

TMR

**Turkish
Management Review**

2024

2024 Haziran Sayısı

E-ISSN: 2979-9767

Yayınlanma Tarihi: 2024-07-02

Araştırma Makaleleri

- Personel Performans Değerlendirmesinde Alternatif Yaklaşım: Aras Yöntemi

Tuğçe ŞİMŞEK

1-13

- Türkiye'deki İllerin Sanayi Kapasite Raporu Verileri Üzerine Bir Kümeleme Analizi

Ahmet Bahadır ŞİMŞEK

14-33

- Lojistik Sektöründe Blok Zincir Teknolojilerinin Kullanılmasına Yönelik Bir Araştırma

Emine Elif NEBATİ

34-47

Editör Kurulu

BAŞ EDITÖRLER

- Doç. Dr. Nalan SABİR TAŞTAN
- Dr. Kürşat TAŞTAN

ALAN EDITÖRLERİ

- Doç. Dr. Cemal ÖZTÜRK
- Doç. Dr. Ertuğrul ÇAVDAR
- Öğr. Gör. Dr. Ertuğrul ÇINAR

YAYIN KURULU

- Prof. Dr. Ahmet Ferda ÇAKMAK / Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
- Prof. Dr. Ertuğrul YILDIRIM / Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
- Prof. Dr. Fatma Zehra TAN / Karabük Üniversitesi
- Prof. Dr. Sema YİĞİT / Ordu Üniversitesi
- Prof. Dr. Menderes TARCAN / Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
- Doç. Dr. Cemal ÖZTÜRK / Ordu Üniversitesi
- Doç. Dr. Aidarbek Amirbek / Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi
- Doç. Dr. Aysun AYDIN / Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Doç. Dr. Ozan BÜYÜKYILMAZ / Karabük Üniversitesi
- Doç. Dr. Yavuz Kaan YASIM / Hitit Üniversitesi
- Doç. Dr. Mehtap ARAS / Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
- Doç. Dr. Sinan YILMAZ / Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
- Kıdemli Öğretim Üyesi Sabit BAIMAGANBETOV / Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi
- Dr. Öğr. Üyesi Alperen YİĞİT / Ordu Üniversitesi
- Dr. Öğr. Üyesi Müjdat Başaran / Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
- Dr. Öğr. Üyesi Fetullah BATTAL / Bayburt Üniversitesi
- Dr. Chau Thi Le DUYEN / Can Tho University

Sayının Hakemleri

- Prof. Dr. Kazım Barış ATICI
- Doç. Dr. Metin KILIÇ
- Doç. Dr. Abdurrahman ÇALIK
- Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜNDAR
- Dr. Öğr. Üyesi Tahir BENLİ
- Dr. Murat GÖK
- Dr. Bilge MEYDAN

İndeksler

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L



ROOT INDEXING
JOURNAL ABSTRACTING AND INDEXING SERVICE




PERSONEL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE ALTERNATİF YAKLAŞIM: ARAS YÖNTEMİ

Tuğçe ŞİMŞEK¹

ÖZ

Personel performans değerlendirme, insan kaynakları yönetiminin kritik görevlerinden biridir. Çok sayıda faktörün birlikte değerlendirilmesini gerektiren bu süreç çeşitli zorlukları da beraberinde getirir. Kullanılan göreceli yaklaşım ve mutlak performans yaklaşımlarının kendilerine özgü sınırlılıkları bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ARAS yöntemi her iki yaklaşımın sınırlılıklarının üstesinden gelerek personel performansını yansıtan çok sayıda faktörü bir arada değerlendirme potansiyeline sahiptir. ARAS yöntemi hem mutlak performans kriterlerini hem de göreceli değerlendirmeyi dahil ederek personel performans değerlendirmede nesnellik ve adaleti sağlayan hibrit bir model yapısı sunar. Bu çalışmada ARAS yönteminin personel performans değerlendirmede kullanımı ve sağladığı avantajlar ortaya konulmaktadır. Bu amaçla bir devlet üniversitesinde aynı bölümde görev yapan akademik personelin 2023 yılı yayın performansı değerlendirilmesi üzerinden bir uygulama sunulmuştur. ARAS yöntemi sonuçları literatürde sıklıkla kullanılan TOPSIS yöntemi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, ARAS yönteminin performans farklılıklarını ve ideal performansa yakınlığı belirleme yeteneğinde kritik bir ayrıma işaret ederek yönetsel avantajlarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Personel performans değerlendirme, Performans yönetimi, ARAS yöntemi

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Gümüşhane, Türkiye, tugce.simsek@gumushane.edu.tr, 
<https://orcid.org/0000-0003-3256-4348>


ALTERNATIVE APPROACH IN PERSONNEL PERFORMANCE EVALUATION: ARAS METHOD

Tuğçe ŞİMŞEK¹

ABSTRACT

Personnel performance evaluation is one of the critical tasks of human resources management. This process, which requires the evaluation of many factors together, brings with it various difficulties. The relative approach and absolute performance approaches used have their own limitations. ARAS method, which is one of the multi-criteria decision-making techniques, has the potential to evaluate many factors reflecting personnel performance together, overcoming the limitations of both approaches. The ARAS method offers a hybrid model structure that ensures objectivity and fairness in personnel performance evaluation by including both absolute performance criteria and relative evaluation. In this study, the use of the ARAS method in personnel performance evaluation and its advantages are revealed. For this purpose, an application is presented based on the 2023 publication performance evaluation of academic staff working in the same department at a state university. The results of the ARAS method were compared with the results of the TOPSIS method, which is frequently used in the literature. The comparison demonstrates the managerial advantages of the ARAS method, pointing to a critical distinction in its ability to identify performance differences and closeness to ideal performance.

Keywords: *Personnel performance evaluation, Performance management, ARAS method*

¹ Assist. Prof. Dr., Gümüşhane University, Assist. Prof. Dr., Gümüşhane, Türkiye, tugce.simsek@gumushane.edu.tr,  <https://orcid.org/0000-0003-3256-4348>

1. GİRİŞ

İnsan kaynakları yönetimi, organizasyonların başarısı için hayati öneme sahip olan insan sermayesini yönetmekle ilgilenen bir disiplindir (Freddy ve Renuga, 2022). Günümüz iş dünyasında, işletmeler rekabet avantajı sağlamak ve sürdürmek için etkin bir insan kaynakları stratejisine sahip olma arzusunda (Wilkinson, 2022). Bu stratejilerin temelinde, personel performansının objektif bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetilmesi yatar. Çünkü personel performansı, işletmelerin hedeflerine ulaşmalarında kritik bir rol oynar (Viswesvaran ve Ones, 2017). Personel performansını yansıtan üretim miktarı, müşteri memnuniyeti, hata oranı, devamsızlık gibi birçok değişken vardır ve bu değişkenlerin ölçümünde kantitatif tekniklerden yararlanır.

Kantitatif yöntemler, sayısal veriler kullanarak personelin performansını ölçen yöntemlerdir. En yaygın kullanılan kantitatif yöntemler arasında ölçeklendirme yöntemleri gelir. Likert Ölçeği, belirli performans kriterleri için genel olarak 5 veya 7 puanlık bir ölçek kullanarak personelin performansını değerlendirir. Benzer şekilde, Davranışsal Olay Ölçeği, belirli bir zaman diliminde gözlemlenen davranışları kaydederek ve her davranışa bir puan vererek performansı ölçer. Performans gözlemi, personelin performansının belirli bir süre boyunca gözlemlenmesini ve gözlemlerin kaydedilmesini içerir. Bu gözlemler, önceden belirlenmiş performans kriterlerine göre değerlendirilir. Kritik Olay Yöntemi, personelin performansını etkileyen kritik olayların belirlenmesini ve değerlendirilmesini sağlar. Üretim miktarı ve satış miktarı gibi nicel ölçütler de kantitatif yöntemler arasında yer alır. Müşteri memnuniyeti, hata oranı ve devamsızlık gibi performans göstergeleri de kantitatif olarak ölçülebilir ve personelin performansının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu yöntemler, performans değerlendirme sürecini nicel veriler üzerinden daha objektif hale getirerek işletmelerin performans yönetimini iyileştirmeye yardımcı olabilir.

Kantitatif tekniklerin, personel performansının değerlendirilmesinde kullanılmasının bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Bu sınırlamalar arasında en önemlisi, çok sayıda faktörü bir arada değerlendirememeleridir (Macchi Silva ve Ribeiro, 2021). Personel performansını etkileyen faktörler genellikle karmaşıktır ve sadece tek bir faktörle ifade edilemeyebilir. Çok kriterli karar analizi (MCDA), personel performansının değerlendirilmesinde karşılaşılan çok sayıda faktörü bir arada değerlendirme zorluğunu aşma potansiyeline sahiptir (Bandyopadhyay, 2023). MCDA, birden fazla kriteri göz önünde bulundurarak çok sayıda alternatifin değerlendirilmesini içeren karar alma sürecini yapılandırır ve objektif bir değerlendirme yapılmasına yardımcı olur (Cinelli, Kadziński, Gonzalez ve Słowiński, 2020). MCDA'nın en önemli avantajlarından biri, karmaşık kararlar için yapılandırılmış bir çerçeve sunmasıdır. Bu çerçeve, performansı etkileyen farklı faktörleri ağırlıklandırarak kapsamlı bir değerlendirme yapılmasını kapsar. Örneğin, performansı belirleyen üretim miktarı, müşteri memnuniyeti, hata oranı, devamsızlık gibi farklı kriterler, önemleri nispetinde bir araya getirilir. Avantajlarından dolayı MCDA tekniklerinin personel performans değerlendirmesinde araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir (Ishizaka ve Pereira, 2016).

Personel performans değerlendirmesinde kullanılan MCDA teknikleri genellikle göreceli bir analiz sağlar. Yani, bir personelin performansı, diğer personellerin performansına göre değerlendirilir. Farklı bir ifade ile gerçekte yüksek performans göstermemiş olan personel sıfır değerleri düşük performans gösterdiği için yüksek performans göstermiş gibi algılanabilir. Bu göreceli değerlendirme bazı önemli sorunlara yol açabilir. En bariz sorun, bir personelin gerçekte ulaştığı performans seviyesinin yanıltıcı bir şekilde yüksek olarak değerlendirilmesidir. Böyle bir durum, organizasyon içinde gerçekçi olmayan beklentiler oluşturabilir ve yanlış kararlar alınmasına sebep olabilir. Bu, hem adil olmayan bir değerlendirme sürecine neden olur hem de organizasyonun genel performans standartlarının gerçek potansiyelini doğru bir şekilde yansıtamamasına yol açar. Aynı zamanda, organizasyon içindeki genel performansı ve motivasyonu olumsuz etkileyebilir, çünkü personel arasında haksız rekabet ve demotivasyon gibi olumsuzluklara sebep olabilir. Bunların yanı sıra performansa dayalı ücretlendirme sistemlerinde performans ölçüm hataları nedeniyle ücret hesaplanmasında yanlışlıklara sebebiyet verebilir. Bahsedilen sorunların üstesinden gelebilmek için performans değerlendirmesinde göreceli yerine mutlak performans kriterlerinin kullanılması düşünülebilir.

Mutlak performans kriterlerinin kullanımı, personel performans değerlendirmelerinde göreceli yöntemlere alternatif bir çözüm sunsa da kendine özgü bazı sorunlara yol açabilir. İlk olarak, mutlak kriterlerin belirlenmesi ve standartların objektif olarak saptanması zor olabilir. Performans standartlarını tüm çalışanlar için adil ve uygun şekilde ayarlamak, işin doğası ve bireysel görevler arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda karmaşık hale gelebilir. İkincisi, mutlak performans kriterleri, çalışanların işlerini nasıl yaptıklarına dair daha az esneklik sunabilir. Özellikle yaratıcı veya yenilikçi çözümler gerektiren

pozisyonlarda, katı performans standartları yaratıcılığı ve inisiyatifi sınırlayabilir. Bu durum, çalışanların potansiyellerini tam olarak ortaya koymalarını engelleyebilir ve monotonluk veya motivasyon eksikliği gibi sorunlara neden olabilir. Üçüncü olarak, mutlak kriterler, çalışanların sürekli olarak yüksek performans göstermeleri gerektiği baskısını artırabilir. Bu, özellikle yüksek stresli iş ortamlarında çalışanların tükenmişlik (burnout) riskini artırabilir. Sürekli yüksek performans beklentisi, iş tatminini ve çalışan refahını olumsuz etkileyebilir. Son olarak, mutlak performans değerlendirme sistemleri, takım çalışması ve iş birliğini teşvik etme konusunda yetersiz kalabilir. Bireysel performansı vurgulayan bu yaklaşım, takım hedeflerine ve ortak başarıya odaklanmayı zayıflatabilir. Bu durum, organizasyon içinde bölünmeye ve rekabetçi bir çalışma ortamına yol açabilir, bu da iş birliği ve takım ruhunu zedeleyebilir.

Mutlak performans kriterlerinin ve göreceli değerlendirmenin birleştirilmesi, bir organizasyonun personel performans değerlendirme sürecinde hem objektiflik sağlamak hem de bireysel ve takım performansını adil bir şekilde ölçmek için etkili bir yaklaşım olabilir. Bu hibrid model, her iki sistemin avantajlarını kullanarak eksikliklerini minimize edebilir. Bu çalışmada MCDA tekniklerinden ARAS yönteminin personel performansı değerlendirmesinde hibrid bir model olarak kullanımı gösterilmektedir.

Çalışmanın devamı şu şekilde organize edilmiştir. Bölüm 2 ilgili literatür taramasını sunarken Bölüm 3 ARAS yöntemini ve uygulamasını tanıtmaktadır. Bölüm 4 bulguları Bölüm 5 ise araştırmanın tartışma ve sonuçlarını sunar.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Personel performans değerlendirmesinde çeşitli MCDA tekniklerinden yararlanıldığı gözlenmektedir. Bu bölümde literatürdeki çalışmaların personel performans değerlendirme sürecine nasıl yaklaştığı ve kullanılan teknikler incelenmektedir.

Karaca ve Demirtaş (2022) AHP tekniği kullanarak sağlık personeli için performans değerlendirmeye odaklanmaktadır. Değerlendirme süreci, uzman görüşlerine dayalı kriterlerin önceliklendirilmesine izin veren ikili karşılaştırma matrisleri aracılığıyla yapılandırılmıştır. Ana bulgular, performans değerlendirmesinde demografik kriterlerin, özellikle medeni durumun en önemli olduğunu, ardından kişilik kriterlerinin geldiğini ve özgüvenin öne çıktığını göstermektedir. Sonuçlar, sağlık personelinin performansının ve verimliliğinin artırılmasına ilişkin kararlar alınmasına yardımcı olur. Bu çalışma özellikle sağlık kurumlarında objektif performans değerlendirme sistemlerine duyulan ihtiyacı ele alır.

Taşdemir ve Yıldız (2023) personel performans değerlendirme sürecindeki belirsizlikleri ve özneliği ele almada etkili bulunan aralıklı tip-2 bulanık TOPSIS yöntemine önemli bir vurgu yaparak, MCDA teknikleri kullanılarak çalışan performansının değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Bu yöntem, belirsizlikleri modellemek ve özneliği ortadan kaldırarak daha objektif ve adil performans değerlendirmeleri sağlama yeteneği ile dikkat çekmektedir. Değerlendirme süreci tipik olarak performans değerlendirme kriterlerini belirlemek için bir literatür incelemesini ve ardından hiyerarşik bir performans değerlendirme modelinin oluşturulmasını içerir. İnsan kaynakları departmanlarından gelen uzman görüşleri genellikle dilsel ifadeler kullanarak çalışan performansını değerlendirmek için kullanılır. Bu değerlendirmelerin sonuçları, personel seçimi ve yerleştirme ile ilgili kararlar alınmada, organizasyonel hedef ve stratejilerle uyumun sağlanmasında ve performans sonuçlarına dayalı iyileştirmeleri kolaylaştırmada etkilidir. Bu çalışma MCDA tekniklerinin, otomotiv endüstrisi, bankacılık ve bilgi sistemleri dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde uygulanarak çok yönlülüklerini ve farklı organizasyonel bağlamlara uyarlanabilirliklerini göstermiştir.

Zeydan ve Kayhan (2020) Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve İdeal Çözüme Benzerlikle Sipariş Tercihi için Bulanık Tekniği (TOPSIS) yöntemlerini kullanan hibrit bir yaklaşımın, personel performans değerlendirmesinde geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Değerlendirme sürecinde verimlilik için etkinliğe dayalı değerlendirme formları ve elektronik dağıtım sistemleri kullanılarak hem nicel hem de nitel kriterleri içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu çalışma özellikle Türkiye'deki mobilya sektöründe gösterildiği gibi karmaşık karar verme ortamlarına sahip büyük kuruluşlar bağlamında geçerlidir. Bu MCDA tekniklerinin kullanımı, sağlam personel performans değerlendirme sistemleri gerektiren diğer sektörlerle genelleştirilebilir.

Arslan ve Ayvaz (2021) özellikle İstanbul Emniyet Teşkilatı bünyesinde güvenlik personelinin performansını değerlendirmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Kombinatif Mesafe Tabanlı Değerlendirme (CODAS) yöntemlerini kullanarak entegre bir model geliştirmeyi ve uygulamayı amaçlamıştır. Bu model, karar vermeye yapılandırılmış ve objektif bir yaklaşım sağlayarak performans değerlendirme sürecinde

yöneticilere yardımcı olmak için tasarlanmıştır. AHP, kriterlerin öncelik vektörlerini (ağırlıklarını) belirlemek için kullanılırken, CODAS alternatifleri değerlendirmek ve en yüksek değerlendirme puanına göre en iyi seçeneği belirlemek için uygulanır. Bu entegre yaklaşım, personel performansıyla ilgili kararları kolaylaştırarak yöneticilerin kurumun stratejik hedeflerine katkıda bulunan bilinçli seçimler yapmalarını sağlar.

Erdemir, Öztürk ve Kaya (2022) kamu sektörü bağlamında personel performansını değerlendirmek için MCDM tekniklerini, özellikle Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sırası için bulanık Tekniği (TOPSIS) kullanan entegre bir karar destek modeli tanıtmışlardır. Ana bulgular, AHP entegre bulanık TOPSIS modelinin ilgili kurum tarafından kullanılan mevcut performans değerlendirme yöntemine kıyasla daha objektif ve güvenilir sonuçlar sağladığını göstermiştir. Değerlendirme süreci üç aşamada yapılandırılmıştır: kriterleri ve alternatifleri belirlemek, her kriterin ağırlıklarını hesaplamak ve personel performansını değerlendirmek. Bu yapılandırılmış yaklaşım, personelin dört ana kriter ve yirmi alt kriter altında kapsamlı bir değerlendirmesine izin verdi. Çalışmanın sonuçları, personel atamaları ve performansa dayalı teşviklerle ilgili kararları kolaylaştırarak mevcut ve önerilen modeller arasındaki personel kararlarını etkileyebilecek tutarsızlıkları vurgulamaktadır. Bu çalışmaların bağlamı, bir belediye ortamında personel performans değerlendirmelerinin nesnellliğini ve etkinliğini geliştirmeye odaklanarak öncelikle kamu sektöründedir.

Shamshol Bahri, Shariff ve Yahya (2023) deniz lojistiği sektörüne odaklanarak hibrit Analitik Hiyerarşi Süreci (H-AHP) kullanan liman personeli için karar kriterleri üzerinde karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Temel bulgular, İş Tutumu, İş Performansı ve İş Yeteneğinin liman operasyonlarında personel performans değerlendirmesinde kilit kriterler olduğunu ve Çalışma Tutumunun en yüksek ağırlığa sahip olduğunu ortaya koydu. Çalışmada AHP, TOPSIS ve PROMETHEE teknikleri kullanılmıştır. AHP, personel sıralaması için en uygun yöntem olarak tanımlandı. Değerlendirme süreci, şeffaf ve yapılandırılmış karar vermeye yardımcı olarak ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplamaları yoluyla yapılandırılmıştır. Bu sonuçlar, sektörün COVID-19 sonrası canlanması ve uzun vadeli büyümesi için çok önemli olan bilinçli personel yönetimi kararları alınmasına yardımcı olur.

Literatürdeki çalışmalarda AHP yönteminin performans değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının tayin edilmesinde kullanıldığı görülmektedir. AHP yöntemi ikili karşılaştırma esasına dayanan karar vericinin subjektif değerlendirmeleri sayısal olarak ifade edilmesinde basit olması nedeniyle sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Ayrıca incelenen çalışmalarda personel performans değerlendirmede TOPSIS tekniğinin sıklıkla tercih edildiği dikkat çekicidir. TOPSIS tekniği alternatifleri karar matrisinden elde edilen ideal pozitif ve negatif çözüm noktalarına uzaklığına göre göreceli olarak değerlendirmektedir. Bu çalışmada ARAS yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile TOPSIS yöntemiyle elde edilen sonuçlar kıyaslanmaktadır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı

MCDA teknikleri arasındaki ARAS yöntemi giriş bölümünde bahsedilen hibrid model için ihtiyacı karşılayabilecek bir algoritmaya sahiptir. ARAS yöntemi personelleri değerlendirirken karar vericiden referans olarak optimal bir performans değerleri belirlemesini ister ve personelleri optimal performansa göre sıralar ve optimale ne derece benzediğini ortaya koymaya çalışır. Bu çalışmada insan kaynakları alanındaki uygulayıcılara ve araştırmacılara ARAS yönteminin personel performans değerlendirmede kullanımı sunulmaktadır.

3.2. Araştırmanın Önemi

Bu çalışma, performans değerlendirme süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik yenilikçi bir yaklaşım sunarak önemli katkılar sağlar. Göreceli ve mutlak performans kriterlerinin birleşimi, çalışanların gerçek potansiyellerinin daha doğru tanınmasına olanak tanıyarak değerlendirme sürecini daha objektif ve adil hale getirir. Bu adalet, çalışan motivasyonunu ve iş memnuniyetini artırırken, stratejik karar alma süreçlerini de destekler. Özellikle ARAS yöntemi, optimal performans değerleri belirleyerek çalışan performansını nesnel bir şekilde değerlendirme imkânı sunar ve literatürde az kullanılan bu yöntemi tanıtarak insan kaynakları yönetimi alanındaki bilgi birikimini zenginleştirir. Çalışma, farklı sektörlerde ve organizasyonlarda uygulanabilirliği yüksek olan bu modelle, performans yönetim süreçlerini iyileştirmek için esnek ve kapsamlı bir çözüm sunar. Böylece, organizasyonların genel verimliliğini ve rekabet gücünü artırarak uzun vadeli hedeflerine ulaşmalarını destekler.

3.3. ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi, Zavadskas ve Turksis (2010) tarafından geliştirilmiştir. ARAS yönteminde alternatiflerin kriter performansları, karar matrisine karar verici tarafından eklenen ideal alternatife ait kriter fonksiyonları ile karşılaştırılmaktadır. ARAS yöntemi, her bir alternatifin ideal alternatife göre oransal benzerliğini ortaya çıkarmaktadır.

ARAS Yönteminin aşamaları şöyledir;

Aşama 1: Alternatifler ve kriterler belirlenir.

Aşama 2: Karar matrisi oluşturulur.

n alternatif sayısını, m kriter sayısını, $i = 0$ ideal alternatifi ve X_{ij} alternatif i 'nin kriter j 'deki performansını göstermek üzere karar matrisi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{01} & \cdots & X_{0m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{11} & \cdots & X_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{nm} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

İdeal alternatifin kriter performansları bilinmiyorsa karar matrisi içerisinde aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

Fayda (max) yönelimli kriterler için $x_{0j} = \max_i(x_{ij})$

Maliyet (min) yönelimli kriterler için $x_{0j} = \min_i(x_{ij})$

Aşama 3: Karar matrisi normalize edilir.

Fayda (max) yönelimli kriterler için $\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^n x_{ij}}$

Maliyet (min) yönelimli kriterler için $\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^n 1/x_{ij}}$

Aşama 4: Normalize karar matrisi ağırlıklandırılır.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} * w_j$$

Aşama 5: Alternatiflerin skoru hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m \hat{x}_{ij}$$

Aşama 6: Alternatiflerin ideale benzerliği hesaplanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}$$

Alternatiflerin ideale benzerlik oranları (K_i) azalan şekilde sıralanarak nihai sıralama elde edilir.

3.4. Veri Seti

Personel performansının değerlendirilmesinde ARAS yönteminin kullanımını göstermek için akademisyenlerin yayın performansı üzerinden bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Akademik personellerin yayın performansları, bilimsel katkılarını ölçmek ve değerlendirmek için temel bir ölçüttür. Yayınlar, araştırmanın kalitesini, bilime katkısını yansıtır. Bu değerlendirme, akademik kariyer ilerlemesi, ödüller, finansal destek ve kurumsal itibar gibi alanlarda önemli bir rol oynar. Yayın performansı, akademik başarıların nesnel bir ölçüsü olarak kabul edilir ve genellikle üniversitelerin atama, terfi ve ödül süreçlerinde önemli bir rol oynar. Uygulama için bir devlet üniversitesinde aynı bölümde görev yapan 10 akademik personelin kamuya açık 2023 yılına ait yayın bilgileri kullanılmıştır.

3.5. Uygulama

Uygulamada akademisyenlerin yayın performanslarının değerlendirilmesi için kriter seti Türkiye Cumhuriyeti Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından belirlenen Doçentlik unvanı kriterleri çerçevesinde belirlenmiştir. Bu kapsamda uluslararası makale, ulusal makale ve kitap kategorilerindeki puanlama kriterleri dikkate alınmıştır.

Kriter ağırlıkları ise kriterlere verilen puan oranında toplamı %100 olacak şekilde Tablo 1'de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Tablo 1 Kriter ve Ağırlık Tablosu

Uluslararası Makale		Puan		Ağırlık
a) SCIE veya SSCI kapsamındaki dergide yayımlanmış makale				
K1	Q1	30	30/162	% 18.5
K2	Q2	20	20/162	% 12.3
K3	Q3	15	15/162	% 9.3
K4	Q4	10	10/162	% 6.2
K5	b) AHCI kapsamındaki dergide yayımlanmış makale	20	20/162	% 12.3
K6	c) ESCI veya Scopus kapsamındaki dergide yayımlanmış makale	10	10/162	% 6.2
K7	d) Diğer uluslararası indekslerde taranan dergide yayımlanmış makale	5	5/162	% 3.1
Ulusal Makale				
K8	a) TR Dizin kapsamındaki dergide yayımlanmış makale	10	10/162	% 6.2
K9	b) Diğer hakemli dergide yayımlanmış makale	4	4/162	% 2.5
Kitap				
K10	a) BKCI kapsamındaki kitap	20	20/162	% 12.3
K11	b) BKCI kapsamındaki kitapta bölüm	10	10/162	% 6.2
K12	c) Diğer uluslararası/ulusal kitap	5	5/162	% 3.1
K13	d) Diğer uluslararası/ulusal kitapta bölüm	3	3/162	% 1.9
Toplam Puan		162	Toplam	% 100.0

Uygulama için bir devlet üniversitesinde aynı bölümde görev yapan 10 akademik personelin kamuya açık 2023 yılına ait yayın bilgileri kullanılmıştır. Karar matrisi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13
Ağırlık	% 18.5	% 12.3	% 9.3	% 6.2	% 12.3	% 6.2	% 3.1	% 6.2	% 2.5	% 12.3	% 6.2	% 3.1	% 1.9
Yönelim	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda
P0	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	5
P1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5
P2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
P4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
P7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P8	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
P9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2
P10	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4

P0 referans performansı temsil etmekte ve tüm kriterlerde gözlemlenen en iyi değerlerden oluşmaktadır. Uygulamanın normalizasyon ve ağırlıklandırma aşamalarında oluşturulan karar matrisleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3 Normalize ve Ağırlıklı Normalize Karar Matrisleri

Normalize Karar Matrisi													
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13
P0	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.24	0.00	0.00	0.50	0.00	0.19
P1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
P2	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
P4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
P5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

P6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
P8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
P9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.50	0.00	0.08
P10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13
P0	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
P1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
P10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4. BULGULAR

Değerlendirme neticesinde her personel için hesaplanan ARAS skorları Tablo 4'te gösterilmektedir. Skorlar üzerinden bir sıralama yapılmak istendiğinde Tablo 4'ün sıra sütunu incelenebilir. Buna göre ilk 3 sıradaki personeller P2, P9 ve P10'dur. Bu göreceli değerlendirme, personelin yayın performansı açısından sıralanmasını kapsar. Ancak ideal performansa göre durumunu göstermez.

K sütunu ise her personelin ideal performansa ne derece benzediğini ortaya koymaktadır. ARAS yöntemini benzerlerinden ayıran çıktı budur. İdeale benzerlik üzerinden yapılacak bir değerlendirme daha gerçekçi olacaktır. Zira 3. sırada yer alan P10 kodlu personel göreceli sıralamada üst sırada yer almakta iken ideale benzerliği sadece %13'tür. Bu değer personelin yayın performansı açısından aslında yüksek performans göstermediğine işaret eder. Benzer durum 1. sırada yer alan P2 kodlu personel içinde geçerlidir. P2'nin ideale benzerliği sadece %62'dir. Yani göreceli olarak ilk sırada yer alan personelin mutlak referansa göre performansı orta düzeydedir.

Tablo 4 Personelin ARAS Skoru ve TOPSIS Skoru Karşılaştırması

ARAS Skoru				TOPSIS Skoru			
P0	0.15	Sıra	K	P2	0.70	Sıra	
P2	0.09	1	% 62	P9	0.27	2	
P9	0.04	2	% 29	P8	0.18	3	
P10	0.02	3	% 13	P10	0.13	4	
P8	0.02	4	% 10	P1	0.10	5	
P1	0.01	5	% 8	P4	0.10	6	
P4	0.01	6	% 6	P6	0.06	7	
P3	0.01	7	% 4	P3	0.06	8	
P6	0.01	8	% 4	P7	0.05	9	
P7	0.00	9	% 3	P5	0.00	10	
P5	0.00	10	% 0				

Tablo 4 aynı zamanda literatürdeki personel performans değerlendirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan TOPSIS yönteminin sonuçlarını da göstermektedir. TOPSIS skorlarıyla elde edilen sıralamanın ARAS skorlarıyla elde edilen sıralamanın birbirine benzer olduğu görülmektedir. Burada K ideal performansa benzerlik oranı ARAS yöntemini TOPSIS yönteminden ayıran en kritik bileşendir. Bu değerlendirmenin

TOPSIS yöntemiyle yapıldığını düşünürsek P9 kodlu personelin 2. sıradaki konumu ile oldukça başarılı olarak algılanması muhtemeldi. Ancak ARAS yöntemi bu personelin ideale sadece %29'luk benzerlik gösterdiğini bir başka deyişle başarılı olmaktan oldukça uzak olduğunu göstermektedir. Bu noktada ARAS yöntemi, personeller arasındaki performans farklılıklarını ve ideal performansa olan yakınlıklarını hakkında yönetsel bilgiler sunarak avantajını ortaya koymaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Personel performans değerlendirmesi, işletmelerin başarılarını artırmak ve rekabet avantajı elde etmek için kritik bir öneme sahiptir. Bu süreç, çalışanların performanslarını belirlemek, geliştirmek, ödüllendirmek ve işletme hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Personelin çeşitli performans metriklerini bir arada değerlendirebilmek için sıklıkla çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu tekniklerin dezavantajı personeli göreceli olarak değerlendirmesidir. Bu değerlendirme personelin gerçek performansının tespit edilmesine engeldir. Bu engeli kaldırmak adına personelin mutlak performans ölçütleriyle değerlendirilmesine imkân tanıyan yine birçok kriterli karar verme tekniği olan ARAS tekniği kullanılabilir.

ARAS tekniği personel performansını karar verici tarafından belirlenen mutlak performans değerlerine göre değerlendirerek personelin ideal performansa ne kadar benzediğini gösterebilmektedir. Bu benzerlik değerleri karar verici için sıralama değerlerinden daha fazla bilgi taşımaktadır. Sıralama olarak üstlerde yer alan bir personelin ideale benzerliği düşük olabilir. Bu bilgi karar vericinin sıralama sonuçlarının yanıltıcı etkisini ortadan kaldırmaktadır.

Bu çalışma, ARAS yönteminin personel performans değerlendirmesinde kullanımını ve sağladığı avantajları vurgulamaktadır. Yöntemin uygulanması akademik personel verileri ile sağlanmıştır. Bu uygulama, ARAS yönteminin personel performans değerlendirmesinde nasıl etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Akademisyenler yayın performansı belirleyen kriterlere göre değerlendirilmiş ve optimal performansa ne kadar benzedikleri hesaplanmıştır. Ayrıca literatürde sıklıkla kullanılan TOPSIS yöntemi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma birçok kriterli karar verme yöntemi olan ARAS yönteminin, personelin performansını daha adil ve nesnel bir şekilde değerlendirmeye olanak tanıdığını, işletmelerin performans yönetimi süreçlerini iyileştirmelerine ve daha etkili kararlar almalarına yardımcı olabildiğini göstermektedir. Bu yönüyle literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Erdemir, Öztürk ve Kaya (2022) kamu sektöründe AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini entegre ederek daha objektif ve güvenilir performans değerlendirmeleri elde etmişlerdir. Aynı şekilde, Shamshol Bahri, Shariff ve Yahya (2023) H-AHP yöntemini kullanarak liman personelinin performans değerlendirmesinde iş tutumu ve iş performansının kritik kriterler olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, ARAS yöntemi personelin ideal performansa yakınlığını raporlayarak benzer çok kriterli karar analizi tekniklerinden ayrışmaktadır. Bu yöntemin kullanımı, işletmelerin insan kaynakları yönetiminde daha verimli ve etkili olmalarını sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Arslan, B. N. ve Ayvaz, B. (2021). AHP ve CODAS Yöntemi ile Emniyet Personeli Performans Ölçümü. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 149–158. doi:10.47769/izufbed.928068
- Bandyopadhyay, S. (2023). A novel multi-criteria decision analysis technique incorporating demanding essential characteristics of existing MCDA techniques. *Progress in Artificial Intelligence*, 12(3), 231–255. doi:10.1007/s13748-023-00299-5
- Cinelli, M., Kadziński, M., Gonzalez, M. ve Słowiński, R. (2020). How to support the application of multiple criteria decision analysis? Let us start with a comprehensive taxonomy. *Omega*, 96, 102261. doi:10.1016/J.OMEGA.2020.102261
- Erdemir, N., Öztürk, F. ve Kaya, G. K. (2022). Kamu personeli performans değerlendirmesi için AHP ve bulanık TOPSIS ile bütünlük karar destek modeli. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 37(4), 1809–1822. doi:10.17341/gazimmfd.933793
- Freddy, C. M. ve Renuga, D. S. (2022). Sovereignty of human resource management on organization effectiveness and development. *International Journal Of Engineering Technology And Management Sciences*, 6(6), 99–103. doi:10.46647/ijetms.2022.v06i05.013
- Ishizaka, A. ve Pereira, V. E. (2016). Portraying an employee performance management system based on multi-criteria decision analysis and visual techniques. *International Journal of Manpower*, 37(4), 628–659. doi:10.1108/IJM-07-2014-0149
- Karaca, M. ve Demirtaş, Ö. (2022). Sağlık personelinin performans değerlendirmesine yönelik bir model önerisi. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*. doi:10.48146/odusobiad.1162415
- Macchi Silva, V. V. ve Ribeiro, J. L. D. (2021). A discussion on using quantitative or qualitative data for assessment of individual competencies. *Personnel Review*, 50(6), 1460–1478. doi:10.1108/PR-08-2019-0444
- Shamshol Bahri, M. S., Shariff, S. S. R. ve Yahya, N. (2023). Comparative Analysis on Decision Criteria for Port Personnel Using Hybrid Analytical Hierarchy Process (H-AHP). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 14(3). doi:10.13033/ijahp.v14i3.974
- Taşdemir, S. ve Yıldız, A. (2023). Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Çalışan Performansının Değerlendirilmesi. *Computer Science*. doi:10.53070/bbd.1345805
- Viswesvaran, C. ve Ones, D. S. (2017). Job Performance: Assessment Issues in Personnel Selection. *The Blackwell Handbook of Personnel Selection* içinde (ss. 354–375). Wiley. doi:10.1002/9781405164221.ch16
- Wilkinson, A. (2022). *Human Resource Management: A Very Short Introduction*. Oxford University Press Oxford. doi:10.1093/actrade/9780198714736.001.0001
- Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159–172. doi:10.3846/TEDE.2010.10
- Zeydan, M. ve Kayhan, G. (2020). Personel Performans Değerlendirmesi ve Seçiminde Hibrid Bir Yaklaşım. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(3), 91–118. doi:10.35379/cusosbil.652012

ÇALIŞMANIN ETİK İZİNİ

“Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.”

Çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

ÇATIŞMA BEYANI

Araştırmada herhangi bir kişi ya da kurum ile finansal ya da kişisel yönden bağlantı bulunmamaktadır. Araştırmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Extended Summary

Personnel performance evaluation is one of the critical tasks of human resources management. This process, which requires the evaluation of many factors together, brings with it various difficulties. The relative approach and absolute performance approaches used have their own limitations. ARAS method, which is one of the multi-criteria decision-making techniques, has the potential to evaluate many factors reflecting personnel performance together, overcoming the limitations of both approaches. The ARAS method offers a hybrid model structure that ensures objectivity and fairness in personnel performance evaluation by including both absolute performance criteria and relative evaluation. In this study, the use of the ARAS method in personnel performance evaluation and its advantages are revealed. For this purpose, an application is presented based on the 2023 publication performance evaluation of academic staff working in the same department at a state university. The results of the ARAS method were compared with the results of the TOPSIS method, which is frequently used in the literature. The comparison demonstrates the managerial advantages of the ARAS method, pointing to a critical distinction in its ability to identify performance differences and closeness to ideal performance.)

Multi-criteria decision analysis (MCDA) techniques used in staff performance evaluation usually provide a relative analysis. That is, the performance of a staff member is evaluated according to the performance of other staff members. In other words, a staff member who has not actually performed well may be perceived to have performed well simply because others have performed poorly. This relative assessment can lead to some important problems. The most obvious problem is that a staff member's actual level of performance may be misleadingly perceived as high. It may be worth considering the use of absolute rather than relative performance criteria in performance appraisal.

Combining absolute performance criteria and relative appraisal can be an effective approach to ensure both objectivity and fair measurement of individual and team performance in an organization's personnel performance appraisal process. This hybrid model can take the advantages of both systems and minimize their shortcomings. Among the MCDA techniques, the ARAS method has an algorithm that can fulfill the need for the mentioned hybrid model. When evaluating personnel, the ARAS method asks the decision maker to determine an optimal performance value as a reference and tries to reveal how similar the personnel are to the optimal performance. In this study, the use of the ARAS method in personnel performance evaluation is presented to practitioners and researchers in the field of human resources.

The contributions and benefits of this study are quite diverse and there are a number of aspects that are important for businesses, researchers and practitioners. First, it highlights the limitations of traditional quantitative techniques for personnel performance appraisal and encourages the use of alternative approaches such as MCDA to overcome these limitations. The use of MCDA allows performance appraisal to be conducted in a more comprehensive and objective way, so that organizations can improve their performance management processes and make more effective decisions. Furthermore, this study highlights the role of the less used but potentially valuable ARAS method in personnel performance appraisal. ARAS allows performance appraisal to be conducted in a fairer and more objective way because the appraisal is based on a reference point rather than simply being compared to other staff members. One of the benefits of this study for businesses is that it helps them to make more effective performance management and better decisions. A fairer and more comprehensive performance appraisal enables businesses to understand and improve their performance more accurately. It also provides more insight for researchers in comparing different performance appraisal methods and evaluating their effectiveness.

In order to demonstrate the use of the ARAS method in the evaluation of staff performance, an application was carried out on the publication performance of academics. Publication performance of academic staff is a fundamental criterion for measuring and evaluating their scientific contributions. Publications reflect the quality of research and its contribution to science. This assessment plays an important role in areas such as academic career progression, awards, financial support and institutional reputation. Publication performance is considered an objective measure of academic achievements and often plays an important role in universities' appointment, promotion and reward processes. For the application, publicly available publication information of 10 academic staff working in the same department at a state university for the year 2023 was used.

In the implementation phase, the use of the ARAS method was demonstrated through the publication performance of academics. This application shows how the ARAS method can be an effective tool in personnel performance evaluation. The publication performance of the academicians was evaluated according to the specified criteria and the ARAS method was used to calculate how similar they are to the optimal performance.

This application example shows how organizations can use MCDA techniques to evaluate staff performance. While the ARAS method allows for a fairer and more objective assessment of staff performance, it can help organizations to improve their performance management processes and make more effective decisions.

As a result, the use of ARAS method and other MCDA techniques can help organizations to be more efficient and effective in human resource management. The correct application of these techniques can contribute to organizations to gain competitive advantage and sustain their success. The use of MCDA techniques in personnel performance evaluation can help organizations to understand and improve their performance more accurately.

TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN SANAYİ KAPASİTE RAPORU VERİLERİ ÜZERİNE BİR KÜMELEME ANALİZİ

Ahmet Bahadır ŞİMŞEK¹

ÖZ

Bu çalışma, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği tarafından yıllık olarak yayınlanan Sanayi Kapasite Raporu'nda yer alan çalışanların illere göre dağılımına ilişkin verileri kullanarak Türkiye'nin ekonomik ve sanayi yapısını anlamaya odaklanmaktadır. Bu amaçla, K-ortalamalar kümeleme algoritması ile aşamalı bir kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, ülkenin farklı bölgelerindeki ekonomik ve sanayi merkezlerini tanımlamakta ve bu bölgeler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Büyük şehirleri temsil eden ilk küme (C1) ekonomik ve endüstriyel merkezleri içerirken, ikinci küme (C2) bölgesel ekonomik merkezleri ve endüstriyel üretimde önemli rol oynayan şehirleri içermektedir. Üçüncü küme (C3) orta ölçekli şehirleri içerirken, dördüncü ve beşinci kümeler (C4 ve C5) genellikle kırsal ve daha az gelişmiş bölgeleri temsil etmektedir. Bulgular, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki ekonomik ve endüstriyel yapıların belirlenmesine ve anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu da bölgesel kalkınma politikalarının ve ekonomik stratejilerin daha etkin bir şekilde formüle edilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, C1 ve C2 kümesindeki illerde inovasyon ve teknolojiye dayalı ekonomik büyümeyi teşvik edecek, C3, C4 ve C5 kümesindeki illerde ise tarımsal ve kırsal kalkınmayı vurgulayacak politikalar uygulanabilir. Ayrıca bu analiz, yatırım ve kaynakların daha dengeli bir şekilde dağıtılmasını sağlayarak bölgeler arasındaki ekonomik ve sosyal dengesizliklerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu çalışma, Türkiye'nin sanayi ve işgücü yapısının kapsamlı bir analizini sunarak, bölgesel kalkınma ve ekonomik büyüme için stratejik planlamaya katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sanayi Kapasite Raporu, Kümeleme Analizi, Bölgesel Kalkınma, Ekonomik Stratejiler

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gümüşhane, Türkiye, ababadirsimsek@gumushane.edu.tr, 
<https://orcid.org/0000-0002-7276-2376>


A CLUSTERING ANALYSIS ON INDUSTRIAL CAPACITY REPORT DATA OF PROVINCES IN TÜRKİYE

Ahmet Bahadır ŞİMŞEK¹

ABSTRACT

This study focuses on understanding the economic and industrial structure of Türkiye by using the data on the distribution of employees by provinces in the annual Industrial Capacity Report published by the Union of Chambers and Commodity Exchanges of Türkiye. For this purpose, a stepwise cluster analysis is performed with the K-means clustering algorithm. The results of the analysis identify economic and industrial centers in different regions of the country and reveal the differences between these regions. The first cluster (C1), representing large cities, includes economic and industrial centers, while the second cluster (C2) includes regional economic centers and cities that play an important role in industrial production. The third cluster (C3) includes medium-sized cities, while the fourth and fifth clusters (C4 and C5) generally represent rural and less developed regions. The findings help to identify and understand the economic and industrial structures in different regions of Türkiye. This, in turn, allows for more effective formulation of regional development policies and economic strategies. For example, policies can be implemented in provinces in cluster C1 and C2 to promote innovation and technology-based economic growth, and in provinces in cluster C3, C4 and C5 to emphasize agricultural and rural development. Moreover, this analysis can help reduce economic and social imbalances across regions by ensuring a more balanced allocation of investment and resources. By providing a comprehensive analysis of Türkiye's industrial and labor force structure, this study contributes to strategic planning for regional development and economic growth.

Keywords: *Industrial Capacity Report, Cluster Analysis, Regional Development, Economic Strategies*

¹ Assist. Prof. Dr., Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Gümüşhane, Turkey, ababadirsimsek@gumushane.edu.tr, 
<https://orcid.org/0000-0002-7276-2376>

1. INTRODUCTION

Industry, as a fundamental pillar in the global economy, forms the building block of modern societies (Regnerova et al., 2021). Economic growth, job creation and innovation are the main contributions of industry (Audretsch & Klepper, 2000). The industrial sector adds value by processing raw materials and thus contributes significantly to the increase in national income (Fuchs et al., 2022). With globalization, the role of industry has expanded further, strengthening the links between world economies through international trade and investments. While this process has the potential to increase the economic welfare of countries, it has also increased cooperation and economic interdependence across the world by promoting integration into global supply chains.

Industry is the key to development, especially for developing economies (Jawad et al., 2019). Industrialization accelerates the economic transformation of these countries, creates high-income jobs and generally raises living standards. Industry has a central role in the economic transformation of Türkiye, a developing country, and acts as a catalyst for the development (Karaalp-Orhana, 2019). With Türkiye's strategic location, young and dynamic labor force, rich natural resources and a strong industrial infrastructure, the industrial sector has the potential to increase its competitiveness not only in the domestic market but also in the international arena (Adıgüzel, 2022). Industry is also the cornerstone of employment and economic growth in Türkiye (Saridoğan, 2020). It directly supports economic development through expansion of production capacity, production of high value-added products and increase in exports. Moreover, the industrial sector contributes significantly to the technological progress of the country through technology transfer and innovation capacity. Türkiye's industrialization process occupies a central place in national development plans (Babayigit Sunay, 2023). This process promotes the integration of local industries into global supply chains and supports the objectives of increasing economic diversification and reducing external dependence. In this framework, industrial development can help Türkiye to move out of the middle-income trap and become a high-income country.

Capacity reports are an issue from TOBB (Türkiye's Commodity Chambers and Commodity Exchange Union) for mapping out Türkiye's industrial output and reaching the economic and strategic plans and programs. Capacity report is an approved document that presents a production capacity of all public and private sector organizations who are involved in the production. The reports contain information such as annual production capacities, machinery park, the raw materials used, the capacity calculations, capital and employment info and contact details of the companies. For Türkiye, these crucial reports educate all levels of economic decision making starting from industrial policies planning. These reports disclose the country's industrial system, production assets, technical platforms and structure of the countrywide spheres. Some of the important roles and benefits of these reports for Türkiye can be summarized as follows:

- 1- Economic Planning and Strategy Development: Industrial capacity reports provide an objective analysis of the current state of Türkiye's industrial sector. This information allows the government and the private sector to develop informed strategies in areas such as investment decisions, capacity expansion, technology investments and workforce planning.
- 2- Investment Incentives and Resource Allocation: Industrial capacity reports reveal the regional distribution of industrial infrastructure, which helps the government to direct investment incentives and resources more effectively. They contribute to reducing regional development imbalances by encouraging industrialization, especially in developing or underdeveloped regions.
- 3- Sectoral Analysis and Policy Making: The reports identify the performance and capacities of various industrial sectors. This information is used to inform policy-making on a sectoral basis, for example, in determining which sectors should be given more support or which areas should be regulated.
- 4- Employment Policies: Capacity reports can also be used in guiding labor force planning and training policies. Employment data such as the number of engineers, technicians, craftsmen and workers on provincial and sectoral basis can be effective in arranging vocational training programs and university departments according to the needs.
- 5- Competitiveness and Foreign Markets: In Türkiye's efforts to increase its international competitiveness, data in industrial capacity reports show which products and sectors have export potential. In line with this information, export incentives and international marketing strategies can be determined.
- 6- Sustainable Development: The reports also offer the possibility to assess the sustainability of the industry in terms of energy consumption, raw material utilization and environmental impacts. This can provide guidance on investing in green technologies and shaping environmental sustainability policies.

TOBB aims to disseminate the most recent and more detailed information on the state and developments of the industrial sector in Türkiye, through its monthly bulletin reports, on the industrial capacity. The transparent and up-to-date information provided through these bulletins is an important source of data for the business world, investors, policy makers and the public. Through provisions of analyses on economics and sectors, they serve as a tool of tracking economic fluctuations, growth rates and sectoral growth by time. Furthermore, these bulletins are instrumental both as a source of knowledge and in decision-making to the support of long-term plans and investment decisions. Investors obtain a valuable advantage through the consistent reporting about the manufacturing sector of Türkiye. The information provided helps them to decide whether a particular sector is growing and whether it would be advisable to invest in a particular region of the country. The bulletins as well as other sources of statistical data boost the performance of firms and government agencies to adjust rapidly to changing market conditions via identifying industrial backwardness and making forecasts. In terms of international competitiveness, TOBB's bulletins also provide an important platform to showcase Türkiye's industrial capacities and competitive position internationally.

In addition to the monthly bulletins, TOBB also produces the Annual Industrial Capacity Reports. The annual report as well shares the proportion of employees by province. The sharing of the statistics in terms of the engineer, technician, craftsman, worker, and administrative personnel in different provinces, which constitute a total of 81 province of Türkiye, would provide a detailed analysis on the industrial workforce structure and the regional distribution in the country. This data has, therefore, become very instrumental for policymakers and investors when drawing long-term strategic plans and predetermining where to allocate resources. For instance, studying the regional development discrepancies, shows how regional development policies are designed to be more useful. In addition, it helps in personnel planning and gives policy directives for education for the labor force. Therefore, these statistics will become a fundamental tool to get a better understanding and management of industrial sector in Türkiye, decrease inter-regional imbalances and utilize economic potential optimally.

This analysis includes a stepwise clustering in which the distribution of engineers, technicians, craftsmen, laborers and administrative personnel across the 81 provinces is utilized in the Industrial Capacity Report for 2023. This analysis, in fact, is a determining factor in formulating a coherent picture of the country and what regions are focused on the industrialization process. It helps to identify the special interests and opportunities of each of the groups as well as to show provinces that have similar features. Therefore, it enables the government to carry out more productively policy making, resources allocation and development plans. More importantly, aligning education, employment and investment policies to those distinct to a region enables a more even growth of the economy as well as offers an effective solution for reducing the gap in the regional development disparities. Stepwise clustering analysis is in a way that it helps in bringing economic strategies of Türkiye to the sectors of trade and labor force planning, through the joint assessment.

2. RELATED STUDIES

This section deals with the existing literature on the issues that form the basis of the study under sub-headings.

2.1. Industrial Capacity and Economic Development

Industrial capacity has a significant impact on economic development. Studies in the literature show that industry is strongly associated with factors such as economic growth, employment growth, raising income level and technological innovation. Aydın (2018) and Karagöl et al. (2007) examined this relationship using different methods in their studies on the relationship between industrial energy consumption and economic growth and revealed how energy consumption affects economic growth. In addition, studies analyzing the effects of exports and imports on economic growth (Saraç, 2013), research on the relationship between economic growth and women's employment (Pata, 2018), studies analyzing the relationship between economic freedom and tourism and economic growth (Gövdeli, 2018) offers different perspectives such as.

There are studies conducted to understand the relationship between industrial capacity and macroeconomic variables. Şit & Karadağ (2018) examined the relationship between public expenditures and economic growth in Türkiye, Kaya & Çadırcı (2022) examined the relationship between globalization and economic growth, Sağdıç et al. (2020) examined the relationship between foreign direct investment, tax revenues and economic growth from various perspectives.

Research to understand the effects of industrial capacity on economic development has analyzed in detail the contribution of employment in different sectors to economic growth, the impact of energy consumption on growth, the effects of foreign trade on growth and the relationship with other macroeconomic variables.

2.2. Labor Force Distribution and Regional Differences

In order to investigate the impact of labor force distribution on economic structure in various regions of Türkiye, it is crucial to take into account regional development theories, labor market dynamics and studies that examine the effects of labor force distribution on industrial production and local economies. Cengiz (2020) discussed the significance and whatsoever responsibility that technology progress exerts on job creation in Türkiye. Emphasis of the study on the fact that there is a negative relationship with unemployment/R&D expenditure shows the importance of technological development in that relationship.

Also, Ünlü (2022) investigated the effects of Information and Communication Technologies (ICT) on labor productivity and employment in Türkiye using ARDL bounds test approach and Toda-Yamamoto causality test on data from 2001 to 2020. ICT use is found to have statistically significant, albeit small, negative long-term effects on both labor productivity and employment. Furthermore, a bidirectional causality relationship was identified between ICT use and labor productivity and employment and labor productivity, highlighting complex interactions between these variables. Despite the negative impacts, the study suggests that the negative effects of ICT on labor productivity and employment can be mitigated over time through adequate complementary investments and the development of new business sectors.

Also, Görenel (2015) investigated the unsuccessful processes around the European Monetary Union and the Greek debt crisis. This investigation spotlights the way in which regional disparities and economic stability are influenced by economic structures within unions and that is why it is vital to review the impact of labor scattering on economic outcomes.

The research studies synopsis shows that labor distribution importantly reshapes the overall economic structure of the region. Technological breakthroughs, and macroeconomic scenarios form the confluence that determines the labor force distribution and how it is utilized in different regions, thus the economic growth models get affected.

2.3. Global Trends and Türkiye's Position

In order to analyses Türkiye's role in the global economy, it is crucial to consider various elements such as international trade, strategic advantages and challenges. Türkiye's position in the global economic environment is influenced by factors such as international competitiveness, strategic partnerships.

Neyaptı et al. (2007) investigated the effects of the customs Union Agreement between Europe and Türkiye on Türkiye's trade behavior, and report positive impact on trade and responsiveness to key variables. Karaalp (2010) emphasized the role of comparative advantage in various sectors in this study on Türkiye's success in Eurasia. This comparative advantage analysis gives the idea of Türkiye's importance and deterioration in some sectors compared to its regional rivals.

Furthermore, the study by Kanellopoulos & Galanis (2022) on Türkiye's energy strategic planning in the Eastern Mediterranean stressed the significance of business planning, problems and measures in the energy sector. Energy plane is a key for Türkiye's economic development and foreign relations; hence, energy planning is inevitable for long-term sustenance.

Türkiye's position in the global economy is shaped by trade agreements, comparative advantages, and energy planning. By taking these factors into account, Türkiye can increase its competitiveness, overcome challenges and capitalize on strategic opportunities in the international arena.

3. METHOD

In this study, K-means algorithm was applied to the clustering technique. The K-means clustering algorithm is a very popular clustering technique because it can be applied to almost any data set and is relatively simple and computationally efficient. Nevertheless, the K-means clustering algorithm may present one of the biggest obstacles which is related to the sensitivity of initial states that result in the final solution to be reached at one of the local optima (Karaboga & Ozturk, 2011). In order to mitigate the difficulties associated with the K-means method, many scholars have proposed changes that would help to improve its efficiency

and effectiveness (Celebi et al., 2013; Fahim et al., 2006; Kanungo et al., 2002). Pokharel et al. (2021) used the K-means algorithm and its variations to compare their performances in the clustering tasks. While the k-means clustering algorithm is a fundamental method in cluster analysis, ongoing research aims to improve its performance, address its limitations, and explore its applications in various domains.

K-means clustering algorithm is frequently preferred in various fields. Wahyuni et al. (2023) used the K-means algorithm to predict electoral clusters based on voter patterns and aims to reduce budgeting risks by identifying areas with high abstention rates. Muttaqin (2022) used K-means cluster analysis to classify Sumatra's districts and cities into high, medium and low areas according to Human Development Index indicators. Wang (2023) utilized K-means cluster analysis to create a student health monitoring system that aids physical health planning based on biochemical data. Zamani et al. (2023) analyzed public service satisfaction using the K-means Clustering algorithm to categories data into different clusters based on similarities and differences. Fa'rifah & Pramesti (2022) used K-mean cluster analysis to group East Java districts according to overarching economic development indicators and to identify clusters with above or below average economic growth. Chi (2021) applied K-means clustering to analyses student achievement data, aid project grouping, assist personalized teaching and estimate course importance for educational improvements. Muttaqin & Zulkarnain (2020) used K-mean cluster analysis to classify Indonesia's districts/cities according to the Human Development Index and identify high, medium and low areas with different characteristics.

The stages of the K-means algorithm with an iterative process are as follows.

- 1- An initial clustering is formed by randomly determining k cluster centers from the dataset.
 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$ consists of k randomly selected cluster centers.
 Each c_i center represents a data point. $D = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ is the set of data points.
- 2- For each data point, the distances from all cluster centers are calculated and the data is assigned to the cluster which is closer to the cluster center.
 For each data point x_i , assign it to the nearest cluster center. If x_i is assigned to c_j , then $x_i \in S_j$.
 $S_j = \{x_i: \|x_i - c_j\| \leq \|x_i - c_l\| \forall l, 1 \leq l \leq k\}$ where $\|\cdot\|$ represents the Euclidean norm.
- 3- The new cluster centers are recalculated with the average of all data points assigned to clusters.

$$c_j = \frac{1}{|S_j|} \sum_{x_i \in S_j} x_i$$
- 4- If the center points of the formed clusters are the same as the previous center points, the process is terminated, if not, the process is repeated over the new cluster centers from step 2.

The quality of clustering is assessed by the internal consistency of clusters and the distinction between different clusters. As a result of a good clustering, elements in the same cluster should be similar to each other while elements in different clusters should be different from each other. In this study, clustering quality is evaluated with the Silhouette Score. For each data point, the Silhouette Score measures the difference between the similarity of that point to other points in its cluster and the similarity of that point to points in the nearest cluster. It takes values between -1 and +1. Values close to +1 indicate that the data points are well placed in their clusters and that there is good separation between different clusters. The analysis is completed with the number of clusters with the highest Silhouette Score among the clusters with different k values.

In some cases, even clustering with a high Silhouette score may not be useful for the decision maker. In a clustering analysis of a data set, let the Silhouette score have a high value when the number of clusters is 2 and there is a large size difference between these two clusters. This situation has various pros and cons for the decision maker. A high Silhouette value implies that the clustering algorithm is working well generally. This shows decision makers that there's a certain pattern in the dataset and the resulting clusters are good enough for analytical purposes. On the other hand, the different size between clusters may induce some issues like imbalance and heterogeneity between two small and large clusters. Thus, making it hard for the decision makers to make conclusions when scrutinizing the outcome. This is because small cluster are usually more distinct and meaningful, whilst large cluster tend to be broader and heterogeneous, so some useful findings may not be discovered. Sub-clustering can be used to reveal patterns hidden in the large cluster without manipulating the data set. Also it can be used to better understand the intra-cluster structure and to identify more homogeneous sub-groups by dividing the large cluster into smaller sub-clusters by re-clustering the elements in the large cluster.

The sub-clustering approach involves separating large clusters into smaller clusters. This approach is used in several disciplines for instance in computational biology, computer science and data mining. For instance, Louwen et al. (2023) highlighted the need for scalable computational methodologies for sub-cluster detection, indicating the challenges in dealing with large datasets. Similarly, Saeed et al. (2020) illustrated a multi-phase clustering method that starts with the generation of sub-corpora and then clustering in order to demonstrate sub-clustering application in text document summarization. Furthermore, Kurasawa et al. (2009) discussed the division of large clusters into smaller regions controlled by pivots, emphasizing the role of sub-clustering in similarity search indexes. Kim et al. (2012) evaluated the ability of repeated clustering to increase the discrimination power in identifying TDLP (Typical Daily Load Profile) of each cluster. Jiao et al. (2016) focused on distributed clustering, which involves dividing large-scale datasets into small chunks and then aggregating the results, showcasing the practical implementation of sub-clustering in handling large datasets. The sub-clustering approach has been utilized in various domains to address the challenges posed by large clusters and datasets, demonstrating its versatility and applicability in different research and application areas.

It is seen that researchers call the sub-clustering approach different names such as multi-stage clustering (Saeed et al., 2020), repeated clustering (Kim et al., 2012). In this study, we have named the sub-clustering approach as stepwise clustering in order to be easily understood by the readers.

3.1. Data Set

In the annual Industrial Capacity Report published by TOBB for the year 2023, the number of companies with approved capacity reports in the provinces and the total number of engineers, technicians, craftsmen, workers and administrative employees working in these companies are shown in Table 1. In the study, clustering analysis was applied without any additional processing of the data set.

Province	Number of Companies	Engineer r	Technicia n	Craftsma n	Labore r	Administrativ e
Adana	2083	3678	3298	6256	60535	8930
Adiyaman	412	225	250	711	15101	595
Afyon	1073	743	818	1572	21338	2323
Ağrı	90	93	70	335	3422	245
Aksaray	370	754	689	892	13296	1351
Amasya	260	411	297	866	11101	956
Ankara	6672	38842	28169	18510	112623	31288
Antalya	1877	2896	2137	4577	33343	6388
Ardahan	40	9	48	79	350	44
Artvin	120	160	185	337	2348	225
Aydın	965	1695	1794	2066	26680	3839
Balıkesir	1257	2685	2959	4017	38418	5199
Bartın	139	229	225	497	10097	636
Batman	475	161	226	1197	20344	805
Bayburt	18	15	16	25	223	21
Bilecik	350	1220	1277	1440	21698	2556
Bingöl	113	91	105	219	3899	158
Bitlis	163	42	62	496	6941	193
Bolu	354	820	1506	1039	20026	1659
Burdur	399	320	179	828	8398	851
Bursa	6508	16893	11634	18532	251213	38037
Çanakkale	464	982	1358	1059	16096	1465
Çankırı	119	360	588	510	10082	1054
Çorum	470	588	441	1776	14284	1762
Denizli	1876	2096	2398	4693	63102	9137
Diyarbakır	742	401	474	1517	19486	1677
Düzce	522	1188	1204	1858	27316	3404
Edirne	316	406	320	974	13624	1120
Elazığ	339	527	383	1381	8506	908
Erzincan	158	244	186	468	4053	474
Erzurum	187	225	176	637	4320	517
Eskişehir	986	4988	4421	4575	50243	6007

Table 1 Data Set

Province	Number of Companies	Engineer	Technician	Craftsman	Laborer	Administrative
Gaziantep	3299	2898	2824	7473	110323	12834
Giresun	238	269	408	553	8411	927
Gümüşhane	88	172	113	232	1679	265
Hakkari	39	47	21	122	488	59
Hatay	794	1399	2271	2716	22329	3644
Iğdır	56	25	21	100	899	67
Isparta	405	511	477	786	9995	1113
İstanbul	26915	42871	37873	42718	552151	108153
İzmir	6167	15566	15335	16160	179346	36853
Kahramanmaraş	868	1092	1813	3998	47165	3652
Karabük	188	505	234	481	9785	1217
Karaman	370	559	505	1759	13698	1442
Kars	91	55	75	270	1100	170
Kastamonu	349	380	335	882	11427	903
Kayseri	2160	3023	1813	5016	71086	9119
Kırıkkale	174	455	297	352	5709	674
Kırklareli	461	1182	1328	1494	27507	3776
Kırşehir	140	122	78	222	7347	318
Kilis	112	108	95	308	3680	405
Kocaeli	3704	16345	13978	15665	157336	38962
Konya	4086	4638	3237	7729	73646	13181
Kütahya	548	1444	1404	3803	28332	2514
Malatya	646	746	563	2151	28866	1969
Manisa	1961	6001	5251	7635	97825	12834
Mardin	430	213	164	552	10982	768
Mersin	1622	2250	2191	4525	39053	6080
Muğla	771	854	1033	1575	13104	1817
Muş	115	85	58	297	3845	310
Nevşehir	306	183	157	447	5510	655
Niğde	261	391	271	681	7088	910
Ordu	409	393	323	1191	16905	1620
Osmaniye	306	505	548	1031	11688	1468
Rize	292	456	399	944	12562	1056
Sakarya	1421	4252	3306	5063	62326	8204
Samsun	823	1162	1660	2093	25115	3269
Sıirt	80	113	123	535	1936	136
Sinop	185	84	138	401	6702	466
Sivas	364	705	780	1932	10468	1229
Şanlıurfa	1061	228	201	1435	26490	520
Şırnak	203	115	198	773	3525	137
Tekirdağ	2261	6800	7663	9900	131033	20023
Tokat	321	245	387	975	17162	951
Trabzon	514	491	893	1061	10587	1529
Tunceli	36	23	28	36	495	53
Uşak	679	411	501	999	22910	1335
Van	292	185	255	667	8056	632
Yalova	277	1747	887	1720	8190	2114
Yozgat	203	222	178	427	6667	604
Zonguldak	338	1364	716	3627	22839	3354

4. FINDINGS

In the implementation, the k-means algorithm was repeated with various values of k to decide the optimal number of clusters (k) and the Silhouette scores of the clusters were checked. The Silhouette score reached the highest value (0.873) when the number of clusters was k=2. In this setting, cluster 1 (C1) has 76 provinces and cluster 2 (C2) has 5 provinces (see Step 1 in Table 2). C2 includes large industrialized cities in Türkiye. The fact that this cluster is formed is not surprising and easy to interpret and make sense of.

However, it is also clear that there is a heterogeneous structure in the 76 provinces in cluster C1. C1 contains important patterns that are meaningful for the research but still hidden.

To overcome the challenges caused by the size difference between clusters mentioned in the method section, the clustering process was repeated to identify the sub-clusters of the large cluster C1. And it continued step by step until homogeneous clusters were obtained. This clustering sub-clustering process, the optimal number of clusters, Silhouette score and clusters at each step are shown in Table 2. The combined clustering, also shown in Table 2, was formed by joining together the clusters that split at each step. This combined clustering is a more meaningful and interpretable finding for the decision maker.

Table 2 Clustering Results					
Silhouette Score	0,873	0,744	0,558	0,465	
Number of Clusters	2	2	2	2	
C1	76	64	49	24	
C2	5	12	15	25	
			Clusters		
Province	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Combined Clustering
Ankara	C2	-	-	-	C1
Bursa	C2	-	-	-	C1
İstanbul	C2	-	-	-	C1
İzmir	C2	-	-	-	C1
Kocaeli	C2	-	-	-	C1
Adana	C1	C2	-	-	C2
Antalya	C1	C2	-	-	C2
Balıkesir	C1	C2	-	-	C2
Denizli	C1	C2	-	-	C2
Eskişehir	C1	C2	-	-	C2
Gaziantep	C1	C2	-	-	C2
Kayseri	C1	C2	-	-	C2
Konya	C1	C2	-	-	C2
Manisa	C1	C2	-	-	C2
Mersin	C1	C2	-	-	C2
Sakarya	C1	C2	-	-	C2
Tekirdağ	C1	C2	-	-	C2
Afyon	C1	C1	C2	-	C3
Aydın	C1	C1	C2	-	C3
Bilecik	C1	C1	C2	-	C3
Bolu	C1	C1	C2	-	C3
Çanakkale	C1	C1	C2	-	C3
Düzce	C1	C1	C2	-	C3
Hatay	C1	C1	C2	-	C3
Kahramanmaraş	C1	C1	C2	-	C3
Kırklareli	C1	C1	C2	-	C3
Kütahya	C1	C1	C2	-	C3
Malatya	C1	C1	C2	-	C3
Muğla	C1	C1	C2	-	C3
Samsun	C1	C1	C2	-	C3
Yalova	C1	C1	C2	-	C3
Zonguldak	C1	C1	C2	-	C3
Adıyaman	C1	C1	C1	C2	C4
Aksaray	C1	C1	C1	C2	C4
Amasya	C1	C1	C1	C2	C4
Batman	C1	C1	C1	C2	C4
Burdur	C1	C1	C1	C2	C4
Çankırı	C1	C1	C1	C2	C4
Çorum	C1	C1	C1	C2	C4
Diyarbakır	C1	C1	C1	C2	C4
Edirne	C1	C1	C1	C2	C4
Elazığ	C1	C1	C1	C2	C4
Giresun	C1	C1	C1	C2	C4

Isparta	C1	C1	C1	C2	C4
Karabük	C1	C1	C1	C2	C4
Karaman	C1	C1	C1	C2	C4
Kastamonu	C1	C1	C1	C2	C4
Mardin	C1	C1	C1	C2	C4
Niğde	C1	C1	C1	C2	C4
Ordu	C1	C1	C1	C2	C4
Osmaniye	C1	C1	C1	C2	C4
Rize	C1	C1	C1	C2	C4
Sivas	C1	C1	C1	C2	C4
Şanlıurfa	C1	C1	C1	C2	C4
Tokat	C1	C1	C1	C2	C4
Trabzon	C1	C1	C1	C2	C4
Uşak	C1	C1	C1	C2	C4
Ağrı	C1	C1	C1	C1	C5
Ardahan	C1	C1	C1	C1	C5
Artvin	C1	C1	C1	C1	C5
Bartın	C1	C1	C1	C1	C5
Bayburt	C1	C1	C1	C1	C5
Bingöl	C1	C1	C1	C1	C5
Bitlis	C1	C1	C1	C1	C5
Erzincan	C1	C1	C1	C1	C5
Erzurum	C1	C1	C1	C1	C5
Gümüşhane	C1	C1	C1	C1	C5
Hakkari	C1	C1	C1	C1	C5
Iğdır	C1	C1	C1	C1	C5
Kars	C1	C1	C1	C1	C5
Kırkkale	C1	C1	C1	C1	C5
Kırşehir	C1	C1	C1	C1	C5
Kilis	C1	C1	C1	C1	C5
Muş	C1	C1	C1	C1	C5
Nevşehir	C1	C1	C1	C1	C5
Sırt	C1	C1	C1	C1	C5
Sinop	C1	C1	C1	C1	C5
Şırnak	C1	C1	C1	C1	C5
Tunceli	C1	C1	C1	C1	C5
Van	C1	C1	C1	C1	C5
Yozgat	C1	C1	C1	C1	C5

Cluster of C2 in Step 1 (see Figure 1) indicates that they are placed at higher level than those in cluster C1. These provinces are generally large and developed provinces and play important roles in terms of industry, trade and economy. This cluster, which includes large metropolises such as Ankara, Bursa, Istanbul, Izmir and Kocaeli, reflects Türkiye's leading position in industrial production. The industrial facilities and large workforce are chiefly based in these provinces as they are an integral part of economic growth. In the same way, they are an attractive proposition to the investors as they have among others high educational levels and job opportunities in a multitude of sectors.



Figure 1 Map Representation of Step 1 Clustering

The provinces in cluster C2 in Step 2 (see Figure 2) are generally smaller and relatively less developed than the larger provinces in cluster C2 in Step 1. These provinces play a role as regional economic centres. Although they are smaller in scale than the provinces in cluster C2 in Step 1, they still play important economic roles. In particular, provinces such as Adana, Antalya, Balıkesir, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Kayseri, Konya, Manisa, Kayseri, Konya, Manisa and Mersin play an important role in sectors such as agriculture, tourism, textile, food and automotive. These provinces play a key role in promoting regional development and economic diversification.

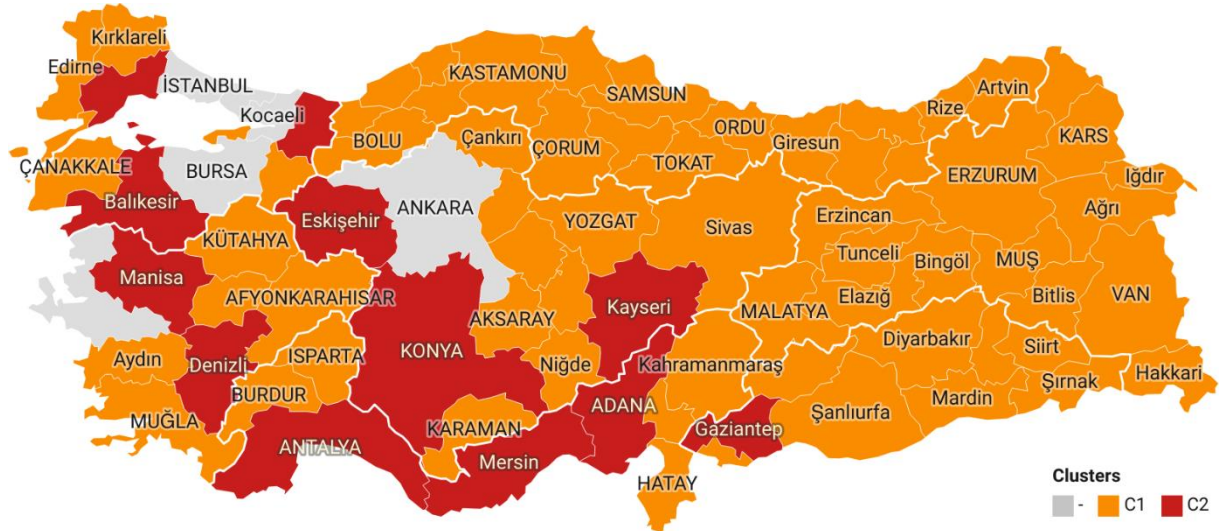


Figure 2 Map Representation of Step 2 Clustering

Provinces in cluster C2 in Step 3 (see Figure 3) have lower population and economic activity compared to provinces in Steps 1 and 2, but can still play an important role in a particular industry or sector. These provinces are often the ones that need to be supported for regional development and the promotion of economic diversification. They also play an important role for the planning and implementation of regional development policies, reflecting the economic and social structure in various regions of Türkiye.

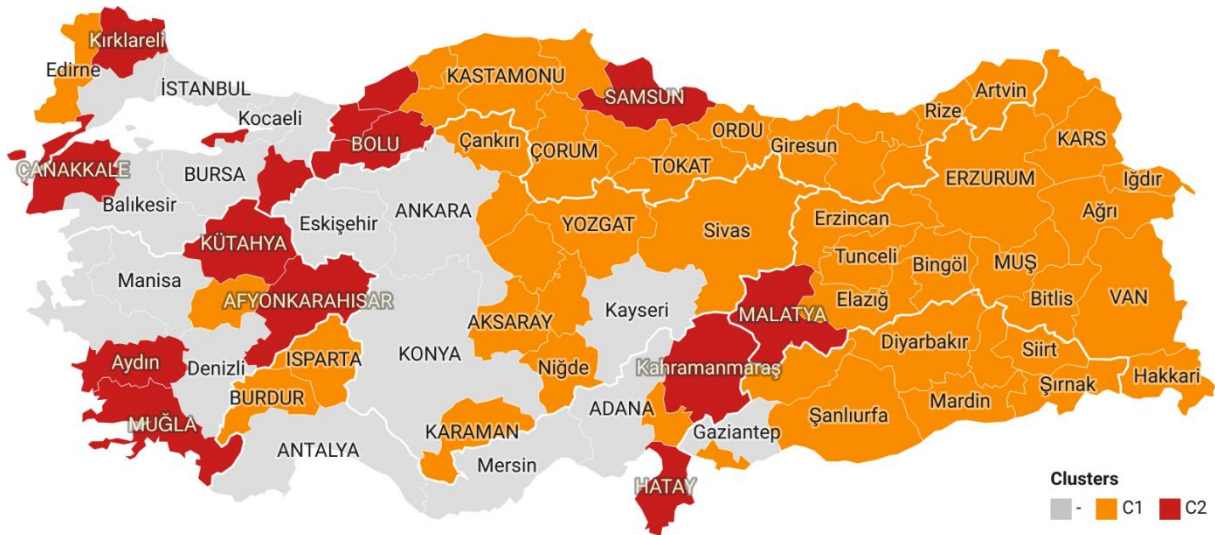


Figure 3 Map Representation of Step 3 Clustering

The provinces in group C1 which were identified in step 4 (see Figure 4) mostly are the provinces for which regional development and economic diversification are needed to be given much attention. These provinces might be the less developed economically and voiced their willingness to be helped to boost their development capability. The provinces in cluster C2 are relatively more developed and have diverse industries.

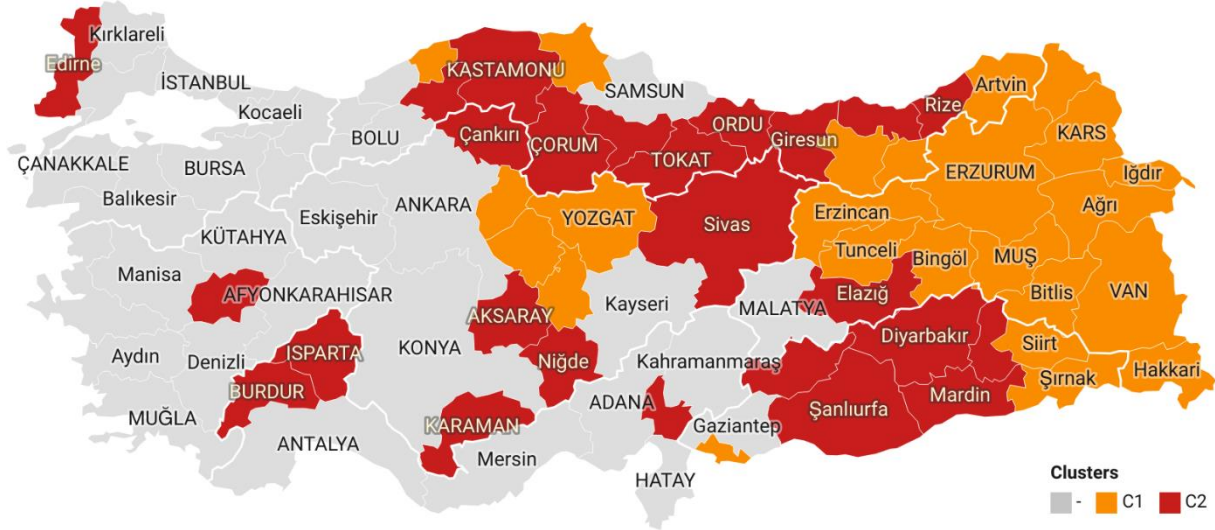
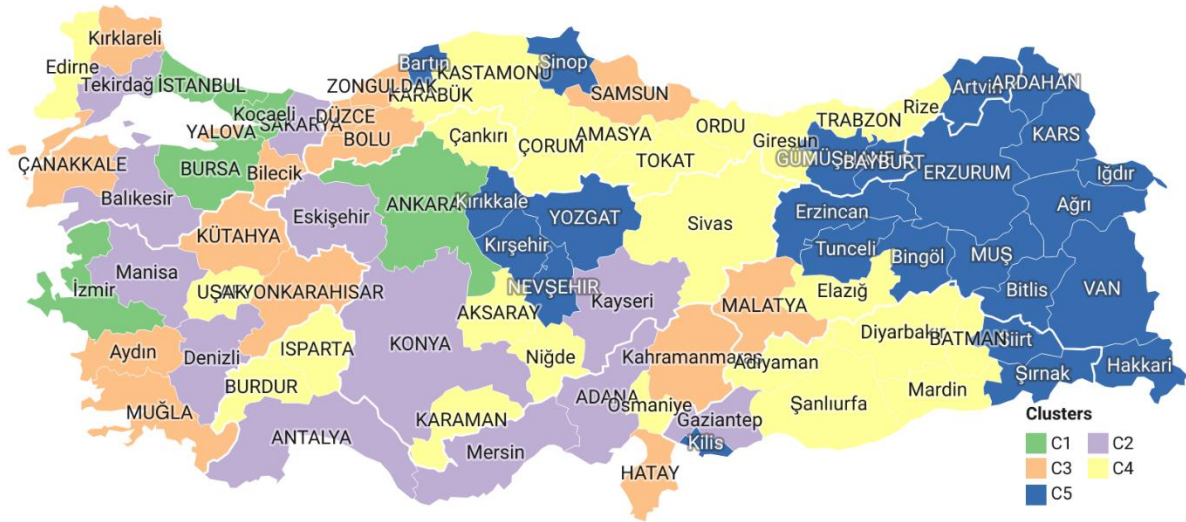


Figure 4 Map Representation of Step 4 Clustering

When the clusters in the steps are combined, the provinces in Türkiye can be divided into 5 homogenous clusters (C1, C2, C3, C4 and C5, see Figure 5). Managerial implications from combined clustering are discussed under the subtitle of policy making.



Map data: © OSM • Created with Datawrapper

Figure 5 Map Representation of Combined Clustering

4.1. Policy Making

Türkiye has been facing many economic challenges in recent years, such as rising inflation, unemployment and exchange rate fluctuations. This situation makes it difficult for decision makers to develop regional development strategies and utilize their resources more effectively. The results of this research can be used to provide concrete recommendations to decision makers in this context:

Regional Investments: The results can be used to loosely indicate the priority in which the regions can be invested in based on the likely outcome. Cluster C1 provinces can invest their budgets on high technology, finance and education, which will help to tackle under development problems. Under the cluster C2, investments capable of enhancing the local industrial development and export potential can be taken to plan. Medium provinces in the cluster C3 may be improved by using investments to develop agriculture and tourism infrastructure. Clusters C4 and C5 can widen local tax base to invest in infrastructure and build the strong community engagement and employers with whom they collaborate.

Development Programs: As a result of the mentioned data end results are the programs which are created by the public authorities with the specific purpose to provide aid to definite regions. For the provinces in C1, programs such as the innovation and the entrepreneurship program can be established. Cluster C2 can involve a creation of tools to foster industrial clusters as well as help in accessing the external markets. For cluster C3, programs promoting rural development and supporting local firms can be devised for provinces. In the C4 and C5 clusters, regional development can be attained by investing in infrastructure and education programs.

Employment Policies: The findings can guide the hiring policies that the areas possessing different employment market needs demand. In the clusters C1 provinces the training programs can be developed in order to satisfy in regards of what a qualified labor force is needed for. In C2 cluster relations, the systems can be developed that are to enhance skills of the workers in the industrial sphere. In the provinces of cluster C3, accelerated programs of employment in agriculture and tourism may be built. The particular education and job retraining programs within C4 and C5 clusters should be built to strengthen the community's workforce.

Social Policies: The findings can be used to develop social policies to address regional inequalities and social problems. Social assistance programs and social development programs can be developed to address problems such as poverty and income inequality in clusters C3, C4 and C5.

The findings of this research are an important tool that can help Türkiye plan its socioeconomic development taking into account regional characteristics. Decision makers can work to realize a sustainable

and inclusive development model in different regions of Türkiye by taking these recommendations into consideration.

5. CONCLUSION

This research implies a stepwise cluster analysis done about 81 provinces of Türkiye to find out distribution of engineers, technicians, craftsmen, laborers and administrative personnel. In detail, the cluster analysis helps to see the main principles of economic structure of the country, define areas of competitive advantages and develop the policy in different regions.

The base on the cluster center results, cluster C1, which covers the metropolitan areas of Türkiye, comprised the country's main economic and industrial centers, while cluster C2 represents the regional economic centers and cities which participated in industrial production. In cluster C3 big cities are represented, while in clusters C4 and C5 mostly small cities or rural areas with developing region are shown.

This research contributes to a better understanding of the economic and industrial structure of different Turkish regions. As a result, such an approach would facilitate the designing of regional development policies as well as economic strategies. Specifically, innovation and technology-enabled regional economic development can be targeted in clusters C1 and C2, whereas the emphasis can be on agriculture and rural development in C3, C4 and C5. Moreover, this analysis will aid to cut down the economic and social differences among the regions by contributing a fair distribution of investment and resources.

It can be concluded that this research will give you a chance to strategize the planning for regional development and economic growth by giving you a comprehensive analysis of the Turkish industrial and labor force structure.

REFERENCES

- Adıgüzel, M. (2022). The effect of inter-industry trade on competitiveness; an evaluation in the context of turkey. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(43), 399–418. <https://doi.org/10.46928/iticusbe.1086685>
- Audretsch, D., & Klepper, S. (2000). *Innovation, evolution of industry and economic growth*. Edward Elgar Publishing.
- Aydın, F. F. (2018). D-8 Ülkelerinde Biyokütle Enerjisi Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(3), 371–377. <https://doi.org/10.18506/anemon.373532>
- Babayiğit Sunay, E. (2023). The Process of Change in the Understanding of Planning in Turkey by Periods. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*. <https://doi.org/10.47103/bilturk.1286747>
- Celebi, M. E., Kingravi, H. A., & Vela, P. A. (2013). A comparative study of efficient initialization methods for the k-means clustering algorithm. *Expert Systems with Applications*, 40(1), 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.021>
- Cengiz, S., & Şahin, A. (2020). TEKNOLOJİK İLERLEMENİN İSTİHDAM YARATMADAKİ ROLÜ VE ÖNEMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 1(45), 160–172. <https://doi.org/10.17498/kdeniz.657015>
- Chi, D. (2021). Research on the Application of K-Means Clustering Algorithm in Student Achievement. *2021 IEEE International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE)*, 435–438. <https://doi.org/10.1109/ICCECE51280.2021.9342164>
- Erbaykal, E., Ertuğrul, H. M., & Karagöl, E. (2007). Türkiye de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 1(8), 72–80. <https://doi.org/10.31671/dogus.2019.243>
- Fa'rifah, R. Y., & Pramesti, D. (2022). Cluster Analysis of Inclusive Economic Development Using K-Means Algorithm. *Jurnal Varian*, 5(2), 171–178. <https://doi.org/10.30812/varian.v5i2.1894>
- Fahim, A. M., Salem, A.-B. M., Torkey, F. A., & Ramadan, M. A. (2006). An efficient enhanced k-means clustering algorithm. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 7(10), 1626–1633. <https://doi.org/10.1631/jzus.2006.A1626>
- Fuchs, E. R. H., Combemale, C., Whitefoot, K. S., & Glennon, B. (2022). The “Weighty” Manufacturing Sector. *The Role of Innovation and Entrepreneurship in Economic Growth*, 31.
- Görenel, Z. İ. (2015). Avrupa Para Birliği'nin Sorunlu Dinamikleri ve Yunanistan Borç Krizi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 171. <https://doi.org/10.17336/igusbd.49392>
- Gövdeli, T. (2018). EKONOMİK ÖZGÜRLÜK, TURİZM VE EKONOMİK BÜYÜME: BRICST ÜLKELERİNDE KONYA BOOTSTRAP NEDENSELLİK ANALİZİ. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 379–390. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.451262>
- Jawad, M., Maroof, Z., & Naz, M. (2019). Industrial development factors: a comprehensive analysis of United States of America, European Union and China. *Quality & Quantity*, 53(4), 1763–1821. <https://doi.org/10.1007/s11135-019-00838-0>
- Jiao, R., Liu, S., Wen, W., & Lin, B. (2016). Incremental kernel fuzzy c-means with optimizing cluster center initialization and delivery. *Kybernetes*, 45(8), 1273–1291. <https://doi.org/10.1108/K-08-2015-0209>
- Kanellopoulos, A. N., & Galanis, K. (2022). Turkey's Energy Strategic Planning in the Eastern Mediterranean: Business Planning – Challenges – Adjustments. *HAPSc Policy Briefs Series*, 3(1), 95–104. <https://doi.org/10.12681/hapscpbs.30997>
- Kanungo, T., Mount, D. M., Netanyahu, N. S., Piatko, C. D., Silverman, R., & Wu, A. Y. (2002). An efficient k-means clustering algorithm: analysis and implementation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(7), 881–892. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2002.1017616>

- Karaalp-Orhana, H. S. (2019). Structural Transformation of the Turkish Economy under the Scope of Sustainable Development. *European Journal of Sustainable Development*, 8(5), 161. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n5p161>
- Karaalp Orhan, H. S. (2010). *Competitiveness of Turkey in Eurasia: A Comparison with CIS Countries*. 315–321. <https://doi.org/10.36880/C01.00210>
- Karaboga, D., & Ozturk, C. (2011). A novel clustering approach: Artificial Bee Colony (ABC) algorithm. *Applied Soft Computing*, 11(1), 652–657. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2009.12.025>
- Kaya, L., & Çadircı, Ç. (2022). Küreselleşme ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki Türkiye için Ampirik Bir Çalışma. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 539–560. <https://doi.org/10.33399/biibfad.1066278>
- Kim, Y.-I., Ko, J.-M., Song, J.-J., & Choi, H. (2012). Repeated Clustering to Improve the Discrimination of Typical Daily Load Profile. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 7(3), 281–287. <https://doi.org/10.5370/JEET.2012.7.3.281>
- Kurasawa, H., Fukagawa, D., Takasu, A., & Adachi, J. (2009). Maximal metric margin partitioning for similarity search indexes. *Proceedings of the 18th ACM Conference on Information and Knowledge Management*, 1887–1890. <https://doi.org/10.1145/1645953.1646256>
- Louwen, J. J. R., Kautsar, S. A., van der Burg, S., Medema, M. H., & van der Hooft, J. J. J. (2023). iPRESTO: Automated discovery of biosynthetic sub-clusters linked to specific natural product substructures. *PLOS Computational Biology*, 19(2), e1010462. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010462>
- Muttaqin, M. F. J. (2022). Cluster Analysis Using K-Means Method to Classify Sumatera Regency and City Based on Human Development Index Indicator. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022(1), 967–976. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1299>
- Muttaqin, M. F. J., & Zulkarnain. (2020). Cluster Analysis Using K-Means Method to Classify Indonesia Regency/City based on Human Development Index Indicator. *Proceedings of the 3rd Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering 2020*, 81–85. <https://doi.org/10.1145/3400934.3400951>
- Neyaptı, B., Taşkın, F., & Üngör, M. (2007). Has European Customs Union Agreement really affected Turkey's trade? *Applied Economics*, 39(16), 2121–2132. <https://doi.org/10.1080/00036840600735390>
- Pata, U. K. (2018). TÜRKİYE'DE KADIN İSTİHDAMI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: SİMETRİK VE ASİMETRİK NEDENSELLİK TESTLERİ İLE SEKTÖREL BİR ANALİZ. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 21, 135–150. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.391777>
- Pokharel, M., Bhatta, J., & Paudel, N. (2021). Comparative Analysis of K-Means and Enhanced K-Means Algorithms for Clustering. *NUTA Journal*, 8(1–2), 79–87. <https://doi.org/10.3126/nutaj.v8i1-2.44044>
- Regnerova, O., Šálková, D., & Šánová, P. (2021). The Importance of Industry in Modern Economies of the Globalized World in the 21st Century. *SHS Web of Conferences*, 92, 04021. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219204021>
- Saeed, M. Y., Awais, M., Talib, R., & Younas, M. (2020). Unstructured Text Documents Summarization With Multi-Stage Clustering. *IEEE Access*, 8, 212838–212854. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3040506>
- Sağdıç, E. N., Yıldız, F., & Sayın, H. H. (2020). DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR, VERGİ GELİRLERİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: KIRILGAN BEŞLİ ÜLKELER ÖRNEĞİ. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(28), 680–699. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.700148>
- Saraç, T. B. (2013). İhracat ve İthalatın Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Ege Akademik Bakis*, 13(2), 181–181. <https://doi.org/10.21121/eab.2013219486>

- Sarıdoğan, H. Ö. (2020). Kaldor'un Birinci Yasası Çerçevesinde Sanayileşme ve Büyüme İlişkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(5), 1489–1496.
<https://doi.org/10.18506/anemon.647362>
- Şit, M., & Karadağ, H. (2018). TÜRKİYE EKONOMİSİNDE KAMU HARCAMALARI-EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK TESTİ. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 33–41. <https://doi.org/10.30711/utead.382800>
- Ünlü, F. (2022). Türkiye’de Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin İşgücü Verimliliği ve İstihdam Üzerindeki Etkileri: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Istanbul Journal of Economics*, 72(2), 725–751.
<https://doi.org/10.26650/ISTJECON2021-1091191>
- Wahyuni, S. N., Khanom, N. N., & Astuti, Y. (2023). K-Means Algorithm Analysis for Election Cluster Prediction. *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, 7(1), 1.
<https://doi.org/10.30630/joiv.7.1.1107>
- Wang, C. (2023). Development of Student Biochemical Index Monitoring System Based on K-means Cluster Analysis. *2023 IEEE International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems (ICICACS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICICACS57338.2023.10100254>
- Zamani, F. E., Kusnandar, T., Silmi, F. E., & Rachman, R. (2023). Analysis of Public Service Satisfaction using Artificial Intelligence K-Means Cluster. *Majalah Bisnis & IPTEK*, 16(1), 181–187.
<https://doi.org/10.55208/bistek.v16i1.428>

ETHICAL CONSIDERATION

The authors confirm that the ethical policies of the journal, as noted on the journal's author guidelines page, have been adhered to.

In this study, all the rules specified to be followed within the scope of "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were complied with. None of the actions specified under the title of "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics", which is the second part of the directive, were not carried out.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest. The study did not provide support from any organization.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Sanayi sektörü, modern toplumların temel yapı taşı olarak ekonomik büyüme, istihdam yaratma ve yenilikçilik gibi önemli katkılar sağlar. Küreselleşme ile birlikte, sanayinin rolü daha da genişlemiş ve uluslararası ticaret ve yatırımlar aracılığıyla dünya ekonomileri arasındaki bağlantıları güçlendirmiştir. Bu süreç, ülkelerin ekonomik refahını artırma potansiyeline sahipken, aynı zamanda küresel tedarik zincirlerine entegrasyonu teşvik ederek dünya genelinde işbirliği ve ekonomik bağımlılığı artırmıştır. Özellikle gelişmekte olan ekonomiler için, sanayi kalkınmanın anahtarıdır. Sanayileşme, ekonomik dönüşümü hızlandırır, yüksek gelirli işler yaratır ve genel olarak yaşam standartlarını yükseltir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için sanayi, ekonomik dönüşümün merkezi bir unsuru ve katalizörüdür. Türkiye'nin stratejik konumu, genç ve dinamik işgücü, zengin doğal kaynaklar ve güçlü bir sanayi altyapısı ile sanayi sektörü, rekabetçiliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) tarafından hazırlanan sanayi kapasite raporları, Türkiye'nin sanayi sektöründeki mevcut durumunun objektif bir analizini sağlar. Bu raporlar, ekonomik planlama, strateji geliştirme, yatırım teşvikleri, sektörel analiz ve politika yapımı gibi alanlarda bilinçli stratejiler geliştirmeye yardımcı olur. Ayrıca, istihdam politikalarının yönlendirilmesi, rekabet gücü ve dış pazarlara erişim gibi konularda da önemli bir kaynak teşkil ederler. TOBB'un aylık bültenleri, Türkiye'deki sanayi sektörünün durumu ve gelişmeleri hakkında güncel ve detaylı bilgiler sağlar. Bu bültenler, iş dünyası, yatırımcılar, politika yapımcılar ve kamuoyu için önemli bir veri kaynağıdır. Ayrıca, Türkiye'nin uluslararası rekabet gücünü artırmak için de önemli bir platform sunarlar.

Çalışmada, 2023 yılı Sanayi Kapasite Raporu üzerinden yapılan kademeli kümeleme analizi, Türkiye'nin iş gücü yapılanmasını ve bölgesel sanayi kapasitelerini daha iyi anlamak için kullanılmıştır. Bu analiz, benzer özellikler gösteren illeri gruplandırarak, her bir grubun özgün ihtiyaçlarını ve potansiyellerini belirlemeye yardımcı olur. Hedeflenmiş ve verimli politika yapımı, kaynak dağıtımı ve kalkınma stratejileri geliştirilmesine olanak tanır. Bu da Türkiye'nin ekonomik büyüme ve kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunur.

Literatürdeki çalışmalar, sanayi kapasitesi, işgücü dağılımı ve Türkiye'nin küresel konumu gibi konuların ekonomik kalkınma üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Bu çalışmada K-means kümeleme analizi kullanılmıştır. K-means algoritması farklı alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, Wahyuni et al. (2023) seçim kümelerini tahmin etmek için K-means algoritmasını kullanarak bütçeleme risklerini azaltmaya çalışmıştır. Muttaqin (2022) Sumatra'nın ilçelerini ve şehirlerini İnsani Gelişme Endeksi'ne göre sınıflandırmak için K-means küme analizini kullanmıştır. Kümelemenin kalitesi Silhouette Skoru ile değerlendirilir. Silhouette Skoru, her bir veri noktası için, o noktanın kendi kümesindeki diğer noktalara olan benzerliği ile en yakın kümedeki noktalara olan benzerliği arasındaki farkı ölçer. Yüksek Silhouette Skoru, iyi bir kümeleme sonucunu gösterir. Bu çalışmada, K-means kümeleme analizi kullanılarak elde edilen sonuçlar Silhouette Skoru ile değerlendirilmiştir. En yüksek Silhouette Skoruna sahip küme sayısı ile analiz tamamlanmıştır.

Uygulama sırasında farklı küme sayılarıyla K-means algoritması tekrarlanmış ve en yüksek silhouette skorunu veren küme sayısı ile analiz gerçekleştirilmiştir. Kümeleme sonuçları ve Silhouette skorları Tablo 2'de sunulmuştur. Tüm illerin dahil olduğu Tablo 2'de, Kademe 1 sütununda gösterilen kümelemede illerin sayısal olarak homojen dağılmadığı gözlenmiştir. Bu durum, az sayıda il barındıran kümenin yorumlanmasını kolaylaştırırken, çok sayıda il barındıran kümenin yorumlanmasında zorluk yaşanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, çalışmada kademeli bir kümeleme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım, az sayıda eleman barındıran küme elemanlarının sonraki kademede analiz dışında bırakılarak daha homojen ve anlamlı kümelerin oluşturulmasını sağlar. Bu, kümeleme sonuçlarının daha net ve anlaşılır olmasını sağlar ve karar vericilerin daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmelerine yardımcı olur. Ayrıca, kademeli yaklaşım, çok sayıda il barındıran kümelerin yorumlanmasında yaşanan zorlukları azaltır. Kümelemeyi adım adım yaparak, her bir kademede daha az sayıda il içeren ve daha spesifik olan kümeler elde edilir, bu da analizin daha derinlemesine ve odaklanmış bir şekilde yapılmasını sağlar.

Her aşamadaki kümeleme sonuçları birleştirildiğinde Türkiye'deki iller homojen 5 kümeye (C1, C2, C3, C4 ve C5) ayrılabilmiştir. Kümelere yönelik çeşitli yönetsel çıkarımlar şöyledir.

C1 kümesindeki iller genellikle büyük metropollerden oluşur ve ülkenin ekonomik ve endüstriyel merkezlerini temsil ederler. Bu iller, yüksek teknoloji, finans, eğitim ve sağlık gibi sektörlerde güçlü bir

potansiyeye sahiptir. Bu nedenle, C1 kümesindeki illere yönelik stratejik odak, yenilikçilik ve teknoloji tabanlı ekonomik büyümeyi desteklemek olabilir. Ayrıca, bu illerdeki insan kaynakları ve altyapı yatırımlarının güçlendirilmesi, uluslararası rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlayabilir.

C2 kümesindeki iller genellikle bölgesel ekonomik merkezlerdir ve sanayi üretiminde önemli bir rol oynarlar. Bu iller, tarım, tekstil, otomotiv gibi sektörlerde güçlü bir altyapıya sahiptirler. C2 kümesindeki illere yönelik stratejik odak, endüstriyel dönüşümü desteklemek, rekabetçi avantajları güçlendirmek ve iş gücü verimliliğini artırmak olabilir. Ayrıca, bu illerdeki küçük ve orta ölçekli işletmelerin desteklenmesi ve ihracat potansiyellerinin artırılması, ekonomik çeşitliliğin ve kalkınmanın teşvik edilmesine katkı sağlayabilir.

C3 kümesindeki iller genellikle orta ölçekli şehirlerdir ve tarım, turizm, gıda işleme gibi sektörlerde faaliyet gösterirler. Bu iller, genellikle ekonomik açıdan daha zayıf durumda olabilirler ve bölgesel kalkınma politikalarıyla desteklenmelidirler. C3 kümesindeki illere yönelik stratejik odak, tarımsal ve kırsal kalkınmayı desteklemek, turizm potansiyelini artırmak ve yerel işletmelerin rekabet gücünü artırmak olabilir.

C4 ve C5 kümesindeki iller genellikle kırsal ve az gelişmiş bölgelerdir. Bu iller, tarım, hayvancılık ve doğal kaynaklara dayalı endüstrilerde faaliyet gösterirler. C4 ve C5 kümesindeki illere yönelik stratejik odak, kırsal kalkınmayı desteklemek, yerel iş gücünü güçlendirmek ve altyapıyı geliştirmek olabilir. Ayrıca, bu illerdeki işletmelerin teknoloji ve yenilik kapasitelerinin artırılması ve pazar erişimlerinin geliştirilmesi, ekonomik büyümenin ve kalkınmanın teşvik edilmesine yardımcı olabilir.

Çalışma, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki ekonomik ve endüstriyel yapıları belirlemeye ve anlamaya yardımcı olur. Bu da bölgesel kalkınma politikalarının ve ekonomik stratejilerin daha etkili bir şekilde oluşturulmasına olanak tanır. Örneğin, C1 ve C2 kümesindeki illerde yenilik ve teknoloji tabanlı ekonomik büyüme teşvik edilirken, C3, C4 ve C5 kümesinde tarımsal ve kırsal kalkınma ön planda olabilir.

Bu analiz, yatırım ve kaynak dağıtımının daha dengeli bir şekilde yapılmasını sağlayarak, bölgeler arası ekonomik ve sosyal dengesizlikleri azaltmaya yardımcı olabilir. Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'nin sanayi ve iş gücü yapılanması üzerine bir analiz sunarak, bölgesel kalkınma ve ekonomik büyüme için stratejik planlamaya katkıda bulunur.

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİLERİNİN KULLANILMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Emine Elif NEBATI¹

ÖZ

Son yıllarda, teknolojinin gelişmesi ile “rekabet” ve “dijital dönüşüm” kavramları firmalar için daha da önemli hale gelmiştir. Artan rekabet ortamında, firmalar hayatta kalabilmek için çağın gerekliliklerine uyum sağlamalı ve teknoloji ile bütünleşmelidir. “Dijital dönüşüm” kavramı pandemi süreci ile büyük bir ivme kazanmış, sadece firmalar değil devletler dahi bu dönüşüme uyum sağlamak için yatırımlarını artırmıştır. Blok zincir teknolojisi dijital dönüşümün beraberinde getirdiği inovatif bir teknolojik gelişmedir. Lojistik sektörü, blok zincir teknolojisini uygulamaya çalışan sektörlerin arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, lojistik sektöründe blok zincir teknolojisinin kullanımı ve geleceği ile ilgili bir değerlendirme yapılmış ve öneriler sunulmuştur. Bu alanda kısıtlı sayıda çalışma olması nedeniyle, çalışmanın lojistik sektöründe blok zincir teknolojisinin kullanımı ve geleceği ile ilgili yazına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Blok Zinciri Teknolojisi, Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik Sektörü

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye, emine.nebati@izu.edu.tr,  <https://orcid.org/0000-0002-3950-4279>

A RESEARCH ON USE OF BLOCK CHAIN TECHNOLOGIES IN THE LOGISTICS SECTOR

Emine Elif NEBATİ¹

ABSTRACT

With the development of technology, the concepts of "competition" and "digital transformation" have become more important for companies. The concept of "digital transformation" has accelerated with the pandemic process, and companies have increased their investments to adapt to this transformation. In increasing competition, companies must adapt to the requirements of the age and integrate with technology. The concept of "digital transformation" has accelerated with the pandemic process, and companies have increased their investments to adapt to this transformation. Block chain technology is an innovative technological development that comes with digital transformation. Recently, the logistics sector is also among the sectors trying to implement block chain technology. In this study, a research on the use and future of block chain technology in the logistics sector has been conducted and recommendations have been presented. Since there are limited studies in this field, it is hoped that the study will contribute to the literature on the use and future of block chain technology in the logistics sector.

Keywords: *Block Chain Technology, Supply Chain Management, Logistics Sector*

¹ Assistant Professor, İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, İstanbul, Türkiye, emine.nebati@izu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3950-4279>

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişimi ile, bilgi kaynaklarına erişimde hızlanmıştır. Bu durum, teknolojik gelişmelerin takibini kolaylaştırmaktadır. Pandemi ile daha fazla önem kazanan dijital dönüşüm kavramı tüm dünyayı etkileyen bir kavram haline gelmiştir. Özellikle ürün çeşidinin fazla olduğu, rekabetin arttığı günümüz dünyasında firmalar yeni bir fırsat olarak ortaya çıkan “dijital dönüşüm” kavramına önem vermektedir. Dijital dönüşüm kavramının beraberinde getirdiği teknolojik gelişmelerden biri de blok zincir teknolojisidir. İnsanların teknolojiyi kullanmasındaki temel motivasyonu; performans artışı, verimlilik ve yapılan işlemlerin kolaylıkla sona erdirilmesi olarak görülmektedir (Toraman, Merdivenci, & Tekin, 2023). Son yıllarda, gelişmiş ülkeler blok zincir teknolojisini rekabet avantajı sağlamaya yönelik kullanmak için yatırımlarını sürdürmektedir. Özellikle küresel olarak ürün çeşidinin arttığı, pazarın küçüldüğü bir ortamda rekabet oldukça artmış ve firmalar farklı rekabet kolları aramaya başlamıştır. Bu durum, firmaları ürün çeşitliliği ve kalitesinden daha çok tedarik, lojistik ve teknolojik faaliyetlere yönlendirmektedir. Firmaların uzun süre faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için tedarik yönetimine yoğunlaşmaları ve iyileştirme yapmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri, hammadde tedariklerinden ürünün son tüketiciye teslimatına kadar geçen süre içerisinde ilgili ürünün depolama, lojistik, veri ve finans akışının yönetilmesidir. Burada bulunan lojistik faaliyetler ise, tedarik zinciri içerisinde yer alan rekabet avantajı sağlamaya yönelik güçlü olması gereken halkalardan bir tanesidir. Lojistik faaliyetler; ilgili insan, ürün veya hizmetlerin ihtiyaç duyulan yere istenilen zamanda hava, deniz veya kara yolu ile teslim edilmesidir. Tedarik zincirini güçlendirmek ve rekabet açısından avantaj sağlamak isteyen firmalar için lojistik faaliyetlerin de güçlendirilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte, blok zincir teknolojisinin sağladığı avantajlar direkt olarak hatayı görüntüleyip kullanıcıların aksiyon almalarına olanak sağlamaktadır. Bu avantajlardan bazılarını, sürekli takip edilebilirlik, finansal faaliyet masraflarının minimum düzeyde olması ve işlem anında bir hata olması durumunda görüntülenebilmesi örnek verilebilir. Rekabet açısından avantaj sağlamak isteyen bir firmanın tedarik zincirini güçlendirmesi ve iyileştirmesi, tedarik zincirini güçlendirmek isteyen bir firmanın ise lojistik faaliyetlerini güçlendirmiş, geliştirmiş ve iyileştirmiş bir lojistik firması ile çalışması gerekmektedir. Lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların kendilerini sürekli olarak iyileştirmek, geliştirmek ve güçlendirmek için blok zincir teknolojisi ile bütünleşmesi gerekmektedir. Pek çok paydaşı bir araya getirerek işlem kabiliyetinin artmasını sağlayan blok zincir teknolojisinin aynı zamanda lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin rekabet gücü elde edebilmeleri noktasında da etkin olduğu ifade edilebilir (Ok & Alakaş, 2023).

Bu çalışmanın amacı, lojistik sektöründe blok zincir teknolojisinin önemini araştırmak, elde edilmiş veya edilebilecek avantajları belirlemek ve bu duruma yönelik bir araştırma yapmaktır. Ayrıca, blok zincir teknolojisinin lojistik faaliyetleri sürecinde oluşturduğu etkinin ortaya konulması, az sayıdaki akademik çalışmaya yeni bir bakış açısı oluşturması ve özellikle ulusal lojistik sektörü çalışmalarına katkı sağlanması da çalışmanın amaçları arasındadır. Çalışmanın, lojistik sektöründe blok zincir teknolojisinin kullanımı ve geleceği ile ilgili yazına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Çalışmanın sonraki bölümlerinde; literatür taraması, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri ve lojistik yönetimi ile ilişkisi, yöntem, araştırma bulguları ve son bölümde ise değerlendirme ve gelecek çalışmalara ilişkin sonuç ve öneriler yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür araştırması bölümünde, blok zincir teknolojisinin lojistik sektörü başta olmak üzere sektörlerdeki kullanımı araştırılmıştır. Yazında son yıllarda öne çıkan çalışmaların özeti Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. (Literatür Özeti)

Yazar, Yıl	İçerik Özeti
Christidis & Devetsikiotis, (2016)	Blok zincir teknolojisi ve nesnelerin interneti arasında bir ilişki olduğunu ve akıllı kontratlar ile süreçlerin otomatikleştirildiği, böylece güvenli doğrulama, maliyet ve zaman tasarrufu oluşacağını açıklamıştır.
Issaoui, Khat, Bahnasse & Ouajji, (2019)	Blok zincir teknolojisinin akıllı lojistik alanındaki uygulamalarını bilgi, ulaşım, finans ve yönetim alanlarında değerlendirmiştir.
Öz & Gören, (2019)	Tedarik zinciri yönetiminde blok zincir teknolojisinin etkisini 3 vaka analizi üzerinden uygulamalı değerlendirmiştir.

Kandiye, (2020)	SWOT analizi ile, inşaat sektöründe henüz yaygınlaşmamış blok zincir teknolojisi kullanılmıştır. Blok zincir uygulamasını inşaat sektörüne entegre edilmesi halinde sektörde gerçekleşecek iyileşmeler ele alınmıştır.
Orji,Kusi-Sarpong, Huang & Vazquez-Brust, (2020)	Yük lojistiğinde blok zincir kullanımını bir analitik ağ süreci modellemesiyle ele almış ve önceliklendirme işlemini yaparak, öneriler sunulmuştur.
Polat, (2020)	Blok zincir teknolojisinin lojistik sektöründeki rolünü değerlendirmiş ve Lojistik 4.0 için vaka analizi incelenmiştir.
Tektaş & Kırbaç, (2020)	Lojistik sektöründe blok zincir teknolojisi uygulamasını vaka ile incelemiştir. Lojistik sektörü için blok zincirin oldukça faydalı ve yenilikçi olacağı kanısına varılmıştır. Fakat uygulanabilmesi zor olduğundan ve literatürde örnekleri az olduğundan firmaların yol haritasına ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir.
Wu, (2022)	Sürdürülebilir lojistik kavramı kapsamında, atık ürünlerin geri dönüşümünde blok zincir teknolojisinin yerini değerlendirmiştir.
Bandinelli, Scozzafava, Bindi & Fani, (2023)	Gıda ürünlerinin takibi, güvenliği ve izlenebilirliği blok zincir uygulamasına ihtiyacı doğurmuştur. Çalışmada, gıda ürünlerinin tüm aşamaları boyunca tüketiciye ürün hakkında doğru ve güvenilir bilginin blok zincir teknolojisi kullanılarak aktarılması amaçlanmıştır.
Dursun & Güngör, (2023)	Blok zincir teknolojisinin limanlarda uygulanabilirliği incelenmiştir. İlgili limanlarda blok zincir alt yapısı olmamasına rağmen hazırlık çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.
Ni & Irannezhad, (2024)	Blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliği ve performansa etkisi, kurulan modeller ile incelenmiştir.
Ok & Alakaş, (2023)	Blok zincir teknolojisinin lojistik, yeşil lojistik ve tedarik zinciri yönetimine sağladığı katkılar üzerinde durulmuş, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin tarihsel gelişimine değinilmiştir. Lojistikte süreçlerin iyileştirilmesinde ve sorunların azaltılmasında etkili olan blok zincir teknolojisinin sürdürülebilirlik açısından avantajları araştırılmıştır.
Patil, Sharma, Soubhari, Ashok, Pandey, & Joshi, (2023)	Blok zincir teknolojisini endüstri 4.0 anlayışına entegre ederek üretimdeki verimliliğin artırılması, endüstri 4.0'ın teknolojik rolünün anlaşılması ele alınmıştır.
Shahzad, Xu, Baheer, & Ahmad, (2023)	Pakistan'da tedarik zincirinde blok zincir teknolojisinin kullanımının tedarik zincirinde, talep ve arz dalgalanmalarında kullanımının hükümet desteği ile kullanılışğını ve güvenilirliğini araştırmışlardır. Blok zinciri, tedarik zinciri aşamalarında kullanmanın performansı arttırdığı açıklanmıştır.
Singh, Mishra, Gupta, & Mukherjee, (2023)	Siber güvenlik alanında şeffaf, çevik ve izlenebilir bir tedarik zinciri kullanmayı amaçlayan ve bu süreçte blok zincir teknolojisinin katkısını araştıran 2012-2022 yılları arasındaki 122 çalışma incelenmiştir. İnceleme sonucunda blok zincir teknolojisinin benimsenmesi ve siber güvenlik alanında uygulanmasının katkılarına değinilmiştir. Avantajlar ve dezavantajlar tartışılmıştır.
Toraman, Merdivenci, & Tekin, (2023)	Blok zincir teknolojisinin, e-ticaretin son basamağı olan teslimat noktasında tüketiciler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Blok zincir teknolojisinin tek bir merkeze bağlı kalmamasından ve tam zamanlı veri aktarımı imkanından dolayı takip edilebilirlik kapsamında kolaylık sağlaması, tüketiciler üzerinde olumlu etkiler bırakmıştır.

Kaynak: Tablo, Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Lojistik sektörünün dijitalleşmesi ve süreçlerini şeffaf yönetebilmesi için blok zincir teknolojisinin yaygınlaşması gerekmektedir. Yapılan literatür taraması sonucunda, blok zincir teknolojisinin şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenilirlik gibi sektöre kazandırdığı gelişmelerin son zamanlarda öne çıktığı, lojistik sektörü için blok zincirin oldukça faydalı ve yenilikçi olacağı fakat, lojistik alanında yeterli kaynak olmadığı ve firmalara yol gösterici bilgilerin sunulması gerektiği kanısına varılmıştır.

3. BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE TEDARİK ZİNCİRİ

Gün geçtikçe işletmelerde önem kazanan güven, şeffaflık, izlenebilirlik ve fonksiyonellik başlıkları altında ihtiyaçları karşılayan ve adından sıkça söz ettiren, bir matematik bilimi olan blok zincir teknolojisi şirketler için güven mekanizmasıdır. Bu teknoloji için aslında veri bloklarından oluşan dağıtılmış bir veri tabanı olduğu söylenebilir. Ağdaki her bir bilgisayar veri tabanını paylaşır ve yeni bloklar oluşturur. Böyle bir mekanizmada oluşan her bir blok birbirine bağlı olduğundan, bu teknolojiye “blokchain” denir (Kandiye,2020). Bu sistemde, kişi veya şirketin kontrolü dışında sisteme ulaşmak mümkün değildir. Ortak bir fikir birliği olmadan

veri tabanında herhangi bir değişiklik yapılamaz. Bu yüzden ki blok zincir teknoloji kullanımı şirketler için bir güven mekanizması olarak nitelendirilebilmektedir. Genel olarak kripto para ve finansal işlemlerde ismi duyulsa da kullanımı diğer sektörlerde de yayılmıştır. Blok zincir teknolojisinin fonksiyonelliği, güvenilirliği, izlenebilirliği ve bilginin orijinalliği ile güvenilir olmayan bir ortam için akıllı sözleşme ilişkileri, tedarik zincirleri, zincir yönetiminde büyük bir revizyonun habercisidir (Issaoui, Khiat, Bahnasse, & Ouajji, 2019). Sadece ticaret belgelerinin dijitalleştirilmesi ve veri alışverişinin kolaylaştırılması gibi faydalar değil, aynı zamanda tüm tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleştirilmesi fırsatını da taşımaktadır (Lorenz-Meyer & Santos, 2023). Bunun beraberinde firmalar blok zincir teknolojisini kullanmanın gelecek için büyük bir yatırım olduğundan söz etmektedir.

Bu açıdan bakıldığı zaman, her geçen gün uygulama alanı artan blok zinciri teknolojisini tedarik zinciri süreçlerine uygulayarak tedarik zinciri performansını artırmak şirketler için önem arz etmektedir (Tektaş & Kırbaç, 2020). Tedarik zincirinde blok zinciri teknolojileri uygulamalarına bakıldığında, bu teknolojinin özellikle ürün izlenebilirliği, akıllı sözleşmeler, şeffaflık ve güvenlik alanlarında önemli olduğu gözlenmiştir. Bu konular aynı zamanda tedarik zinciri yönetiminde artan trafiğin neden olduğu zorluklar olarak da ifade edilmektedir. (Külahlı & Çağlıyan, 2022). Ürün izlenebilirliği ile ürünün üretiminden itibaren başlayıp son noktasına kadar ulaşmasında olan tüm aşamaları takip edebilmek kayıt alınması ve duruma göre geri dönüş verilebilmesi sağlanmaktadır. Akıllı sözleşmeler ile hazırlanmış kodlar tarafından kendi kendisini yönetebilen kontratlar, hızlı işlem olanağı sağlar ve hatayı en aza indirir. Şeffaflık özelliği ile ise bloklar içerisinde gerçekleşen işlemlerin denetimi, şeffaflık ilkesi ile sağlanmaktadır. Bloklarda bulunan katılımcıların transfer işlemlerine onay vermesi ile işlemler gerçekleşmektedir. Belirli sayıda katılımcının onaylaması sonucunda veri ve varlık aktarımı gerçekleşmektedir (Tekin, Öztürk, & Bahar, 2020).

Bu alanda çeşitli proje örnekleri bulunmaktadır. Bunlardan biri de 2018 yılında, Maersk ve IBM'in ortak girişimi olarak geliştirilen TradeLens projesidir. TradeLens, küresel ticaret ve lojistik sektöründe kullanılan önemli bir blok zincir tabanlı platform ve ekosistemidir. 2023 yılında projenin ticari olarak faaliyetlerini sürdürebilecek ölçeğe erişememesinden kaynaklı olarak sonlandırıldığı belirtilse de denizyolu taşımacılığı yapan lojistik firmalar süreçlerin daha etkin yönetilebilmesi, zaman verimliliği ve belgelendirme işlemlerinin sanal ortamda yapılabilmesi için bu projeden faydalanmaktaydı. Proje, birbirinden farklı departman ve süreçleri bir araya getirerek izlenebilirliği, şeffaflığı ve bilgi paylaşımını sağlamak için tasarlanmış olan akıllı ve güvenilir lojistik ticaret yapısını destekleyen, blok zinciri teknolojisini kullanan bir lojistik hizmet sistemidir. Veriler direkt kaynaktan sağlandığı için oldukça güvenilirdir. Bununla birlikte platformlarında blok zinciri kullanıldığını, lojistik faaliyetler, ithalat ve ihracat izinlerini, iş süreçlerinin otomasyonunu, temel işlem verilerinin güvenli ve denetlenebilir olmasını sağladıklarını açıklamışlardır (IBM TradeLens, 2021). Blok zincir teknolojisi ile firmalara, tüm aşamalarda izlenebilirlik, verilere hızlı, güvenilir ve gerçek zamanda erişim, sanal ortamda daha verimli belgelendirme süreci, şeffaflık gibi kazanımlar sunulmaktadır. Buna karşın, danışman firmalar ve lojistik sektöründeki yöneticiler TradeLens ve benzeri platformlarda özellikle ticari veri gizliliği ve şifreleme konusunda sorun olduğunu belirtmektedir.

Blok zincir teknolojisinin, tedarik zincirindeki uygulamalarından biri de lojistik faaliyetlerdir. Lojistik, malzeme yönetimi, tedarik zinciri planlaması, depolama, taşıma ve dağıtım gibi süreçleri içeren geniş bir alandır. Temel amacı, mal ve hizmetlerin uygun maliyetle, doğru yerde, doğru zamanda ve doğru şekilde ulaştırılmasını sağlamaktır. Lojistik sektöründe blok zincir teknolojisinin kullanımı ile tedarik zinciri yönetimi daha etkili ve güvenilir hale getirilmektedir. Blok zincir teknolojisi, lojistik süreçlerin optimize edilmesine, maliyetlerin düşürülmesine ve taraflar arasındaki güvenin artırılmasına yardımcı olmaktadır (Akben ve Çınar, 2018). Bununla birlikte, blok zincir teknolojisinin entegrasyonu için önemli altyapı ve teknoloji yatırımları gerekmektedir. Yasal mevzuat henüz netleşmemiştir, bu durum uygulamaları zorlaştırmaktadır. En önemli diğer iki husus ise; (1) blok zincir üzerinde tam şeffaflık sağlandığı için bazı hassas verilerin korunması zorlaşmaktadır, (2) kullanıcıların yeni teknolojiye alışması ve adaptasyonu zaman almaktadır.

4. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden yapılandırılmamış derinlemesine görüşme tekniği kullanılmıştır. Nitel araştırma; belirli bir sorunun çözümü için gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerini kullanarak algı ve olayların gerçekçi bir şekilde ele alınmasına yönelik öznel-yorumlayıcı bir süreçtir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Nitel analiz, alandan toplanan verilerden hareketle bu veriler içinde saklı olan bilgiyi keşfetmeye ve ortaya çıkarmaya çalışan bir yaklaşımdır (Özdemir, 2010). Wolcott (1994), veri analizi sürecinde üç farklı yöntemin izlenebileceğini belirtmektedir; bunlar, alandan toplanmış verilerin

rapora olduğu gibi yansıtılması, verilerin içinde yer alan anahtar faktörleri ortaya çıkaracak ve veriler arasındaki ilişki yapılarını tanımlayacak şekilde dikkatli ve sistematik bir analize tabi tutulması ve araştırmacının bakış açısıyla verilerin yorumlanmasıdır.

Derinlemesine görüşme, nitel araştırma teknikleri arasında sıkça kullanılan ve yüz yüze, internet ortamında, telefonla ve e-posta yoluyla uygulanabilen nitel bir veri toplama tekniğidir. Nitel çalışmalarda tercih edilen bu yöntem, araştırmacı ile görüşmeci arasındaki sosyal etkileşim ve iletişime dayalı olarak gerçekleşir. Derinlemesine görüşmenin amacı, görüşmecinin deneyimlerini, düşüncelerini ve algılarını ortaya çıkarmak, bilinmeyenleri gün yüzüne çıkarmak ve yeni şeyler keşfetmektir. Görüşmeden önce hazırlanmış olan bir dizi sorunun araştırmacı tarafından görüşmeciye sorulmasıyla cevap alınması şeklinde yapılır. Görüşmeler yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşme olarak üçe ayrılır. Derinlemesine görüşme tekniğinin avantajları olduğu gibi araştırmacı açısından bazı eksiklikleri de bulunmaktadır. Görüşme yöntemi, esnek, çok yönlü ve zengin verilerin toplanmasını sağladığından araştırmacıya inceleme konusuyla ilgili ayrıntılı bilgi edinme olanağı sağlar. Bu olanakların yanı sıra, görüşme tekniği, başka bilimsel ve akademik araştırma teknikleriyle sağlanamayan bilgilerin elde edilmesini sağladığı için diğer veri toplama tekniklerinden ayrılmaktadır. Yapılandırılmamış görüşme, görüşmecinin belirli bir soru setine bağlı kalmadan, konunun doğal akışına göre sorular sorduğu ve yanıtları derinlemesine araştırdığı bir tekniktir. Bu tür görüşmeler, katılımcının perspektifini ve anlamlarını daha iyi kavramak amacıyla kullanılır (Kvale & Brinkmann, 2009). Yapılandırılmamış görüşme hem açık uçlu hem de kapalı uçlu soruların görüşmecilere yöneltildiği, belirli bir plan dahilinde soruların sorulmadığı bir tekniktir. Bu görüşme türünde araştırmacı ile görüşmeci arasında araştırma konusuna dair genel bir diyalog kurulmaktadır. Yapılandırılmamış görüşme, diğer bir kişiyle yapılan sözel etkileşimin doğal akışı içinde herhangi bir görüşme protokolü olmaksızın spontane yapılan bir iletişim biçimidir (Gali, Borg & Gall, 1996). Araştırmacı, görüşme yapılan kişinin yanıtlarına bağlı olarak kendini sürekli yeniden yapılandırmak ve her verilen yanıtla bağlı yeni soruları o an hazırlamak ve sormak durumundadır. Görüşme kısmen söyleşi havasında da gerçekleşebilir. Görüşmenin esnek yapısı, görüşmeciye katılımcının verdiği yanıtlara göre soruları uyarılama ve derinlemesine inceleme olanağı tanır. Bu, araştırmacının beklenmedik veya önemli olabilecek yeni konular keşfetmesini sağlar (Patton, 2015). Yapılandırılmamış görüşme tekniğinin en önemli sınırlılığı, araştırmanın amacıyla ilgili sistematik veri toplaması için çok zaman ve enerji gerektirmesidir. Benzer şekilde, bu sınırlılık verilerin analizine de yansımaktadır. Her bir kişiye farklı sorular sorulduğu için elde edilen yanıtlar da oldukça farklıdır. Bu düzensiz verilere bağlı olarak bir örüntü elde edilmesi de oldukça güçtür (Patton, 1990). Özetle, nitel araştırmalarda derinlemesine yapılandırılmamış görüşme tekniği, katılımcıların deneyimlerini, duygularını ve düşüncelerini derinlemesine anlamak amacıyla kullanılan esnek bir veri toplama yöntemidir. Bu teknik, görüşmeciye ve katılımcıya daha fazla özgürlük tanır, böylece görüşmenin akışı doğal bir şekilde ilerler ve araştırma konusuna ilişkin daha zengin ve ayrıntılı bilgiler elde edilir.

Bu çerçevede, çalışmada, lojistik sektöründe deniz taşımacılığı alanında blok zincir teknolojisini gelişimini ortaya koyabilmek amacıyla derinlemesine yapılandırılmamış görüşme tekniği ile bir değerlendirme yapılmıştır. Bu araştırma, İstanbul'da tek bir liman işletmesi ile sınırlıdır. Araştırmanın örnekleme, İstanbul'da faaliyet gösteren bir liman işletmesinde çalışan 10 kişiden oluşmaktadır. Limanın blok zincir teknolojisi hakkında mevcut durumu ve çalışanların belirttikleri hususlar göz önünde bulundurularak 5 soru belirlenmiş ve bu sorulara yönelik değerlendirme yapılmıştır.

5. BULGULAR

Çalışmanın önceki bölümlerinde, öncelikle blok zincir teknolojisi ve blok zincir teknolojisini tedarik zinciri çalışmalarındaki rolü detaylı olarak tartışılmıştır. Bu bölümde ise, blok zincir teknolojisini tedarik zincirindeki avantajları ve dezavantajları göz önünde bulundurularak İstanbul'da bir liman işletmesinin blok zincir uygulamalarını geliştirmesine yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. Çözüm önerileri sunulan liman, denizyolu ve karayolu taşımacılığı için Türkiye'de önemli uluslararası ticaret noktalarından biridir. Liman, konteyner taşımacılığı, genel kargo ve daha birçok taşımacılık türünü uygulanabilmesi için mevcut bir alt yapıya sahiptir. Liman yıllık olarak 20 feet'e yakın konteyner taşıma kapasitesine sahiptir, bu da limanın ticaret hacminin ne kadar büyük ölçekli gerçekleştiğini göstermektedir. Denizcilik terimlerinde kullanılan feet; uzunluk gösteren ölçü birimi olarak kullanılır. 1 feet 30.48 cm uzunluğuna denk gelmektedir. Limanın, bölgesel olarak İstanbul'da faaliyet göstermesi de stratejik konumundan ötürü hem Türkiye'nin ithalatında hem ihracatında kilit bir noktadır. Liman özel bir şirket tarafından işletilmektedir. A noktasından B noktasına deniz lojistiği, kara lojistiği ve transit kargo işlemleri şirketin kendi bünyesinde yapılmaktadır.

Blok zincir teknolojisinin lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde kullanılabilmesi için daha önce de değinilen operasyonel yönetim sistemi, dağıtım, pazarlama ve satış sistemleri, finansal sistemler, üretim sistemleri ve bu sistemlerin hepsinin birbirleri ile bütünlük bir şekilde çalışabiliyor olması gerekmektedir. Aksi bir durumda bu teknoloji belli başlı katılımcılar arasında sınırlı kalacaktır. Ancak incelemeler sonucunda, önerilen blok zincir teknolojisinin diğer teknolojilerle bütünleştirilip kullanılması konusunda birtakım engeller bulunduğu anlaşılmıştır. Blok zincir teknolojisinin lojistik sektörüne fonksiyonel olarak ne katabileceğinin tam olarak bilinmemesi, oldukça yüksek maliyetli olan blok zincir teknolojisine yapılan yüksek riskli yatırımın getirisinin ne olacağının bilinmemesi, teknik altyapı oluşturulması için dış destek ihtiyacı ve personel kalitesinin blok zincir teknolojisini kullanma konusunda uyumunun ne kadar bir sürede sağlanacağını bilinmemesi karşılaşılan engellere örnek olarak verilebilir. Çalışma kapsamında, alandaki soru işaretlerinin giderilebilmesi ve karşılaşılan engellerle nasıl baş edilebileceği hakkında bazı sorular belirlenmiş ve deniz lojistiğinde blok zinciri teknolojisinin uygulanmasına yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Bu sorular, liman işletmesinde görevli 10 personelin verdiği bilgiler göz önünde bulundurularak, nitel araştırma yöntemlerinden derinlemesine görüşme tekniği ile limanın mevcut durumu, blok zincir bilinci, güvenlik, şeffaflık, yatırım, eğitim, gelecek planlarına yönelik belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Belirlenen sorular ve geliştirilen çözüm önerileri aşağıda sıralanmıştır.

1. Deniz lojistiği süreçlerindeki güvenlik ve şeffaflık açısından blok zincirin sağladığı faydalar nelerdir?

Deniz lojistik sektöründe kullanılması hedeflenen blok zincir teknolojisi operasyonlarında tüm işlemlerin şeffaf bir şekilde kaydedilmesini ve izlenmesini sağlar. İlk olarak, blok zincirin yapısında bulunan güvenlik özellikleri, veri güvenliği konusunda sektöre önemli katkı sağlamaktadır. Ağ yapısı ve şifreleme mekanizmaları sayesinde, içinde bulunan verilerin manipülasyon veya kötü niyetli müdahale riskini minimize etmektedir. Aynı zamanda, blok zincirin kimlik doğrulama özelliği, katılımcıların kendilerinde bulunan dijital kimlikleri sayesinde yetkisiz erişimi ve kimlik hırsızlıklarının önüne geçilmesine olanak sağlamaktadır. İkinci olarak, gerçek zamanlı izleme imkânı lojistik süreçlerindeki tüm katılımcılara anlık güncellemeler ve envanter durumu hakkında bilgi vermektedir. Belgeleme şeffaflığı açısından blok zincirinin sağladığı fayda tedarik zinciri için oldukça önemlidir. Çünkü blok zincir üzerinde güvenli bir şekilde saklanan belgeler, geçmişte yapılan değişiklikleri takip etmeyi kolaylaştırır ve evrak sahteciliğinin önüne geçmektedir. Ayrıca, tedarik zincir süreçlerinin izlenebilirliği sayesinde de ürünlerin hareketini izlemek mümkün hale gelir, böylece ürünlerin kökeni, geçtiği aşamalar ve taşıma koşulları şeffaf bir şekilde görülebilir. Tüm bu avantajlar, deniz lojistiği süreçlerinde blok zincirin entegrasyonu ile birlikte, daha güvenli, şeffaf ve etkili bir işlem ortamının oluşturulmasına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

2. Blok zinciri, deniz taşımacılığındaki belgeleme ve izleme süreçlerini nasıl geliştirebilir?

Lojistik sektörü gün geçtikçe karmaşık yapılanmaya başlamıştır. Operasyonlar, takip süreci, evraklandırma ve ödemeler gibi birçok süreci içerisinde barındırmaktadır. Bu süreçlerin hızlı, kolay takip edilebilir ve en önemlisi güvenilir olabilmesi çok önemlidir. Blok zincir, tüm lojistik paydaşlar arasında güvenli ve eş zamanlı veri paylaşımını mümkün kılmaktadır. Böylece, koordinasyonu artırarak süreçlerin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra, blok zincir, deniz taşımacılığı operasyonlarındaki belgeleme ve onay süreçlerini otomatikleştirir ve bu işlemlerin hızlanmasına ve maliyetlerin düşmesine katkı sağlamaktadır. Dijitalleşme ile blok zincir teknolojisinin kullanılmasıyla "akıllı kontratlar" yönetime geçileceği öngörülmektedir. Bu sayede 2 farklı operasyon birbiriyle ilişkisiz olarak güvenli, hızlı bir şekilde veri tabanı üzerinden halledilebilecektir. Çalışanlar süreçleri bu taban üzerinden izleyebileceklerdir. Belgeleme süreçlerinin yüksek maliyetlerinden ve verimsizliğinden uzaklaşılacaktır. Sahte belgecilik son bulacaktır. Tüm bilgilerin kayıtlı ve bütün olması blok zincirin en önemli faydalarından biridir.

3. Blok zincirin lojistik endüstrisinde benimsenmesini engelleyebilecek potansiyel zorluklar nelerdir ve bu zorluklar nasıl aşılanmalıdır?

Yeni bir teknoloji olduğu için yasal düzenlemelerde eksiklikler olması süreci kabullenmede zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Lojistik sektörü kendi içerisinde birden çok paydaş, depolama, tedarik gibi alanlar içerdiğinden tüm alanlara etkili olabilecek bütüncül bir yapı için standartlaşma yolunda gidilmesi gerekmektedir. Bu standartlaşma eksikliği, veri bütünlüğü, gizlilik ve entegre edilebilmesi gibi konularda sorun teşkil etmektedir. Mevcut altyapıdaki eksiklikler de bu teknolojiyi benimsemekte öne çıkan büyük problemlerdendir. Blok zincir teknolojisini öğrenilebilmesi ve farkındalığı yönünden de bilgi eksikliği vardır. Küçük ve orta işletmeler için sürecin kurulumu büyük maliyetlere yol açabilir. Blok zincir teknolojisi

yüksek hesaplama gücü ve veri depolama kapasitesi gerektirmektedir. Bu, özellikle küçük ve orta ölçekli lojistik şirketleri için yüksek maliyet anlamına gelmektedir.

Zorlukları aşabilmek için yapılabilecekler;

- İş birliği için standartlar geliştirilmeli
- Lojistik sektöründe aynı alanda olan işyerleri iş birlikleri kurarak süreci daha kolay ve hızlı atlatmalı
- Teknolojiyi test ve teşvik edebilmek adına minik projeler oluşturulmalı
- Maliyet analiz tabloları oluşturularak süreç öncesi riskler kontrol altına alınmalı.
- Blok zincir, veriler üzerinde değişiklik yapılamaz olsa da bu verilerin gizliliği konusunda endişeler bulunmaktadır. Çözüm olarak, gizlilik koruma mekanizmalarının geliştirilmesi ve kullanıcı güvenliğinin sağlanması önem taşımaktadır.

4. Deniz yolu taşımacılığında blok zincirin gelecekteki potansiyeli ve gelişim yönleri nelerdir?

Blok zincir ile deniz yolu taşımacılığında uluslararası işlemlerde artış görülebilir. Temel prensipler ile standartlaşan teknoloji daha verimli ve daha güvenli sınır ötesi işlemler sunmaktadır. Blok zincir, gelecekteki dünya için en önemli konulardan biri olan sürdürülebilirlik ve çevre temizliğine de üretim ve taşıma süreçlerinde destek olmaktadır. Yüksek maliyetli altyapısından kaynaklı olarak farklı paydaşlar arasında büyük iş birliklerinin kapısını açabilir. Bununla birlikte deniz yolu taşımacılığı firmalarında büyük inovasyonlar yapılmasına ve yatırım kararları alınmasına yardımcı olmaktadır.

5. Yakın gelecekte Türkiye’de bulunan limanlarda blok zincir teknolojisi kullanımı olur mu?

Bu sorunun cevabı aslında çalışmanın sağlamaya çalıştığı “blok zincir teknolojisini benimsemek” ten geçiyor. Limanının ve diğer limanların teknolojik altyapısının gelişebilmesi için yatırım istekliliği bulunması gerekmektedir. Türkiye’de lojistik sektörü son yıllarda dijital dönüşüme daha da önem vermektedir. Liman işletmeleri de bu yönde adımlar atmakta ve yeni teknolojileri benimsemektedir. Blok zincir, dijital dönüşüm kapsamında liman operasyonlarını iyileştirebilecek bir teknoloji olarak görülmektedir. Maliyet-etki analizleri yapılarak, uzun vadede faydalar göz önüne alınarak yatırımlar yapılmalı ve teknolojik hazırlıklara başlanmalıdır. Böylece, müşteri, tedarikçi ve paydaş taleplerini de göz önünde bulundurarak blok zincir teknolojisi yakın zamanlarda lojistik sektörü içinde çok cazip bir fırsat haline gelecektir. Bunun için öncesinde pilot çalışmalar yapılmaya başlanması önemlidir. Bu pilot çalışmalarının diğer liman işletmecilerinin teknoloji adaptasyonu içinde önemli olacağı söylenebilir. Bununla birlikte, limanların blok zincir uygulamalarına yönelik hükümet teşviklerinin ve finansal desteklerinin önemli olduğu açıktır. Vergi indirimleri, hibe programları veya düşük faizli krediler gibi teşvikler, limanların teknoloji yatırımlarını desteklemede yardımcı olacağı düşünülmektedir.

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde kullanımı, birçok avantajı beraberinde getirerek iş süreçlerini daha şeffaf, güvenilir ve etkin hale getirmektedir. Özellikle lojistik süreçlerde, otomatik işlemler, akıllı sözleşmeler ve şeffaf envanter yönetimi, işletmelerin maliyet etkinliğini arttırmada yardımcı olmaktadır.

Yapılan araştırma sonucunda, blok zincir teknolojisi uygulamalarının lojistik sektöründeki firmalara katkısının çok önemli olduğu anlaşılmıştır. Türkiye’deki limanların blok zincir teknolojisini kullanarak, operasyonel verimliliği, güvenliği, iş birliğini ve yeni iş modellerini geliştirebileceği önerilmektedir. İşlemlerin izlenebilirliği, her bir adımın işleniyor olması, tek bir merkeze bağlı olmamanın getirdiği düşük bütçeli işlemler ve eş zamanlı takip edilebilirlik lojistik sektörü için önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca uygulanan teknoloji sayesinde belgelendirme ve benzeri işlemlerde insan kaynaklı hataların ortadan kaldırılabilir olması da işleyişin sağlıklı sürdürülebilmesi için çok önemlidir. Sunmuş olduğu avantajlı durumlar sayesinde blok zincir teknolojisinin uygulanması lojistik sektöründe rekabet açısından firmaları öne geçirmek için büyük bir fırsat olarak karşımıza çıkmaktadır. Blok zincir teknolojisinin sağladığı avantajlar, güvenilirlik, şeffaflık ve takip edilebilirlik olarak ön plana çıkmış ve bu özelliklerin lojistik sektörü ile olan uyumu gözlenmiştir.

İncelenen çalışmalarda, her ne kadar blok zincir teknolojisi ile lojistik sektörünün uyumu gözlemlenmiş olsa da uygulanabilirlik konusunda birtakım engeller bulunmaktadır. Özellikle, üst yönetim ve çalışanlarda blok zincir ve uygulanabilirliği hakkında bilgi eksikliği bulunmaktadır. Diğer engellere bakıldığında ise blok zincir

teknolojisinin maliyetli olması ve blok zincir teknolojisine yapılacak yatırımların beraberinde yüksek ölçekli risk getiriyor olması üst yönetimin blok zincir teknolojisine mesafeli yaklaşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bu teknolojinin uygulanmasının kurumsal olarak faaliyet gösteren firmaların yeniden yapılandırılmasını gerektiriyor olması, bazı departmanların ortadan kaldırılmasına sebebiyet verecekken bazı departmanların ortaya çıkacak olmasına sebep olması ve bu durumların ortaya çıkaracağı zaman kaybı üst yönetimin blok zincir teknolojisine sıcak bakmasına engel olmaktadır. Ancak blok zincir teknolojisinin uygulanmasının önünde engel gibi duran bu durumların çözümleri mevcuttur. Engel gibi duran sebeplerin birçoğu bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yer alan firmalar şimdiler de blok zincir teknolojisine yatırımlarda bulunmakta ve alt yapı oluşturmaya çalışmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin de yapması gereken blok zincir teknolojisini kullanma konusunda geç kalmadan gerekli alt yapı hazırlanmalıdır. Bu süreçte, limanların blok zincir teknolojisini benimsemesi için yasal ve düzenleyici çerçevenin oluşturulması önemlidir. Blok zincir tabanlı işlemlerin hukuki geçerliliğinin tanınması, liman işletmecilerinin güvenini arttıracaktır. Bir diğer öneri ise, çalışanların bu teknolojiyi benimsemesi, uygulamaların başarısı için önem arz etmektedir. Liman çalışanlarına yönelik blok zincir teknolojisi eğitimlerinin ve farkındalık programlarının, geçiş sürecini kolaylaştırabileceği söylenebilir.

Gelecekteki çalışmalarda, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri üzerindeki etkilerini değerlendiren daha fazla iş uygulama örneği üzerine vaka analizleri gerçekleştirilebilir. Blok zincirin tedarik zinciri ve lojistik yönetimi süreçleri üzerindeki etkilerini ölçmek için performans göstergeleri veya değerlendirme kriterleri belirlenerek karar modelleri sunulabilir, birden fazla liman göz önünde bulundurularak uyum sürecindeki performansları karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abeyaratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(9), 1-10.
- Akben, İ., & Çınar, S. (2018). Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde Blockchain: Vaatler, uygulamalar ve engeller. *Anadolu I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar kongresi*.
- Bandinelli, R., Scozzafava, G., Bindi, B., & Fani, V. (2023). Blockchain and consumer behaviour: Results of a Technology Acceptance Model in the ancient wheat sector. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 8, 100117.
- Christidis, K. & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE ACCESS*, 2292-2303.
- Dursun, E., & Güngör, Ş. (2023). Blok zinciri teknolojisi ve deniz yolu taşımacılığı: Türkiye'deki limanlar üzerine bir değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 107-139.
- IBM TradeLens. (2021), <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens> / (Son erişim: 22 Kasım, 2023).
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). Educational research: An introduction. Longman Publishing.
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?. In Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, Vol. 23 (3-18).
- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Misra, S. K., Rana, N. P., 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. Berlin.
- Issaoui, Y., Khiat, A., Bahnasse, A., & Ouajji, H. (2019). Smart logistics: Study of the application of blockchain technology. *Procedia Computer Science*, 160, 266-271.
- Kandiye, A (2020). Blok Zinciri (Blockchain) teknolojisinin inşaat sektöründe kullanımı (Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul).
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing. *Sage*.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of information management*, 39, 80-89.
- Külahlı, S., & Çağlıyan, V. (2022). Tedarik zincirinde blok zinciri teknolojisi uygulamaları: sistematik bir literatür taraması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 57-75.
- Lorenz-Meyer, F., & Santos, V. (2023). Blockchain in the shipping industry: A proposal for the use of blockchain for SMEs in the maritime industry. *Procedia Computer Science*, 219, 807-814.
- Ni, L., & Irannezhad, E. (2024). Performance analysis of logistic chain: A blockchain platform for maritime logistics. *Computers in Industry*, 154, 104038.
- Orji, I. J., Kusi-Sarpong, S., Huang, S., & Vazquez-Brust, D. (2020). Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 141, 102025.
- Ok, Ş. & Alakaş E.Ö. (2023). Blok zincirin lojistik ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkileri. *Blok Zincir Dünyası*. Nobel Bilimsel Yayın. 219-237.
- Öz, S., & Gören, H. E. (2019). Application of blockchain technology in the supply chain management process: Case studies. *Journal of International Trade, Logistics and Law*, 5(1), 21-27.
- Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntem bilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-343.
- Patil, B. S., Sharma, M. K., Soubhari, T., Ashok, J., Pandey, V., & Joshi, G. (2023). Quantitative assessment of blockchain applications for Industry 4.0 in manufacturing sector. *Materials Today: Proceedings*.

- Patton, M. Q. (2015). What to observe: Sensitizing concepts. *Qualitative research and evaluation methods*, 358-363.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications.
- Polat, Ç. (2020). Lojistik 4.0 sürecinde blockchain etkisi: Bir vaka analizi. *Hava Taşımacılığı Ve Bölgesel Kalkınma Uluslararası Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 53.
- Shahzad, M. F., Xu, S., Baheer, R., & Ahmad, W. (2023). Unveiling the role of supply chain parameters approved by blockchain technology towards firm performance through trust: The moderating role of government support. *Helikon*, 9(11).
- Singh, R. K., Mishra, R., Gupta, S., & Mukherjee, A. A. (2023). Blockchain applications for secured and resilient supply chains: A systematic literature review and future research agenda. *Computers & Industrial Engineering*, 175, 108854.
- Tekin, M., Öztürk, D. & Bahar, İ. (2020). Akıllı lojistik faaliyetlerinde blok zincir teknolojisi. *Kent Akademisi*, 13 (3), 570-583. DOI: 10.35674/kent.773016.
- Tektaş, B., & Kırbaç, G. (2020). Lojistik Sektöründe blok zinciri teknolojisinin kullanılmasına yönelik bir vaka analizi incelemesi ve lojistik şirketi uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(3), 343-356.
- Toraman, Y., Merdivenci, F., & Tekin, M. (2023). Son Kilometre (Adım) Teslimatta blok zincir teknolojisinin kullanımı. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 159-169.
- Wolcott, H. F. (1994). *Transforming qualitative data: Description, analysis, and interpretation*. Sage
- Wu, J. (2022). Sustainable development of green reverse logistics based on blockchain. *Energy Reports*, 8, 11547-11553.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

ÇALIŞMANIN ETİK İZİNİ

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

ÇATIŞMA BEYANI

Araştırmada herhangi bir kişi ya da kurum ile finansal ya da kişisel yönden bağlantı bulunmamaktadır. Araştırmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

EXTENDED SUMMARY

Today, with the rapid advancement of technology, access to information resources has accelerated. This situation facilitates the tracking of technological developments. The concept of digital transformation, which has gained more importance with the pandemic, has become a concept that affects the whole world. Especially in today's world where there is a wide variety of products and competition is increasing, companies attach importance to the concept of "digital transformation" that emerges as a new opportunity. One of the technological developments brought about by the concept of digital transformation is blockchain technology. In recent years, developed countries continue to invest in infrastructure to use blockchain technology. Companies endeavor to use blockchain technology to gain a competitive advantage.

For companies wishing to strengthen the supply chain and gain advantages in terms of competition, it is necessary to strengthen and improve logistics activities. In this process, the advantages provided by blockchain technology include continuous traceability due to its decentralized nature, minimal costs of financial activities, and allowing users to directly view errors if they occur during transactions and take action. Companies operating in the logistics sector need to integrate with blockchain technology to continually improve, develop, and strengthen themselves. It can be stated that blockchain technology, which brings together many stakeholders to increase transaction capability, is also effective in enabling enterprises operating in the logistics sector to gain competitiveness (Ok & Alakaş, 2023)

The aim of this study is to investigate the importance of blockchain technology in the logistics sector, identify the advantages obtained or obtainable, and conduct research on this issue. Furthermore, it is prepared to create a new perspective on the effectiveness of blockchain technology in logistics activities and contribute to current successful practices, especially to national logistics sector studies. It is hoped that the study will contribute to the literature on the use and future of blockchain technology in the logistics sector.

In the study, firstly, blockchain technology and its role in supply chain studies were extensively researched. Then, solution proposals were presented for improving blockchain applications of a port operation in Istanbul. The port, for both sea and land transportation, is one of the major international trade points in Turkey. The port has existing infrastructure to handle container transportation, general cargo, and various other types of transportation. The port has an annual container transportation capacity of close to 20 feet, indicating the scale of its trade volume. Its operation in Istanbul regionally is also a strategic point for both Turkey's imports and exports. The port is operated by a private company. Sea logistics, land logistics, and transit cargo operations from point A to point B are carried out within the company. The aim of the study is to evaluate the blockchain infrastructure of the port based on information obtained from literature research and to make recommendations. Some of the obstacles encountered, such as not knowing exactly what blockchain technology can add functionally to the logistics sector, not knowing the return on investment of the high-risk investment in blockchain technology, the need for external support for establishing technical infrastructure, and the uncertainty of how long it will take for personnel to adapt to using blockchain technology, are given as examples. Some questions were identified to eliminate question marks and to address how to cope with encountered obstacles, and solution proposals were presented for the application of blockchain technology in sea logistics. These questions were determined in terms of the current situation of the port, blockchain awareness, security and transparency, investment and education, and future plans. Some of the identified questions and developed solution proposals are listed below.

What are the benefits of blockchain in terms of security and transparency in maritime logistics processes?

Firstly, the security features inherent in blockchain contribute significantly to data security in the sector. Through its network structure and encryption mechanisms, it minimizes the risk of data manipulation or malicious interference. Additionally, blockchain's identity authentication feature allows participants to prevent unauthorized access and identity theft through their digital identities.

How can blockchain improve documentation and tracking processes in maritime transportation?

With the use of blockchain technology through digitization, it is envisaged that "smart contracts" will come into play. Thus, two different operations can be securely and quickly managed through the database without any relation to each other.

What are the potential challenges that could hinder the adoption of blockchain in the logistics industry, and how should these challenges be overcome?

Due to being a new technology, deficiencies in legal regulations make it difficult to accept the process. Some actions that can be taken to overcome the challenges:

- Developing standards for collaboration
- Establishing collaborations among companies operating in the same field in the logistics sector to overcome the process more easily and quickly
- Creating small projects to test and encourage the technology

What is the future potential and development directions of blockchain in maritime transportation?

Blockchain supports sustainability and environmental cleanliness, which are among the most important issues for the future world, in production and transportation processes. Due to its high-cost infrastructure, it can open the door to large collaborations among different stakeholders.

Will there be the use of blockchain technology in ports in Turkey in the near future?

There needs to be an investment willingness for the technological infrastructure of the port and other ports to develop. If investments are made by considering the cost-benefit analyses and the benefits in the long term, and preparations for technology are started, blockchain technology can become a very attractive opportunity in the logistics sector in the near future by considering customer, supplier, and stakeholder demands.

As a result of the research conducted, it is understood that the contribution of blockchain technology applications to firms in the logistics sector is very important. Traceability of transactions, processing of each step, low-budget transactions due to not being dependent on a single center, and simultaneous traceability offer significant advantages for the logistics sector. Additionally, the elimination of human errors in documentation and similar processes through the applied technology is also crucial for the healthy continuation of operations. The implementation of blockchain technology presents a great opportunity for firms to gain a competitive advantage in the logistics sector due to the advantageous situations it offers. The advantages provided by blockchain technology, such as reliability, transparency, and traceability, have been highlighted, and the compatibility of these features with the logistics sector has been observed.