021-0054>
- Senou, R., Degila, J., Adjobo, E. ve Djossou, A. (2019). Blockchain for Child Labour Decrease in Cocoa Production in West and Central Africa. IFAC-PapersOnLine, 52, 2710-2715. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.617>

- Seuring, S. ve Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Temiz Üretim Dergisi*, 16(15), 1700. 2021 tarihinde erişildi.
- Silvestre, B., Monteiro, M., Viana, F. ve Filho, J. (2018). Challenges for sustainable supply chain management: When stakeholder collaboration becomes conducive to corruption. *Journal of Cleaner Production*, 194, 766-776. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.127>
- Skuchain. (2017). Skuchain is the Commerce Cloud for a Liquid Supply Chain. 2021 tarihinde Skuchain: <https://www.skuchain.com/about/> adresinden erişildi.
- Slaper, T. F. ve Hall, T. J. (2011). The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work? 2021 tarihinde ibrc.indiana.edu: <https://lk.tc/y0skJ> adresinden erişildi.
- Söğüt, B. (2017). IBM Blockchain Teknolojisinde Microsoft'tan Daha Önde. (F. TAŞDEMİR, Editör) 2021 tarihinde Koin Bülteni: <https://koinbulteni.com/ibm-blockchain-teknolojisinde-microsofttan-daha-onde-2784.html> adresinden erişildi.
- Szabo, N. (1994). Smart Contracts. Unpublished Manuscript, p. 26.
- Taeltech. (2020). Taeltech/Walimai. 2021 tarihinde taeltech.com: <https://www.taeltech.com/> adresinden erişildi.
- Taeltech ve EXELPrint . (2021, Nisan 9). EXELPrint ve Taeltech, Avustralyalı İhracatçıları Çin'de sahteciliğe karşı koruma çabalarına katıldı. *Intrado GlobeNewswire*: <https://lk.tc/eTaiB> adresinden erişildi.
- Tanrıverdi, M., Mevlüt, U. ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri Teknolojisi Nedir ? Ne Değildir ?: Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknojileri Dergisi*, 12(3). doi:DOI: 10.17671/gazibtd.547122
- Tapscott, D. (2012, Eylül 16). Açık dünya için gereken dört ilke. *TEDx*. 2021 tarihinde <https://lk.tc/zsSNv> adresinden erişildi.
- Tasatanattakool, P. ve Techapanupreeda, C. (2018). Blockchain: Challenges and applications. *IEEE Xplore*. doi:DOI: 10.1109/ICOIN.2018.8343163
- Tay, M., Abd Rahman, A., Aziz Yuhani, A. ve Sidek, S. (2015). A review on drivers and barriers towards sustainable supply chain practices. *International Journal of Social Science and Humanity*, 5(10), 892. Retrieved 2021, from <https://core.ac.uk/download/pdf/206049044.pdf>
- Teknochain. (2017, 08 16). Blockchain Uygulamalarındaki Zorluklar ve Riskler. 2021 tarihinde <https://lk.tc/hfMFg> adresinden erişildi.
- Tektaş, B. ve Kırbaç, G. (2020). Lojistik Sektöründe Blokzinciri Teknolojisinin Kullanılmasına Yönelik Bir Vaka Analizi İncelemesi ve Lojistik Şirketi

- Uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakülte Dergisi, 25(3), 343-356. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1187700> adresinden erişildi.
- Teufel, B., Sentic, A. ve Barmet, M. (2019, Aralık). Blockchain energy: Blockchain in future energy systems☆☆☆. Journal of Electronic Science and Technology, 17(4). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100011>
- Tevetoğlu, M. (2021, 03 25). Ethereum ve Akıllı Sözleşmeler. İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi. doi:<https://doi.org/10.21492/inuhfd.852860>
- Token24. (2018). What is Waltonchain (WTC) and Where to Buy it. 2021 tarihinde Tokens24.com: <https://lk.tc/5vmml> adresinden erişildi.
- Tunadergi. (2019). Blok zinciri (blockchain) nedir? TunaDergi, 2-5. 2021 tarihinde <https://lk.tc/WDgaO> adresinden erişildi.
- TÜİK, T. (2019). Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması. TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU. 2021 tarihinde <https://lk.tc/D3BG8> adresinden erişildi.
- Tüzel, G. B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Toplam Faktör Verimliliği. Ankara: UNDP / MFİB / TCSBB. 2021 tarihinde <https://lk.tc/IKntg> adresinden erişildi.
- Ulukan, G. (2019). Merkez Bankası, Kendi Dijital Parasını Çıkarmayı Planlıyor. 2021 tarihinde webrazzi: <https://webrazzi.com/2019/07/09/blockchain-tabanlı-dijital-merkez-bankasi-parasi/> adresinden erişildi.
- Ulukut, O. (2018). Ethereum blok zincirinde yaratılan "Decentralized Autonomous Organization" nedir? 2021 tarihinde Webrazzi: <https://lk.tc/mEjrV> adresinden erişildi.
- United Nations. (2021, Aralık). About US. doi:<https://www.un.org/en/about-us>
- Usta, A. ve Doğanterkin, S. (2017). Blockchain 101v2. istanbul: MediaCat Kitapları. 2021 tarihinde https://www.academia.edu/40128869/BLOCKCHAIN_101_v2 adresinden erişildi.
- Ünal, E. ve Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi(Sayı 13, S. 54-64), 58. doi:DOI: 10.31590/ejosat.423676
- Vedapradha , R. ve Ravi, H. (2021, Mayıs). Innovation in banking: fusion of artificial intelligence and blockchain. Asya Pasifik İnovasyon ve Girişimcilik Dergisi, 15, 51-61. doi:<https://doi.org/10.1108/APJIE-09-2020-0142>

- Villalmanzo, I. (2018). Blockchain: Applications, Effects and Challenges in Supply Chains. Tampere Teknoloji Üniversitesi. Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi. <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/26033> adresinden erişildi.
- Waltonchain. (2017). The Global Leader in Blockchain + IoT. 2021 tarihinde <http://www.waltonchain.org/en/> adresinden erişildi.
- Weldeslassie, T., Naz, H., Singh, B. ve Oves, M. (2018). Modern Çağ Çevre Sorunları ve Çözümü. 2021 tarihinde <https://lk.tc/Gfkkg> adresinden erişildi.
- Wood, G., Meiklejohn, S., Buchanan, A., Brewster, C., Laughlin, H., Green, N. ve Mallet, P. (2015). Blockchain: the solution for transparency in product supply chains,. Project Provenance Ltd: <https://www.provenance.org/whitepaper> adresinden erişildi.
- Wright, A. ve Filippi, P. (2015). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. SSRN, 1-3. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2580664>
- Wüst, K. ve Gervais, A. (2018). Do you need a blockchain? In Blockchain Technology 2018 Crypto Valley Conference (CVCBT) (s. 45-54). IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011>
- Xu, H., Klaine, P., Onireti, O., Cao, B., İmran, M. ve Zhang, L. (2020, Ağustos). Blockchain-enabled resource management and sharing for 6G communications. Communications and Networks. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dcan.2020.06.002>
- Yanik, M. (2018). Türkiye'nin ilk Blockchain projesi hayata geçiyor. 2021 tarihinde [turkishtimedergi: http://www.turkishtimedergi.com/teknoloji/turkiyenin-ilk-blockchain-projesi-hayata-geciyor/](http://www.turkishtimedergi.com/teknoloji/turkiyenin-ilk-blockchain-projesi-hayata-geciyor/) adresinden erişildi.
- Yavuz, M. (2019). Ekonomide Dijital Dönüşüm: BLOCKCHAIN Teknolojisi ve Uygulama Alanlarının İncelenmesi. Research of Financial Economic and Social Studies (RFES), 4(1), 15-29. doi:DOI : 10.29106/fesa.498053
- Yavuz, N. (2019). coinkolik. 2021 tarihinde Takasbank Açıkladı: Türkiye'nin İlk Finansal Blockchain Ağı Uygulamaya Geçti: <https://lk.tc/8lqKm> adresinden erişildi.
- Yelmen, B. (2018). Use of renewable energy resources in agriculture the case of Turkey. Tarımsal Araştırma Dergisi. doi:<https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13415>
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(3), 181 - 208. 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gaziuiibfd/issue/28309/300838> adresinden erişildi.

- Yıldırım, H. (2018). Açık ve uzaktan öğrenmede blokzincir teknolojisinin kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 142-153. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/564836> adresinden erişildi.
- Yılmaz T., S. ve Erözel D., S. (2019). Blockchain Teknolojisi ve Türkiye Finans Sektöründeki Durumu. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 30-45. doi:<https://doi.org/10.29106/fesa.509254>
- Yılmaz, R. (2019). Ürünlerin Tedarikçiden Tüketicie Ulaşmasını Takip Edecek Bir Blok Zinciri Sisteminin Tasarlanması. 2021 tarihinde İstanbul.edu.tr: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/60878.pdf> adresinden erişildi.
- Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G. ve Premkumar, R. (2012). Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. *Uluslararası Üretim Ekonomisi Dergisi*, 140(1), 331. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.02.008>
- Zhang, X. (2018). UN ESCAP Sustainable Business Network , 6th meeting. U. E. Gücü (Dü.). içinde <https://lk.tc/iOn1v> adresinden erişildi.
- Zhou, Y., Soh, Y., Loh, H. ve Fai, K. (2020). The key challenges and critical success factors of blockchain implementation: Policy implications for Singapore's maritime industry. *Marine Policy*, 122. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104265>
- Zhou, Z., Cheng, S. ve Hua, B. (2000, TEMMUZ 15). Supply chain optimization of continuous process industries with sustainability considerations. *Bilgisayarlar ve Kimya Mühendisliği*, 24(2-7), 1151-1158. doi:[https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(00\)00496-8](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(00)00496-8)
- Zimmermann, P. (1991). PGP. Retrieved 2021, from <https://lk.tc/GV58A>

ÖZ GEÇMİŞ

HANZADE Mehmet Zahit, Ön lisans Öğrenimi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Pazarlama bölümünde okudum. Lisans öğrenimimi Eskişehir Anadolu Üniversitesi İşletme bölümünde tamamladım. Çalıştığım veya yönettiğim kurumlar “MTA, TEMTAŞ Mak. San., NİĞSAC GRUP, ŞAHİN Makine, Hm Makine, Prestij Grup, İzmir Makine, DAP. MAK. SAN.”.

