



Finansal Piyasalarda Blockchain Teknolojisinin Benimsenmesinde Kritik Faktörler: Best-Worst Yöntemi (BWM) ile Bir Değerlendirme*

Critical Factors in The Adoption of Blockchain Technology in Financial Markets: An Assessment with Best-Worst Method (BWM)

Esengül SALİHOĞLU**

Engin KARAKIŞ***

DOI: <https://doi.org/10.25204/iktisad.1144309>

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Araştırma
Makalesi

Geliş Tarihi:

16.07.2022

Kabul Tarihi:

23.09.2022

© 2022 İKTİSAD

Tüm hakları
saklıdır.



Finansal piyasalar rekabetin en yoğun yaşandığı ve dijitalleşmenin hızla devam ettiği ortamlardır. Blockchain, mevcut sistemlerde büyük değişimlerin yapılmasına olanak sunabilecek bir teknoloji olarak gösterilmektedir. Bu çalışmada Blockchain Teknolojisinin benimsenmesinde öne çıkan kritik faktörler Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Best-Worst Yöntemi (BWM) ile incelenmiştir. BWM daha az ikili karşılaştırma yapılması, pratik şekilde uygulanabilmesi ve tutarlı karşılaştırma yapmaya imkân sağlaması nedenleri ile tercih edilmiştir. Uygulama aşamasında öncelikle teknolojiye uyum sürecinde etkili olan dokuz kriter belirlenmiş ve belirlenen kriterler sektör profesyonellerinden oluşan uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Uzman değerlendirmeleri BWM ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre dokuz kriterden sırasıyla önem ağırlığı en yüksek ilk iki kriter “Erişilebilirlik ve Kullanılabilirlik” ile “Mevzuat ve Yasal Düzenleme Yeterliliği” olmuştur. Kriterler içinde önem ağırlığı en düşük kriter ise “İşlem Maliyetleri” kriteridir. Sonuç olarak teknolojinin benimsenmesinde en önemli kriterler sırasıyla teknolojiye kolayca ulaşılabilirliği ve kullanılabilirliği, ardından kullanılan teknolojinin yürürlükteki mevzuat ve yasal düzenlemelerle uyumlu olması kriterleridir. Teknoloji ve teknik konularla ilgili kriterler ve son olarak verimlilikle ilgili kriterler ise daha az önemli bulunmuştur. Bununla birlikte kriterlerin önem ağırlıkları birbirine oldukça yakındır ve bu kapsamda kriterlerin birbirleriyle ilişkili oldukları dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Finansal piyasa ve kurumlar, Blockchain teknolojisi, çok kriterli karar verme yöntemleri, Best-Worst Yöntemi.

Abstract

Article Info

Paper Type:

Research Paper

Received:

16.07.2022

Accepted:

23.09.2022

© 2022 JEBUPOR

All rights
reserved.



Financial markets are environments where competition is most intense and digitalization continues rapidly. Blockchain is presented as a technology that can enable major changes to be made in existing systems. In this study, the critical factors that stand out in the adoption of Blockchain Technology were examined with the Best-Worst Method (BWM), which is one of the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods. The BWM has been preferred for reasons of making fewer binary comparisons, its practical application, and providing the opportunity to make consistent comparisons. In the implementation phase, firstly, nine criteria that were effective in the process of adaptation to technology were determined, and the determined criteria were evaluated by experts consisting of industry professionals. Expert evaluations were analyzed using the BWM. According to the results of the analysis, "Accessibility and Usability" and "Legislation and Legal Regulation Competence" were the first two criteria with the highest importance among the nine criteria, respectively. The criterion with the lowest importance among the criteria is the "Transaction Costs" criterion. As a result, the most important criteria in the adoption of technology are the ease of access and use of the technology, and then the compatibility of the technology used with the current legislation and legal regulations. The criteria related to technology and technical issues, and finally the criteria related to efficiency, were found to be less important. However, the importance weights of the criteria are very close to each other, and it should be taken into account that the criteria are related to each other.

Keywords: Financial market and institutions, Blockchain technology, multi-criteria decision making methods, Best-Worst Method.

Atıf / to Cite (APA): Salihoglu, E. ve Karakis, E. (2022). Finansal piyasalarda Blockchain teknolojisinin benimsenmesinde kritik faktörler: Best-Worst Yöntemi (BWM) ile bir değerlendirme. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 7(19), 448-467

* Bu makale, ISEFE Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi tarafından 18-19 Haziran 2022 tarihinde düzenlenen “International Symposium of Economics Finance and Econometrics (ISEFE)” adlı kongrede sunulan aynı adlı özet bildirinin geliştirilmiş halidir.

** ORCID Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Cumhuriyet Sosyal Bilimler MYO, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, esalihoglu@cumhuriyet.edu.tr

*** ORCID Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü, ekarakis@cumhuriyet.edu.tr

Extended Abstract

Introduction and Research Questions & Purpose:

Financial markets are environments where competition is most intense and digitalization continues rapidly. Blockchain is presented as a technology that can enable major changes to be made in existing systems. In this study, the prominent factors in the adoption of Blockchain technology were examined. A technology-oriented structuring, especially Blockchain, seems inevitable in financial markets. In this context, more studies are needed to evaluate how Blockchain technology can be adopted at the organizational level (Toufaily et al., 2021). Based on this argument, we aimed to contribute to filling the current gap in line with the literature review we made and built our article on the following question regarding the adoption of Blockchain technology:

- What should be the weighted order of the importance and priorities of the critical factors that are effective in the adoption of Blockchain technology in financial markets?

The aim of this study is to discover the prominent factors in the adoption of Blockchain technology and make an assessment of current perception.

Literature Review:

Studies based on primary data on the adoption of Blockchain technology have been researched. Toufaily et al. (2021) listed the influential factors in the adoption of Blockchain technology as environmental, organizational, and technological challenges. They found that technological improvements are expected for the use of the technology, resulting in a slower adoption rate. Almehal and Alhogail (2021) listed the main criteria that determine the potential of Blockchain technology to add value to the business as transparency, auditability, and trust. Flovik et al. (2021), the adequacy of the infrastructure qualities of the technology is more important than the transformative potential of the technology. The maturity of technology and scalability are major barriers. Huang et al. (2022), technology maturity, technical ability and technological feasibility are the most important criteria. Among the applied studies on the adoption of Blockchain technology in finance and banking are Guo and Liang (2016); Martino (2019); Albeshr and Nobanee (2020); Cucari et al. (2022). According to the aforementioned authors, the use of Blockchain technology has the potential to provide advantages to the industry. However, technological difficulties need to be overcome. Martino (2019) evaluated the potential effects of Blockchain technology in European banks through qualitative interviews with three banker professionals. Cucari et al. (2022) dealt with real business problems in the Italian banking sector with a case study through a project called Interbank Spunta. The three main applications of Blockchain in banking are defined as (a) efficiency of processes, (b) security, and (c) information networking.

Methodology:

It is seen that many criteria are effective in deciding on the use of Blockchain technology and some criteria contradict each other. Multi-criteria decision making methods (MCDM) have been developed for the solution of problems in which many and conflicting criteria are effective. In the study, the Best-Worst Method (BWM), which is one of the MCDM used for and it included in the subjective weighting methods. 9 criteria (system security, party reliability, transaction and transfer speed, accessibility and usability, ensuring data integrity and immutability in contracts, confidentiality in documents, tracking and storage possibilities, transaction costs, technological infrastructure adequacy and integration in countries) legislation and legal regulation competence of the countries) were determined and the determined criteria were evaluated by 10 experts consisting of industry professionals. Expert evaluations were analyzed by the BWM.

Results and Conclusions:

According to the results of the analysis, "Accessibility and Usability" and "Legislation and Legal Regulation Competence" were the first two criteria with the highest importance among the nine criteria, respectively. Among the criteria, the criteria with the lowest importance is "Transaction Costs". According to the findings, the most important criteria in the adoption of technology are the ease of access and use of the technology, and then the compatibility of the technology used with the current legislation and legal regulations. The criteria related to technology and technical issues, and finally the criteria related to efficiency, were found to be less important. However, the importance weights of the criteria are very close to each other, and it should be taken into account that the criteria are related to each other.

1. Giriş

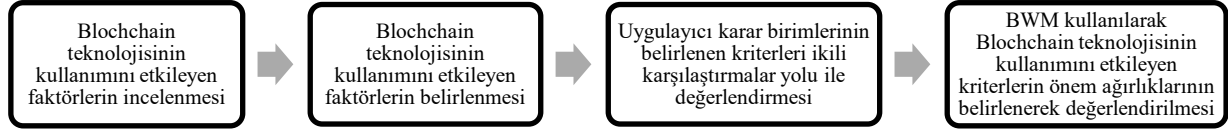
Bankacılık ve finans piyasaları oldukça dinamiktir ve yaşanan yoğun rekabet sunulan ürün ve hizmetlerde sürekli yeniliği gerektirmektedir. Bununla birlikte küresel düzeyde yaşanan iklim değişikliği ve kaynak kıtlığı gibi çevresel ve ekonomik sorunlarla baş edebilmek için döngüsel ekonomi fikirleri üzerinden sürdürülebilir kalkınma yoluyla ekonomik büyümenin teşvik edilmesi hedeflenmektedir (Fehrer ve Wieland, 2021: 618). Bu kapsamda sürdürülebilir finans ve yeşil teknolojiler önem kazanmakta (Rajnak ve Puschmann, 2021) ve sürdürülebilirlik alanına uygulayıcılar ve bilim adamlarının ilgisi giderek artmaktadır (Govindan ve Hasanagiç, 2018; Zheng vd., 2021; Kouhizadeh vd., 2021).

İnternetin keşfi bilişim ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeyi desteklemiş, internete kolay erişim ve cep telefonlarının çok işlevsel hale gelmesi teknolojik yeniliklerin geniş bir kitleye ulaştırılabilmesini kolaylaştırmıştır. Son on yıldır Endüstri 4.0 (Mehdiabadi vd., 2020), yapay zeka (Benzidia vd., 2021), nesnelerin interneti (Suppatvech vd., 2019) siber-fiziksel sistemler ve hizmetlerin interneti (Yavuz, 2019) başta olmak üzere birbirini besleyen bir dizi yıkıcı teknoloji dünya çapında gelişmesini sürdürmektedir. Bahsedilen yenilikler arasında öne çıkan Blockchain ve sağladığı dağıtılmış defter (distributed ledger) teknolojisi finansal piyasalardaki yapıda hem yıkıcı ve köklü değişiklikler yapabilecek hem de mevcut finansal sistemlerin verimliliğini arttıracak potansiyele sahiptir (Cocco vd., 2017; Emmadi vd., 2019; Cucari vd., 2022). Bu durum bankalar başta olmak üzere finansal piyasalardaki şirketlerin varlıklarını ve kârlarını koruyabilmek için mevcut iş modellerini yeniden değerlendirmeye (Guo ve Liang, 2016; Zheng vd., 2018) ve hatta ürün ve servislerini dönüştürmeye (Malhotra vd., 2022) sevk etmiştir. Bu konuda Avrupa Merkez Bankası (European Central Bank-ECB) (2019), durumu değerlendirerek, yeni teknolojilerin bankacılık sektöründe her zamankinden daha yıkıcı yollarla ve daha hızlı bir şekilde değişimi yönlendireceği yeni bir dijital çağın başladığını belirtmiştir. Finans sektörünün Blockchain teknolojisinden yararlanabilmesi, teknolojiyi takip ederek işlem süreçlerine entegre etmesi için öncelikle bu teknolojiyi benimsemeye ve uygulamaya istekli olmalarını gerektirmektedir. Bununla birlikte Blockchain'in benimsenmesi, mevcut bankacılık sisteminin yapısını bozma potansiyeline de sahiptir. Nitekim yeni teknolojiler, politika yapıcıların, düzenleyicilerin ve denetçilerin finansal kurumların finansal istikrarını, güvenliğini ve sağlamlığını, ayrıca tüketici ve yatırımcı korumasını sağlamak için dikkate almaları gereken finansal sistem için yeni riskler oluşturabilir (Martino, 2021: 2).

Finansal piyasalarda ve özellikle finansal piyasaların en önemli aktörü olan bankalarda teknoloji odaklı yapılanma giderek yoğunlaşmaktadır. Çağımızın en yıkıcı teknolojik gelişmelerinden biri olarak gösterilen Blockchain teknolojisinin işletmelerin organizasyonel yapısında nasıl benimsenebileceğine dair daha fazla değerlendirme yapan çalışmaya ihtiyaç vardır (Toufaily vd., 2021: 4). Bu kapsamda mevcut teorik literatür incelenmiş, sosyal bilimlerde özellikle ulusal düzeydeki çalışmaların henüz sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Literatürdeki çalışmaların artırılması önemsenmelidir ve bu öncü çalışmada Blockchain teknolojisinin uygulamacılar tarafından benimsenmesinde etkili olması beklenen kritik faktörlerin önem ve öncelikleri tartışılmıştır.

Çalışmanın amacı Blockchain teknolojisinin benimsenmesinde öne çıkan faktörlerin keşfedilmesi ve finansal piyasalardaki algının değerlendirilmesidir. Çalışmanın öne çıkan özgün yanları aşağıda sıralanmıştır. Çalışma öncelikle Blockchain teknolojisinin kullanılmasını etkileyen karar kriterleri üzerinde bir grup kararını inceleyen ve incelemede BWM kullanan az sayıdaki çalışmadan biridir. Çalışmada temel alınan kritik faktörler literatürdeki birçok çalışmadan elde edilen bilgilerle derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur. Çalışmada, Türkiye düzeyindeki literatürde ulaşılabilen çalışmalara göre daha fazla sayıda karar vericinin görüşüne başvurulmuştur. Karar vericiler Blockchain teknolojisini iş hayatında bizzat uygulayan ve uygulamaları yakından takip eden kişilerden oluşan heterojen yapıdaki sektör yöneticilerinden seçilmiştir.

Çalışmada araştırma konusu incelenirken izlenen akışı aşağıdaki diyagramla ifade etmek mümkündür;



Şekil 1. Çalışmanın Akış Diyagramı

Makalenin giriş kısmının ardından ikinci bölümde Blockchain Teknolojisinin tanımı, Blockchain teknolojisinin tarihçesi, kullanım alanları ile güçlü ve zayıf yönlerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde bankacılık ve finans alanında yapılan çalışmalara ilişkin literatür incelenmiş, ardından dördüncü bölümde çoklu karar verme sistemi metodolojisi ve beşinci bölümde tespit edilen kriterler konusunda sektör uzmanlarının görüşlerine başvurularak elde edilen çoklu karar verme kriterlerinin raporlanmasıyla devam edilmiş ve son bölümde analiz sonuçları üzerinden genel değerlendirme yapılarak makale tamamlanmıştır.

2. Blockchain Teknolojisi

Hyperledger Fabric dokümantasyonunda Blockchain “Genel anlamda, dağıtılmış bir eş düğüm ağı içinde tutulan değişmez bir işlem defteridir.” şeklinde tanımlanmaktadır (Hyperledger Fabric, 2022). Bir başka ifadeyle Blockchain, zincirin düğümlerinde bulunan bloklarda tutulan verilerin kaydedildiği ve merkezi olmayan bir şekilde depolandığı bir dağıtılmış defteri temsil etmektedir (Lohmer ve Lasch, 2020: 3).

Blockchain teknolojisi ilk kez üçüncü bir taraf olmadan eşler arasında (P2P) ödemeye imkân sağlayan merkeziyetsiz bir ödeme aracı olan Bitcoin ağındaki işlemleri işleme protokolü olarak 2008 yılında Satoshi Nakamoto mahlasıyla tanıtılmıştır (Nakamoto, 2008). Blockchain teknolojisi, merkezi olmayan yapıdaki ağda yazılan kayıtların değiştirilemediği, her bir işlemin tüm tarafların defterlerine kaydedildiği ve takip edebilen dağıtılmış dijital defter olarak ifade edilmiştir (Martino, 2021: 10). Blockchain ağına eklenen her yeni blok kendisinden önceki bloğa referans veren karma bir işaretçinin yanı sıra değişmez bir zaman damgasına sahip olur. Ağdaki işlemleri izlemek için özel anahtarlar, blokları birbirine bağlamak için hash işlevleri ve geri dönülemezliği sağlamak için kriptografiden yararlanılmaktadır (Wang vd., 2019: 44; Zheng vd., 2018: 356).

Blockchain ekosistemi merkezi olmayan bir şekilde organize edilmiştir ve dağıtılmış defterin durumu ekosistemdeki üyeler arasında koordinasyon sağlanarak güncellenebilmektedir. Oluşturulacak yeni blokların zincire eklenebilmesi için koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. Bu koordinasyon sağlama işlemi konsensüs mekanizması ile gerçekleştirilir. Blockchain ekosisteminde yaygın olarak kullanılan konsensüs mekanizmaları Proof-of-Work, Proof-of-Stake, Proof-of-Authority veya Bizans Hata Toleransı algoritmalarının varyasyonlarından oluşmaktadır. (Angrish vd., 2018; Makhdoom vd., 2019). Seçilecek konsensüs mekanizması hangi alanda kullanılacağına ve dolayısıyla Blockchain teknolojisinin doğal tasarımına bağlıdır. Aynı şekilde kullanılacağı alana göre Blockchain tipleri de kamuya açık (izin gerektirmeyen), özel (izin gerektiren) ve hibrit sürümler (konsorsiyum Blockchain) şeklinde sıralanmaktadır (Lohmer ve Lasch, 2020).

Blockchain ortaya çıktığından bu yana uygulamalarının gelişimine bağlı olarak, farklı Blockchain teknolojisi kategorileri ortaya çıkmıştır. İlk olarak Blockchain 1.0 dijital para birimleri alanında kullanılmak üzere kurgulanmış, ardından Blockchain 2.0 akıllı kontratlar, proje protokolleri, cüzdan geliştirme projeleri için tasarlanmış ve sonrasında Blockchain 3.0 dijital kimlik, noter, tasdik hizmetleri, seçimler gibi finansal piyasalar ötesi uygulamalar için geliştirilmiştir (Swan, 2015: ix, xv).

Son dönemde Blockchain 4.0 da gelişmelere eklenmiştir. Devam eden Blockchain teknolojisi nesli, yapay zekanın potansiyelini (Kar ve Navin, 2021) ortaya çıkarma girişiminin yanı sıra banking-as-a-service (BaaS) konseptleriyle (Accenture, 2021) de ilgilidir. Bu kapsamda Blockchain teknolojisi sadece kripto para birimlerini kapsayan bir teknolojiden çok daha büyüktür.

Her yenilik gibi Blockchain teknolojisi de kendisinden önceki birçok teknolojik buluşun birleşimiyle ortaya çıkmıştır. Blockchain'in ortaya çıkmasında sayısız buluşun katkısı olsa da öne çıkanlara örnek olarak anahtar kriptografi tekniği ve ardından kör imza sistemi, anonimlik (Chaum), iş kanıtı (proof of work-PoW) (Dwork ve Naor) gösterilebilir (Salihoğlu, 2021: 38).

Blockchain uygulamalarını sadece finansal piyasalara özgü bir teknoloji olarak düşünerek dar bir alana sığdırmak mümkün değildir. Nitekim tedarik zincirleri, lojistik, sağlık, enerji ve gıda/tarım, endüstriyel üretim gibi birçok alanda verimliliği artırıp maliyet avantajı sağlamayı hedefleyen Blockchain temelli iş modelleri üzerinde çalışılmaktadır (Cole vd., 2019; Treiblmaier ve Beck, 2018; Albeshr ve Nobanee, 2020) ve kimlik yönetimi, noter hizmetleri gibi birçok alan da Blockchain'in avantajlarını benimsemeye hevesli görünmektedir (Emmadi vd., 2019).



Şekil 2. Teknolojik Yenilik Olarak Blockchain Evrim Aşamaları

Kaynak: TÜBİTAK (2019).

Şekil 2’de TÜBİTAK (2019) tarafından hazırlanan Blockchain evrim aşamaları sırasıyla düşünme evresi, kavram kanıtlama, prototip evresi, deney evresi, üretim ve gelişim evresi ve nihai olarak üretim ardından olgunlaşma evresi olarak sunulmuştur. Bu kapsamda üretim ve gelişim evresinde olan Blockchain teknolojisi ana akım olarak yükselmeye devam etmektedir. Yapılan çalışmalardan hareketle önümüzdeki birkaç yıl içinde daha fazla uygulamanın hayata geçirileceği tahmin edilmektedir. Bu süreçte gerek akademik yayınların gerekse iş dünyasındaki araştırmaların teknolojinin benimsenmesine dair çalışmalarını yoğunlaştırmaları beklenmektedir.

Blockchain teknolojisi henüz gelişim evresinde olmakla birlikte, bankacılık ve finans alanı başta olmak üzere ekonomilerdeki tüm dengeleri değiştirme potansiyeli sunmaktadır. Teknoloji, anonimlik ve güvenlik sağlamanın yanı sıra dağıtılmış defter teknolojisi yoluyla işlem maliyetlerini azaltarak bankalara tasarruf imkânı sunmaktadır. Büyük bankalar ve finansal hizmet veren şirketlerin önemli bir kısmı kayıt tutma, para transferleri ve diğer arka plandaki işlemleri için Blockchain teknolojileri üzerine fizibilite çalışmalarını sürdürmektedir ve bu çalışmaların önemli bir kısmı da FinTech’lerle yapılan ortak projeler kapsamında yürütülmektedir (Martino, 2021: 62).

3. Blockchain Teknolojisinin Benimsenmesine Yönelik Literatür İncelemesi

Literatürde Blockchain ile yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların önemli bir kısmının fizibilite ve teknik konulara (Rajnak ve Puschmann, 2021; Saheb ve Mamaghani, 2021) bir diğer önemli kısmının ise Bitcoin ve altcoinlere (Walsh vd., 2021) odaklandıkları görülmektedir. Blockchain teknolojisinin benimsenmesine yönelik çok az sayıda çalışma nitel veya nicel yöntemlerle toplanan işleyişle ilgili birincil verilere dayandırılmıştır (Toufaily vd., 2021; Almeshal ve Alhogail, 2021; Huang, 2022; Flovik vd., 2021).

Toufaily vd. (2021), özel ve kamu sektörü temsilcilerinin ve girişimcilerin Blockchain teknolojisinin benimsenmesine yönelik görüşlerini değerlendirdikten sonra çevresel, organizasyonel ve teknolojik zorlukları şu şekilde sıralamışlardır. Teknolojik zorluklar arasında teknolojinin henüz başlangıç aşamasında olması, güvenlik, data gizliliği, teknolojinin maliyeti, ölçeklenebilirlik ve performans, mevcut sistemlerle birlikte çalışabilirliği (interoperability), anlaşılması karmaşık olması, kripto para birimleri/token ilişkisi sıralanmıştır. Çevresel zorlukları ise yasal düzenlemelerin belirsizliği, iletişim ağı(network) etkisi ve organizasyonlar arasında koordinasyon sağlanabilmesi ve sistemin hazır olması şeklinde belirlemişlerdir. Yazarlar Blockchain teknolojisinin benimsenmesinin önündeki teknolojik zorlukları öne çıkarmıştır. Özel sektör kuruluşlarının Blockchain ekosisteminin teknolojik açıdan belirsizliğinin farkında olduklarını belirten yazarlar bu nedenle uygulamaya geçilmeden önce gelecekteki teknolojik iyileştirmelerin beklendiğini ve bu durumun daha yavaş bir benimseme oranına neden olduğunu saptamışlardır. Almeshal ve Alhogail (2021), Blockchain teknolojisinin iş hayatına uygulanabilirliğini 53 çalışma üzerinden değerlendirmişlerdir. Yaptıkları değerlendirmede Blockchain teknolojisinin yeteneklerini ve tüm işletmeye değer katma potansiyelini belirleyen kriterlerin iş süreçleri ve üretkenlik ve şeffaflığı, denetlenebilirliği, adaleti ve işletmelerin genellikle yaşadığı diğer sorunları teşvik etme olarak sıralamışlardır. Bununla birlikte Blockchain teknolojisinin düşük ölçeklenebilirlik, güvenlik ve mahremiyet gibi göreceli sorunların yanı sıra yüksek maliyet ve yüksek hesaplama gücü kullanımı sorunlarının da olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak Blockchain değerlendirme danışmanlığı yapan kişi ve kurumlara çevrelerinde bu konular hakkında bilgilendirme yaparak Blockchain teknolojileri hakkındaki farkındalığı artırmalarını önermişlerdir. Flovik vd. (2021), teknolojinin altyapı niteliklerinin (güvenilirlik, şeffaflık, değişmezlik), Blockchain teknolojisinin sunduğu dönüştürücü potansiyelinden (işlemlerin otomasyonu, ademi merkezilik) daha önemli görüldüğünü belirlemiştir. Bununla birlikte teknoloji konusunun uygulamaya geçebilmesi önündeki en önemli engel olarak teknolojinin olgunluğa ulaşmamış olması ve ölçeklenebilirlik olarak tespit edilmiştir. Huang vd. (2022) Blockchain teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde benimsenmesinde başarı kriterlerini ÇKKV yöntemleriyle analiz etmiştir. Akademisyen ve profesyonel uzmanların değerlendirmelerinde en yüksek önem ağırlıkları teknoloji olgunluğu, teknik yetenek ve teknolojik fizibilite olarak belirlenmiştir. Güler vd. (2022) Blockchain teknolojisinin dış ticaret süreçlerinde kullanılan belgelerin dijitalleştirilmesindeki potansiyelini araştırmışlardır. Çalışmalarının ilk aşamasında gümrükleme süreçlerinde taraflar arasındaki belge akışını Blockchain teknolojisini kullanarak üç farklı dijitalleşme senaryosu üzerinden incelemişlerdir. Gümrükleme süreçlerinde belge yönetimi alanında Blockchain teknolojisine hızlı adaptasyonun avantajlı olduğu kanaatine varmışlardır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise rasyonel karar verme sürecinin önceliklerini NAHP yöntemi ile analiz etmişlerdir. Uzman görüşlerine başvurularak yapılan analiz sonucunda yeni teknolojiye geçişin karşı karşıya olduğu temel zorlukların yeni sistemler için personel yetiştirme ihtiyacı, yeni iç süreçleri geliştirme ve iyileştirme ihtiyacı, geçiş döneminde ticaret ortakları ile anlaşmaya varmak için harcanan zaman ve teknolojik gelişmelerin mevzuatla uyumlu hale getirilmesi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürde finans ve bankacılık alanında Blockchain teknolojisinin benimsenmesine yönelik yapılan uygulamalı çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Guo ve Liang (2016), Blockchain teknolojisinin bankalardaki ödeme takası ve kredi bilgi sistemlerinin altında yatan teknolojide devrim yaratabileceğini savunmuşlardır. Blockchain uygulamaları, bankacılık sektörünün verimliliğini

artırarak, çok merkezli ve az sayıda aracılı senaryoların teşvik edileceğini tahmin etmişlerdir. Cocco vd. (2017), bankacılık genelinde Blockchain uygulamalarının zorluklarını ve fırsatları incelemişlerdir. Sürdürülebilir kalkınma için verimli sistemlerin kullanılması gerektiği ve birçok bankanın ekonomik büyümeyi ve yeşil teknolojileri desteklemek amacıyla şu anda ekonomik büyümeyi hızlandırmak için Blockchain teknolojisini iş planlarına aldıklarını belirtmişlerdir. Yavuz (2019), Blockchain teknolojisinin ekonomide dijital dönüşümdeki önemini belirterek, finansal sistemin iyileştirilmesine katkı yapabileceğini öngörmüştür. Yazar müşteri tanıma (KYC) süreçlerinin kriptografi sayesinde kısaltılabileceğini, geleneksel sözleşmelerin akıllı sözleşmelere dönüştürülmesinin ticari süreçleri ve prosedürleri kolaylaştırabileceğini savunmuştur. Martino (2019), Blockchain teknolojisinin Avrupa bankalarına potansiyel etkilerini Blockchain alanında uzman üç profesyonel bankacı ile nitel tabanlı görüşmeler üzerinden değerlendirmiştir. Bulgulara göre Blockchain teknolojisinin bankalara hem yeni fırsatlar getireceğini hem de yeni riskler yaratacağını tahmin etmiştir. Mevcut düzenleme eksikliği ve teknolojinin bazı teknik sınırlamaları teknolojinin uygulamaya geçmesini geciktirmektedir. Sonuç olarak bankalar için Blockchain teknolojisinin daha çok bir fırsat olarak kullanılabileceğini ve özellikle borç verme, ödemeler, sermaye piyasası işlemleri gibi birçok alandaki ürün ve hizmetlere ilişkin süreçlerin verimliliğini büyük ölçüde arttırabileceği sonucuna ulaşmıştır. Albeshr ve Nobanee'ye (2020) göre, Blockchain teknolojisi yüksek güvenlik, yüksek işlem şeffaflığı, merkezi olmayan yapısı ile işlemleri daha verimli bir şekilde gerçekleştirebilmesi için bankacılık sistemine avantaj sağlayabilme potansiyeli sunmaktadır. Bunun yanında birçok dezavantajın da dikkate alınmasını önermişlerdir. Bu dezavantajların başlıcaları anlama ve benimseme eksikliği, teknolojinin yeşil ekonomi ve sürdürülebilirliğe aykırı şekilde enerji kullanması, işlemlerin geri alınmıyor olması, yüksek güvenlik yapısı olsa dahi saldırıya uğrama ihtimalinin eğer kamu tarafından merkezi bir veri tabanı kullanılırsa yine de ihtimal dahilinde olduğu şeklinde sıralanmıştır. Arman ve Kundakçı (2022), bankacılıkta Blockchain teknolojisinin belirlenmesini etkileyen kritik faktörleri müşteri memnuniyeti, bilişim teknolojilerinin yeterliliği, devlet desteği, verimlilik, olumlu marka imajı, akıllı sistem, yüksek güvenlik kriterleri üzerinden Bulanık PIPRECIA yöntemi ile incelemişlerdir. Sonuç olarak müşteri memnuniyetini en düşük varyasyona sahip kriter olarak belirlemiştir. En yüksek öneme sahip 3 kriter olarak güvenlik, verimlilik ve akıllı sistem olarak, devlet desteği kriteri ise en az önem verilen kriter olarak tahmin edilmiştir. Cucari vd. (2022), İtalyan bankacılık sektöründeki gerçek iş problemlerini Interbank Spunta adlı bir proje üzerinden vaka çalışması ile ele almışlardır. Interbank Spunta projesinin daha fazla veri şeffaflığı ve görünürlüğü sağlamak amacıyla bankalararası süreçlerde Blockchain uygulamasını test ederek çek ve para transferleri, kredi verme, mevduat kabul etme gibi bankacılık süreçlerinde uygulamaya katkılarını değerlendirmişlerdir. Blockchain teknolojisinin geleneksel bankacılık süreçlerini nasıl destekleyeceği sorusundan hareketle yapılan incelemede süreçlerin verimliliği, güvenlik ve bilgi ağı oluşturma ile ilgili olarak bankacılıkta üç ana Blockchain uygulaması tanımlanmıştır. Sonuç olarak Blockchain teknolojisinin bir katalizör görevi görerek organizasyon kültürünü değiştirdiğini, işbirliği stratejileri tarafından desteklendiğini, rekabet edebilirliği ve performansı artırdığını, bilgi işlemeyi geliştirdiği ve operasyonel riskleri azalttığını tespit etmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve yöntem olarak BWM'yi kullanan yayınların bir kısmı şu şekilde özetlenmiştir:

Wang vd. (2022) BWM ve TOPSIS yöntemleri ile Taiwan'da yatırımcılar ve firmalar için kripto para değişim platformu seçimi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada DELPHI yöntemi ile modelde kullanılacak kriterler belirlendikten sonra BWM ile değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi ile merkezi, merkezi olmayan ve hibrit olmak üzere değişim platformları sıralanarak değerlendirme yapılmıştır. Araştırmada değişim platformları 7 uzmanın görüşlerine başvurularak maliyet, fayda, teknoloji ve risk ana kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Hosseini Dehshiri vd. (2022) otomotiv endüstrisi tedarik zincirinde Blockchain teknolojisinin kullanılabilirliğini etkileyen kriterleri sekiz karar vericinin yargılarına başvurarak grup BWM ile incelemişlerdir. Çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan hedef programlama tabanlı

BWM yaklaşımları geliştirilmiştir. Khan vd. (2022) gıda tedarik zincirindeki Blockchain uygulamasını etkileyen faktörleri BWM ile incelemişlerdir. Blockchain uygulamasında teknolojik, organizasyonel, finansal ve bilgi ve güvenlik engelleri olarak adlandırılan dört ana kategoriden organizasyonel ve teknolojik engellerin gıda tedarik zinciri uygulamasında önemli olduğu ifade edilmiştir.

4. Blockchain Uygulamalarının Benimsenmesinde Temel Başarı Kriterleri

Yıkıcı bir teknolojik yenilik olarak sunulan Blockchain ve dağıtık defter teknolojilerinden yararlanılabilmesi ancak teknolojinin takip edilerek işlem süreçlerine entegre edilmesiyle mümkündür. Bununla birlikte hepsinden önce bu teknolojinin benimsenmesi için istekli olunması gerekmektedir. Çalışmanın bu kısmında Blockchain uygulamalarının benimsenmesinde etkili olan temel başarı kriterleri açıklanmıştır. Bilimsel çalışmalardan derlenerek oluşturulan temel başarı kriterleri aşağıda sıralanarak açıklanmıştır:

Sistem Güvenliği (K1)

Blockchain teknolojisinin kullanıldığı sistemin güven mekanizması temsil edilmektedir. Diğer bir ifadeyle sistemin karşılaşılabileceği güvenlik açıkları, kullanıcı gizliliği ihlali, kullanılan platformların güvenilirliği, veri güvenilirliğine yönelik açıklar ve veri yönetiminde sorunlar karşısında sistemin güvenlik bütünlüğü ifade edilmektedir. Blockchain teknolojisi karşılaşılabilecek tehlikelere karşı dağıtılmış konsensus algoritmasına dayanan dağıtılmış defter (distributed ledger) teknolojisi aracılığıyla yüksek düzeyde güvenlik sağlamaktadır. Tüm işlemler bir kriptografik hash koduyla dijital zaman damgalı şekilde gerçekleştirilmektedir (Alawi, 2022; Ko vd., 2018; Chod vd., 2020; Ayan, 2021).

Taraf güvenilirliği (K2)

Blockchain teknolojisi, merkezi olmayan (ademi merkeziyetçi) bir yapıdadır. Bu kapsamda ağ düğümleri merkezsiz olarak dağılmaktadır. Blockchain teknolojisinin kullanıldığı sisteme dahil olan taraflar diğer bir deyişle (P2P) eşler arasında, üçüncü bir taraftan aracıya veya merkezi bir yapıya ihtiyaç duyulmadan işlemler gerçekleştirilebilmektedir (Peck, 2017; Wüst ve Gervais, 2018; Hunhevicz ve Hall, 2020; Hassija vd., 2021; Lo vd., 2017; Pedersen vd. 2019; El Madhoun vd., 2019; Ayan, 2021)

İşlem ve Transfer Hızı (K3)

Blockchain teknolojisini kullanarak, işlem veya kayıtların işlemin gerçekleşme hızı dakikalara veya saniyelere düşürülebilmektedir. Geleneksel dış ticaret finansmanı işlemlerinde oldukça uzun ve karmaşık süreçler kısaltılarak basitleştirilebilir (El Madhoun vd., 2019). Geleneksel dış ticaret işlemlerinde finansman boyutunda devreye giren banka sayısı genellikle ikinin üzerindedir ve banka sayısı arttıkça paranın alıcıdan satıcıya uzanan yolculuğunun süresi uzamakta, ödenen komisyonlar artmakta ve süreçler karmaşık hale gelmektedir.

Erişilebilirlik ve Kullanılabilirlik (K4)

Merkezi olmayan ağlar nedeniyle Blockchain teknolojisinin verileri eksiksiz, zamanında ve doğru olarak tutması sağlanmıştır (Peck, 2017; Emmadi vd., 2019; Hunhevicz ve Hall, 2020; Lo vd., 2017, Pedersen vd., 2019). Erişilebilirlik ve kullanılabilirlik kriteri işlem tarafları için teknoloji sahipliğinin ve elektronik ortama geçiş sürecindeki maliyetlerin yüksek oluşunu ifade eder. İşletme ve kuruluşların Blockchain teknolojisine geçişle birlikte operasyonel maliyetlerini azaltacağı görülmekte ancak Blockchain teknolojisinin kurulum maliyetlerinin ve teknolojik becerilere sahip olmanın, teknolojinin kullanılabilirliği açısından önemli olduğu görülmektedir.

Sözleşmelerde veri bütünlüğünün ve değiştirilemezliğinin sağlanması (K5)

Akıllı sözleşmeler, geleneksel sözleşmelerin bilgisayar kodlarına dönüştürülmesidir. Bu kapsamda bir bilgisayar programı gibi kendi kendine yeten, kendi kendini yöneten, doğru ve şeffaf olacak şekilde tasarlanmıştır. Dağıtık defteri kebire bir veri kaydedildikten sonra değiştirilemez. Sözleşme şartlarını bloklar içinde tutmak ve sözleşme şartlarındaki değişiklikleri bir zincir üzerinde kalıcı olarak kaydetmek, sonradan değiştirilme gibi sorunlara çözüm potansiyeli sunmaktadır. (Alawi, 2022; Werner vd., 2021; Chen vd., 2017; Hassija vd., 2021; Pedersen vd., 2019; Chowdhury vd., 2018; El Madhoun vd., 2019; İngiltere Hukuk Komisyonu, 2022).

Belgelerde gizlilik, izleme ve şeffaflık imkânı (K6)

Gizlilik ve şeffaflık birbirine zıt iki durum olarak nitelendirilebilir. Blockchain tipleri kamu/izin gerektirmeyen (public/permissionless), kamu/izin gerektiren (public/permissioned) ve özel/izin gerektiren (private permissioned) Blockchain şeklinde üç gruba ayrılmaktadır. Hepsinin gizlilik, şeffaflık ve erişilebilirlik seviyeleri birbirinden farklıdır. İzlenebilirlik kavramı, işlem süreçlerinin ve olayların tam olarak takip edilebilmesi ve erişilebilirliğinin sağlanmasını ifade etmektedir (Pedersen vd., 2019; Alawi, 2022; Peck, 2017; Emmadi vd., 2019; Hassija vd., 2021; Ko vd., 2018; Kshetri, 2018).

İşlem maliyetleri (K7)

Bu ana kriter altında iki alt kriterin biri ölçeklenebilirlik, diğeri ise enerji tüketimidir. Ölçeklenebilirlik önemli bir sorundur. Daha büyük bloklar, daha büyük depolama alanı ve ağda daha yavaş yayılma anlamına gelmektedir. Bu durum, işlem ve kullanıcı sayısı arttığında Blockchain teknolojisinin sürdürülmesini zorlaştırabilir ve yeniden merkezileşmeye yol açabilecektir (Zheng vd., 2017). Madenciler blok boyutu ve sayısı büyüdükçe daha büyük gelir talep edebilirler (Eyal and Sirer, 2014). Ayrıca konsensüs algoritmalarında çok fazla enerji tüketmesi ve zenginlerin daha da zenginleşmesi sorun yaratabilir (Zheng vd., 2018). Bu noktada Blockchain teknolojisinin henüz uygulamaya geçmek için daha fazla zamana ihtiyacı bulunmaktadır.

Blockchain teknolojisinde henüz ölçek ekonomisinin oluşmamış olması nedeniyle işgücü ve teknoloji maliyetlerinin oldukça yüksek seviyede olması önemli bir sorundur. Yüksek maliyetler içerir ve yüksek yatırımlar gereklidir. Blockchain teknolojisinin başlangıç maliyetleri vardır ve kullanımı ücretsiz değildir. Bu durum ademi merkezileşmenin bir dezavantajıdır. Kullanıcılar, işlemler ve hesaplama gücü için ödeme yapmak zorundadır. Bazı konsensüs algoritmalarında son teknolojiyle donatılmış bilgisayarlarda yapılan işlemler yoğun elektrik enerjisi kullanımına neden olmaktadır (Ko vd., 2018; Marsal-Llacuna, 2018; Angraal vd., 2017; Ho ve Hsu, 2020; Chod vd., 2020)

Ülkelerdeki teknolojik alt yapı yeterliliği ve entegrasyonu (K8)

Teknolojik gelişmenin yetersiz olması ve entegrasyon endişeleri önemli sorunlar arasındadır. Blockchain Teknolojisi, dahil etmek için mevcut eski sistemlerde önemli değişiklikler gerektiren çözümler sunar. Dış ticaret evraklarının akıllı kontratlara dönüştürülerek Blockchain teknolojisinin kullanılabilmesi için öncelikle yatırım yapılması gerekmektedir. Farklı ülkelerin dijitalleşme süreçlerine farklı seviyelerde dahil olması yeknesaklığı bozarak, sistemin işleyişini zorlaştıracaktır (Huang vd., 2022; Yli-Huumo vd., 2016; Treiblmaier ve Beck, 2018).

Ülkelerin mevzuat ve yasal düzenleme yeterliliği (K9)

Henüz çok yeni tecrübe edilen bir teknoloji olmasının getirdiği zorluklar, yönetsel taahhütlerin yerine getirilememesi riski, mevzuatın ve yasal düzenlemelerin teknolojik gelişmeleri yakalayamama riskine neden olmaktadır (Balcı ve Balcı, 2021; Jovi'c vd., 2020; Lohmer ve Lasch, 2020; Munim vd., 2021; Papathanasiou vd., 2020; Yadav ve Singh, 2020). Blockchain teknolojisi dünyada öncelikle bitcoin ve ödeme sistemleri ile gündeme gelmiş olmakla birlikte pek çok alanda ve kamu kesiminde kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bununla birlikte gelişmiş ülkeler diğer ülkelere göre teknoloji konusunda alt yapı ve mevzuat düzenlemelerinde daha iyi durumdadırlar.

Blockchain teknolojisi ödeme sistemleri, kimlik denetimi, elektronik oylama, kamu mali denetimi, vergi yönetimi, sağlık, belediyecilik, e-devlet uygulamaları gibi birçok alanda denenmeye başlanmıştır. Özel kesimdeki öncü uygulamalar, kamu kesiminin de düzenlemeler yapması için teşvik edicidir. Kamu kesimi tarafından uygulamalarda teknolojinin kullanılması ile şeffaflık, verimlilik ve etkinliğin artması beklenmektedir (Ciğerci ve Eğmir, 2019).

5. Araştırma Metodolojisi

Günlük hayatta ve iş hayatında karşılaşılan karar problemlerinde karar verebilmek, alternatifleri değerlendirmek ve analitik olarak inceleyebilmek için kararı etkileyen kriterler kullanılmaktadır. Karar kriteri değerlendirme ölçütü olarak da ifade edilebilir. Karar problemleri genellikle çok sayıda ve çelişen kriterler içermektedir. Çok sayıda kriterin karar sürecinde etkili olduğu karar problemlerinin çözümü için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri geliştirilmiştir. ÇKKV yöntemlerinden sosyal, mühendislik, sağlık ve daha pek çok alandaki karar problemlerinin çözümünde yararlanılmaktadır. ÇKKV yöntemleri seçme, sıralama ve değerlendirme yapmak amacıyla kullanılmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013).

Karar vermenin iki önemli aşamasından ilki karar kriterlerinin önem ve önceliklerini belirlemek, ikincisi ise önem ve öncelik değerleri diğer bir ifade ile önem ağırlıkları belirlenen kriterlere göre alternatifleri seçmek, sıralamak ve değerlendirmektir. Karar kriterlerinin önem ve önceliklerini belirlemek için kullanılan ÇKKV yöntemleri subjektif ve objektif ağırlıklandırma yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Subjektif ağırlıklandırma yöntemleri karar vericilerin kişisel yargılarına göre ağırlıklandırma yaparken objektif ağırlıklandırma yöntemleri kişisel yargıları dikkate almadan karar matrisindeki değerlerle ağırlıklandırma yapar. Karar kriterlerinden bir ya da daha fazlası nitel kriter ise bu durumda karar vericinin yargılarına ihtiyaç duyulmakta ve subjektif yöntemler kullanılmaktadır. AHP, DEMATEL, BWM subjektif ağırlıklandırma yöntemleri içinde yer alan bazı yöntemlerdendir (Karakış, 2022).

5.1. Best-Worst Yöntemi (BWM)

Best-Worst Yöntemi (BWM) 2015 yılında Rezaei tarafından geliştirilen objektif ağırlıklandırma yöntemlerindedir. Yöntem ikili karşılaştırmalara dayalı olarak kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesini sağlar. Yöntem karşılaştırmalarda tutarlılığın sağlanmasını gerektirmektedir. Rezaei (2015) yöntemde AHP'ye göre daha az ikili karşılaştırma yapılmasının ve daha tutarlı karşılaştırma sonuçlarının yöntemin önemli özellikleri olarak öne çıktığını ifade etmektedir. Yöntemde daha az ikili karşılaştırma yapılması nedeniyle daha tutarlı karşılaştırma yapmaya imkân sağlamaktadır. Bu nedenle yöntemden ikili karşılaştırmalarda yaygın olarak karşılaşılan tutarsızlık sorununu önlemesi beklenmektedir. n kriter sayısını ifade etmek üzere AHP'de $n(n-1)$ ikili karşılaştırma yapılırken BWM'de $(2n-3)$ ikili karşılaştırma yapılmaktadır. Modelin işlem adımları şu şekildedir (Rezaei, 2015: 51-52):

Adım 1. Karar problemine etki eden kriterler belirlenir. Bir karar probleminde karar kriterleri ile ilgili bir matris oluşturulduğunda, K_n kriterleri ifade etmek üzere ikili karşılaştırma yapabilmek için oluşturulan kriter matrisini formül (1) deki gibi göstermek mümkündür.

$$C = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \cdots & K_n \\ \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ \vdots \\ K_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad (1)$$

Adım 2. Karar kriterleri arasından en iyi (en önemli) ve en kötü (en az önemli) kriter belirlenir. Bu kriterlerin tespiti karar vericinin yargıları ile yapılır. Karar verici konusunda uzman olan kişidir.

Adım 3. Karar verici tarafından Tablo 1'deki 1-9 ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırmalar yoluyla en önemli kriterin diğer kriterlere göre önceliği belirlenir.

Adım 4. Karar verici tarafından Tablo 1'deki 1-9 ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırmalar yoluyla en az önemli kriterin diğer kriterlere göre önceliği belirlenir.

Tablo 1. Kriterlerin ikili karşılaştırma ölçeği ve yargısal ifadeler

Sayı Değeri	Kriterlerin karşılaştırılmasında kullanılan yargısal ifadeler
1	Eşitlik
3	Az önemli (Az üstün olma hali)
5	Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)
7	Çok önemli (Çok üstün olma hali)
9	Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)
2,4,6,8	Ara değerler (iki sayı arasında kararsız kaldığı durumda kullanılan sayılar)

Kaynak: Saaty (2008: 86)

Adım 5. Kriterlerin önem ağırlıklarının formül (2) ve (3) de gösterilen doğrusal programlama modeli ile belirlenmesi.

j: kriterleri ifade etmek üzere $j=1,2,3,\dots,n$

w_j ; j. kriterin önem ağırlığını gösterir.

Formül (2) ve (3)'te en önemli ve en önemsiz kriter ile diğer kriterler ile ikili karşılaştırmaların gösterim biçimi yer alır. Bunlar;

w_B : en önemli kriterin önem ağırlığını,

w_W : en önemsiz kriterin önem ağırlığını ifade eder.

En önemli kriterin diğer kriterlere göre üstünlüğünü ve kriterlerin en önemsiz kritere göre üstünlüğünü ifade etmek üzere;

a_{Bj} : en önemli kriterin j. kritere üstünlüğünü,

a_{jW} : diğer kriterlerin en önemsiz kritere göre üstünlüğünü gösterir.

$$\begin{aligned} \min \max_j & \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0, \text{ tüm } j' \text{ler için} \end{aligned} \quad (2)$$

BWM ile kriterlerin önem ağırlığını belirlemek için doğrusal programlama modeli hazırlanır. Doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonu formül (3)'te gösterildiği gibi belirlenen ağırlıkların sapma değerinin minimum yapılmasıdır. Tutarlılığı da ifade eden bu değer sıfıra yaklaştıkça tutarlılığın yüksek olduğunu ifade eder. Formül (3)'te amaç fonksiyonundan sonra sırasıyla ikinci ve üçüncü satırda en iyi ve en önemsiz kritere ilişkin kısıt fonksiyonları yazılır. Yazılan modelin çözülmesi ile kriterlerin önem ağırlıkları belirlenir (Özdağoğlu vd. 2020).

$$\begin{aligned} & \min \xi, \\ & \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{BJ} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için,} \\ & \left| \frac{w_J}{w_W} - a_{JW} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için,} \\ & \sum_j w_j = 1, \\ & w_j \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \end{aligned} \quad (3)$$

Adım 6. İkili karşılaştırmaların tutarlılık oranının belirlenmesi. Bu adımla diğer bir ifade ile yöntemin kullanılabilirlik derecesi belirlenmiş olur. Tutarlılık oranı modelde hesaplanan $\min \xi$ değeri ve Tablo 2'deki tutarlılık indeksi kullanılarak bulunur. Hesaplanan tutarlılık oranının küçük olması ikili karşılaştırmaların güvenilir ve kullanılabilir olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 2. Tutarlılık İndeksi

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tutarlılık indeksi	0,00	0,44	1,00	1,63	2,30	3,00	3,73	4,47	5,23

Tutarlılık oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$\text{Tutarlılık oranı} = \xi / \text{Tutarlılık İndeksi}$$

Tutarlılık oranı 0 ile 1 arasında değer alır. Tutarlılık oranı ne kadar küçükse karşılaştırma sonuçları o kadar güvenilirdir. Oranın 0,10'dan küçük olması kabul edilebilir bir orandır.

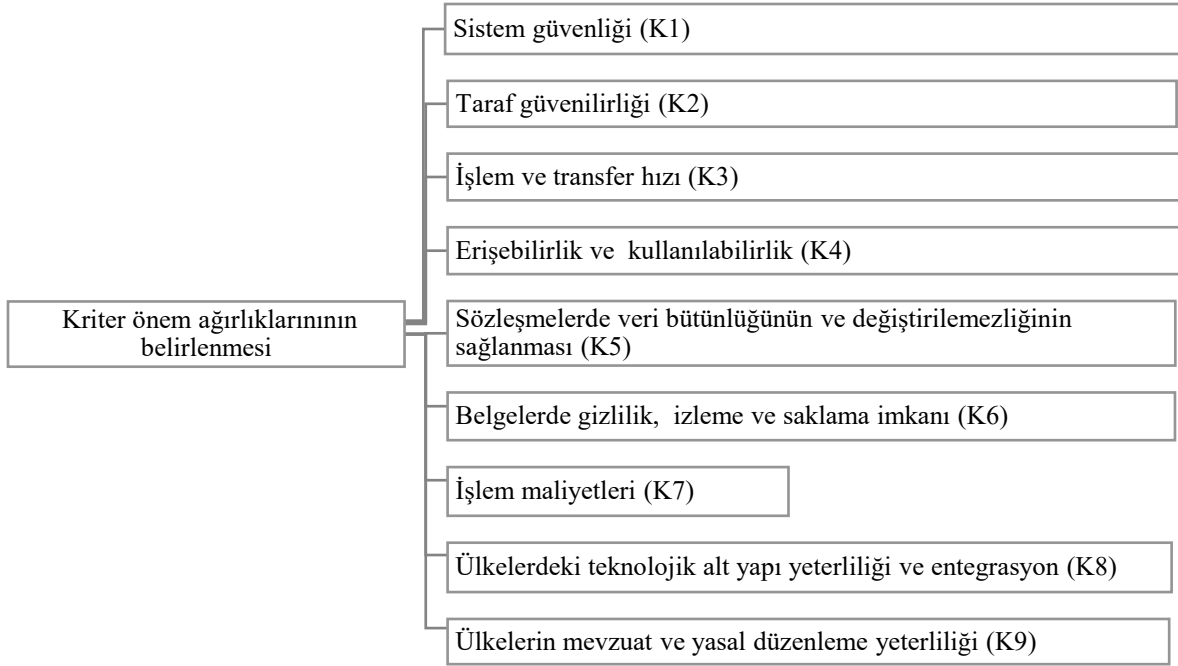
6. Veri Seti ve Uygulama

Uygulamaya geçilmeden önce finansal piyasalarda Blockchain uygulamalarıyla işi gereği meşgul olan ve gelişmeleri takip eden 10 profesyonel seçilmiştir. Tablo 3'te belirlenen uzman takımına ilişkin detaylar sunulmuştur.

Tablo 3. Uzman Takımı Hakkında Bilgi ve Profilleri

No	Sektör	Bölüm	Unvan	İş deneyimi
1	Bankacılık	Pazarlama	Müdür	+20
2	Bankacılık	Dış İşlemler	Müdür	+20
3	Blockchain Yazılım Şirketi	Ürün Geliştirme	Müdür	+10
4	Blockchain Yazılım Şirketi	Ürün Geliştirme	Uzman	+5
5	Lojistik	Ürün Geliştirme	Müdür	+10
6	Bankacılık	Denetim	Genel Müdür Yardımcısı	+20
7	Araç Kurum	Pazarlama	Müşteri Temsilcisi	+5
8	Demir Çelik Sanayi	İhracatçı	Yönetim Kurulu Üyesi	+25
9	Bankacılık	Kambiyo uzmanı	Danışman, Eğitmen	+25
10	Bankacılık	Kambiyo uzmanı	Danışman, Eğitmen	+25

Literatür taraması ve uzman görüşleri ile oluşturulan ve Blockchain kullanımında etkili olan kriterler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Blockchain teknolojisi kullanımında etkili olan kriterler ve hiyerarşik yapısı

Uzmanlardan Şekil 3'teki kriterler üzerinden hazırlanan sorular içinden BWM için en iyi ve en kötü kriteri belirlemeleri istenmiştir. Diğer bir ifade ile görece en önemli ve en önemsiz kriteri belirlemeleri istenmiştir. Tablo 4'te dijital ekonomi ve finans alanında çalışan on uzman tarafından belirlenen en iyi kriter ve bu kriterle göre diğer kriterlere verdikleri önem ağırlıkları gösterilmektedir. Uzmanlar Tablo 1'den yararlanarak yargılarını oluşturmuşlardır. Karar verici uzmanların farklı en iyi kriter ve bu kriterle göre diğer kriterleri değerlendirdikleri görülmüştür.

Tablo 4. Kriterlerin karar vericiler tarafından belirlenen iyi kriterle göre değerlendirilmesi

Karar Verici	En İyi Kriter	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
KV_1	9	7	3	3	4	5	5	3	7	1
KV_2	3	3	2	1	3	2	3	5	4	6
KV_3	2	5	1	1	2	1	1	5	3	3
KV_4	4	3	3	4	1	6	8	2	7	5
KV_5	9	4	2	5	2	2	3	4	5	1
KV_6	4	3	4	2	1	3	4	5	4	2
KV_7	3	3	2	1	3	2	3	5	4	6
KV_8	3	9	3	1	5	8	4	7	3	8
KV_9	1	1	2	7	9	7	2	9	7	7
KV_{10}	9	3	7	8	6	5	2	9	3	1

Tablo 5 uzmanların Tablo 1'den yararlanarak en kötü kriteri ve bu kriterle göre diğer kriterleri değerlendirmelerini içermektedir. Tablo 5'te uzmanlar tarafından yapılan en önemsiz kriterle göre diğer kriterlerin değerlendirmesini içeren ikili karşılaştırmalar verilmiştir. Tabloya göre karar verici uzmanların en kötü kriter olarak farklı kriterler belirledikleri görülmektedir. Uygulayıcılar belirledikleri en önemsiz kriterle göre diğer kriterleri değerlendirmişlerdir. Çalışmanın çeşitli bölümlerinde uzman olarak nitelendirilen uygulayıcı konumunda bulunan ve konu ile ilgili eğitimli

kişilerin ikili karşılaştırmalarda farklı kriterleri önemsedikleri ya da önemsiz değerlendirdikleri görülmüştür. Ancak yargılarda farklılık olmasına karşın en iyi ve en kötü kriterler kümesinin ayrıştığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile uygulayıcılar iyi ve kötü kriterler kümesini birbirinden ayırmış ancak bu iki küme içinde farklı ve tutarlı değerlendirmeler yapmışlardır.

Tablo 5. Kriterlerin karar vericiler tarafından belirlenen en kötü kritere göre değerlendirilmesi

Karar Verici	En Kötü Kriter	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
KV_1	2	7	1	3	3	4	4	3	5	7
KV_2	8	5	6	4	7	3	4	7	1	5
KV_3	8	1	9	8	6	7	8	7	5	1
KV_4	6	6	6	4	8	3	1	7	2	5
KV_5	4	3	3	3	4	4	5	5	7	9
KV_6	7	6	6	7	7	3	4	1	5	2
KV_7	8	5	6	4	7	3	4	7	1	5
KV_8	2	9	1	8	3	8	5	7	2	7
KV_9	5	9	9	7	5	1	2	2	3	5
KV_{10}	7	6	3	2	4	5	8	1	7	9

Uzmanlar tarafından ikili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra formül 3 kullanılarak kriterlerin önem seviyeleri ve tutarlılık oranları belirlenmiştir. Her bir uzman görüşüne göre hesaplanan önem ağırlıkları Tablo 6’da verilmiştir. Uzmanlar için ayrı ayrı hesaplanan kriter önem ağırlıkları aritmetik ortalama yolu ile birleştirilerek önem ağırlıkları ve tutarlılık oranları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Kriterlerin önem ağırlıkları ve tutarlılıkları

Karar Verici	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	CR
KV_1	0,062	0,033	0,145	0,109	0,087	0,087	0,145	0,062	0,268	0,032
KV_2	0,108	0,161	0,211	0,108	0,161	0,108	0,065	0,025	0,054	0,021
KV_3	0,015	0,144	0,190	0,105	0,174	0,190	0,042	0,070	0,070	0,013
KV_4	0,118	0,118	0,089	0,288	0,059	0,028	0,178	0,051	0,071	0,013
KV_5	0,077	0,155	0,062	0,155	0,155	0,103	0,077	0,062	0,155	0,030
KV_6	0,105	0,079	0,157	0,227	0,105	0,079	0,028	0,079	0,143	0,017
KV_7	0,108	0,161	0,211	0,108	0,161	0,108	0,065	0,025	0,054	0,021
KV_8	0,057	0,030	0,304	0,103	0,065	0,129	0,074	0,172	0,065	0,041
KV_9	0,306	0,214	0,061	0,048	0,026	0,175	0,048	0,061	0,061	0,023
KV_{10}	0,123	0,053	0,046	0,062	0,074	0,185	0,027	0,123	0,306	0,012
Ortalama W_j	0,109	0,128	0,118	0,137	0,103	0,108	0,068	0,094	0,134	0,024

Tablo 7. Kriterlerin önem ağırlıkları

Kriter	Önem Ağırlığı %
K4-Erişilebilirlik ve kullanılabilirlik	0,137
K9-Ülkelerin mevzuat ve yasal düzenleme yeterliliği	0,134
K2-Taraf Güvenilirliği	0,128
K3-İşlem ve transfer hızı	0,118
K1-Sistem Güvenliği	0,109
K6-Belgelerde gizlilik, izleme ve saklama imkânı	0,108
K5-Sözleşmelerde veri bütünlüğünün ve değiştirilemezliğinin sağlanması	0,103
K8-Ülkelerdeki teknolojik altyapı yeterliliği ve entegrasyon	0,094
K7-İşlem maliyetleri	0,068

Analiz sonuçlarına göre en düşük önem düzeyine sahip kriter 0,068 ile “K7-İşlem maliyetleri” olmuştur. En yüksek önem düzeyine sahip kriter 0.137 ile “K4-Erişilebilirlik ve kullanılabilirlik” iken sonraki en önemli kriterler sırasıyla 0,134 önem seviyesi ile “K9-Ülkelerin mevzuat ve yasal düzenleme yeterliliği”, 0,128 ile “K2-Taraf güvenilirliği” kriteri, 0,118 ile “K3-İşlem ve transfer hızı” şeklinde sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar Toufaily vd., 2021; Almeshal ve Alhogail, 2021; Huang 2022; Flovik vd., 2021; Güler vd., 2022 ile uyumludur. Diğer taraftan Yıldız ve Başbuğ’un (2018) alt yapı yetersizliği ve yasal düzenlemelerin eksikliğine ilişkin bulgusuyla uyumlu değildir. Arman ve Kundakçı’nın (2022) finans sektöründe Blockchain teknolojisinin kullanımını etkileyen kriterlere ilişkin yaptıkları araştırmada en önemli kriterin yüksek güvenlik ve en düşük önemdeki kriterin ise devlet desteği olduğu, verimlilik ve akıllı sistem kriterlerinin ise önemli kriterler olduğu sonucuna varılmıştır. Farklı konu, yaklaşım ve kriterler içermesi ile birlikte Arman ve Kundakçı’nın (2022) araştırma sonuçlarında olduğu gibi bu çalışmada da “K1-Sistem güvenliği” ve “K2-Taraf güvenilirliği” kriterlerinin önemli bulunması bakımından çalışma sonuçlarının uyumlu olduğu görülmüştür.

7. Sonuç ve Değerlendirme

Blockchain teknolojisi ilk ortaya çıktığı dönemde Bitcoin temelli ödeme yönteminin ardındaki teknoloji olarak tanıtılmıştır. Ancak zamanla Blockchain teknolojisinin çok daha geniş kapsamlı uygulama alanlarında kullanılabileceği keşfedilmiştir. Bununla birlikte Blockchain teknolojisinin kullanılmasını etkileyen çok sayıda ve hatta birbiriyle çelişen kriterlerin olduğu görülmüştür. Blockchain teknolojisinin kullanımında çok sayıda kriterin olması, kurum ve kuruluşları kriterlerin yorumlanmasında farklı değerlendirmelere sevk etmektedir. Bu kapsamda Blockchain teknolojisinin benimsenmesi konusunda farklı değerlendirmelerin takibi ve tartışılması önemlidir.

Bu çalışmada Blockchain teknolojisi kullanımını etkileyen kriterler literatürdeki çalışmaların incelenmesiyle belirlenmiş ve ardından belirlenen kriterlerin analitik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda çalışmada Blockchain teknolojisi kullanımını etkileyen kriterlerin önem ağırlıklarının tespitinde uygun yöntem olarak ÇKKV yöntemlerinden BWM kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre teknolojiye erişilebilirlik ve kullanılabilirlik en önemli kriter olurken hemen ardından gelen ikinci önemli kriter ülkelerin mevzuat ve yasal düzenleme açısından teknolojiye uyumdur. Uzmanlara göre önem sırasına göre işlem ve transfer hızı, sistem güvenliği, belgelerde gizlilik, izleme ve saklama imkanı, sözleşmelerde veri bütünlüğü ve değiştirilemezliği, ülkelerde teknolojik altyapı yeterliliği ve entegrasyon ile işlem maliyetleri kriterleri daha az önemli bulunmuştur. Bununla birlikte kriterlerin önem düzeyleri birbirlerine yakın seviyededir. Bahse konu bulgulardan hareketle Blockchain teknolojisinin kullanımını etkileyen kriterlerin birbirinden bağımsız düşünülemediği ve birbirine yakın öneme sahip oldukları görülmüştür.

Bununla birlikte Blockchain teknolojisi finans sektörü tarafından yakından takip edildiği ancak benimsenmesi için öncelikle erişilebilirlik ve uygulanabilirlik koşullarının uygun olmasının beklendiği anlaşılmaktadır. Ardından ülkelerin mevzuat ve yasal düzenleme yeterliliğinin sağlanması ikinci öncelik olarak değerlendirilmiştir. Uzmanlar taraf güvenilirliği, işlem ve transfer hızı, sistem güvenliği, sözleşmelerde veri bütünlüğü, değiştirilemezlik, belgelerde gizlilik, izleme ve saklama imkanı, teknolojik altyapı gibi teknoloji temelli kriterleri daha az önemli bulmuştur. Elde edilen bulgulara göre finansal piyasalarda Blockchain teknolojisinin ana akım olarak benimsenebilmesi için öncelikle teknolojinin gelişim evresini tamamlamasının yanı sıra ülkelerin mevzuat ve yasal düzenlemelerinin teknolojiyle uyumlu hale getirilmesinin beklendiği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda teknoloji ve maliyet temelli birçok avantajı olsa da Blockchain teknolojisinin ana akım olarak yükselmesi ve ardından benimsenebilmesi ancak teknolojinin gelişim evresini tamamlaması ve yasal düzenlemelerin yeni teknolojiyle uyumlu hale getirilmesiyle mümkün olabilecektir. Sonuç olarak dijital dönüşüm sürecinde gelişmelere uygun politikalar üretebilen ülkeler diğer ülkelere göre rekabet üstünlüğü elde edeceklerdir. Rekabet üstünlüğü kazanmak isteyen ülkelerin ilk adımda teknoloji alanında uzman personel yetiştirme amaçlı projelere daha fazla yatırım yapmaları önemlidir. Böylece güncel teknolojiye erişilmesi ve teknolojinin uygulanabilir hale getirilmesi kolaylaşacaktır. İkinci adımda ise yasal düzenlemeler teknolojik gelişmeleri de kapsayan bir forma dönüştürülmelidir.

Çalışmada kullanılan ve Blockchain teknolojisinin kullanılmasını etkileyen karar kriterleri literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Blockchain teknolojisinin kullanımını etkileyen kriter seti bu çalışmanın özgün yanını oluşturmaktadır. Bu özgünlük aynı zamanda gerek uygulayıcıların kişisel yargıları ve gerekse finans sektöründe hızla değişen teknoloji ve yasal alt yapı düzenlemeleri nedeniyle analizin sınırlılığını da içermektedir.

Analizde BMW'nin kullanılması Blockchain teknolojisini benimsemenin doğası hakkında yararlı bilgiler toplanmasına ve belirlenen kriterler kapsamında ampirik temelli bir çerçeve geliştirmesine olanak tanımıştır. Gelecekte finans sektöründe Blockchain teknolojisinin benimsenmesine yönelik yapılacak çalışmalarda BMW'nin bulanık sayılar ile kullanılmasıyla belirsizlikler modele dâhil edilerek yeniden incelenebilir. Kamu yönetiminden sağlığa, tedarik zinciri yönetimi ve ödeme sistemlerinden belediyeceliğe kadar, çok geniş bir uygulama ve kullanım alanı bulunan Blockchain teknolojisi bu çalışmada finans sektörü açısından ele alınmış ve incelenmiştir. Dolayısıyla çalışmada kullanılan karar kriterleri sektörel ve dönemsel yargıları içeren özellikleri yansıtmıştır. Farklı sektörlerde ve farklı karar kriterleri ve farklı karar analizleri ile Blockchain teknolojisini kullanma davranışları incelenerek literatür genişletilebilir.

Kaynaklar

- Accenture (2021). Minna Bank: Japan's first digital bank, 10.07.2022. <https://www.accenture.com/us-en/case-studies/banking/minna-bank>
- Alawi, B., Al Mubarak, M. M. S., ve Hamdan, A. (2022, February). Blockchain evaluation framework for supply chain management: a decision-making approach. *In Supply Chain Forum: An International Journal (1-15)*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1996862>
- Albeshr, S. and Nobanee, H. (2020). Blockchain applications in banking industry: a mini-review (February 16, 2020). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3539152>
- Almeshal, T. A., ve Alhogail, A. A. (2021). Blockchain for businesses: a scoping review of suitability evaluations frameworks. *in IEEE Access, vol. 9, pp. 155425-155442, 2021* doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128608.
- Angraal, S., Krumholz, H. M., ve Schulz, W. L. (2017). Blockchain technology: applications in health care. *Circulation: cardiovascular quality and outcomes, 10(9)*, e003800. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.117.003800>

- Angrish, A., Craver, B., Hasan, M., ve Starly, B. (2018). A case study for blockchain in manufacturing: “fabRec”: A prototype for peer-to-peer network of manufacturing nodes. *Procedia Manufacturing*, 26, 1180–1192. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.154>.
- Arman, K. ve Kundakcı, N. (2022). Bulanık PIPRECIA yöntemi ile bankacılık endüstrisinde blokzincir teknolojisinin benimsenmesini etkileyen kritik faktörlerin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(47), 79-92. DOI: 10.31795/baunsobed.975891
- Ayan, B. (2021). *Dijital Varlık Sözlüğü*, (1. Baskı). Turkuaz Haberleşme ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul.
- Balci, G., ve Surucu-Balci, E. (2021). Blockchain adoption in the maritime supply chain: examining barriers and salient stakeholders in containerized international trade. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 156, 102539. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102539>
- Benzidia, S., Makaoui, N., ve Bentahar, O. (2021). The impact of big data analytics and artificial intelligence on green supply chain process integration and hospital environmental performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120557. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120557>
- Chen, S., Shi, R., Ren, Z., Yan, J., Shi, Y., ve Zhang, J. (2017, November). A Blockchain-Based Supply Chain Quality Management Framework, *2017 IEEE 14th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)*, 2017, pp. 172-176, doi: 10.1109/ICEBE.2017.34.
- Chod, J., Trichakis, N., Tsoukalas, G., Aspegren, H., ve Weber, M. (2020). On the financing benefits of supply chain transparency and blockchain adoption. *Management Science*, 66, 4378–4396. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3434>
- Chowdhury, M. J. M., Colman, A., Kabir, M. A., Han, J., ve Sarda, P. (2018, August). Blockchain versus database: a critical analysis. In *2018 17th IEEE International conference on trust, security and privacy in computing and communications/12th IEEE international conference on big data science and engineering (TrustCom/BigDataSE)* (pp. 1348-1353). doi: 10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00186.
- Ciğerci, İ., ve Eğmir, R. T. (2019). Kamu mali denetiminde olası blok zincir teknolojisinin denetim etkinliği açısından değerlendirilmesi. *Maliye Dergisi*, 177, 203-217.
- Cocco, L. Pinna, A. ve Marchesi. M. (2017). Banking on: costs savings thanks to the technology. *Future Internet*. 9(3). 25. <https://doi.org/10.3390/fi9030025>
- Cole, R., Stevenson, M., ve Aitken, J. (2019). Technology: implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(4), 469–483. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0309>.
- Cucari, N., Lagasio, V., Lia, G., ve Torriero, C. (2022). The impact of blockchain in banking processes: the interbank spunta case study. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(2), 138-150. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1891217>
- ECB. (2019). Lending and payment systems in upheaval: The fintech challenge. Speech by Yves Mersch, Member of the Executive Board of the ECB, *at the 3rd Annual Conference on Fintech and Digital Innovation*, 26 February 2022, Brussels <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2019/html/ecb.sp190226~d98d307ad4.en.html>.
- El Madhoun, N., Hatin, J., ve Bertin, E. (2019, October). Going beyond the blockchain hype: in which cases are blockchains useful for it applications? In *2019 3rd Cyber Security in Networking Conference (CSNet) (21-27)*. IEEE. doi: 10.1109/CSNet47905.2019.9108966.
- Emmadi, N., Vigneswaran, R., Kanchanapalli, S., Maddali, L., Narumanchi, H. (2019). Practical Deployability of Permissioned Blockchains. In: Abramowicz, W., Paschke, A. (eds) *Business Information Systems Workshops. BIS 2018. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 339. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04849-5_21
- Eyal, I., ve Sirer, E. G. (2014, March). Majority is not enough: bitcoin mining is vulnerable. In *International conference on financial cryptography and data security* (pp. 436-454). Springer, Berlin, Heidelberg. <https://www.cs.cornell.edu/~ie53/publications/btcProcFC.pdf>

- Fehrer, J. A., ve Wieland, H. (2021). A systemic logic for circular business models. *Journal of Business Research*, 125, 609-620. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.02.010>
- Flovik, S., Moudnib, R. A., ve Vassilakopoulou, P. (2021). Determinants of Blockchain Technology Introduction in Organizations: an Empirical Study among Experienced Practitioners. *Procedia Computer Science*, 181, 664-670. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.216>
- Govindan, K., ve Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 278-311. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>
- Guo, Y., ve Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial innovation*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>
- Güler, K., Salihoglu, E., Ozturk, E., ve Pala, O. (2022). Blockchain in international trade documents management using NAHP technique: case of kapikule and istanbul border customs. Ulas Akkucuk (Ed.), *In Managing Inflation and Supply Chain Disruptions in the Global Economy* (pp. 293-310). Release date: August, 2022, Copyright: 2023, IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-6684-5876-1.
- Hassija, V., Zeadally, S., Jain, I., Tahiliani, A., Chamola, V., ve Gupta, S. (2021). Framework for determining the suitability of blockchain: criteria and issues to consider. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 32(10), e4334. <https://doi.org/10.1002/ett.4334>
- Ho, T. C., ve Hsu, C. L. (2020). An analysis of key factors influencing integration of blockchain into shipping companies in taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*, 28(4), 229-236. DOI: 10.6119/JMST.202008_28(4).0001
- Hosseini Dehshiri, S. J., Emamat, M. S. M. M., ve Amiri, M. (2022). A novel group BWM approach to evaluate the implementation criteria of blockchain technology in the automotive industry supply chain. *Expert Systems with Applications*, 198, 116826. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116826>
- Huang, L., Zhen, L., Wang, J., ve Zhang, X. (2022). Blockchain implementation for circular supply chain management: evaluating critical success factors. *Industrial Marketing Management*, 102, 451-464. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.02.009>
- Hunhevicz, J. J., ve Hall, D. M. (2020). Do you need a blockchain in construction? use case categories and decision framework for DLT design options. *Advanced Engineering Informatics*, 45, 101094. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101094>
- Hyperledger Fabric (2022). Hyperledger-fabricdocs master documentation, 11.06.2022, <https://hyperledger.github.io/>.
- Ishizaka, A., ve Nemery, P. (2013). Multi-criteria decision analysis: methods and software. John Wiley&Sons.
- İngiltere Hukuk Komisyonu (2022). Law commission reforming the law, electronic trade documents, summary, 01.04.2022, <https://www.lawcom.gov.uk/project/electronic-trade-documents/#related>.
- Jović, M., Tijan, E., Žgaljić, D., ve Aksentijević, S. (2020). Improving maritime transport sustainability using blockchain-based information exchange. *Sustainability*, 12(21), 8866. <https://doi.org/10.3390/su12218866>
- Kar, A. K., ve Navin, L. (2021). Diffusion of blockchain in insurance industry: an analysis through the review of academic and trade literature. *Telematics and Informatics*, 58, 101532. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101532>
- Karakış, E. (2022). IDOCRIW tabanlı WASPAS yöntemi ile ev tipi su arıtma cihazı seçimi, İrfan Özen (Ed.), *İktisadi ve İdari Bilimlerde Teori ve Araştırmalar* içinde, (s.203-223). Serüven Yayınevi, İzmir.
- Khan, S., Kaushik, M. K., Kumar, R., ve Khan, W. (2022). Investigating the barriers of blockchain technology integrated food supply chain: a BWM approach. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2021-0489>

- Ko, T., Lee, J., ve Ryu, D. (2018). Blockchain technology and manufacturing industry: real-time transparency and cost savings. *Sustainability*, 10(11), 4274. <https://doi.org/10.3390/su10114274>
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., ve Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831>
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Lo, S. K., Xu, X., Chiam, Y. K., ve Lu, Q. (2017, November). Evaluating suitability of applying blockchain. In *2017 22nd International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS)* (158-161). IEEE. doi: 10.1109/ICECCS.2017.26.
- Lohmer, J., ve Lasch, R. (2020). Blockchain in operations management and manufacturing: potential and barriers. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106789>
- Makhdoom, I., Abolhasan, M., Abbas, H., ve Ni, W. (2019). Blockchain's adoption in IoT: the challenges, and a way forward. *Journal of Network and Computer Applications*, 125, 251-279. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.10.019>
- Malhotra, A., O'Neill, H., ve Stowell, P. (2022). Thinking strategically about blockchain adoption and risk mitigation. *Business Horizons*, 65(2), 159-171. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.02.033>
- Marsal-Llacuna, M. L. (2018). Future living framework: Is blockchain the next enabling network?. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 226-234.
- Martino, P. (2019). Blockchain technology: challenges and opportunities for banks. *International Journal of Financial Innovation in Banking*, 2(4), 314-333. <https://dx.doi.org/10.1504/IJFIB.2019.104535>. Inderscience Enterprises Ltd. retains the copyright of the original article.
- Martino, P. (2021). *Blockchain and banking: how technological innovations are shaping the banking industry*. Springer Nature.
- Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Karbassi Yazdi, A., ve Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of banks 4.0? Designing a roadmap for banking systems in industry 4.0. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 32.
- Munim, Z. H., Duru, O., ve Hirata, E. (2021). Rise, fall, and recovery of blockchains in the maritime technology space. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(3), 266.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., ve Işıldak, B. (2020). Isparta süleyman demirel havalimanını kullanan havayolu firmaları performanslarının bwm, mairca ve mabac ile değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (29), 175-194.
- Papathanasiou, A., Cole, R., ve Murray, P. (2020). The (non-) application of blockchain technology in the greek shipping industry. *European Management Journal*, 38(6), 927-938.
- Peck, M. E. (2017). Blockchain World - do you need a blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem. *IEEE Spectrum*, 54(10), 38-60.
- Pedersen, A. B., Risius, M., ve Beck, R. (2019). A ten-step decision path to determine when to use Blockchain technologies. *MIS Quarterly Executive*, 18(2), 99-115.
- Rajnak, V., ve Puschmann, T. (2021). The impact of blockchain on business models in banking. *Information Systems and e-Business Management*, 19(3), 809-861.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

- Saheb, T., ve Mamaghani, F. H. (2021). Exploring the barriers and organizational values of blockchain adoption in the banking industry. *The Journal of High Technology Management Research*, 32(2), 100417.
- Salihoğlu, E. (2021). *Dijital Para ve Merkez Bankası Para Politikaları*, (2.Baskı), Nobel Bilimsel Eserler, Ankara.
- Suppatvech, C., Godsell, J., ve Day, S. (2019). The roles of internet of things technology in enabling servitized business models: a systematic literature review. *Industrial Marketing Management*, 82, 70-86.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: blueprint for a new economy*, O'Reilly Media Inc, 1005 Gravenstein Highway North (p. 95472). CA: Sebastopol.
- Toufaily, E., Zalan, T., ve Dhaou, S. B. (2021). A framework of blockchain technology adoption: an investigation of challenges and expected value. *Information & Management*, 58(3), 103444.
- Treiblmaier, H., ve Beck, R. (2018). *Business transformation through blockchain* (vol.I). Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan.
- TÜBİTAK (2019). BİLGEM UEKAE Blokzincir Araştırma Laboratuvarı, Blokzincir Teknolojisinin Geleceği, 10.07.2022, <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/bz-calistay/blok-zincir.html>
- Walsh, C., O'Reilly, P., Gleasure, R., McAvoy, J., ve O'Leary, K. (2021). Understanding manager resistance to blockchain systems. *European Management Journal*, 39(3), 353-365.
- Wang, L., Shen, X., Li, J., Shao, J., ve Yang, Y. (2019). Cryptographic primitives in blockchains. *Journal of Network and Computer Applications*, 127, 43-58. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.11.003>.
- Wang, W. Y., Yang, Y. C., ve Lin, C. Y. (2022). Integrating the BWM and TOPSIS algorithm to evaluate the optimal token exchanges platform in Taiwan. *Technological and Economic Development of Economy*, 28(2), 358-380.
- Werner, F., Basalla, M., Schneider, J., Hays, D., ve Vom Brocke, J. (2021). Blockchain adoption from an interorganizational systems perspective—a mixed-methods approach. *Information Systems Management*, 38(2), 135-150.
- Wüst, K., ve Gervais, A. (2018, June). Do you need a blockchain? In *2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)* (45-54). IEEE.
- Yadav, S., ve Singh, S. P. (2020). An integrated fuzzy-ANP and fuzzy-ISM approach using blockchain for sustainable supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 54-78.
- Yavuz, M. S. (2019). Ekonomide dijital dönüşüm: blockchain teknolojisi ve uygulama alanları üzerine bir inceleme. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 4(1). 15-29
- Yıldız, R. Ö., ve Baştuğ, S. (2018, 7-8 Eylül). Blok zincir teknolojisi kapsamında elektronik konsimento. (ss. 7-12). *IV. Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi*, Düzenleyen Adnan Menderes Üniversitesi. Aydın, 7(8). https://ulk.ist/media/kitap/IV-UKOD_TLK/blok-zincir-teknolojisi-kapsaminda-elektronik-konsimento.pdf
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., ve Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology? A systematic review. *PloS one*, 11(10), e0163477.
- Zheng, X. X., Li, D. F., Liu, Z., Jia, F., ve Lev, B. (2021). Willingness-to-cede behaviour in sustainable supply chain coordination. *International Journal of Production Economics*, 240, 108207.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., ve Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., ve Wang, H. (2017, June). An overview of blockchain technology: architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)* (557-564).