



Araştırma Makalesi

Journal of Innovative Engineering  
and Natural Science

(Yenilikçi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi)

<https://dergipark.org.tr/en/pub/jieng>

## Dijital dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisi benimsenmesinin önündeki engellerin değerlendirilmesi

ID Emine Elif Nebati<sup>a\*</sup><sup>a</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul, 34303, Türkiye.

## MAKALE BİLGİSİ

## Makale Geçmişi:

Geliş 21 Mayıs 2024

Düzeltilme 15 Haziran 2024

Kabul 6 Temmuz 2024

Çevrimiçi mevcut

## Anahtar Kelimeler:

Dijital dönüşüm

Blok zincir

Küresel Bulanık AHP

E-ticaret

## ÖZET

Blok zincir teknolojisi, işletmelerin iş yapma biçimlerini dijital dönüşüm sürecinde köklü şekilde değiştiren yenilikçi yaklaşımlardan biridir. Blok zinciri, verilerin merkezi bir otorite olmaksızın güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır. Blok zincir teknolojisinin hızla yayılmasıyla birlikte, şirketlerin bu teknolojiye uyum sağlaması kaçınılmaz hale gelmiştir. Dijital dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisi, işletmeler için büyük fırsatlar sunmaktadır. Verimlilik artışı, maliyetlerin azaltılması, güvenliğin artırılması ve yeni iş modellerinin oluşturulması, blok zincir teknolojisinin en önemli avantajlarıdır. Ancak, blok zincir uyumunun önünde birtakım engeller de bulunmaktadır. Bu engellerin üstesinden gelmek için, şirketlerin stratejik bir yaklaşım benimsemeleri ve blok zincir teknolojisine uyum sağlamak için kapsamlı bir planlama yapmaları gerekmektedir. Bu çalışma, e-ticaret alanında faaliyet gösteren şirketlerin blok zincir teknolojisine uyum sağlama sürecinde karşılaştığı engelleri küresel bulanık analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma sonucunda, çalışmada en önemli engelin, esneklik sınırlamaları olduğu gözlenirken, diğer kriterler sırasıyla; devlet denetimi, gizlilik eksikliği, gecikme, boyut büyüklüğü ve maliyet olarak ortaya çıkmıştır. Bu teknolojinin dijital dönüşüm sürecinde nasıl bir rol oynadığını anlamak, e-ticaret alanında faaliyet gösteren işletmelerin gelecekteki rekabet avantajlarını belirlemelerine yardımcı olması açısından çalışma önem arz etmektedir.

## Assessing the barriers to adopting blockchain technology in digital transformation

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 21 May 2024

Received in revised form 15 Jun 2024

Accepted 6 July 2024

Available online

## Keywords:

Digital transformation

Blockchain

Spherical Fuzzy AHP

E-commerce

## ABSTRACT

Blockchain technology represents a groundbreaking innovation in the realm of digital transformation. This technology has radically changed the way businesses work in the digital transformation process. Blockchain securely and transparently records and manages data without a centralized authority. With the rapid adoption of blockchain technology, it has become inevitable for companies to adapt to this new paradigm. In the digital transformation process, blockchain technology offers significant opportunities for businesses, such as increasing efficiency, reducing costs, enhancing security, and creating new business models. However, there are several obstacles to blockchain adoption. To overcome these challenges, companies need to adopt a strategic approach and conduct comprehensive planning to integrate blockchain technology. This study aims to assess the impediments hindering the adoption of blockchain technology through the utilization of the spherical fuzzy analytic hierarchy process (AHP). The most significant obstacle identified is flexibility limitations, followed by government regulation, lack of privacy, latency, data size, and cost. This study is crucial for understanding the role of blockchain technology in the digital transformation process and for helping the e-commerce sector identify competitive advantages.

## I. GİRİŞ

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri kullanarak iş süreçlerini, müşteri deneyimlerini ve iş modellerini yeniden tasarlaması sürecidir. Bu dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisi, çeşitli avantajlar ve yenilikçi çözümler sunarak önemli bir rol oynamaktadır. Blok zincir, bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin temel

\*Sorumlu yazar. Tel.: +90-212-692-8993; e-mail:emine.nebati@izu.edu.tr

altyapısını oluşturan açık, dağıtılmış bir defter teknolojisidir. İki taraf arasındaki işlemleri etkin, doğrulanabilir, şeffaf ve kalıcı bir şekilde kaydetme amacı taşımaktadır. Bu teknoloji son yıllarda büyük bir ilgiyle takip edilen ve çeşitli endüstrilerde büyük değişiklikler öngören bir uygulama alanına ulaşmıştır. Şirketler, blok zincir teknolojisinin sağladığı potansiyel avantajları göz önünde bulundurarak, iş süreçlerini daha verimli kılmak, maliyetleri azaltmak ve güvenliği artırmak amacıyla bu teknolojiye uyum sağlamaya çalışmaktadırlar. Blok zincirinin temeli, merkezi olmayan ve güvenilir bir şekilde topluca saklanan verilerin teknik bir planıdır [1]. Kripto para biriminin temelini oluşturan teknoloji bileşeni, kriptografik olarak birbirine bağlı bir dizi veri bloğu olarak ifade edilmektedir [2].

Blok zincir teknolojisi, gelecekte büyük umutlar vaat eden bir teknoloji olarak ön plana çıkmakta ve birçok sektörü dönüştürme potansiyeline sahiptir. Blok zinciri teknolojisi başta Bitcoin gibi sanal para birimlerinin altyapısı için geliştirilmiş olsa da günümüz dünyasında finans, sağlık, gayrimenkul, tedarik zinciri, hükümet kurumları ve telekomünikasyon, e-ticaret gibi birbirinden farklı alanlarda kullanılması için altyapılar hazırlanmaya başlanmıştır [3]. Önde gelen şirketler, bu gelecek vaat eden teknolojiye yatırım yapmaya devam etmektedirler [4]. 2008 yılında ortaya çıkan, uygulama sahası sürekli olarak genişleyen blok zincir teknolojisi, işlem şeffaflığı, değiştirilemez işlem kayıtları, güvenilir üçüncü taraf onayı olmaksızın işlem gerçekleştirme ve denetime uygun altyapı gibi nitelikler sunarak önemli avantajlar sağlamaktadır [5]. Mendi, blok zincir teknolojisine son yıllarda artan ilginin sebebinin, sistemdeki merkezi olmayan yapıyla sağlanan avantajlardan kaynaklandığı düşünmüştür. Bu avantajlar yapılan işlemlerin güvenliği, şeffaflığı ve veri bütünlüğüyle gerçekleştirilebilmesidir. Bu avantajlar sayesinde de blok zincir teknolojisiyle geliştirilen uygulamaların sayısının arttığı belirtilmiştir. Blok zincir teknolojisinin kullanım alanları oldukça geniş olmakla birlikte, akıllı sözleşmelerin en popüler uygulamalardan biri olduğu bilgisine ulaşmıştır [6]. Birçok avantaja sahip olduğu gibi bazı dezavantajları da mevcuttur. Örneğin, blok zincir uygulamalarının daha yaygın hale gelmesi için hala bazı teknik ve yasal engellerin aşılması önem arz etmektedir. Bunların yanı sıra performans, güvenlik, regülasyon, kabul ve teknik bilgi gibi engellerin de aşılması gerekmektedir [4]. Blok zincir, yeni bir teknoloji olmasının ötesinde ölçeklenebilirlik, veri gizliliği, yetki/yargı uyumsuzlukları ve dış kaynaklardan temin edilen hizmetlere ilişkin sözleşmelerin performansları konusunda belirsizlikler gibi genel riskleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle yetki sorunları, blok zincirin dağıtık otonom kuruluşlara sahip olma özelliği nedeniyle endişe yaratmaktadır. Bir veri ihlali veya yasal bir anlaşmazlık durumunda, yasal sorumluluğun kimde olacağı ve yetki sınırlarının nasıl belirleneceği ile ilgili düzenleme ve yasalarla nasıl ilgilenebileceği sorunları belirsizlik oluşturmaktadır [5]. Blok zincir teknolojilerini şirketlerine entegre etmeye çalışan kuruluşlar bu dezavantajlar nedeniyle bazı aksaklıklar var uyumsuzluk sorunlarıyla karşılaşabilmektedirler.

Bu çalışmanın amacı, e-ticaret alanında faaliyet gösteren şirketlerin blok zincir teknolojisine uyum sağlama sürecinde karşılaştığı engelleri belirlemektir. Çalışmada, küresel bulanık AHP metodu kullanılarak bu engeller sıralanmış ve blok zincirin şirketlere uyumundaki engeller için önerilerde bulunulmuştur. Çalışmada bu yöntemin tercih edilmesinin sebebi, belirsizliklerin daha etkin bir şekilde ele alınmasını ve karar verme sürecindeki hassasiyeti artırarak daha doğru sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Yazında son yıllarda, blok zincir teknoloji konusunu ele alan çalışmalar incelendiğinde,

Yaşa çalışmasında, blok zincir teknolojisinin kamu sektörü üzerindeki etkisini incelemiştir. Türkiye'nin blok zincir teknolojisi ile kamu sektörünün yeniden yapılandırılması gerektiği fakat yeterli çalışmaların olmadığı sonucuna

varılmıştır [7]. Babaoğlu ve Karasoy (2022), kamu sektöründe blok zincir teknolojisinin kullanım alanları, örnek uygulamaları, potansiyel faydaları ve riskleri araştırmıştır [8]. Salihoğlu ve Karakaş finansal piyasalardaki rekabetin yoğun olduğu ortamlarda, blok zincir teknolojisinin benimsenmesinde kritik faktörleri BWM yöntemiyle belirlemişlerdir. Erişebilirlik ve kullanılabilirlik, mevzuat ve yasal düzenleme yeterliliği en önemli kriterler iken, işlem maliyetleri en az öneme sahip olarak gözlenmiştir [9]. Zheng ve arkadaşları, blok zincir gelişimini engelleyecek bazı zorluklar ve sorunlar tespit etmiş ve bunların çözümlerine yönelik bazı yaklaşımlar sunmuştur [10]. Avunduk ve Aşan blok zincirin temel çalışma mantığını finans sistemlerinin bakış açısının nasıl değiştiğini, blok zincirin örnek uygulamaları ile ele almışlardır [1]. Ceylan ve Işık blok zincir teknolojisinin uygulama alanlarındaki potansiyelleri ve kısıtları incelemişlerdir. Sonuç olarak, bu teknolojinin birçok farklı iş modelinde kullanılabileceği düşünülmüştür [4]. Park ve arkadaşları, firmaların blok zincir teknolojisinin başarılı olması için gereken faktörleri AHP yöntemine dayalı bir şekilde analiz ederek bu teknolojinin kullanımını artırmayı hedeflemiştir [11]. Aydar ve Çetin, blok zincir teknolojisinin sağlık bilgi sistemlerinde kullanımını araştırmışlardır. Sağlık bilgi transferi, kişisel sağlık kayıtları, faturalandırma ve hasar kayıtları, ilaç tedarik zinciri ve reçete yönetimi gibi alanlarda blok zincir teknolojisinin gelişmesiyle birlikte sağlık bilgi sistemlerinin kalitesinin artacağı belirtilmiştir [12]. Çobanoğlu ve arkadaşları, eğitim alanında blok zincir uygulamaları üzerine yapılan çalışmaları incelemiş ve bu teknolojinin eğitim sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir [13]. E-ticaret alanındaki araştırmalarda ise [14-17], blok zincir teknolojisinin geleneksel e-ticaret sistemindeki ödeme anlaşmazlıkları, ters ibrazlar, dolandırıcılık ve şeffaflık eksikliği gibi sorunlara çözüm sunulduğunu işlemleri daha verimli ve daha güvenli hale getirildiği savunulsa da e-ticarette uygulanmasının henüz yaygınlaşmadığı belirtilmektedir. Blok zincir teknolojisinin eğitim, kamu, sağlık, finans, tarım gibi çeşitli sektörlerde araştırmalara konu olduğu görülmektedir. Mevcut literatürde, daha çok uygulanabilirlik ve sorunlara odaklanılmıştır. Dijital dönüşüm süreci, günümüzde birçok sektörün stratejik önceliği haline gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisinin rolü, inovatif ve hızla gelişen bir alandır. Bu çalışma, blok zincir teknolojisinin dijital dönüşümdeki potansiyelini ve karşılaşılan engelleri ele alarak, literatürde önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Önerilen metodolojide bulanık mantık kullanılması, karar verme süreçlerinde belirsizliklerin ve subjektif değerlendirmelerin daha etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayacak ve konunun yenilikçi bir yaklaşımla ele alınması ile literatüre katkı sağlayacağı umulmaktadır. Bununla birlikte, dijital dönüşüm, blok zincir teknolojisi alanlarında stratejik kararların daha bilinçli ve etkili bir şekilde alınmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, uygulanan metodun teorik altyapısına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde bulgular ve tartışma, son olarak, sonuç bölümü yer almaktadır.

## II. TEORİK METOD

### 2.1 Küresel-Bulanık AHP Yöntemi

Bulanık yöntemler, çok kriterli karar verme süreçlerinde daha fazla detay gerektiren durumlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Özellikle küresel-bulanık yöntemler, karar verme sürecindeki karmaşıklığı ele almak için önemli bir araçtır. Literatürde çeşitli bulanık küme uzantılarının AHP yöntemine entegre edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Kutlu Gündoğdu ve Kahraman bulanık kümelerin 3 boyutlu bir diğer uzantısı olan Küresel Bulanık

Kümeler (Spherical Fuzzy Sets/SFS) AHP yöntemine entegre ederek küresel bulanık AHP (SF-AHP) yöntemini literatüre kazandırmıştır [18].

AHP yöntemi, karmaşık problemleri çözmek için tek başına veya farklı tekniklerle entegre bir şekilde kullanılabilir. Bulanık yöntemler, kriterler arasındaki belirsizlik ve kesin olmayan durumları ele almak için idealdir. Bu yöntemler, karmaşık karar verme süreçlerinde daha fazla ayrıntı ve esneklik gerektiğinde tercih edilir ve geniş bir uygulama yelpazesine sahiptirler. Küresel-Bulanık AHP metodunun önem derecelerine ilişkin değerler Tablo 1'de verilmiştir. Küresel bulanık AHP yönteminin adımları aşağıda gösterilmektedir [18].

**Tablo 1.** Küresel-bulanık önem dereceleri

	Skor indeksi (SI)	( $u, v, \pi$ )
Kesinlikle Yüksek Önemli (KYÖ)	9	(0.9,0.1,0.0)
Çok Yüksek Önemli (ÇYÖ)	7	(0.8,0.2,0.1)
Yüksek Önemli (YÖ)	5	(0.7,0.3,0.2)
Biraz Yüksek Önemli (BYÖ)	3	(0.6,0.4,0.3)
Eşit Önemli (EÖ)	1	(0.5,0.4,0.4)
Biraz Düşük Önemli (BDÖ)	1/3	(0.4,0.6,0.3)
Düşük Önemli (DÖ)	1/5	(0.3,0.7,0.2)
Çok Düşük Önemli (ÇDÖ)	1/7	(0.2,0.8,0.1)
Kesinlikle Düşük Önemli (KDÖ)	1/9	(0.1,0.9,0.0)

**Adım 1.** Problem ve hiyerarşik yapı tanımlanmaktadır.

**Adım 2.** Küresel bulanık ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3'te verilen dilsel terimlere dayalı olarak oluşturulur. Bu aşamada Eş. 1 ve Eş.2 puan endeksleri (SI), hesaplama için temel alınır.

KYÖ, ÇYÖ, YÖ, BYÖ ve EÖ için Eş. 1;

$$SI = \sqrt{\left| 100 \times \left( (u_{\bar{A}_s} - \pi_{\bar{A}_s})^2 - (v_{\bar{A}_s} - \pi_{\bar{A}_s})^2 \right) \right|} \quad (1)$$

EÖ, BDÖ, DÖ, ÇDÖ VE KDÖ için Eş. 2;

$$SI^{-1} = \frac{1}{\sqrt{\left| 100 \times \left( (u_{\bar{A}_s} - \pi_{\bar{A}_s})^2 - (v_{\bar{A}_s} - \pi_{\bar{A}_s})^2 \right) \right|}} \quad (2)$$

**Adım 3.** Her bir ikili karşılaştırma için tutarlılık ölçümü yapılır. Tablo 3'teki ikili karşılaştırma matrisindeki dilsel değişkenlere karşılık gelen skor endeksleri ile klasik yöntem kullanılarak tutarlılık oranı ( $CR=CI/RI$ ) hesap edilir ve oranın 0.1'den küçük olması değerlendirmenin tutarlı olduğunu göstermektedir. Her bir ikili karşılaştırma matrisi için klasik AHP yöntemindeki dilsel ölçek ve karşılık gelen değerleri kullanılarak Saaty'nin tutarlılık prosedürü uygulanır [19].

**Adım 4.** Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrislerinin Birleştirilmesi: Karar vericilerin yanıtlarıyla oluşturulan yanıtlar, Eş. 3'e göre, tanımlanan SWGM yöntemi kullanılarak birleştirilir.

$$\begin{aligned} \text{SWGM}_w(\tilde{A}_{s1}, \tilde{A}_{s2}, \dots, \tilde{A}_{sn}) &= \tilde{A}_{s1}^{w_1} + \tilde{A}_{s2}^{w_2} + \dots + \tilde{A}_{sn}^{w_n} \\ &= \left\{ \prod_{i:1}^n u_{\tilde{A}_{s1}}^{w_i}, \sqrt{1 - \prod_{i:1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i}}, \sqrt{\prod_{i:1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i} - \prod_{i:1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{s1}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i}} \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

**Adım 5.** Kriterlere Ait Küresel Bulanık Ağırlıkların Hesaplanması: Oluşturulan karar matrisindeki değerlere Eş. 4'e göre işlem yaparak ağırlıklar hesaplanır. Bu aşamada, ağırlıkların ele alınmasında  $w_i$  yerine  $n$ , yani kriter sayısı, kullanılır. Literatürde, bu aşamada SWGM operatörü ile küresel ağırlıkları hesaplamının daha az hesaplama gerektirmesinden ve bulanık yapılara daha uygun olmasından dolayı daha çok kullanılabilir olduğu belirtilmiştir [20].

$$\begin{aligned} \text{SWAM}_w(\tilde{A}_{s1}, \tilde{A}_{s2}, \dots, \tilde{A}_{sn}) &= w_1 \tilde{A}_{s1} + w_2 \tilde{A}_{s2} + \dots + w_n \tilde{A}_{sn} \\ &= \left\{ \sqrt{1 - \prod_{i:1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i}}, \prod_{i:1}^n v_{\tilde{A}_{s1}}^{w_i}, \sqrt{\prod_{i:1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i} - \prod_{i:1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{s1}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{s1}}^2)^{w_i}} \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

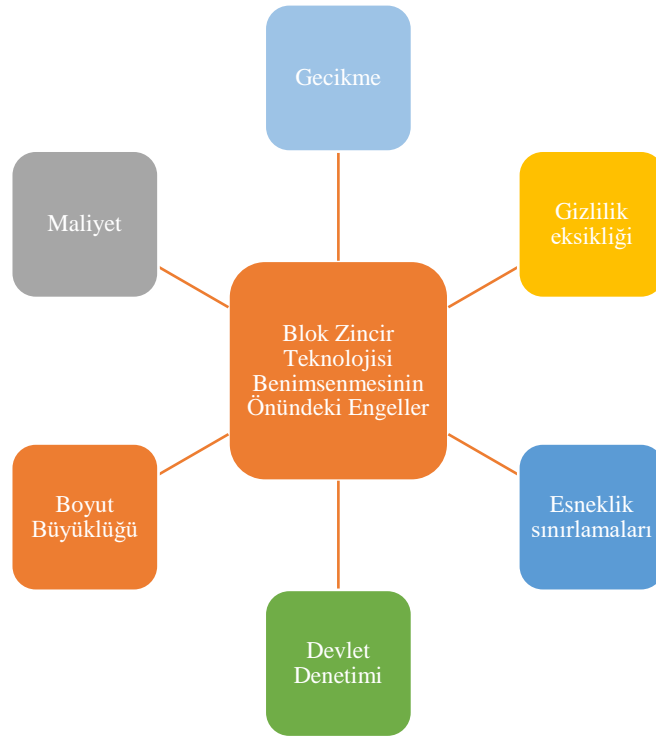
### III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Blok zincir; yapısında merkezi bir otorite bulunmayan, sistemdeki katılımcılar (düğümler) tarafından işlemlerin doğrulandığı, böylelikle de birbirine bağlı 'blok' adı verilen yapılara kriptolojik olarak şifrelenmiş şekilde kaydedildiği bir veri tabanıdır [21]. Literatürdeki blok zincir araştırmalarında uygulama odaklı çalışmaların az ve sınırlı sayıda olduğu görülmektedir [22, 23]. Bu bağlamda, çalışmada e-ticaret alanında faaliyet gösteren işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisine uyumunu kolaylaştırmak için önlerindeki engellerin belirlenmesine yönelik küresel bulanık AHP yönteminden faydalanılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Analize ilişkin uygulama adımları aşağıda paylaşılmıştır.

**Adım 1: Problemin Hiyerarşik Yapısının Tanımlanması:** Önerilen model için, Tablo 2'de gösterildiği gibi 6 kriter belirlenmiştir. Önerilen model ise, Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriter açıklama ve referansları

	Kriterler	Açıklama	Kaynak
Q1	Gecikme	Bir Bitcoin işlemi, yeni bir blok oluşturma süreci olarak yaklaşık 10 dakika sürer. Bu süre, finansal işlemler için uzun olarak kabul edilebilir.	[1]
Q2	Gizlilik eksikliği	Ağıdaki her düğüm, ağır işlem verilerinin tam geçmişini saklar. Bu durum, bazı uygulamalar için bir özellik ve güvenlik açısından bir avantaj sağlarken, gizliliğin önemli olduğu kullanım senaryoları için bir kısıtlama olabilir.	[23]
Q3	Esneklik sınırlamaları	Blok zincirinin değişmez ve yalnızca eklenebilir özellikleri, işlemlerin bütünlüğünün sağlanmasını garanti eder, ancak işlemlerde değişiklik yapılmasını gerektiren kullanım durumları için engel oluşturabilir.	[23]
Q4	Devlet Denetimi	Blok zincir mimarisinin dağıtılmış yapısı belirli kullanım durumları için belirgin avantajlar sunarken, denetim odaklı organizasyonlar için genel kontrol ve yönetim açısından önemli bir kısıtlama olabilir.	[24]
Q5	Boyut Büyüklüğü	Blok zincirler üzerindeki işlemlerin boyutlarının mümkün olduğunca küçük tutulması gerektiği için, fotoğraf gibi büyük veri dosyaları blok zincirlerde depolanamaz.	[24]
Q6	Maliyet	Her düğümün blok zincirindeki fikir birliğine ulaşmak için tekrarlayan görevleri yerine getirmesi gerektiğinden, blok zincirlerin işletilmesi maliyetlidir. Her iş modeli için uygun olmama, yüksek enerji tüketimi ve zor entegrasyon süreci, bu teknolojinin maliyetini etkilemektedir.	[4]



Şekil .1 Önerilen model

## Adım 2: Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:

5 karar verici tarafından Tablo 1'de gösterilen dilsel terimler kullanılarak ikili karar matrisleri oluşturulmuştur.

Tablo 3-7'de kriterler için hazırlanan matrisler gösterilmektedir. Her karar verici için matrisler sunulmuştur.

**Tablo 3.** Karar verici 1 için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Q1</b>	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3
<b>Q2</b>	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4	0,1	0,9	0	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2
<b>Q3</b>	0,4	0,6	0,3	0,9	0,1	0	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
<b>Q4</b>	0,1	0,9	0	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3
<b>Q5</b>	0,2	0,8	0,1	0,8	0,2	0,1	0,2	0,8	0,1	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3
<b>Q6</b>	0,4	0,6	0,3	0,7	0,3	0,2	0,2	0,8	0,1	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4

**Tablo 4.** Karar verici 2 için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Q1</b>	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2
<b>Q2</b>	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
<b>Q3</b>	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2
<b>Q4</b>	0,3	0,7	0,2	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1
<b>Q5</b>	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
<b>Q6</b>	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4

**Tablo 5.** Karar verici 3 için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Q1</b>	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1
<b>Q2</b>	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6	0,3
<b>Q3</b>	0,2	0,8	0,1	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3
<b>Q4</b>	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2
<b>Q5</b>	0,3	0,7	0,2	0,8	0,2	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2
<b>Q6</b>	0,2	0,8	0,1	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4

**Tablo 6.** Karar verici 4 için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Q1</b>	0,5	0,4	0,4	0,1	0,9	0	0,8	0,2	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2
<b>Q2</b>	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,7	0,3	0,2
<b>Q3</b>	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,1	0,9	0	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2
<b>Q4</b>	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
<b>Q5</b>	0,5	0,4	0,4	0,1	0,9	0	0,7	0,3	0,2	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2
<b>Q6</b>	0,7	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4

**Tablo 7.** Karar verici 5 için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Q1</b>	0,5	0,4	0,4	0,1	0,9	0	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0
<b>Q2</b>	0,9	0,1	0	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1	0,9	0,1	0	0,9	0,1	0
<b>Q3</b>	0,8	0,2	0,1	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
<b>Q4</b>	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1
<b>Q5</b>	0,9	0,1	0	0,1	0,9	0	0,2	0,8	0,1	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1
<b>Q6</b>	0,9	0,1	0	0,1	0,9	0	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4

**Adım 3: Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Birleştirilmesi:** Karar vericiler tarafından yapılan değerlendirme sonucunda Tablo 8’de yer alan küresel-bulanık değerler kullanılarak ikili karar matrisleri birleştirilir.

**Tablo 8.** Birleştirilmiş Matris

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q5			Q6		
	$\mu$	$\nu$	$\pi$	$\mu$	$\mu$	$\mu$	$\mu$	$\mu$	$\nu$	$\pi$	$\nu$	$\pi$	$\mu$	$\nu$	$\pi$	$\mu$	$\nu$	$\pi$
<b>Q1</b>	0,50	0,40	0,40	0,35	0,38	0,40	0,40	0,40	0,46	0,00	0,34	0,00	0,47	0,39	0,00	0,38	0,46	0,00
<b>Q2</b>	0,29	0,50	0,00	0,50	0,45	0,54	0,54	0,54	0,51	0,15	0,40	0,40	0,36	0,42	0,00	0,34	0,51	0,15
<b>Q3</b>	0,45	0,44	0,18	0,48	0,64	0,60	0,60	0,60	0,32	0,00	0,32	0,00	0,50	0,40	0,38	0,48	0,32	0,00
<b>Q4</b>	0,36	0,46	0,00	0,58	0,56	0,62	0,62	0,62	0,40	0,40	0,36	0,24	0,37	0,59	0,29	0,50	0,40	0,40
<b>Q5</b>	0,38	0,44	0,00	0,32	0,50	0,47	0,47	0,47	0,48	0,00	0,42	0,00	0,32	0,57	0,00	0,38	0,48	0,00
<b>Q6</b>	0,43	0,40	0,00	0,35	0,44	0,50	0,50	0,50	0,46	0,29	0,54	0,00	0,26	0,60	0,16	0,43	0,46	0,29

#### Adım 4: Kriterlere Ait Küresel Bulanık Ağırlıkların Hesaplanması

Son adımda, Eş. 1’de verilen SWAM operatörü kullanılarak kriterlerin küresel bulanık ağırlıklarını hesaplanmıştır. Ardından Eş. 1’de verilen değerlere göre ağırlıklar berraklaştırılıp, sonrasında her bir kriterin yerel ağırlığının belirlenmesi için değerler, sütun toplam değerine bölünerek hesaplanmıştır. Tablo 9-11’de kriter ağırlıkları sunulmuştur.

**Tablo 9.** SWAM operatörüyle hesaplanmış kriter ağırlıkları

	$\mu$	$\nu$	$\pi$
Q1	0,565	0,555	0,238
Q2	0,577	0,571	0,252
Q3	0,701	0,483	0,277
Q4	0,679	0,570	0,333
Q5	0,548	0,621	0,264
Q6	0,558	0,648	0,323

**Tablo 10.** Skor fonksiyonu ile durulaştırılmış kriter ağırlıkları

	Durulaştırılmış ağırlıklar
Q1	15,743
Q2	16,033
Q3	19,634
Q4	18,688
Q5	15,113
Q6	15,137

**Tablo 11.** Normalize edilmiş öncelik vektörü

	Normalize edilmiş ağırlıklar	Sıralama
Q1(Gecikme)	0,157	4
Q2(Gizlilik eksikliği)	0,160	3
Q3(Esneklik sınırlamaları)	0,196	1
Q4(Devlet Denetimi)	0,186	2
Q5(Boyut Büyüklüğü)	0,151	5
Q6(Maliyet)	0,151	6



En yüksek önem ağırlığına sahip kriter esneklik sınırlamaları kriteri olarak ortaya çıkmıştır. Diğer kriterler sırasıyla; devlet denetimi, gizlilik eksikliği, gecikme, boyut büyüklüğü ve maliyet olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, esneklik sınırlamaları e-ticaret faaliyetlerinde blok zincir teknolojisi benimsenmesinin en önemli engel olarak görülmektedir. Esneklik sınırlamalarında sabit protokoller bulunmaktadır. Blok zinciri protokolleri genellikle katıdır ve değişiklik yapmak zordur. Bu, yeni özelliklerin veya iyileştirmelerin hızla entegre edilmesini engelleyebilir. Bunun yanı sıra, merkezi olmayan, dinamik karar alma süreçleri, değişikliklerin uygulanmasını yavaşlatabilir. Bu, e-ticaret platformlarının hızlı pazar değişimlerine uyum sağlama yeteneğini sınırlayabilmektedir. Blok zinciri teknolojisinin hala gelişmekte olan bir alan olması, standartların ve en iyi uygulamaların eksikliğine yol açar. Bu durum, teknolojinin farklı e-ticaret platformlarında tutarlı bir şekilde uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bir diğer önemli engel, devlet denetimidir. Birçok ülke, blok zinciri ve kripto para birimleri için henüz tam kapsamlı yasal çerçeveler oluşturamamıştır. Bu belirsizlik, e-ticaret şirketlerinin blok zinciri tabanlı çözümleri benimsemesini yasal riskler hakkında net bir bilgiye sahip olmadıklarından zorlaştırmaktadır. Blok zinciri tabanlı işlemler için net vergi düzenlemelerinin olmaması, e-ticaret şirketlerinin vergi uyumunu zorlaştırmaktadır. Kripto para birimleriyle yapılan işlemlerin nasıl vergilendirileceği konusu birçok ülkede hala belirsizdir. Özellikle uluslararası e-ticaret yapan şirketler için büyük bir engel oluşturmaktadır. Bir ülkede yasal olan bir uygulama, başka bir ülkede yasak olabilir veya farklı düzenlemelere tabi olabilmektedir. Maliyet unsuru ise, diğerlerine göre, daha zayıf bir engel olarak görülmektedir. Bunun sebebi, blok zincir teknolojisinin sağladığı verimlilik, güvenlik ve şeffaflık gibi faydalar, başlangıç maliyetlerini telafi edebilmektedir. E-ticaret alanında faaliyet gösteren karar vericiler, uzun vadede bu teknolojiden elde edilecek kazançların, başlangıçta yapılan yatırımları karşılayabileceğini düşünmektedir. Bununla birlikte Hükümetler ve özel sektör, blok zincir teknolojisinin benimsenmesi için çeşitli teşvikler ve finansal destekler sağlayabilir. Bu destekler, maliyet engelini aşmada önemli bir rol oynamaktadır. Blok zinciri uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanması için gerekli olan yazılım mühendisliği ve proje yönetimi maliyetleri gibi gerekli teknolojik altyapının oluşturulması yüksek maliyetlidir. Gelişmiş güvenlik önlemleri ve veri gizliliği çözümleri, önemli maliyet giderlerini beraberinde getirmektedir. Bu maliyetlerin yönetilmesi ve minimize edilmesi, e-ticaret şirketlerinin blok zinciri teknolojisini daha geniş çapta ve etkin bir şekilde benimsemelerini sağlayabilir. Uygun maliyet yönetim stratejileri ve teknolojik çözümlerle, blok zinciri teknolojisinin sunduğu avantajlardan yararlanmak mümkün hale gelebilir.

#### IV. SONUÇLAR

Günümüzde dijital teknolojilerin gelişmesi ve mobil cihazların yaygınlaşması, e-ticaret sektörünün hızla büyümesine neden olmuştur. Bu büyüme ile birlikte, müşterilerin çevrimiçi alışveriş yaparken duydukları güvenlik endişeleri de artmaktadır. Blok zincir teknolojisi, e-ticaret sektörü için güvenli, şeffaf ve etkili bir çözüm sunma potansiyeline sahiptir. Blok zincir, merkezi bir otoriteye bağlı olmadan veri depolamak, doğrulamak ve işlemek için kullanılan dağıtık defter teknolojisidir. Blok zincir, zincirleme bağlanan veri gruplarından, yani bloklardan oluşur. Bu bloklar, şifrelenmiş işlem verilerini ve önceki blokla ilgili bilgileri içerir. Blok zincir teknolojisi, veri işleme sürecinde karmaşık matematiksel algoritmalar kullanarak blokların içeriğinin değiştirilemez olmasını sağlar. Bu özellik sayesinde, blok zincir teknolojisi verilerin güvenli ve şeffaf bir şekilde saklanmasını mümkün kılar. Dijital dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisinin benimsenmesi, e-ticaret sektöründe değişim yapma kapasitesine sahip olsa da bu süreç çeşitli engellerle karşı karşıyadır. Bu çalışmada, yazındaki kaynaklardan

faidalanılarak e-ticaret sektörü için, dijital dönüşüm sürecinde blok zincir teknolojisinin benimsenmesinin önündeki engeller değerlendirilmiş öneriler paylaşılmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda, bu engellerde öne çıkanlar esneklik sınırlamaları, devlet denetimi, gizlilik eksikliği, gecikme, boyut büyüklüğü ve maliyet olarak belirlenmiştir. Blok zincir teknolojisinin e-ticaret alanında benimsenmesinde esneklik sınırlamaları, önemli bir engel teşkil etmektedir. Esneklik, bir teknolojinin değişen gereksinimlere uyum sağlayabilme yeteneğidir. Blok zincir teknolojisi, işlemlerin kaydedildiği sabit ve değiştirilemez bir yapı sunmaktadır. Bu özellik, veri bütünlüğü ve güvenliği açısından avantajlı olsa da esneklik açısından sınırlamalar getirebilmektedir. Esnekliği etkileyen bir diğer önemli unsur, akıllı sözleşmelerdir. Akıllı sözleşmeler, blok zincir teknolojisinin önemli bileşenlerinden biridir. Ancak, bu sözleşmelerin esnekliği sınırlıdır ve yazılım hataları veya değişen koşullara uyum sağlama konusunda zorlukları beraberinde getirebilmektedir. Örneğin, akıllı sözleşmelerin güncellenmesi veya değiştirilmesi zordur. Bu durum, e-ticaret şirketlerinin değişen ticaret koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlamasını engelleyebilmektedir. Bunun yanı sıra, yapılan hataların düzeltilmesi karmaşık ve maliyetlidir. Bu durum, e-ticaret işlemlerinin güvenilirliğini ve müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyebilir. Diğer faktörler değerlendirildiğinde,

Blok zincir teknolojisi, geleneksel finansal kurumların veya hükümetlerin denetimine tabi olmayan dağıtık bir yapıya sahiptir. Bu durum, bazı yasal ve düzenleyici zorlukları beraberinde getirir. Özellikle vergilendirme ve finansal suçlar gibi konularda denetim zorluğu yaşanabilmektedir. Ayrıca, blok zincir işlemleri onaylanma ve doğrulama süreçleri nedeniyle gecikmeler yaşanabilir. Yoğun zamanlarda ve ağdaki işlem sayısının artmasıyla bu gecikmeler daha belirgin hale gelebilir. Bu durum, hızlı işlem gerektiren durumlarda dezavantaj olarak görülebilmektedir. Blok zincirlerin büyümesi, ağın boyutunu artırabilir ve bu da depolama ve bant genişliği gereksinimlerini artırabilir. Özellikle blok zincirin tam bir kopyasını tutan düğümler için bu durum erişim engeli oluşturabilir. Son olarak, blok zincirlerin protokol ve yazılım güncellemeleri, ağdaki tüm katılımcıların onayını gerektirebilir. Bu da hızlı değişen piyasa koşullarına veya teknolojik yeniliklere uyum sağlamada zorluklar oluşturabilir. Maliyet kriteri, diğerlerine göre daha az önemli bir engel olarak görülmektedir. Bunun sebebi, blok zincir teknolojisinin sağladığı verimlilik, güvenlik ve şeffaflık gibi faydalar, başlangıç maliyetlerini telafi edebilmektedir. E-ticaret alanında faaliyet gösteren karar vericiler, uzun vadede bu teknolojiye elde edilecek kazançların, başlangıçta yapılan yatırımları karşılayabileceğini düşünmektedir.

Bu dezavantajlar, blok zincir teknolojisinin benimsenmesini sınırlayabilir veya belirli kullanım durumlarına göre uygulanabilirliğini etkileyebilir. Ancak, bu dezavantajların üstesinden gelmek veya etkilerini azaltmak için çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Örneğin, maliyetleri minimize etmek için alternatif blok zincir teknolojileri veya ölçeklenebilirlik çözümleri üzerinde araştırma yapılabilir. Ayrıca, kamu blok zincir ağlarında maliyetleri azaltmak için enerji verimliliğini artırmaya yönelik inovasyonlara odaklanılabilir. Gizlilik sorunlarına çözüm olarak, zorunlu olmayan veri saklama politikalarıyla sadece gerektiğinde bilgilerin paylaşılmasını sağlayan özelleştirilebilir blok zincir çözümleri geliştirilebilir. Düzenleyici uyumluluğu sağlamak için, blok zincir projelerinde hükümetler ve düzenleyici kurumlarla iş birliği yapılabilir ve uyumlu çözümler geliştirilebilir. Ayrıca, işlem süreçlerini hızlandırmak için blok zincir ağlarında paralel işlemleri destekleyen çözümler üzerinde çalışılabilir ve depolama ve bant genişliği gereksinimlerini minimize etmek için veri sıkıştırma ve veri yönetimi tekniklerinin kullanılması düşünülebilir. Blok zincir tabanlı projelerde güncelleme ve protokol değişikliklerini kolaylaştırmak için akıllı sözleşme yönetim araçları veya ağ konsensüs mekanizmalarının esnekleştirilmesi düşünülebilir. Her bir öneri, belirli bir dezavantajı hedef alırken, bütünsel bir yaklaşımın benimsenmesi ve proje

gereksinimlerine göre uygun stratejilerin belirlenmesi önemlidir. Bu sayede, blok zincir tabanlı sistemlerin kurulması veya kullanılması karar verilirken, bu faktörlerin dikkate alınması sağlanabilir. Blok zinciri teknolojisinin sunduğu güvenlik, şeffaflık ve verimlilik avantajları, e-ticaret sektöründe önemli fırsatlar sunmakla birlikte, bu engellerin aşılması gerekmektedir. Teknolojik gelişmelerin sağlanması, maliyetlerin yönetilmesi, kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi, eğitim programlarının artırılması ve kurumsal dirençle başa çıkılması, bu engellerin aşılmasında kritik rol oynayacaktır. Bu engellerin aşılması, e-ticaret sektörünün blok zincir teknolojisine sunduğu avantajlardan tam anlamıyla yararlanabilmesi için önemlidir. Hükümetlerin, düzenleyici kurumların ve teknoloji sağlayıcılarının iş birliği içinde çalışarak bu engelleri aşması, blok zincir teknolojisine daha geniş çapta benimsenmesini sağlayabilir ve e-ticaret sektöründe yenilikçi ve güvenli çözümlerin önünü açabilir.

## KAYNAKLAR

1. Avunduk H, Aşan, H (2018) Blok zinciri (blockchain) teknolojisi ve işletme uygulamaları: Genel bir değerlendirme. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 33(1): 369-384.
2. Karaarslan E, Akbaş, MF (2017). Blok zinciri tabanlı siber güvenlik sistemleri. Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi 3(2):16-21.
3. Kırbaş İ (2018) Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(1):75-82.
4. Ceylan O, Isık AH (2023) Blokzincir teknolojisi ve uygulama alanları. Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi 6(1):129-154.
5. Karahan Ç, Tüfekçi A (2019) Blokzincir teknolojisine ic denetim faaliyetlerine etkileri: Fırsatlar ve tehditler. Denetçim (19): 55-72.
6. Mendi A F (2021) The Improvement needs in blockchain technology. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (29):6-10.
7. Yaşa AA (2022) Kamu sektöründe blok zincir teknolojisi kullanımı: Türkiye'de mevcut durum analizi. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi 17(66):615-633.
8. Babaoğlu C, Karasoy H, (2022) Kamu yönetiminde blok zincir: Kullanım alanları ve örnek uygulamalar. Sosyoekonomi 30 (52):283-297.
9. Salihoğlu E, Karakış E (2022) Finansal piyasalarda blockchain teknolojisine benimsenmesinde kritik faktörler: Best-Worst yöntemi (BWM) ile bir değerlendirme. İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi 7(19):448-467.
10. Zheng Z, Xie S, Dai H N, Chen X, Wang H (2017) Blockchain challenges and opportunities: A survey. International Journal of Web and Grid Services, 14(4).
11. Park S, Kim J, Oh D, Kim J (2020). Evaluation of blockchain business success factors using AHP. Indian Journal of Computer Science and Engineering 11(2):99-111.
12. Aydar M, Çetin S (2020) Blok zincir teknolojisine sağlık bilgi sistemlerinde kullanımı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (19):533-538.
13. Çobanoğlu T, Cihan TF, Dörterler S, Uyar R (2021) Eğitimde blok zincir uygulamaları. XIV. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Çanakkale, Türkiye 27- 30 Ekim.
14. Taherdoost H, Madanchian M (2023) Blockchain-based e-commerce: A review on applications and challenges. Electronics, 12(8):1889.
15. Aydoğan E, Aydemir MF (2022) Blockchain-Based E-Commerce: An Evaluation. International Journal of Social Inquiry 15(2):649-666.
16. Jebamikyous H, Li M, Suhas Y, Kashef R (2023) Leveraging machine learning and blockchain in E-commerce and beyond: Benefits, models, and application. Discover Artificial Intelligence 3(1):3.
17. Kutlu Gündoğdu, F, Kahraman C (2020) A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. Soft Computing 24:4607-4621.
18. Saaty TL (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1): 83-98.
19. Mathew M, Chakraborty RK, Ryan MJ (2020) A novel approach integrating AHP and TOPSIS under spherical fuzzy sets for advanced manufacturing system selection. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 96:103988.

20. Öztürk E, Berber A (2024) Blockzincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler: Temel yapı, özellikler ve veri güvenliği perspektifi. *Periodicum Iuris* 2(1):33-76.
21. Tandon A, Kaur P, Mäntymäki M, Dhir A (2021) Blockchain applications in management: A bibliometric analysis and literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 166:120649.
22. Risius M, Spohrer K (2017) A blockchain research framework: What we (don't) know, where we go from here, and how we will get there. *Business & Information Systems Engineering* 59 385-409.
23. Hughes L, Dwivedi YK, Misra, SK, Rana NP, Raghavan V, Akella V (2019) Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management* 49:114-129.
24. Vurdu S A (2021). Dış Ticarete Blokzincir Uygulamaları. *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(9):924-936.