TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN YÜZÜNCÜ YILI

İstatistiksel ve Analitik Perspektifler: Teori ve Pratik

Editör
Sadi ELASAN

BİDGE

BİDGE Yayınları

İstatistiksel ve Analitik Perspektifler: Teori ve Pratik

Editör: Doç. Dr. Sadi ELASAN

ISBN: 978-625-372-553-2

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 25.12.2024
BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İçindekiler

Bankacılık Sektöründe Müşteri Algısı Üzerine Bir İnceleme: Aksaray İli Örneği 5

Ebrucan İSLAMOĞU 5

Aycan KAMA 5

Harun SERT 5

OCRA Yöntemi 44

Mehmet Akif KARA 44

Faiz Oranlarının Pay Senedi Getirileri Üzerindeki Etkisi: Bir Olay Çalışması 57

Salih ÇAM 57

Müşteri Analitiğinde Kendini Düzenleyen Haritalar 83

Serpil SEVİMLİ DENİZ 83

Proje Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi 104

Abdulkadir İNCİ 104

Arif Yiğit VURAL 104

Yalova İlinde PM10 Seviyesinin Tahmin Edilmesi: ARIMA Modeli ile Zaman Serisi Analizi 112

Abdulkadir KESKİN 112

Pisagor Bulanık CRITIC ve Bulanık MAIRCA Yöntemleriyle Okul Yöneticisi Seçimi 129

Engin KARAKIŞ 129

Türkiye'nin Yıllara Göre Lojistik Performansının Entropi Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri İle Değerlendirilmesi:2007-2023 Dönemi 158

Esra AYDIN ÜNAL 158

Makine Öğrenimi Teknikleri ile Konut Fiyat Tahmini: Çanakkale İli Örneği..... 1
Zeynep ÇOLAK 1

BÖLÜM I

Bankacılık Sektöründe Müşteri Algısı Üzerine Bir İnceleme: Aksaray İli Örneği

Ebrucan İSLAMOĞU[1]
Aycan KAMA[2]
Harun SERT[3]

Giriş

Bankacılık sektöründe katılım bankacılığının önemi büyüktür. Katılım bankacılığı, Dünya' da İslami bankacılık, Türkiye' de ise katılım bankacılığı olarak adlandırılmaktadır. 1960' lı yıllardan sonra çok sık gündeme gelmektedir. 1985' den sonra ise katılım

[1] Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, ebrucanislamoglu@nevsehir.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8297-7370.
[2] Dr., kamaaycan@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5008-9072.
3 Yüksek lisans öğrencisi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, HSERT@albarakaturk.com.tr, ORCID ID:0000-0002-2022-4146.
[3] Bu çalışma, Doç. Dr. Ebrucan İslamoğlu danışmanlığında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde yürütülen "Katılım bankalarında müşteri algısı üzerine bir araştırma: Aksaray ilinde bir uygulama" başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

bankaları Türkiye' de faaliyete başlamaktadır (Türkmenoğlu, 2007;29). Böylelikle faizsiz işlem yapmak isteyen kesimi de bünyesine almaktadır. Katılım bankaları çeşitli finansman hizmetleri sunmaktadır. Katılım bankaları; cari hesap yöntemi ile almış oldukları fonları, faizsiz finansman prensipleri çerçevesinde, mevduat sahiplerinden kâr zarar ortaklığı ve reel ekonomiye kazandırmaktadır. Mevduat sahipleri ile ortaya çıkan kâr veya zararı paylaşmaktadır. Son zamanlarda katılım bankaları olarak bilinen kuruluşlar faizle özleşmeyen birçok bankacılık hizmetlerini farklı farklı yöntemlerle müşterilerine sunmaktadır (Tunç, 2000; 13).

Katılım bankacılığının kurulması için dini nedenler, ekonomik nedenler ve sosyal nedenler mevcuttur. Katılım bankacılığı sisteminde yasal, düzenleyici otorite ve kurumlar nezaretinde katılım bankası kurulmaktadır. Bu kurumların denetim ve gözetimi faaliyet süresi boyunca devam etmektedir. Katılım bankaları faizsiz sisteme uygun diğer bankacılık hizmetlerini müşterilerinin kullanımına sunmakta ve bir taraftan da yatıranlardan fon toplamaya başlamaktadır. Toplanan fonlar mal veya emtia ve hizmet finansmanında kullanılır, dönem sonlarında havuzda oluşan kârdan faaliyetler dolayısıyla oluşan zararlar düşülür ve oluşan kâr veya zarar müşterilerle paylaşılır. Katılım bankalarının ülke ekonomisine önemli katkıları bulunmaktadır. Üstlendikleri tamamlayıcı rol dolayısıyla, faiz hassasiyeti sebebiyle finansal sisteme girmeyen fonların sisteme girmesini sağlamaktadır. Sadece ülke içerisinden değil yurt dışından, özellikle Körfez ülkelerinden faiz hassasiyeti nedeniyle ülkemize gelmeyen kaynağın da aktarılmasına aracılık etmektedir. Bu sayede hem ülkenin kaynak ihtiyacına destek olmakta hem de tasarruf sahiplerine kazanç sağlamaktadır. Elindeki

fon fazlasını faiz nedeniyle ekonomik sisteme dâhil etmeyen kesim mevcuttur. Katılım bankaları, bu kaynakları dolayısıyla elde edebilecekleri faydadan mahrum kalmalarını engellemekte ve gelir dağılımına olumlu katkı sunmaktadır. Yaptıkları her işlem doğrudan reel işlemlere kaynak teşkil etmektedir. Gerçek olmayan, kayıtsız hiçbir işlemi finanse etmemeleri ve her işlemde fatura istemeleri gibi, gelişmekte olan ülkelerin en önemli problemlerinden olan kayıt dışı ekonomik faaliyetler ve devletin vergi kaybı sorununu azaltıcı fayda sağlamaktadır. Bankasya (2013)' e göre katılım bankaları ödedikleri kurumlar vergisi ve KDV ile ülke hazinesine katkı sunmaktadırlar (Özbay, 2014; 73). Katılım bankalarının fon kullandırma yöntemleri; murabaha, ortaklık, selem, icare (kira), sukuk, iktina, karz-ı hasen (borç verme), tavarruk (uluslararası murabaha) ve gayri nakdi krediler şeklinde sıralanmaktadır (Albarakatürk, 2020). Katılım bankalarının belirledikleri hedefleri gerçekleştirebilmeleri amacıyla müşteri zihninde yaratılmış ve yaratılacak olan algı da büyük önem taşımaktadır. Katılım bankalarının geleceği yeri daha net belirlemek amacıyla bu bankaların hangi konularda eksik oldukları, müşteri nezdindeki yeri ve neleri ön plana almaları gerektiğini tespit etmek önemlidir. Belirtilenlere göre çalışmanın ana motivasyonu, müşteri algısının ölçülmesinin banka hedefleri ve performansıyla nasıl ilişkilendirilebileceğini anlamak ve bu ilişkiyi incelemektir. Müşteri algısının, banka hizmetleri, müşteri memnuniyeti ve rekabet avantajı gibi bankacılık alanındaki kilit faktörlerle nasıl bağlantılı olduğunu anlamak, bankaların stratejik kararlarını desteklemek ve daha etkili hizmet sunmak için önemlidir. Bu doğrultuda, çalışmanın temel amacı, müşteri algısının banka hedefleri ve performansı üzerindeki

etkisini açıklığa kavuşturmaktır. Katılım bankacılığı ve katılım bankaları tarafından sunulan finansal hizmetlerin, müşteriler tarafından nasıl algılandığını ve tercih edildiğini anlamak ve ölçmektir. Araştırmacılar, Aksaray ilindeki katılım bankacılığı hizmetlerinin yerel halk tarafından ne kadar talep gördüğünü ve bu hizmetlerin finansal ihtiyaçları karşılamada ne kadar etkili olduğunu anlamak istemişlerdir. Ayrıca, İslami bankacılık hizmetlerinin bu bölgedeki finansal tercihler üzerindeki etkisini de değerlendirmişlerdir.

Araştırmanın başlıca amacı, katılım bankalarının belirledikleri hedefleri gerçekleştirebilme yeteneklerini artırmak amacıyla müşteri algısının ne kadar hayati bir rol oynadığını araştırmaktır. Ayrıca, katılım bankalarının gelecekteki konumlarını daha net bir şekilde belirlemelerine yardımcı olabilmek için hangi alanlarda eksik olduklarını ve müşteri nezdindeki algılarını anlamak için bir çerçeve sunmayı hedeflemekteyiz. Bu çerçeve, katılım bankalarının stratejilerini geliştirmelerine ve daha etkili bir şekilde müşteri memnuniyeti sağlamalarına yardımcı olacaktır. Aynı zamanda, çalışmanın ikincil amacı olarak, Aksaray ilinde farklı demografik özelliklere sahip olan banka müşterilerinin katılım bankacılığı faaliyetlerine yönelik tutumlarını ölçerek, bu müşteri kitlesinin beklentilerini ve ihtiyaçlarını daha iyi anlamak ve bu konuda daha bilinçli kararlar almak için bir temel oluşturmaktır. Bu çalışmanın sonuçları, katılım bankalarının gelecekteki stratejilerini şekillendirmelerine yardımcı olacaktır. Katılım bankacılığı ve katılım bankalarının sunmuş olduğu hizmetlerin, müşteriler tarafından nasıl değerlendirildiğini ve talep gördüğünü incelemektir. Araştırmacılar, Aksaray ilindeki finansal hizmetlerin müşteri

algısını ve tercihlerini ölçmek ve anlamak amacıyla bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Ayrıca, çalışma, İslami finans hizmetlerinin bu bölgedeki finansal tercihler üzerindeki etkisini de değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla, bu araştırmanın öncelikli amacı, Aksaray ilinde katılım bankacılığı ve İslami finans hizmetlerinin müşteriler tarafından nasıl algılandığını ve kullanıldığını belirlemektir. Katılım bankacılığının gelişimi açısından müşterilerin katılım bankacılığı faaliyetlerine yönelik tutum ve davranışlarını ölçmek önemlidir. Bu çalışma hem katılım bankacılığı ile ilgili çalışmanın literatüre eklenmesi hem de böyle bir çalışmanın daha önce Aksaray ilinde yapılmamış olması bakımından da önem arz etmektedir.

Katılım bankacılığı ile ilgili literatür incelendiğinde, konu ile ilgili az çalışmanın mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın literatüre katkısı, hem katılım bankacılığı ile ilgili çalışmanın literatüre eklenmesi hem de benzer bir çalışmanın daha önce Aksaray ilinde yapılmamış olması bakımından da önem arz etmektedir. Karaayhan, (2008); Duramaz ve Erol, (2018); Bayındır, (2007); Çelik, (2016); Doğan, (2008); Özulucan ve Deran, (2009); Altıntaş, (2016); Tuhan, (2014); Kodra, (2017); Sırım, (2013); Yayar ve Baykara, (2012) çalışmanın savını destekleyen bazı araştırmalar olup genel olarak katılım bankacılığından bahsetmektedir. Katılım bankalarının tanımı, tarihsel gelişimi, temel ilkeleri, İslami bankalarının amaçlarını, özelliklerini, prensiplerini, Türkiye' deki tarihsel ve hukuki gelişimlerini, ekonomiye katkılarını, ortaya çıkış nedenlerini ve Türkiye' deki bugünkü durumunu, İslami bankalar ile bankacılık sektörü içinde yer alan diğer bankaların hizmetlerini, muhasebe uygulamalarını, diğer yönlerden karşılaştırmış ve

işleyişinden bahsetmektedir. Türkiye' de faaliyet gösteren geleneksel bankalar, ticari bankalar ve katılım bankalarının finansal performansları karşılaştırılmış olup çalışmalarda sermaye yeterlilik oranları, borç ödeme gücü, risklilik, likidite ve kârlılık gibi değişkenler kullanılmaktadır. Demir ve Atlı (2014) araştırmasında müşterilerin elektronik ortamda katılım bankacılığı hizmetlerinden yararlanma seviyelerini araştırmaktadır. Araştırma sonunda, katılım bankalarının geleneksel bankalara göre yasal mevzuatı daha fazla uyguladıkları ve daha güvenli bir bankacılık sistemi ile faaliyet yürüttüklerini tespit etmektedir. Katılım bankalarının geleneksel bankaların sunduğu birçok bankacılık işlemini sunmaları dolayısıyla tercih edilme oranlarının daha hızlı arttığı görülmektedir.

Müşteri algısı, bir müşterinin incelenen konuyla ilgili olan deneyimlerini değerlendirerek, müşterinin görüşünü, düşüncesini ifade etmektedir. Reklam, çevre, kişisel deneyim gibi konular müşteri algısını etkiler. Müşteri algısı ile ilgili pek çok sektörde birçok araştırma yapılmış, bu araştırmalardan bazılarından bahsetmek yerinde olacaktır. Alanyazın çalışmalarında (Gökçen ve Gönen, 2017; Güzel, 2018; Uzkurt ve Koç, 2007; Tağraf, 2007; Kipel, 2018; Uslu, 2018; Gönen, 2017; Kaya, 2016; Yüksel, 2014; Yarapsan, 2010; Toraman, Ata ve Buğan, 2015) islâmi bankacılığın işlevlerine yönelik müşteri algısı üzerine bir inceleme yapmışlardır. Banka müşterilerinin müşteri algısı anket yöntemiyle ele alınmıştır. Neticede, İslâmi finans algısının yetersiz olduğu tespit edilmiş ve İslâmi bankacılığın müşteriler tarafından yeterince bilinmediği anlaşılmaktadır. Uzar (2019) tekstil sektöründe müşteri algısı üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmada etik pazarlama stratejilerine dair müşteri algısını ve tepkisini ölçmeyi

amaçlamaktadır. Hem tüketiciler hem de şirketler için fiyat, dağıtım, bilgi paylaşımı, sözleşme veya genel bütünlük konuları esas etik konulardır. Çalışma sonuçlarına göre, cinsiyet etik konulardan fiyat ve dağıtım bakımından tüketici tepkisi açısından önemli bulunmaktadır. Tekstil sektöründe fiyat ve dağıtım açısından kadınların daha etik oldukları görülmektedir. Tüketici tepkisi için farklı etik konular genellikle cinsiyet, eğitim ve meslek gibi demografik faktörlere göre değişmektedir. Sonuç olarak, birleştirilmiş farklı etik konseptler şirketin etik davranışına öncülük ettiğinde şirketler için ürünler veya hizmetler hakkındaki pozitif tepki yeterli olmaktadır. Dağlı (2013), iç mekân tasarımının kurumsal kimliğe yaptığı katkıyı müşteri algısına etkisi üzerine etkisini incelemektedir. Tez çalışmasında anket çalışması yapılmıştır. İç mekân tasarım uygulamaları logo, yüzey, renk, materyal, mobilya ve aydınlanma olarak çalışmada sunulmaktadır. Katılımcıların çoğuna göre, şubelerin iç tasarımında uygun kimliğin oluşup oluşmadığını anlamak için anket tasarlanmaktadır. Araştırmaya göre, katılımcıların çoğu banka şubelerinin yeterli ışık, modern ve genç olması gerektiğini tespit etmiştir. Araştırmada; bir banka şubesinde en önemli unsurların aydınlatma ve renk olduğu ortaya çıkmaktadır. Çünkü aydınlatma müşterinin şirketin vermek istediği mesajı almayı ve algılamayı sağlamaktadır. Nalçacı (2012)' nın tezinde önemle üzerinde durduğu konulardan biri hizmet sektöründe belirgin bir imaj yaratmaktır. Hizmet sektöründe gerçeği yansıtmasa da olumlu-olumsuz imajlar oluşabilmektedir. Kurum açısından öncelikle olumsuz algılama varsa bunun sebebi saptanmalıdır. Daha sonra durumu düzeltmeye yönelik çabalara gidilmelidir. Çalışmada müşterilerin ve çalışanların imaj ve hizmet

kalitesi algıları karşılaştırılmaktadır. Tez çalışmasında 192 anket yapılmış, anketin güvenilirliği oldukça yüksek bulunmuştur. Elde edilen analiz sonuçları yorumlanmaktadır. Genel olarak şu sonuç elde edilmiştir, banka imajını etkileyen en önemli unsurun personel davranışı olduğu tespit edilmektedir. Yazıcı (2016) çalışmasında finansal sistemlerin sunduğu ürünleri anlatmaya çalışmaktadır. Küresel finansal kriz gibi sorunların yaşanmaması için bu ürünleri ve bunların finansal krizleri önleyebilme gücünü anlatmaya çalışmaktadır. Atar (2017) ise çalışmasında İslam ekonomisi, İslami finans, İslami bankacılığın ortaya çıkışı ve gelişimi, Dünya' da İslami bankacılık, Türkiye' de İslami bankacılık ve İslam bankacılığının problem alanlarını konu almaktadır. Kara (2006)'da tezinde katılım bankası personelinin eğitimi konusunu ele almaktadır. Çalışmada katılım bankalarının özelliklerini, geçirmiş oldukları tarihi süreci, personel eğitimi konusunu, daha sonra da hizmet içi eğitim konusu incelemektedir. Analiz aşaması için, anket çalışması yapılmış ve çözüm önerileri sunulmaktadır. Hancı (2007) çalışmasında katılım bankalarında sigortacılık işlemlerini ele almaktadır. Sigorta türleri, sigortacılığın Dünya ve Türkiye' deki gelişimi, sigortacılığın pratik ve teorik yönden incelenmesi, sigortacılık, sigorta arz ve talebi, ülkemizdeki sigorta faaliyetleri ve sigortacılık sektörünün karşılaştığı sorunlar üzerinde durulmaktadır. Daha sonra İslâm bankacılığından yani katılım bankacılığından bahsetmektedir. Ardından sigorta çeşitleri, İslâm hukukunda sigorta, katılım bankalarında yürütülen sigortacılık işlemleri ve bu hizmetin nasıl yürütüleceğinden bahsedilmektedir. Çalışma sonunda, elde edilen bilgiler değerlendirilip, öneriler ve ulaşılan sonuçlar ortaya konulmuştur. Öner (2018) faizsiz sigortacılığı incelemektedir.

Çalışmada Tekâfül Sigortacılık Sisteminden bahsetmektedir. Bu sistem İslami esaslara göre çalışmaktadır. Temel olarak ortaklık, yardımlaşma ve faizsizlik esasına dayanır. Katılım Sigortacılığı Yönetmeliği ile ilk defa katılım sigortacılığının yasal zemini oluşturulmaktadır. Ancak sektörün büyümesi ve yaygınlaşması için uzun dönemde planlanması daha sağlıklı olmaktadır. Sektörün diğer ülkelerdeki gibi büyüyeceği düşünülmektedir. Çonkar, Canbaz ve Arifoğlu (2018) ekonomik büyüme ile finansal gelişim arasındaki ilişkiyi ele almaktadır. Bu nedenle, sabit sermaye yatırımları (SSY) ile Türkiye' deki mevduat bankaları toplam kredileri ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaca göre, Granger nedensellik analizi Toda-Yamamoto yaklaşımı ile yapılmıştır. Arslan (2017), Musa (2015) faizsiz bankacılığı helal-haram ölçüleriyle değerlendirmektedir. Dünya ve Türkiye' de literatürde konu ile ilgili az çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Faizsiz bankacılık sayesinde muhafazakâr kesimin tasarrufları bankacılık sistemine girmiş, ihracat artmış ve çok sayıda sivil toplum örgütü kurulmaktadır. Katılım bankacılığı faaliyetlerine göre kurallar; faizin yasak olması, haramdan kaçınma, sözleşmeye bağlılık gibi kurallardır. Ülkelerin ideal finans sistemi oluşturabilmeleri için Uluslararası İslami Finans Standartlarına uyum sağlamaları gerekmektedir. Türkiye bu konuda gecikmektedir. Katılım bankaları 1983 yılında "Özel Finans Kurumu" olarak adlandırılmaktadır. Daha sonra "Katılım Bankacılığı" unvanını almaktadır. Katılım bankalarında istikrarlı büyümenin devam etmesi için şubeleşme ve personel sayısının arttırılması gerekmektedir.

Yöntem

Araştırmanın bu kısmında, araştırmanın amacı, yöntemi, konusu, örneklemi, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, araştırmanın hipotezleri ve verilerin analizi hakkında bilgi verilmektedir. Çalışmada yüz yüze görüşme yoluyla 415 kişiye anket yapılmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi neticesinde, veriler simetrik olmayan dağılım gösterdiğinden parametrik testler elde edilen verilere uygulanmaktadır. Varyans analizi (anova) ve bağımsız örneklemler için t testi (independent samples t test) istatistiksel testleri kullanılarak demografik yapıya göre karşılaştırma yapılmış, ortaya çıkan farklılıklar kıyaslama sonucunda çalışmada yorumlanmaktadır. Szczepanowicz (2011)' nin çalışması araştırmaya kaynaklık etmektedir.

Araştırmanın amacı ve önemi

Araştırmada, farklı demografik özelliklere sahip olan banka müşterilerinin katılım bankacılığı faaliyetleri ile ilgili tutumlarını ölçmek amacıyla Aksaray ilinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Katılım bankacılığının gelişimi açısından müşterilerin katılım bankacılığı faaliyetlerine yönelik tutum ve davranışlarını ölçmek önemlidir. Bu çalışma hem katılım bankacılığı ile ilgili çalışmanın literatüre eklenmesi hem de böyle bir çalışmanın daha önce Aksaray ilinde yapılmamış olması bakımından da önem arz etmektedir. Çalışmanın özgünlüğünün en belirgin sebebi, uygulama alanının bankacılık sektörü olarak seçilmesidir. Müşteri algısını ölçmenin birkaç amaç ve önemi bulunmaktadır:

Ürün ve hizmet geliştirmek: Müşteri algısını anlamak, bir işletmenin ürün ve hizmetlerini geliştirmesine yardımcı olabilir. Müşterilerin ne tür özellikleri veya hizmetleri tercih ettiğini ve

beklentilerini anlamak, yeni ürünlerin veya hizmetlerin tasarımında önemli bir rol oynar.

Rekabet avantajı: Müşteri memnuniyeti ve olumlu müşteri algısı, rekabet avantajı sağlayabilir. Müşterilerin işletmeye bağlılığını artırarak ve olumlu deneyimlerini paylaşarak, yeni müşteriler çekmek ve sadık bir müşteri tabanı oluşturmak daha kolay hale gelir.

Pazarlama ve iletişim: Müşteri algısı, işletmenin pazarlama stratejilerini etkiler. Müşteri algısını pozitif yönde etkilemek için doğru mesajları ve iletişim stratejilerini oluşturmak önemlidir. Müşteri geri bildirimleri, bu stratejilerin etkisini ölçmek için kullanılabilir.

Sorun giderme: Müşteri algısını ölçmek, potansiyel sorunları veya memnuniyetsizlikleri erken teşhis etmeye yardımcı olabilir. Bu da işletmenin hızlı bir şekilde sorunları çözmesine ve müşteri memnuniyetini artırmasına olanak tanır.

Karar verme: Müşteri algısı verileri, işletme yöneticilerine stratejik kararlar almak için temel bilgiler sunar. Örneğin, hangi ürünlerin daha fazla tanıtım gerektirdiği veya hangi pazarlarda büyümek için fırsatlar olduğu gibi.

Sonuç olarak, müşteri algısını ölçmek işletmelerin müşterilerini daha iyi anlamalarına, hizmetlerini geliştirmelerine ve rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olan önemli bir araçtır.

Araştırmanın Konusu

Katılım bankacılığı, faiz dışı esasına göre çalışmaktadır. Faizsiz bankacılık sistemi, Türkiye' de katılım bankacılığı olarak bilinmektedir. Katılım bankalarının geleneksel (konvansiyonel) bankalara karşı rekabet edebilmesi için banka müşterilerinin tutum ve davranışlarının tespit edilmesi önemlidir. Bu amaçla, Aksaray ilindeki banka müşterilerinin katılım bankacılığı işlevlerine göre tutum ve davranışlarını anket çalışması ile ölçmek amacıyla bir uygulama gerçekleştirilmektedir. Araştırma hipotezleri tüm sorulara uygun şekilde oluşturulup kurulmuştur.

H0 (Yokluk Hipotezi): Aksaray ilindeki müşterilerin çoğunluğu geleneksel bankacılık hizmetlerini tercih etmektedir.

H1 (Alternatif Hipotez): Aksaray ilindeki müşterilerin çoğunluğu katılım bankacılığı hizmetlerini tercih etmemektedir.

Ayrıca çalışmada devletin katılım bankası kurmasının İslami bankacılığı tercih etme üzerine etkisinin olup olmadığını belirtmek amacıyla özellikle incelenmiştir.

Hipotez aşağıdaki şekilde kurulmuştur.

H0: Devletin katılım bankası kurmasının İslami bankacılığı tercih etme üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

H1: Devletin katılım bankası kurmasının İslami bankacılığı tercih etme üzerine anlamlı bir etkisi vardır.

Veri toplama aracı ve verilerin toplanması

Araştırmanın yönteminde yapılan anket çalışması, veri seti ve örneklem hakkında bilgi verilmektedir. Çalışmada, banka müşterilerinin katılım bankacılığı işlevleri ile ilgili tutum ve davranışlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bilgi toplama aracı

olarak anket kullanılmıştır. Veriler yüz yüze toplanmıştır. Anket çalışması iki bölümden meydana gelmektedir. Anketler, 2019 yılının son altı ayı içerisinde toplanmıştır.

Örnekleme yöntemi

Araştırmanın evrenini Aksaray ilindeki banka müşterileri oluşturmaktadır. Ancak zaman ve maliyet kısıtlı olması sebebiyle örneklem seçimi yapılmaktadır. Tesadüfi olmayan örneklem yöntemlerinden kolayda örneklem yöntemi ile 415 kişi örnekleme dâhil edilmektedir. Anket formu iki kısımdan oluşmaktadır. Anket formunun birinci bölümünde, cevaplayıcıların demografik özellikleri ile bir katılım bankasını tercih edip etmemeleri ile ilgili sorular yer almaktadır. İkinci bölümünde ise katılımcıların katılım bankacılığı ile ilgili bilgi düzeylerini ve katılım bankalarına olan tutumlarını ve davranışlarını ölçmeye yönelik sorulara yer verilmektedir. İlk iki kısımda Szczepanowicz (2011)' in kullandığı anket Aksaray ili halkına uygulanmaktadır. Anket soruları Savaşan vd. (2015)' in düzenledikleri anketten uyarlanmıştır. İlk bölümün anket soruları on üç sorudan oluşmuş, ikinci bölümün anket soruları ise on sekiz sorudan oluşmaktadır. Anket çalışmasını yapmadan önce pilot uygulama yapılmıştır. Anketin uygulanacağı örneklem belirlenmiş ve analiz aşamasına geçilmiştir. Çalışmada anket hazırlanmış, ön test aşaması gerçekleştirilmiş, veriler toplanmış, veriler analiz edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Literatürden uyarlanan ifadeler beşli likert ölçeği kullanılarak test edilmektedir. (1=Kesinlikle katılıyorum, 2=Katılıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılmıyorum, 5=Kesinlikle katılmıyorum). Güvenilirlik katsayısı Cronbach Alpha hesaplandığında $\propto = 0,748$ olarak bulunmaktadır. Ölçeğin faktör yükü aşağıdaki gibidir.

Tablo1. Ölçek faktör yükleri

Soru maddeleri	Faktör yükü
İslami bir bankayla çalışmayı düşünür müsünüz?	,605
İslami bankacılık ürün ve hizmetlerinin tanıtımı yeterince yapılıyor mu?	,605
İslami bankacılığı ne düzeyde ulaşabilir buluyorsunuz?	,667
İslami bankacılıkla ilgili bilgi düzeyinizi nasıl değerlendirirsiniz?	,639
İslami bankacılığın size uygun yatırım ürünleri sunduğunu düşünüyor musunuz?	,647
İslami bankacılıktaki katılımcılık esasının geleneksel bankacılıktan daha faydalı olduğuna inanıyor musunuz?	,514
İslami bankacılık sektöründe yatırım yapmak sizin için ne kadar önemlidir?	,681
Sizce İslami bir banka sizin fonlarınızı ne kadar iyi yönetebilir?	,737
İslami bankacılık ve geleneksel bankacılık arasında bir tercih yapmak durumunda kalırsanız İslami bankacılığa yatırım yapmayı tercih eder misiniz?	,620
İslami bankacılıkla ilgili reklam veya ilanlarla karşılaşma sıklığınız nedir?	,740
İslami bankacılığa yatırım yaparken dini açıdan ne ölçüde zorunluluk hissediyorsunuz?	,560
İslami bankacılığı finansal amaçlarım doğrultusunda düşünürüm.	,668
İslami bankacılık geleneksel bankacılığın iyi bir alternatifidir.	,615

Genel olarak finansal sistemde faiz esası geçerli olduğu için İslami bankacılık gerçekçi değildir.	,541
İslami bankacılık kredi alma konusunda geleneksel bankacılıktan daha iyi fırsatlar sunar.	,648
İslami bankacılık çok geniş bir yelpazede yatırım fırsatları sunmaktadır.	,661
Geleneksel bankacılıkla kıyaslandığında İslami bankacılık benzer yatırım fırsatları sunmaktadır.	,612
Devlet katılım bankası (faizsiz banka) kurmalıdır.	,627
Devletin katılım bankası kurması halinde bankacılık işlemlerimi (kredi kartı, havale vb.) bu bankada yaparım.	,551
Devletin katılım bankası kurması halinde birikimimi bu bankada değerlendiririm.	,611
Devletin katılım bankası kurması halinde finansman ihtiyacıma yönelik (konut, otomobil vb. alımı) işlemlerimi bu bankada yaparım.	,555
Devletin katılım bankası kurması halinde ticari (faizli) bankalarla çalışmaktan vazgeçerim.	,569
Devletin katılım bankası kurması halinde özel sektör katılım bankaları ile çalışmaktan vazgeçerim.	,613
Devletin katılım bankası kurması devlete (yönetime) olan güvenimi arttırır.	,551
Devletin katılım bankası kurması halinde faizsiz bankacılık sistemine güvenim artar.	,568
Devletin kurduğu katılım bankasına, özel katılım bankalarından daha çok güvenirim.	,633
Devletin katılım bankalarının işlem maliyetlerinin diğer bankalara göre daha düşük olacağını düşünüyorum.	,629

Devletin katılım bankalarından daha düşük maliyetle finansman sağlanacağını düşünüyorum.	,593
Ticari bankalara kıyasla devletin kurduğu katılım bankaları ile çalışmayı tercih ederim.	,672
Özel katılım bankalarına kıyasla devletin kurduğu katılım bankaları ile çalışmayı tercih ederim.	,536
Devletin kurduğu katılım bankaları özel sektör bankalarına göre daha hantal ve verimsiz çalışır.	,539
Devletin katılım bankası kurması İslami finansal ürünlerin çeşitlenmesine katkı yapar.	,643
Devletin katılım bankası kurması katılım bankacılığı sektöründe haksız rekabet oluşturur.	,640
Devletin katılım bankası kurması rekabeti artırmak suretiyle müşteriler lehine piyasanın gelişmesine katkı yapar.	,534
Devletin katılım bankası kurması özel katılım bankalarına yeni bir ivme kazandırır.	,650
Devletin katılım bankası kurması özel katılım banklarının insani kaynaklarını olumsuz etkiler.	,535
Devlet tarafından kurulacak katılım bankasının faizli bir devlet bankasının alt kuruluşu olmasını doğru bulmuyorum.	,717

Ancak her bir katılımcının verdiği yanıtları önemsediğimiz ve mümkün olduğunca şehrin tüm demografik yapısını içerin bir çalışma olmasını istediğimiz için, çalışmamızda 415 kişi üzerinden yapılan analizlere yer verilmektedir. Çalışmanın amacını oluşturan, her bir madde (değişken) için istatistik olarak anlamlı ayrışmayı sağlayıp sağlamadıklarının araştırılması için, bağımsız gruplar arası fark testleri uygulanacaktır. Bu testler, gözlem değerlerinin bazı

varsayımları sağlayıp sağlamamalarına göre parametrik ve parametrik olmayan testler olarak ayrışmaktadırlar. Genellikle öncelikle varsayımlar araştırılarak parametrik testlerin uygulanıp uygulanamayacağı araştırılmakta, varsayımların herhangi bir veya bir kaçının ihlali durumunda parametrik olmayan testlere başvurulmaktadır. Gruplar arası farkları test eden parametrik varyans analizlerinin ilk varsayımı, karşılaştırılacak her bir grup için normal dağılımın sağlanmasıdır. Bu kapsamda ilk olarak gruplarda normallik testleri gerçekleştirilmiş olup, gözlem sayısı 50' nin altında olan gruplarda Shapiro-Wilk, diğer gruplarda Kolmogorov-Smirnov testi tercih edilecektir. Elde edilen bulgular ilgili test istatistiğine ait p değeri 0,05' ten büyük olduğu için 'dağılım normal dağılım gösterir' şeklindedir. Ayrıca Tabachnick ve Fidell (2013) çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayılarının -1,5 ile +1,5 arasında olduğu için veriler simetrik dağılım gösterdiğinden çalışmada elde edilen verilere parametrik (parametrik) testler uygulanmaktadır. Verilere ait grafikler de incelendiğinde grafiklerin de normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Normal dağılıma ait veriler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo2. Normal dağılım ile ilgili çarpıklık ve basıklık değerleri

İslami bir bankayla çalışmayı düşünür müsünüz?		
Faizli Özel Banka		
Skewness	-0,162	0,281
Kurtosis	-0,833	0,555

Özel Katılım Bankası		
Skewness	-0,145	0,203
Kurtosis	-1,281	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	-0,153	0,261
Kurtosis	-0,964	0,517
İslami bankacılık ürün ve hizmetlerinin tanıtımı yeterince yapılıyor mu?		
Faizli Özel Banka		
Skewness	0,305	0,281
Kurtosis	-0,810	0,555
Özel Katılım Bankası		
Skewness	0,268	0,203
Kurtosis	-1,017	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	0,401	0,261
Kurtosis	-0,857	0,517
İslami bankacılığı ne düzeyde ulaşabilir buluyorsunuz		
Faizli Özel Banka		
Skewness	0,529	0,281
Kurtosis	-0,721	0,555
Özel Katılım Bankası		
Skewness	0,435	0,203
Kurtosis	-0,622	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	0,191	0,261
Kurtosis	-1,274	0,517
İslami bankacılıkla ilgili bilgi düzeyinizi nasıl değerlendirirsiniz?		
Faizli Özel Banka		
Skewness	0,176	0,281
Kurtosis	-0,954	0,555
Özel Katılım Bankası		
Skewness	0,213	0,203
Kurtosis	-0,901	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	0,642	0,261
Kurtosis	0,292	0,517
İslami bankacılığın size uygun yatırım ürünleri sunduğunu düşünüyor musunuz?		
Faizli Özel Banka		
Skewness	0,193	0,281

Kurtosis	-0,696	0,555
Özel Katılım Bankası		
Skewness	0,029	0,203
Kurtosis	-1,097	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	0,126	0,261
Kurtosis	-0,672	0,517
İslami bankacılıktaki katılımcılık esasının geleneksel bankacılıktan daha faydalı olduğuna inanıyor musunuz?		
Faizli Özel Banka		
Skewness	0,334	0,281
Kurtosis	-1,215	0,555
Özel Katılım Bankası		
Skewness	0,396	0,203
Kurtosis	-1,071	0,404
Faizli Devlet Bankası		
Skewness	0,779	0,261
Kurtosis	-0,160	0,517

Yığındaki birey sayısı bilindiğinden dolayı örnek sayısı,

$$n = \frac{N\,t^2\,pq}{d^2\,(N-1) + \,t^2\,pq}$$

formülü ile elde edilmektedir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004;49-50). N; yığındaki birey sayısını (384), n; örnekleme alınacak birey sayısını, p; incelenen olayın görülüş sıklığını (0.50), q; incelenen olayın görülmeyiş (0.50) sıklığını, t; belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yanılma düzeyinde t tablosundan bulunan teorik değeri (1.96) ve d ise olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen sapmayı (0.05) belirtmektedir.

Verilerin analizi ve bulgular

Anket formunun birinci kısmında yer alan demografik bilgiler için frekans ve yüzde olmak üzere temel istatistiki veriler verilmektedir.

Tablo 3.Katılımcıların demografik özelliklerinin dağılımı

Demografik Bilgiler	**Değişkenler**	**Frekans**	**%**
Cinsiyet	Kadın	246	58,6
	Erkek	169	40,2
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Yaş Grubu	20 yaş ve altı	72	17,1
	21-30 yaş arası	189	45
	31-40 yaş arası	92	21,9
	41-50 yaş arası	34	8,1
	51-60 yaş arası	22	5,2
	61 yaş ve üzeri	6	1,4
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Eğitim Düzeyi	İlk ve Orta Öğrenim	47	11,2
	Ön Lisans	67	16,0
	Lisans	260	61,9
	Lisansüstü	41	9,8
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Medeni Hali	Evli	139	33,1
	Bekar	263	62,6
	Dul	13	3,1
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Gelir Getirici Bir İşte	Çalışanlar	255	60,7
	Çalışmayanlar	148	35,2
	Emekliler	10	2,4
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Çalıştığı İşyeri	Emekliyim	13	3,1

	Kamu sektöründe	126	30,0
	Özel sektörde	136	32,4
	Kendi işimde	140	33,3
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100
Ailenin Aylık Ortalama Gelir Aralıkları	1000 TL ve altı	46	11,0
	1000-2000 TL arası	123	29,3
	2000-3000 TL arası	110	26,2
	3000-4000 TL arası	64	15,2
	4000 TL ve üstü	72	17,1
	Toplam	415	98,8
	Eksik veri	5	1,2
	Toplam	420	100

Analiz aşamasında, bağımsız iki örneklem t testi, tek yönlü varyans analizi (one way anova) ve çoklu karşılaştırmalar için posthoc testleri yapılmıştır. Elde edilen veriler detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve genel olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

- İslami bankacılıkta etkili olan faktörler cinsiyete göre karşılaştırılmaktadır. İslami bankacılık ve geleneksel bankacılık arasında bir tercih yapmak durumunda kalanların İslami bankacılığa yatırım yapmayı tercih ettikleri görülmektedir.
- İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin yaş grubuna göre karşılaştırılmakta ve karşılaştırma sonuçlarına göre, İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin yaş grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.
- İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin eğitim düzeyine göre karşılaştırılması yapılmaktadır. İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin eğitim düzeyine

göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

- İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin medeni hale göre karşılaştırılması yapılmaktadır. İslami bankacılık ve geleneksel bankacılık arasında bir tercih yapmak durumunda kalınırsa İslami bankacılığı tercih edenler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Medeni hale göre, evli olanların ortalamaları bekâr olanların ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, evli olanların İslami bankacılığa yatırım yapmayı daha çok tercih ettikleri tespit edilmektedir.
- İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin gelir getirici bir işte çalışıp çalışmama durumuna göre karşılaştırılmaktadır. Buna göre anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Gelir getirici bir işte çalışanlar ve çalışmayanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Gelir getirici bir işte çalışıp çalışmama durumuna göre, çalışanlar İslami bankacılığı çalışmayanlara göre daha ulaşılabilir bulmaktadır. Aynı şekilde, çalışanların İslami bankacılıkla ilgili bilgi düzeyleri çalışmayanlara göre daha fazladır. Çalışmayanlara göre, İslami bankacılık kredi alma konusunda çalışanlara göre geleneksel bankacılıktan daha iyi fırsatlar sunmaktadır. Çalışmayanlar çalışanlara göre, İslami kurallara uygun oldukları için sıklıkla İslami bankacılığı kullanmaktadır. İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin kişinin çalıştığı işyerine göre

karşılaştırılması sonucu olarak İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin kişinin çalıştığı işyerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

- İslami bankacılıkta etkili olan faktörlerin ailenin aylık ortalama gelir aralıklarına göre karşılaştırılması bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Ailenin aylık ortalama gelir aralıklarına göre, 1000 TL-2000 TL arası ve 2000 TL-3000 TL arası harcama yapanların İslami bankacılığa yatırım yaparken dini açıdan zorunluluk hissettikleri görülmektedir. Ayrıca lsd (least significant difference) testi sonuçlarına göre, ailenin aylık ortalama gelir aralıklarına göre, 1000 TL ve altı harcama yapanlar ile 1000TL-2000 TL arası harcama yapanların, 1000 TL-2000 TL arası harcama yapanlar ile 2000 TL-3000 TL arası harcama yapanların ve 1000 TL-2000 TL arası harcama yapanlar ile 4000 TL ve üstü harcama yapanların İslami bankacılığa yatırım yaparken dini açıdan önemli ölçüde zorunluluk hissettikleri görülmektedir.

- İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin finansman sorunlarının çözümünde başvurduklarımıza göre karşılaştırdığımızda, İslami bir bankanın sizin fonlarınızı ne kadar iyi yönetebileceğine ilişkin olarak cevaplayıcılar ya sadece katılım bankalarını tercih etmektedir ya da hiçbir bankayla çalışmayıp kendi özkaynaklarını kullanabileceklerini düşünmektedir.

- İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin bankacılık işlemlerine göre karşılaştırdığımızda, İslami bankacılığı finansal amaçları doğrultusunda düşünen cevaplayıcıların sadece katılım bankalarını tercih ettikleri görülmektedir.
- İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin katılım bankalarının ürünlerine göre karşılaştırılması İslami bir bankanın fonlarınızı ne kadar iyi yöneteceğine ilişkin olarak, cari hesabı, katılım hesabını, bireysel krediyi ve fatura ödemelerini tercih ettikleri görülmektedir. İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin katılım bankalarının ürünlerine göre karşılaştırdığımızda, İslami bankacılığa yatırım yaparken dini açıdan ne ölçüde zorunluluk hissettiğinize ilişkin olarak, cevaplayıcılar cari hesabı, ticari krediyi, kredi kartını ve fatura ödemelerini kullanabileceklerini düşünmektedir.
- İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin katılım bankalarının ürünlerine göre karşılaştırdığımızda, genel olarak finansal sistemde faiz esası geçerli olduğu için İslami bankacılığın gerçekçi olmadığına ilişkin olarak menkul kıymet işlemlerinin diğer işlemlerden farklı olduğu görülmektedir.
- İslami bankacılık ile ilgili olan faktörlerin katılım bankalarının ürünlerine göre karşılaştırdığımızda, İslami kurallara uygun oldukları için sıklıkla İslami bankacılığı kullandığımıza ilişkin olarak cari hesap,

katılım hesabı ve fatura ödemelerinin önemli olduğu görülmektedir.

- Araştırmada ayrıca Aksaray ilinde devletin katılım bankası kurmasına ilişkin yine bu bankayı tercihin nasıl olduğunu görebilmek amacıyla Tablo 4' teki analiz yapılmıştır.

Tablo 4.İslami bankacılığını tercihin devletin katılım bankası kurmasına ilişkin basit regresyon analizi sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Olasılık
Sabit katsayı	2.298235	0.135767	16.92773	0.0000
R-kare	0.035765	Akaike bilgi kriteri		0.731451
Düzeltilmiş R-kare	0.033430	Schwarz kriteri		0.750865
Regresyon standart hatası	0.347978	Hannan-Quinn kriteri		0.739128
Sum squared resid	50.00957	Durbin-Watson istatistiği		1.196573
Log likelihood	-149.7762			
F istatistiği	15.31890			
F istatistiğinin olasılığı	0.000106			

Bağımlı değişken: İslami bankacılığı tercih etme

Bu çalışma, Aksaray ilinde farklı demografik özelliklere sahip banka müşterilerinin katılım bankacılığı ile ilgili tutumlarını ölçmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın hipotezi, devletin katılım bankası kurmasının İslami bankacılığı tercih etme üzerine anlamlı bir etkisi olup olmadığını test etmektir. Çalışmada, banka müşterilerinin demografik özelliklerinin, katılım bankacılığı tercihlerini nasıl etkileyebileceğini incelemek için bir çerçeve

oluşturulmuştur. Bu nedenle, çalışmanın amacı ile hipotezi arasında bir bağlantı kurularak, demografik faktörlerin katılım bankacılığı tercihleri üzerindeki etkisini araştırmak istenmektedir. Bu nedenle basit regresyon analizi yapılmıştır. Devletin katılım bankası kurmak istemesinin bu bankacılığı tercihi üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla basit regresyon analizi uygulanmaktadır. Tablo4' e göre regresyon analizi sonucu incelendiğinde Düzeltilmiş R^2 *=0,03;* $F_{1;413}$ *=15,318; p<0,05* tespit edilmektedir. Bu sonuçlara göre, İslami bankacılığı tercih etmedeki varyansın %3,34' ünün devletin katılım bankası kurmak istemesi ile açıklandığı söylenebilir. Analiz sonucuna göre, devletin katılım bankası kurmak istemesinin

($\beta = 2{,}298$ *; p<0,05)* bu bankayı tercihi pozitif yönde etkilediği tespit edilmektedir. Bu bulguya göre hipotez desteklenmektedir. Devletin katılım bankası kurmasının İslami bankacılığını tercihi üzerinde 0, 177 puanlık bir artışa yol açtığı görülmektedir. Devletin katılım bankası kurması, İslami bankacılığı tercih etmenin %3' ünü açıklamaktadır.

Sonuç

Ülkemizde katılım bankacılığının önemli bir potansiyele sahip olduğu ancak gelişiminde bazı engellerle karşılaştığı bir gerçektir. Bu çalışma, katılım bankacılığının Aksaray ilindeki işlevini ve toplum içindeki konumunu daha iyi anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın odak noktası, katılım bankacılığına dair toplumsal farkındalığı artırmaktır. Bu amaçla, Aksaray ilinde hane halkına anket uygulanmış, elde edilen veriler ile katılım bankacılığının yerel toplum üzerindeki etkisi ve algısı analiz edilmiştir. Çalışma, katılım bankacılığına daha fazla dikkat çekmeyi,

maddi sermayeyi artırmayı ve altyapıyı güçlendirmeyi teşvik etmek amacı taşımaktadır. Ayrıca, bu çalışma, katılım bankacılığının önündeki engelleri anlamak ve bu alandaki yatırımları artırmak için bir rehber sunmayı hedeflemektedir. Ülkemizde katılım bankacılığının varlığı ve gelişimi yeterince önemsenmemektedir. Bu konuda daha fazla bilincin oluşması için yetişmiş insan kaynağının bulunması, maddi sermayemizi arttırmamız ve alt yapımızı güçlendirmemiz gerekmektedir. Katılım bankacılığının uzun yıllar yasal çerçeve içerisine dahil edilmemesi, söz konusu bankalara yönelik yatırımın yetersiz olması, faaliyetlerin yabancı kaynaklı yatırımla yürütülmesi ve bu bankaların bireylerin tercih etme durumunda arka sıralarda olmasından dolayı beraberinde pek çok sıkıntıları getirmektedir. Bu çalışma, Aksaray ilinde bankacılık sektöründe katılım bankacılığının işlevini ve toplumdaki yerini araştırmaya yöneliktir. Bu amaçla Aksaray ili hane halkına anket uygulanmıştır. 415 adet anket analize uygun bulunmuş ve veri seti bu anketlere verilen cevaplardan oluşturulmuştur. Bu kapsamda öncelikle katılımcıların profilinin ve anket sorularına verilen cevapların frekans dağılımları özetlenmiştir. Daha sonra katılımcıların anket sorularına verdikleri cevapların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunup bulunmadığı varyans analizi (anova) ve bağımsız örneklemler için t testi (independent samples t test) ile sınanmıştır. Çalışmamızın neticesinde Toraman vd. (2015;774) çalışması ile benzer sonuçlar elde edildiği tespit edilmiş olup katılım bankacılığı üzerine yapılan çalışmaların az ve yetersiz olduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre, çalışan bireyler çalışmayanlara kıyasla katılım bankalarını daha ulaşılır bulmakta ve katılım bankaları ile ilgili

belirli bir düzeyde bilgi sahibi olduklarını ifade etmektedirler. Kişilerin çalıştıkları işyerlerinin banka seçiminde çok fazla etkili olmadığı ifade edilmektedir. İslami bankacılığı tercihte neredeyse tüm bireylerin kendilerini zorunlu hissettikleri görülmektedir. Araştırma sonucuna göre, bireylerin finansman ihtiyacını karşılamada bankaları tercih ederim diyenler içerisinde katılım bankası ya da geleneksel banka noktasında ciddi bir fark bulunmamaktadır. Bankacılık hizmetleri için katılım bankacılığını tercih eden katılımcıların benzer şekilde finansman ihtiyaçları için katılım bankalarını tercih ettikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Genel olarak, katılımcıların İslami bankacılığı hizmet alma noktasında önceliklendirdikleri görülmektedir. Bu sonuç araştırma hipotezimizi destekler niteliktedir. İslami bankacılık, İslam'a dayalı finansal prensiplere göre işleyen bir finansal sistemi ifade eder. İslami bankacılık, geleneksel bankacılık sistemlerinden farklı olarak İslam hukukuna (şeriat) uygun olarak tasarlanmıştır. İslami bankacılık, İslam dünyasında ve bazı diğer ülkelerde büyümeye devam ediyor. Müşteriler için faizsiz finansal ürünler sunması ve ahlaki prensiplere dayalı bir yaklaşım benimsemesi nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak her pazarda uygulama farklılıkları olabilir ve İslami bankacılığın başarısı, yerel, ekonomik, hukuki ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişebilir. İslami bankacılığın gelişimi için insanların bu bankalara daha rahat ulaşmaları sağlanmalı, İslami bankacılığa yönelik seminer, konferans verilmeli ayrıca konu ile ilgili reklamların arttırılması önerilmektedir. Katılım bankalarının kamu ve özel sektör kurumlarıyla daha fazla işbirliği yapması, finansal hizmetlere erişimi artırabilir. Gelecekte benzer çalışmaların farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkelerde, farklı sektörlerde ve farklı

kültürlerde yapılması önerilmektedir. Ayrıca çalışmada müşteri algısı yerine müşteri sadakati, müşteri tatmini gibi değişkenlerde ele alınabilir. Katılım bankacılığına yönelik müşteri eğitimi önemlidir. Müşterilere katılım bankacılığının temel kavramları, faydaları ve işleyişi hakkında bilgi verilmelidir. Bu durum, katılım bankacılığına olan güveni artırabilir. Katılım bankaları, müşterilerine çeşitli İslami finansal ürünler sunmalıdır. Müşterilerin farklı ihtiyaçlarını karşılayacak ürünlerin bulunması önemlidir. Katılım bankaları, dijital bankacılık kanallarını etkin bir şekilde kullanarak müşteriye daha kolay ve erişilebilir hizmetler sunabilir. Mobil uygulamalar, online hesap açma ve diğer dijital hizmetler önemlidir. Bankalar, müşterilerine işleyişleri hakkında şeffaf bir şekilde bilgi vermeli ve iletişim kanallarını açık tutmalıdır. Müşterilere düzenli olarak hesap özetleri ve işlem bildirimleri sunulmalıdır. Katılım bankaları, topluma katkıda bulunan sosyal sorumluluk projelerine yatırım yapmalıdır. Bu, bankaların toplum nezdinde olumlu bir imaj oluşturmasına yardımcı olabilir. Katılım bankacılığının faydalarını ve değerini vurgulayan etkili reklam ve pazarlama kampanyaları düzenlenmelidir.

Katılım bankaları, diğer finansal kurumlar, sivil toplum kuruluşları veya yerel yönetimlerle işbirlikleri kurarak daha geniş bir müşteri kitlesine ulaşabilirler. Gelecekteki çalışmalara yönelik ilerleme alanlarını belirlemek için daha fazla araştırma yapılmalıdır. Özellikle katılım bankacılığının farklı bölgelerde ve farklı demografik gruplar arasında nasıl algılandığını anlamak için daha fazla çalışma gerekebilir. Anket çalışması, kısıtlardan dolayı sadece Aksaray ilinde uygulanmıştır. Bu nedenle, tüm mevcut ve potansiyel banka müşterilerinin İslami bankacılık faaliyetlerine yönelik tutum

ve davranışlarını yansıtmayabilir. Anket formunun diğer illerde ve farklı kesimlere uygulanmasıyla birlikte daha güvenilir sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır. Ayrıca çalışmadaki anket formu genişletilebilir. Anketlerin yanı sıra, katılım bankalarının müşterileriyle derinlemesine görüşmeler yaparak daha ayrıntılı görüşler ve deneyimler edinilebilir. Katılım bankacılığı ile geleneksel bankacılık arasındaki farkları daha fazla analiz ederek, müşteri tercihleri ve algıları daha iyi anlaşılabilir. Teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek, katılım bankacılığı hizmetlerini daha yenilikçi ve verimli hale getirmek için teknolojiye yatırım yapılmalıdır. Katılım bankacılığı sektörünün sağlıklı bir şekilde büyümesi için uygun regülasyon ve denetim mekanizmalarının oluşturulması önemlidir. Katılım bankalarının faaliyetlerinin İslami finans prensiplerine uygun olduğunu sağlamak için denetimler sıkılaştırılabilir.

Kaynakça

Akhan, A. (2010). Katılım bankaları ile mevduat bankalarının müşteri odaklılıklarının karşılaştırılması, *Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Afyon.

Akkuş, H. T. (2017). Türk bankacılık sektöründeki katılım bankalarının finansal istikrarının stres testi yöntemi ile analizi, *Doktora Tezi*, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe ve Finansman Bilim Dalı, Balıkesir.

Aladağ, A. S. (2010). Türkiye' de bireysel bankacılığın katılım bankalarındaki gelişimi ve bir katılım bankası uygulaması, *Yüksek lisans tezi*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama bilim dalı, Konya.

Albarakatürk, A. (2020). Bankacılık Ürün ve Hizmetlerimiz, *Kurumsal Yayın*.

Altıntaş, K. M. (2016). Katılım bankacılığı çerçevesinde alternatif bir sigorta sistemi: Tekafül sigorta sisteminin Türkiye' de uygulanabilirliği, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(2), 115-142. https://doi.org/10.11616/basbed.vi.455247.

Atar, A. (2017). Başlangıcından günümüze Dünya' da ve Türkiye' de İslami Bankacılığın Genel Durumu, *Tarih, Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 6*(4), 1029-1062, Doi: http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v6i4.1079.

Bağcı, H. (2013). Ticari bankalar ile katılım bankalarının karlılık performanslarının topsis yöntemi ile karşılaştırılması,

Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Finansman Programı, İzmir.

Bayındır, S. (2007). Asya ve Afrika Kültürünün Dünya' ya Bir Armağanı: Faizsiz Bankacılık, *38. ICANAS, Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, Bildiriler: Ekonomi, Ankara, Türkiye.

Çalık Bildirici, E. (2016). Geleneksel bankalar ile katılım bankalarının finansal performanslarının Basel III kriterleri açısından kıyaslanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Bilim Dalı, Van.

Çalık Bildirici, E. ve Aygün, M. (2017). Geleneksel Bankalar ile Katılım Bankalarının Finansal Performanslarının Basel III Kriterleri Açısından Kıyaslanması, *Journal of Current Researches on Business and Economics, 7*(2), 47-64. doi: 10.26579/jocrebe-7.2.4.

Çelik, İ. (2016). Katılım Bankaları ve Denetleme Sorunsalı, *Anka E-Dergi,1*(1), 29-43.

Çonkar, M. K., Canbaz, M. F. ve Arifoğlu, A. (2018). Mevduat ve Katılım Bankaları Kredilerinin Ekonomik Büyüme İle İlişkisi: Ekonometrik Bir Analiz, *AKÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *20*(1), 1-11. doi no: 10.5578/jeas.61920.

Çoşkun, A. (2008). Katılım bankalarının bankacılık sektöründeki yeri ve önemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Politikası Bilim Dalı, İstanbul.

Demir, Ö. ve Atlı, Y. (2014). Katılım Bankalarında İnternet Bankacılığı: Elazığ İli Örneği, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 24(2), 191-203. https://doi.org/10.18069/fusbed.81653.

Doğan, M. (2013). Katılım ve Geleneksel Bankaların Finansal Performanslarının Karşılaştırılması: Türkiye Örneği, *Muhasebe ve Finansman Dergisi,* (58).

Doğan, S. (2008). Katılım bankaları ve ekonomiye etkileri: Türkiye örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Soysal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Duramaz, S. ve Erol, İ. (2018). Banka Müşterilerinin Katılım Bankası Tercihlerine Yönelik Bir Araştırma: Ege Bölgesi Örneği, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 25*(1), 251-267.

Gökçen, G. ve Gönen, İ. (2017). Katılım Bankalarının Finans Sektörü İçindeki Yeri ve Katılım Bankalarına Yönelik Müşteri Algısı, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2*(1), 61-77. https://dergipark.org.tr/tr/pub/fesa/issue/30826/322647.

Güderoğlu, M. (2017). Konaklama işletmelerinde gelir yönetimi uygulamalarının müşteri algısı (Konya ilinde bir araştırma), *Yüksek Lisans Tezi,* Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Turizm İşletmeciliği Bilim Dalı, Konya.

Gürdal, T. (2008). Türkiye' de Faiz Dışı Fazla ve Borçların Sürdürülebilirliği (1975-2007 Dönemi), *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10*(2), 417-442. https://dergipark.org.tr/tr/pub/akuiibfd/issue/1628/20417.

Güzel, İ. (2018). Modüler Tasarımın Müşteri Algısı Üzerindeki Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Mühendislik Yönetimi Programı, İstanbul.

Hancı, M. (2007). Katılım bankalarında sigortacılık işlemleri ve uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Konya.

Haneef, M. A. M. (1997). Islam, the Islamic worldview, and Islamic economics, *IIUM Journal of Economics&Management5, 1,* 39-65. https://dergipark.org.tr/tr/pub/sid/issue/30103/324780.

https://dergipark.org.tr/tr/pub/gopsbad/issue/48544/616294

Kalaycı, İ. (2013). Katılım Bankacılığı: Mali Kesimde Nasıl Bir Seçenek?, *Uluslararası Yönetim, İktisat ve İşletme Dergisi 9*(19), 51-74, http://dx.doi.org/10.11122/ijmeb.2013.9.19.397.

Kara, M. (2006). Katılım bankalarında personel eğitimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bankacılık Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.

Karaayhan, İ. (2008). Bankalarda performans değerlendirme ve Türkiye' de faaliyet gösteren katılım bankaları üzerinde bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe Finansman Bilim Dalı, Konya.

Kaya, B. (2013). Katılım bankalarında bireysel emeklilik sistemi ve işleyişi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İşletme Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Kaya, E. (2016). Gayrimenkul sektöründe emlak firmalarının kurumsal markaya sahip olmasının müşteri algısına etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İşletme Bilim Dalı, İstanbul.

Kipel, B. (2018). Türk hava yollarının bilet satış hizmet kalitesine ilişkin müşteri algısındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kodra, A. (2017). Katılım bankalarının Türkiye ekonomisine katkıları, *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Finans Enstitüsü, Tartışma metinleri*.

Mollavelioğlu, M. Ş. ve Kanberoğlu, Z. (2016). *İslam İktisadına Yaklaşımda Yöntemsel Sorunlar,* Umuttepe Yayınları, İstanbul.

Musa, O. (2015). Turistik ürün çeşidi olarak helal turizm konsepti uygulayan konaklama tesislerinde müşteri algıları, *Yüksek Lisans Tezi,* Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Anabilim Dalı, Balıkesir.

Müflis ASYA Katılım Bankası A.Ş., Ticari/Kurumsal, 2023, http://www.bankasya.com.tr(6.11.2023).

Nalçacı, F. (2012). Banka imajını müşteri algısına etkisi, çalışanın ve müşterinin banka algısı: bir banka örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İşletme Eğitimi Ana Bilim Dalı, Bankacılık Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.

Öner, M. H. (2018). Katılım Sigortacılığı Yönetmeliği Perspektifinde İslami Sigortacılığı Gelişimi, *Journal of Emerging Economics and Policy, 3*(1).

Özbay, F. (2014). Katılım bankacılığı ve Türkiye' deki uygulamaları, *Yüksek Lisans Bitirme Projesi*, Gediz Üniversitesi, TKBB, İzmir.

Özulucan, A. ve Deran, A. (2009). Katılım Bankacılığı ile Geleneksel Bankaların Bankacılık Hizmetleri ve Muhasebe Uygulamaları Açısından Karşılaştırılması, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(11), 85-108.

Pehlivan, P. (2016). Türkiye' de Katılım Bankacılığı ve Bankacılık Sektöründeki Önemi, Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi,* (31), 296-324. https://doi.org/10.11611/yead.447962.

Sakarya, B. ve Kaya, Y. (2016). Katılım Bankaları Mevduat Bankalarından Farklı mı Çalışıyor?, *Forth Coming in: Ekonomik Yaklaşım,* 1-21, https://mpra.ub.uni-muenchen.de/69196/.

Saraç, M. (2012). *Finansal Yönetim*, Sakarya Yayıncılık, Sakarya.

Savaşan, F. (2015). *Renkli Kampüsler*, PESA Görüş Yazısı. http://www.pesa.org.tr.

Sırım, V. (2013). Türkiye' de Faizsiz Bankacılık Sektörünün Son 10 Yılı ve Beklentiler, *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 2*(3), 185-200. https://dergipark.org.tr/tr/pub/hakisderg/issue/7579/99493.

Szczepanowicz, A. (2011). Unconventional banking in a conventional environment: Islamic banking and finance in the USA (Doctoral dissertation, Georgetown University).

Şahin, M. (2010). Örgüt kültürü ile bilgi paylaşma tutumu arasındaki ilişki üzerine Türk katılım bankacılığı alanında bir araştırma, *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yönetim Organizasyon Bilim Dalı, İstanbul.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.

Tağraf, H. (2007). Tüketicideki Güven Oluşumunda Müşteri Algısını Etkileyen Satıcı Tutum ve Davranışlarına Yönelik Bir Analiz: Akşehir' de Bir Uygulama, *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 2(*1), 225-256.

Toraman, C. Ata, H. A. ve Buğan, M. F. (2015). İslami Bankacılık Faaliyetlerine Yönelik Müşteri Algısı Üzerine Bir Araştırma, *Gaziantep University Journal of Social Sciences, 14*(4), ss. 761-779. http://jss.gantep.edu.tr

Tuhan, A. (2014). Katılım bankacılığı ve Türkiye uygulamaları, *Yüksek Lisans Tezi*, Bilecik Şeyh Ebedali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Bilecik.

Tunç, H. (2000). Soru ve Cevaplarla ÖFK' lar, *Bereket Dergisi,* 3(10), 13.

Türkmenoğlu, R. E. (2007). Katılım bankacılığı ve Türkiye'deki finansal yapı, *Yüksek Lisans Tezi*, Kırıkkale Üniversitesi.

Unutkan, Ö. (2015). Katılım Bankalarından Sağlanan Kredilerin TMS ve TFRS Kapsamında Değerlendirilmesi: Bir Uygulama, *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7*, 58-75.

Uzar, Ö. (2019). Customer perception and customer response to ethical marketing in textile ındustry, *Master' s Thesis*, Bahcesehir University, The Institude of Social Sciences, İstanbul.

Uzkurt, C. ve Koç, U. (2007). Tüketicilerin Müşteri Değeri Algıları Üzerine Bir Çalışma, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8*(1). https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogusbd/issue/10991/131528.

Yarapsan, M. (2010). Basın ilanlarının basım aşamasında kullanılan farklı ve yenilikçi malzemelerin müşteri algısına etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Grafik Tasarım Ana Sanat Dalı, İstanbul.

Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Sağlık ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Bir İncelenmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13*(2), 27-47. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogusbd/issue/11002/131647.

Yayar, R. ve Baykara, H. V. (2012). TOPSİS Yöntemi İle Katılım Bankalarının Etkinliği ve Verimliliği Üzerine Bir Uygulama, *Business and Economics Research Journal, 3*(4), 21-42.

Yazıcı, R. (2016). Finansal Krizlerin Önlenmesinde Katılım Bankacılığı Sisteminin Rolü Üzerine Bir Değerlendirme, *Sakarya İktisat Dergisi,5*(1), 59-82.

Yazıcıoğlu, Yahşi - Erdoğan, Samiye (2004), *SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Detay Yayıncılık, Ankara.

Yüksel, M. S. (2014). Modern pazarlamada yeni bir yaklaşım: Retro pazarlamanın tüketici algısına etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.

BÖLÜM II

OCRA Yöntemi

Mehmet Akif KARA[1]

Giriş

Gittikçe karmaşıklaşan yaşam içerisinde hem bireysel hem kurumsal olarak karar verme süreçleri defalarca yaşanmaktadır. Bu karar verme süreci insanın düşünce yapısına paralel bir biçimde sürekli gelişimi ve değişim içerisinde bulunan dinamik bir süreçtir. Gelecekte yaşanması muhtemel bir durum hakkında birey ya da kurumların belirsizlik ve rekabetin hızlı bir değişim/gelişim süreci içinde bulunması ile birlikte karar verme sürecinin gittikçe zorlaştığı/önemli hale geldiği aşikârdır. Özellikle, teknolojide yaşanan hızlı değişim ve bilginin küresel hale gelmesine bağlı olarak yeni problemlerde açığa çıkmaktadır. Tüm bu yaşananlara bağlı olarak karar verme sürecine ilişkin yeni yöntemler geliştirilmektedir.

[1] Dr.Öğr.Üyesi, Giresun Üniversitesi, İİBF Fakültesi, İşletmte Bölümü, Giresun/Türkiye, Orcid: 0000-0003-4308-9933l, akifkara28@gmail.com

Bu bağlamda etkin ve verimli bir karar sürecinin yürütülmesi için sistematik ve bilimsel yaklaşımlar geliştirilmiştir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKVV) yaklaşımları bu sorunsal üzerinden inşa edilmiş ve gelişmeye devam etmektedir. Hem teorik hem de uygulama sahası giderek gelişen ve yaygınlaşan ÇKKV yöntemleri aynı zamanda karar destek sistemlerinin önemli bir bileşenidir.

Karar destek sistemleri, karar teorisi, iktisat, veri tabanı araştırması, yapay zeka, yönetim bilimi, matematiksel modelleme gibi farklı alanlardan bilgi ve teorileri kullanmaktadır (Kou, Shi ve Wang, 2011; Şahin, 2022). Karar analizi, bir kararın bütün yönleriyle tanımlanması, değerlendirilmesi ve en uygun sonucu üreten karara dayalı olarak harekete geçmesini içermektedir. Literatür incelendiğinde karar analizinin üç kategoride ele alındığı görülmektedir. Bunlar;

- Tek amaçlı karar verme
- Karar destek sistemleri
- Çok kriterli karar verme olarak sınıflandırılmaktadır.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöneylem araştırmasının bir dalıdır. Karar analizinin en çok kullanılan yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemler, çok sayıda kriter ve alternatifin olduğu süreçlerde en iyi alternatifi belirlemek amacıyla sayısal veya sözlü kriterler kullanmak üzere oluşturulmuş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Zardari vd. (2018) çok kriterli karar verme sürecini 8 adım üzerinde tariflemektedir.

1. Problemi tanımlama
2. Problemin çözümü için gereksinimler

3. Çalışmanın amaç ve hedeflerinin belirlenmesi
4. Alternatiflerin belirlenmesi
5. Çalışmanın amaç ve hedeflerine göre kriterlerin belirlenmesi
6. Çok kriterli karar verme tekniğine karar verme
7. Seçilen ÇKKV tekniğinin kullanılması
8. Model sonuçlarının kontrol edilmesi

ÇKKV problemleri Çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve Çok nitelikli karar verme (ÇNKV) olarak iki temel kategoride incelenmektedir. Seçim/değerlendirme gibi problemler için ÇNKV, tasarım problemleri için ise ÇAKV yöntemleri kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme modern ve çağdaş karar biliminin önemli bir parçasıdır. Yaşanan hızlı teknolojik ve iktisadi büyüme neticesinde birden fazla sorunla karşılaşan karar vericileri desteklemeyi amaçlamaktadır.

OCRA Yönteminin Gelişimi ve Literatür İncelemesi

OCRA (Operational Competitiveness Rating) yöntemi parametrik olmayan bir modele dayanan göreceli performans ölçüm yaklaşımıdır. 1994 yılında Parkan tarafından geliştirilmiştir (Parkan, 1994). Bu yöntem farklı alanlarda farklı karar birimlerinin karşılaştırılabilmesi imkanı sunması ve kullanışının basit olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ortaya koyulduğu tarihten itibaren farklı karar birimlerinde uygulanmıştır. OCRA yöntemi farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile entegre bir biçimde uygulanmaktadır. Son yıllarda bulanık küme temelli olarak farklı

operatörler kullanılarak bulanık temelli OCRA yöntemi de literatürde yer almaktadır.

OCRA yöntemi başlangıçta katma değerli ürünler yaratmak için kaynak tüketen bir dizi üretim biriminin performans ölçüsünü değerlendirmek için ortaya atılmıştır. Bu yöntemin uygulanmasına yönelik ilk adım, fayda sağlamayan veya girdi kriterlerinin tercih derecelerinin belirlenmesidir. İkinci adım, çıktı kriterlerinin tercih derecelerinin belirlenmesidir. Son adımda ise uygulanabilir alteranatiflerin genel tercih dereceleri hem kardinal hem de ordinal veriler dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu yöntem, kriterlerin göreceli önemi açısından karar vericinin içgüdüsel tercihlerini dikkate almaktadır. Dikkate alınan alternatiflerin tahmini tercih dereceleri, karar vericinin kriterler için tercihini yansıtmaktadır. Bu yöntemin temel faydası, göreceli kriter ağırlıklarının alternatiflere bağlı olduğu ve farklı alternatifler için kriterlere farklı ağırlık dağılımlarının tesis edildiği ve bu kriterlerden birkaçının aday alternatiflerle ilgili olmadığı çok kriterli karar verme problemleriyle de ilgilenebilmesidir (Chakraborty, Chattarjee ve Das (2024).

OCRA Yöntemi birçok farklı konu ve alanda uygulanmıştır. İnsan kaynakları temin ve seçimi, web site performansının değerlendirilmesi, finansal performansın belirlenmesi, desen programı seçimi gibi farklı konularda farklı yöntemlerle entegre edilmiş bir biçimde uygulanmıştır.

İngilizce literatürde OCRA ile yapılan çalışmalar incelendiğinde; Deveci vd. (2024) fermatean bulanık mesafe ölçüsü tabanlı OCRA yöntemini kullanarak metaverse akıllı ulaşım sistemi uygulama alternatifleri, Amalia (2024) OCRA yöntemini kullarak

kullanıcı değerlendirmelerine dayalı en iyi otel seçimi, Ulutaş vd. (2020) gri PIPRECIA ile gri OCRA yöntemlerine dayanan yeni bir hibrit çok kriterli karar verme modeli ile personel seçimi, Işık ve Adalı (2016) SWARA yöntemi ile OCRA yöntemini bütünleşik olarak kullandığı çaışmasında en iyi otel seçimi uygulaması, Madic vd. (2015) ise geleneksel olamayan işleme süreçlerinin seçimi uygulamalarını gerçekleştirmiştir.

Türkçe literatürde ise; Elmas ve Özkan (2021) BİST Ulaştırma ve Depolama sektöründe yer alan işletmelerin finansal performanslarını bütünleşik SWARA-OCRA yöntemi ile analiz etmiştir. Ercan ve Kundakçı (2017) çalışmalarında ARAS ve OCRA yöntemlerini kullnarak bir tekstil işletmesi için desen programı seçimi uygulaması gerçekleştirmiş ve iki yöntemi karşılaştırmıştır. Karaköy ve Ölmez (2019) ülkelerin lojistik performanslarını OCRA yöntemi ile sıralamıştır. Altıntaş (2022) OECD içerisinde yer alan Avrupa ülkelerinin Uluslararası Vergi Rekabetçiliği Endeksi bileşen verilerini kullanarak IVP tabanlı OCRA yöntemi ile ülkelerin performanslarını ölçmüştür. Çanakçıoğlu ve Küçükönder (2020) BIST imalat sanayinde yer alan Taş, Toprak Endeksindeki çimento işletmelerinin finansal performans ve etkinliklerini aşamalı bir yaklaşım ile değerlendirmiştir. Çalışmada Entropi, OCRA ve VZA (Veri Zarflama Analizi) yöntemleri kullanılmıştır. Doğan (2023) çalışmasında CRITIC yöntemi ile OCRA yöntemini bütünleşik olarak kullanmış ve OECD ülkelerinin inovasyon performanslarını ölçmüştür. Çilek ve Karavardar (2022) çalışmalarında Entropi ve OCRA yöntemlerini kullanarak özel sermayeli ticaret bankalarının verimlilik analizini gerçekleştirmiştir. Demirci (2022) çalışmasında tedarikçi seçimi problemini SWARA temelli OCRA yöntemiyle

gerçekleştirmiştir. Kara (2023) turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin web sitesi performansının sıralanmasında MEREC-OCRA bütünleşik yöntemini, Kara ve Smai (2024) bir tekstil işletmesi için insan kaynakları temin ve seçiminde Entropi temelli OCRA yöntemini kullanmıştır.

OCRA Yönteminin Uygulama Adımları

OCRA Yöntemi esas itibariyle üç temel adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar; kriter ve alternatiflerin belirlendiği karar matrisi, performans değerlerinin hesaplanması ve toplam tercih değerlerinin hesaplanmışıdır. Yöntemde üç girdi değişkenine ihtiyaç vardır. Bu değişkenler; karar matrisi, method vektörü ve ağırlık vektörüdür. *Method vektörü* her bir kriterin fayda veya maliyet olma durumunu içermektedir. *Ağırlık vektörü* ise her bir kriterin göreli ağırlıklarını içermektedir. OCRA yönteminde, normalleştirme adımında sıfıra bölme hatasını önlemek için girdi ve çıktı kriter değerlerinin pozitif olduğu varsayılmaktadır.

Bu adımlara ilişkin matematiksel eşitlikler aşağıda gösterilmektedir (Parkan, 1994; Atan ve Altan, 2020; Özçalıcı, 2021; Kara, 2023; Kara ve Smai, 2024).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Yöntemin ilk adımı karar matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinin satırlarında çalışmada kullanılan alternatifler, sütünlarında ise kriterler yer almaktadır. Alternatif sayısı *m,* kriter sayısı ise *n* olduğu durumda karar matrisi eşitlik (1) de gösterilmektedir. Karar matrisinde x_{ij}, *i*'nci alternatifin *j*'inci kriter altındaki performans değerini göstermektedir.

$$x=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \ldots, m$$

$$j = 1, 2, \ldots, n$$

2. *Adım: Performans Değerlerinin Oluşturulması*

Performans değerlerinin hesaplanması iki adımda gerçekleştirilmektedir. Kriterlerin maliyet ya da fayda niteliği taşımaları durumuna göre hesaplamalar değişmektedir. Öncelikli olarak maliyet niteliği taşıyan kriterler için alternatiflere değerler atanmakta daha sonra fayda niteliği taşıyan kriterler için değer atanmaktadır.

Öncelikli olarak eşitlik 2 kullanılarak maliyet niteliğindeki kriterleri kullanmak suretiyle alternatiflere ait performans değerleri hesaplanır.

$$\overline{I_i}=\sum_{j=1}^{g} w_j \frac{\max(x_{ij})-x_{ij}}{\min(x_{ij})} \quad (2)$$

Bu formülde $\overline{I_i}$: i'nci alternatifin göreli performans ölçüsünü,

x_{ij} = i'nci alternatifin faydalı olmayan j'nci kritere göre performans puanını,

g= maliyet kriteri sayısını göstermektedir.

w_j= *j* kriterinin ağırlığını temsil edilmektedir.

Göreli performans ölçüleri hesaplandıktan sonra maliyet niteliği taşıyan kriterler için alternatiflerin tercih değerleri eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\overline{\overline{I_i}} = \overline{I_i} - \min(\overline{I_i}) \quad (3)$$

Bu hesaplamaların ardından fayda niteliği taşıyan kriterler için de aynı hesaplama adımları yapılmaktadır. Eşitlik 4'de gösterilen formül ile fayda kriterinde alternatiflerin göreli performans değerleri hesaplanmaktadır.

$$\overline{O_i} = \sum_{j=g+1}^{n} w_j \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\min(x_{ij})} \quad (4)$$

$$i = 1,2,\ldots m \quad j = g+1, g+2, \ldots n$$

Daha sonra fayda niteliğindeki kriterler için tercih değerleri hesaplanmaktadır. Eşitlik 5 ile gösterilmektedir.

$$\overline{\overline{O_i}} = \overline{O_i} - \min(\overline{O}) \quad (5)$$

3. *Adım: Toplam Tercih Değerlerinin Hesaplanması*

Son olarak, *toplam tercih değerlerini* hesaplamak suretiyle genel tercih sıralaması yapılır. Eşitlik 6 ile formül gösterilmektedir.

$$P_i = (\overline{\overline{I_i}} + \overline{\overline{O_i}}) - \min(\overline{\overline{I_i}} + \overline{\overline{O_i}}) \quad (6)$$

$$i = 1,2, \ldots, m$$

Eşitlik 6 ile yapılan işlem sonucunda alternatifler toplam performans değerlerine göre sıralanmaktadır. Toplam performans değeri en yüksek olan alternatif ilk sırayı almaktadır.

Örnek Uygulama

Yöntem MATLAB 2023 paket programı ile gösterilecektir. Özçalıcı (2021) tarafından hazırlanan MATLAB kodları yardımıyla hesaplama yapılmaktadır. Örnek uygulamada "girdi değerleri" arasında yer alan kriter ağırlıkları (ağırlık vektörü), Kara (2023) çalışmasından alınmıştır. Örnek uygulama "web sitesi performansı"

ile ilgilidir. MEREC yöntemi ile ağırlıklandırılan kriterler OCRA yöntemi ile sıralanmaktadır. Çalışmada 8 alternatif 5 kriter söz konusudur.

Tablo 1. *Karar Matrisi*

	K1 (min)	K2 (max)	K3 (max)	K4 (min)	K5 (max)
A1	1.5	5.57	4.41	50.30	1300000
A2	3.8	3.67	3.23	51.26	1800000
A3	2.4	4.41	5.32	27.29	1700000
A4	3.9	2.14	4.19	54.40	2100000
A5	5.0	4.43	3.45	48.88	3200000
A6	7.0	2.96	2.22	56.28	390200
A7	3.2	3.81	4.18	47.88	4100000
A8	2.9	2.51	1.53	52.03	239400
Maks	***7.0***	***5.57***	***5.32***	***56.28***	***4100000***
Min	***1.5***	***2.14***	***1.53***	***27.29***	***239400***

Tablo 1'de görüldüğü üzere 2 kriter fayda, 3 kriter ise maliyet niteliği taşımaktadır. MEREC yöntemi ile yapılan kriter ağırlıklandırması sonucunda Tablo 2'deki kriter ağırlıkları elde edilmiştir.

Tablo 2. *Kriter Ağırlıkları*

	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
$\boldsymbol{W_j}$	0.2098	0.20344	0.2147	0.2067	0.1651

Özçalıcı (2021) tarafından hazırlanan kodlarda OCRA yöntemi için 3 girdiye ihtiyaç vardır. Bu girdiler; girdi değişkenlerini içeren karar matrisi, kriterlerin niteliğini gösteren methodVector ve kriterlerin göreli ağırlıklarını içeren wegihtsVector'dür. Çıktı olarak ise P, Ineg ve Opos vektörleri verilmektedir. P vektörü; her alternatifin toplam tercih değerini içermektedir. Ineg vektörü;

alternatiflerin maliyet niteliğindeki kriterler için göreli performans değerlerini; Opos vektörü ise fayda niteliğinde kriterler için göreli performans değerlerini göstermektedir. MATLAB yazılımında hazırlanan fonksiyon ve kodlar çalıştırıldığında çıktı değerleri verilmektedir (Özçalıcı, 2021). Buna göre;

Tablo 3. *Toplam Tercih değerleri*

Alternatifler	**Maliyet Niteliğindeki Kriterler İçin Göreli Performans Değerleri**	**Fayda Niteliğindeki Kriterler İçin Göreli Performans Değerleri**	P_i **(Toplam Tercih Değerleri)**	**Sıralama**
A1	0.8145	1.4264	1.9974	**4**
A2	0.4855	1.4250	1.6670	**6**
A3	0.8629	1.7197	2.3391	**3**
A4	0.4478	1.6212	1.8254	**5**
A5	0.3357	2.4937	2.5858	**2**
A6	0	0.2436	0	**8**
A7	0.5951	3.1578	3.5093	**1**
A8	0.6056	0	0.3620	**7**

Tablo 3'de gösterilen P değerleri alternatiflerin toplam tercih değerlerini göstermektedir. Bu değerlere göre yüksekten düşüğe doğru sıralama gerçekleştirilmektedir.

Kaynakça

Altıntaş, F. F. (2022). OECD grubundaki Avrupa ülkelerinin vergi rekabetçiliği performanslarının analizi: İstatistiksel varyans prosedürü tabanlı OCRA yöntemi ile bir uygulama. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, *7*(2), 104-119.

Amalia, F.S. (2024). Pemilihan hotel terbaik berdasarkan review pengguna menggunakan metode operational competitiveness rating analysis (OCRA). *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics,* 2(1), 19-27.

Atan, M. ve Altan, Ş. (2020). Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri. Gazi Kitabevi.

Chacraborty, S., Chatterjee, P. ve Das, P.P. (2024). Operational Competitiveness rating analysis (Ocra) method. In *Multi-Criteria Decision Making Methods in Manufacturing Environments* (pp. 165-170). Apple Academic Press.

Çanakçıoğlu, M., & Küçükönder, H. (2020). Borsa İstanbul'daki çimento işletmelerinin etkinlik ve performanslarinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile analizi. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *20*(61), 165-192.

Çilek, A., & Karavardar, A. (2022). Bütünleşik ENTROPI ve OCRA teknikleri ile özel sermayeli ticaret bankalarinin verimlilik analizi. *Financial Analysis/Mali Cozum Dergisi*, *32*(170).

Demirci, A. (2022). The application of SWARA based COPRAS and OCRA methods to supplier selection problem. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi,* 13(2), 43-55.

Deveci, M., Mishra, A.R., Rani, P., Gokasar, I., Isik, M., Delen, D.,…& Daim, T. (2024). Evaluation of intelligent transportation system implementation alternatives in metaverse using a Fermatean fuzzy distance measure-based OCRA model. *Information Sciences,* 657, 120008.

Doğan, H. (2023). OECD ülkelerinin inovasyon performanslarinin CRITIC temelli OCRA yöntemiyle değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *28*(1), 35-54.

Elmas, B. ve Özkan, T. (2021). Ulaştırma ve depolama sektörü işletmelerinin finansal performanslarının SWARA-OCRA modeli ile değerlendirilmesi. *İşletme Akademisi Dergisi*, (2)3, 240-253.

Ercan, E. ve Kundakçı, N. (2017). Bir tekstil işletmesi için desen program seçiminde ARAS ve OCRA yöntemlerinin karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 19(1), 83-135.

Işık, A. T., & Adalı, E. A. (2016). A new integrated decision making approach based on SWARA and OCRA methods for the hotel selection problem. *International Journal of Advanced Operations Management*, *8*(2), 140-151.

Kara, M.A. (2023). Turizm işletmelerinin web sitesi performanslarının bütünleşik MEREC ve OCRA yöntemleriyle sıralanması. *8.Balkan Kongresi Bildiriler* kitabı, s. 95-108.

Kara, M.A. ve Smai, N. (2024). İnsan kaynakları temin ve seçiminde ENTROPİ temelli OCRA yönteminin uygulanması.*32.*

Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi Bildiriler kitabı, s. 453-465.

Karaköy, Ç., & Ölmez, U. (2019). Balkan ülkelerinde lojistik performans endeksi değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, 178-180.

Kou, G., Shi, Y. ve Wang, S. (2011). Multiple criteria decision making and decision supports systems- guest editor's introduction. *Decision Supports Systems*, 51(2), 247-249.

Madić, M., Petković, D., & Radovanović, M. (2015). Selection of non-conventional machining processes using the OCRA method. *Serbian Journal of Management*, *10*(1), 61-73.

Özçalıcı, M. (2021). MATLAB ile çok kriterli karar verme teknikleri. Nobel Yayınları.

Parkan, C. (1994). Operational competitiveness ratings ofproduction units. *Managerial and Decision Economics,* 15: 201–221.

Şahin, M. (2022). Güncel ve uygulamalı çok kriterli karar verme yöntemleri. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.

Ulutaş, A., Popovic, G., Stanujkic, D., Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2020). A new hybrid MCDM model for personnel selection based on a novel grey PIPRECIA and grey OCRA methods. *Mathematics*, *8*(10), 1698.

BÖLÜM III

Faiz Oranlarının Pay Senedi Getirileri Üzerindeki Etkisi: Bir Olay Çalışması

Salih ÇAM[1]

Giriş

Borsa İstanbul gelişmiş piyasalara kıyasla daha yüksek risk ve oynaklık taşımasına rağmen hızlı büyüme potansiyeline sahip şirketlerin hisse senetlerine yatırım yapma fırsatları sunar. Bu anlamda, Borsa İstanbul, bankacılık, inşaat, enerji, sanayi ve perakende gibi farklı sektörlerde faaliyet gösteren geniş bir şirket yelpazesini barındırır. Bu, yatırımcılara farklı sektörlere ve şirketlere yatırım yaparak portföy çeşitlendirmesi yapma imkânı sağlar. Hem yabancı yatırımcı hem de yerli yatırımcı yüksek getiri beklentisiyle borsada işlem gören şirketlerin pay senetlerini satın alır. Fakat yatırımcı açısından borsanın cazibesi bir dizi faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin en başında faiz oranları gelir. Bir ülkedeki faiz oranları

[1] Dr., Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Adana/TÜRKİYE, Orcid: 0000-0002-3521-5728, camsalih01@gmail.com

borsa yatırımından ekonomik büyümeye birçok makroekonomik değişkeni aynı anda etkiler. Borsa yatırımcıya yüksek getiri fırsatları sunarken yatırımcının yatırım riskini yüklenmesine neden olur. Yatırımcının yüklendiği risk ne kadar yüksek ise getiri beklentisi de bir o kadar yükselecektir. Faiz kanadında durum farklıdır. Faiz getirisi yatırımcı açısından risksiz getiridir. Dolayısıyla ülkedeki faiz oranlarının yüksek olması yatırımcıyı borsada yatırım yapma konusunda daha az cesaretlendirir. Makro ölçekte değerlendirildiğinde yüksek faiz oranları ekonomideki tasarrufların yatırıma dönüşmesinin yerine bankalarda atıl kalmasına neden olmaktadır. Daha spesifik olarak, faiz oranları arttığında, şirketlerin borçlanma maliyetleri yükselir. Bu, şirketlerin kârlılığını olumsuz etkileyebilir çünkü daha yüksek faiz ödemeleri, elde edilen karları azaltır. Bu durum, yatırımcıların şirket hisse senetlerine olan talebini düşürebilir veya hisse senedi fiyatlarını baskılayabilir. Yüksek faiz oranları, yatırımcılara risksiz alternatif getiri fırsatları sunar. Özellikle devlet tahvilleri gibi düşük riskli yatırım araçlarının getirisi faiz oranları arttıkça daha cazip hale gelir. Bu da hisse senedi gibi daha riskli yatırım araçlarından çıkışlara ve borsada satış baskısına neden olan diğer bir faktördür. Ayrıca, faiz oranları yükseldiğinde, tüketici ve şirketlerin borçlanma maliyetleri de artar. Bu, tüketim ve yatırım harcamalarını azaltabilir. Talep düşüşü şirketlerin gelirlerini olumsuz etkileyebilir, dolayısıyla şirket değerlemeleri düşebilir ve borsa performansı olumsuz etkilenebilir. Dahası, faiz oranları, enflasyon beklentileri ile de yakından ilişkilidir. Merkez bankaları, enflasyonu kontrol altına almak için faiz oranlarını artırabilir. Ancak, yüksek faiz oranları ekonomik büyümeyi yavaşlatacağı için

şirket kazançlarının olumsuz etkilenmesi ve borsada düşüşlerin yaşanması beklenebilir.

Faiz oranlarının borsa üzerindeki etkileri teorik olarak iyi dizayn edilmiştir. Peki, bu teorik ilişki gerçekte geçerli midir? Faiz oranlarının borsa getirileri üzerindeki etkilerini incelemek açısından geçtiğimiz birkaç yıl iyi bir örneklem oluşturması beklenebilir. Zira Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası 2023-2024 yılları arasında bir dizi faiz artırımı kararı almıştır. Bu doğrultuda %8.5 seviyelerine kadar düşen haftalık repo faiz oranları kademeli artışlarla %50 seviyesine kadar çıkmıştır. Bu çalışmada faiz oranlarının artmaya başladığı dönem olay araştırması yöntemi ile incelenerek ilgili faiz artırımlarının borsa üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Analizde BIST100 endeksinde işlem gören hisse senetlerinin günlük kapanış fiyat değerleri kullanılmıştır. Olay penceresi faiz oranı artırımı kararının alındığı güne ile olay gününden beş gün önce ve sonrası olarak kabul edilmiştir. Tahmin dönemi olarak 244 günlük veri kullanılmıştır. Dolaysıyla her bir olay günü incelemesi için 254 günlük veriden faydalanılmıştır.

Faiz ve Borsa İlişkisi: Olay Çalışması

2023 yılında TCMB bir dizi faiz artırımı başlatarak gösterge faiz oranını %8,5'ten yıl sonuna kadar %42,5'e yükseltmiştir. Politika faizlerindeki bu artış, borçlanma maliyetini artırarak ve tasarrufları teşvik ederek enflasyonu düşürme amacıyla yapılmıştır. Yeni yıla yüksek bir faiz oranı ile giren Türkiye enflasyonist baskıların devam etmesi nedeniyle 2024’te de faiz artırımına devam etmiştir. TCMB ilki ocak ayında olmak üzere 2024 yılında iki kez daha faiz artırımına giderek politika faizini %50’ye kadar çıkarmıştır. TCMB’nın faiz artırma kararları yurtiçi borsa yatırımcısı

için bir dizi sonuç doğurmaktadır. Faiz oranları risksiz getiri sağladığı için finans piyasalarına doğrudan etkiye sahiptir. Bu anlamda, faiz oranları ile borsa yatırımları küresel sermaye akışlarını etkilemektedir ve ekonomik faaliyetleri şekillendirmektedir. Bu çalışma, bu iki değişken arasındaki teorik ve ampirik ilişkiyi araştırmakta, faiz artışlarının borsa getirilerini kısa dönemde nasıl etkilediklerini finans alanında sıkça kullanılan bir yöntem olan olay araştırması yardımı ile analiz etmektedir.

Finansal piyasalardaki varlıklar açısından, gelecekteki nakit akışının bugünkü değeri varlık değerlemesi için temel bir ilkedir. Örneğin hisse senedi fiyatları, kabaca bir şirketin gelecekte beklenen temettü ve kazançlarının iskonto edilmiş değerinin bir yansımasıdır. Faiz oranları, gelecekteki nakit akışlarını bugünkü değerlerine indirgemek için kullanılan iskonto oranı olarak kullanılarak bu iskonto sürecinde kritik bir rol oynar. Sonuç olarak, faiz oranlarındaki değişiklikler hisse senetlerinin teorik değerini ve buna bağlı olarak piyasa fiyatlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Faiz oranları yükseldikçe, indirgenmiş nakit akımı modelinde kullanılan iskonto oranı artar, bu da gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerinde bir düşüşe ve teorik olarak hisse senedi fiyatlarında bir düşüşe yol açar. Öte yandan, faiz oranlarındaki bir düşüş tam tersi bir etki yaratacaktır. Faiz oranlarının finansal piyasalar açısından ikinci etkisi fırsat maliyeti çerçevesinde ortaya konulabilir. Fırsat maliyeti yatırımın alternatif getirisinin bir ölçüsü olarak faiz oranlarının rolünü vurgular. Faiz oranları yüksek olduğunda, yatırımcılar finansal piyasaların risklerini yüklenmek yerine devlet tahvilleri gibi daha cazip risksiz bir seçeneğe sahip olurlar. Bu durum hisse senetlerine olan talebin azalmasına ve potansiyel olarak

fiyatlarının düşmesine yol açabilir. Tersine, faiz oranları düşük olduğunda, hisse senedi tutmanın fırsat maliyeti azalır, potansiyel olarak yatırımcı talebinin artmasına ve hisse senedi fiyatlarının yükselmesine neden olur. Bu çalışmadaki amaç faiz oranları ve hisse senedi piyasaları arasındaki karmaşık ve çok yönlü ilişkiyi anlamak için bir temel sağlamaktır. Bu kapsamda TCMB tarafından ilki 22/06/2023 tarihinde yapılan ve 21/03/2024 tarihine kadar devam eden toplam dokuz faiz artırımının Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senedi getirilerine etkisi incelenecektir. TCMB kararları kamuoyuna açık olduğu için ve bu kararların (bilgi) finansal piyasalara etkisini incelediğimiz için bu çalışmadaki araştırma sorusu bizi etkin piyasa hipotezine götürmektedir. Temel olarak halka açık olan bilginin piyasada fiyatlanması üzerine bir dizi varsayımı içeren etkin piyasa hipotezi ile ilgili detaylar bir sonraki alt bölümde verilmiştir.

Etkin Piyasa Hipotezi

Finans sektörünün doğası gereği "bilgi" finansal varlıkların fiyatlarına yansımaktadır. Yatırımcılar sürekli olarak, karar alma sürecinde getirilerini optimize edebilecek önemli bir bilgi elde etmenin peşindedir. Bununla birlikte, temel bir soru ortaya çıkmaktadır: Yatırımcının peşinde olduğu bilgi piyasadaki varlık fiyatlarına çoktan dâhil edilmiş olabilir mi? Bu soru finans teorisinde uzun zamandır araştırma konusu olan Etkin Piyasa Hipotezinin temelini oluşturur (Sewell, 2011). Etkin piyasa fikri ilk olarak Fama (1970) tarafından tanımlanmıştır. Fama'ya (1970) göre yeterince büyük olan bir piyasada yeni bir bilginin piyasadaki tüm yatırımcılara aynı anda ulaşması ve edinilen bilginin aşırı kar elde etmek için yeterli olmaması etkin piyasa hipotezinin temelidir.

Dolayısıyla etkin bir piyasa, mevcut tüm bilgileri tam olarak yansıtan varlık fiyatları ile karakterize edilir. Böyle bir piyasada her haber, analist raporu ve söylenti anında yayılır ve ister hisse senedi, ister tahvil veya diğer menkul kıymetler olsun varlık fiyatlarına entegre edilir. Etkin piyasa hipotezi, fiyatların hâlihazırda mevcut tüm bilgileri yansıtması nedeniyle, aktif hisse senedi seçimi veya piyasa zamanlaması stratejileri yoluyla piyasadan sürekli olarak daha iyi performans göstermenin imkânsız olduğunu ileri sürerek bu kavramı genişletir. Etkin piyasa hipotezine göre, yatırımcılar için en uygun strateji, genel piyasa performansını yansıtan düşük maliyetli endeks fonlarına yatırım yapmak gibi pasif bir yatırım yaklaşımı benimsemektir. Zira yeni bilgi edinerek endeks üstü getiriler uzun dönemde mümkün değildir.

Etkin piyasa hipotezi, her biri varlık fiyatlarına farklı seviyelerde bilgi entegrasyonunu temsil eden üç farklı piyasa etkinliği biçimini ortaya koymaktadır. Bunlar zayıf, yarı güçlü ve güçlü formda etkin piyasalardır. Etkin piyasanın türü bilginin finansal piyasalar tarafından nasıl özümsendiğini ve bunun yatırım stratejileri ve piyasa davranışları üzerindeki etkilerini anlamak için bir çerçeve sağlar. Zayıf formda etkin piyasa, geçmiş fiyatlar ve işlem hacimleri gibi tüm geçmiş işlem bilgilerinin mevcut varlık fiyatlarına tamamen yansıtıldığını ileri sürer. Zayıf etkin piyasa, geçmiş fiyat hareketlerinin ve kalıplarının gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanılamayacağı anlamına gelir, çünkü bu geçmiş olaylardan gelen bilgiler zaten mevcut fiyatlara dâhil edilmiştir. Dolayısıyla zayıf formdaki etkin bir piyasada, geçmiş fiyat verilerine ve hacim kalıplarına dayanarak gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmeye çalışan bir yatırım stratejisinin

aşırı getiri sağlaması mümkün değildir. Hisse senedi fiyatlarının rastgele değiştiğini ve dolayısıyla öngörülemez olduğunu öne süren rassal yürüyüş teorisi , zayıf formda etkinlik kavramını desteklemektedir. Ampirik olarak zayıf formda etkin piyasayı test etmek mümkündür. Bununla birlikte, bazı gelişmekte olan piyasalarda, zayıf form etkinliğinden sapmalar gözlemlenmiştir, bu da ilgili piyasaların geçmiş fiyat bilgilerini mevcut varlık fiyatlarına tam olarak dahil edemediğini düşündürmektedir. Zayıf formdaki etkin piyasa ek varsayımlar ile yarı güçlü etkin piyasa türüne genişletilebilir. Yarı güçlü formda etkinlik, varlık fiyatlarının geçmiş fiyat verileri, mali tablolar, haber bültenleri ve diğer kamu açıklamaları dahil olmak üzere kamuya açık tüm bilgileri yansıttığını varsayar. Bu tür piyasalara göre, kamuya açık tüm bilgiler hisse senedi fiyatlarına hızlı ve doğru bir şekilde dahil edilir ve hem teknik hem de temel analizi anormal getiri yaratmada etkisiz hale getirir. Dolayısıyla yarı güçlü formda etkin bir piyasada, bir şirketin mali tablolarını, yönetimini, rekabetçi konumunu ve gelecek beklentilerini değerlendirmeyi içeren temel analiz, kamuya açık tüm bilgiler varlık fiyatlarında zaten hesaba katıldığı için yatırımcılara bir avantaj sağlamayacaktır. Bu nedenle, gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kamuya açık bilgileri analiz etmeye dayalı stratejiler bu piyasalarda işe yaramayacaktır. Finans uygulamalarında kullanılan “olay çalışmaları” yarı güçlü form etkinliğini test etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Olay çalışması uygulamaları, hisse senedi fiyatlarının kazanç duyuruları, temettü değişiklikleri, hisse senedi bölünmeleri ve makroekonomik haberler gibi yeni kamuya açık bilgilere ne kadar hızlı ve doğru tepki verdiğini analiz eder. Araştırmalar genel olarak gelişmiş piyasalarda

hisse senedi fiyatlarının yeni kamuya açık bilgilere hızla uyum sağladığını göstermekte ve yarı güçlü form etkinliği kavramını desteklemektedir. Bununla birlikte, hisse senedi fiyatlarının duyurudan sonra bir süre daha kazanç sürprizi yönünde hareket etmeye devam ettiği kazanç duyurusu sonrası sürüklenme gibi bazı anomaliler, bazı piyasaların yarı güçlü etkin olmayabileceğini düşündürmektedir. Son olarak yarı güçlü etkin piyasalara ilave edilen bazı varsayımlar araştırmacıları güçlü formda etkin piyasalara götürecektir. Güçlü formda etkin piyasa, varlık fiyatlarının hem kamuya açık hem de özel (içeriden bilgi) tüm bilgileri tam olarak yansıttığını iddia eder. Bu tür bir piyasa, kamuya açık olmayan içeriden öğrenilen bilgilerin bile mevcut varlık fiyatlarına zaten yansıtıldığını ima eder. Dolayısıyla, güçlü formda etkin bir piyasada, içeriden veya özel bilgiye erişimi ne olursa olsun hiçbir yatırımcı tutarlı bir şekilde anormal getiri elde edemez. Bu durum, içeriden öğrenenlerin bile sahip oldukları ayrıcalıklı bilgilerden faydalanarak piyasadan daha yüksek bir getiri elde edemeyeceği bir piyasa etkinliği düzeyine işaret etmektedir. Güçlü etkin piyasa teorik olarak mümkün olsa da uygulamada bu tür piyasalara çok ender rastlanır. Ampirik kanıtlar genellikle bu tür piyasaların varlığını desteklememektedir. Ampirik çalışmalar, özel bilgilere erişimi olan yatırımcının genellikle anormal getiriler elde edebildiğini göstermiştir, bu da bu tür bilgilerin varlık fiyatlarına hemen veya tam olarak yansıtılmadığını göstermektedir. Buna ek olarak, içerden bilgi elde eden yatırımcının ticaretine karşı yapılmış yasal düzenlemeler, güçlü formda etkin piyasalarda anormal getirinin önünde önemli bariyerler sunmaktadır. Bu alanda yapılan yasal düzenlemeler,

denetleyici kurumlar vs. güçlü formda etkin piyasaya ulaşmanın ne kadar zor olduğu konusunda fikir vermektedir.

Etkin piyasa hipotezi araştırması yapılırken bir piyasadaki varlıkların doğru fiyatlanıp fiyatlanmadığı önemlidir. Bu noktada yatırımcını karşısına "Bir varlığın fiyatı ne olmalıdır?" sorusu çıkacaktır. Piyasa balonları ve çöküşleri gibi piyasa olayları, fiyatların "gerçek" değerlerden önemli ölçüde sapabileceğini ve piyasa etkinliği kavramına meydan okuyabileceğini göstermektedir. 1990'ların sonundaki teknoloji balonu ve 2008'deki konut piyasası çöküşü, piyasa fiyatlarının temel değerlerden büyük ölçüde farklılaştığı ve etkin piyasa hipotezinin aşırı koşullardaki geçerliliği hakkında soru işaretleri uyandıran önemli örneklerdir. Bu anomaliler, piyasa fiyatlarının etkin piyasa hipotezi çerçevesinde hesaba katılmayan faktörler olan irrasyonel coşku veya panikten etkilenebileceğini göstermektedir. Bunun yanında etkin piyasa hipotezi yatırımcıların rasyonel aktörler olduğunu varsayar. Ancak davranışsal finans alanında yapılan çok sayıda çalışma, yatırımcıların duygusal önyargılara eğilimli olduğunu ve bunun da piyasa verimsizliğine yol açabileceğini göstermektedir. Aşırı güven, sürü davranışı ve riskten kaçınma gibi bilişsel önyargılar, yatırımcıların rasyonellikten sapan kararlar almasına neden olarak piyasalarda yanlış fiyatlamaya yol açabilir. Davranışsal finans araştırmaları, psikolojik faktörlerin ve irrasyonel davranışların finansal piyasalar üzerinde derin bir etkiye sahip olabileceğini vurgulamakta ve piyasaların her zaman etkin olduğu fikrine karşı çıkmaktadır. Ayrıca etkin piyasa hipotezi, tüm yatırımcıların bilgiye eşit eriştiğini ve bu bilgiyi işleme kabiliyetine sahip olduğunu varsayar. Gerçekte, tüm yatırımcılar mevcut tüm bilgileri analiz

edecek kaynaklara veya kapasiteye sahip değildir ve potansiyel olarak bunu yapanlar için fırsatlar yaratır. Bazı yatırımcıların daha iyi bilgiye veya analitik araçlara erişebildiği bilgi asimetrisi piyasa verimsizliklerine yol açabilir. Ayrıca, sınırlı dikkat ve sınırlı rasyonalite, yatırımcıların mevcut tüm bilgileri mükemmel bir şekilde işleyemeyeceğini ve potansiyel yanlış fiyatlandırmaya neden olabileceğini göstermektedir. Tüm bu durumlar etkin piyasa hipotezine yapılan eleştirileri oluşturur ve uygulamada birçok piyasanın etkin olmamasına yol açar. Sonuç olarak etkin piyasa hipotezi, yatırımcıya piyasayla ilgili teorik bir çerçeve çizmekte ve yatırımcıya yatırım sürecinde değerli perspektifler sunmaktadır. Bu noktada yatırımcı, bilgi yayılımının önemini ve piyasadan sürekli olarak daha iyi performans göstermenin doğasında var olan zorlukları kabul ederek yatırım hedeflerini daha iyi değerlendirmelidir. Etkin piyasa hipotezi gerçek piyasaları mükemmel bir şekilde tanımlamasa da, yatırımcıların finansal hedeflerine ulaşma yolunda daha rasyonel ve bilinçli kararlar almalarına yardımcı olabilecek temel bir anlayış sağlar.

Literatür Araştırması

Olay çalışmasının amacı, yatırımcıların yeni bilgi değeri taşıyan bir olaydan ne ölçüde anormal hisse senedi getirisi elde edebileceklerini değerlendirmektir; burada anormal getiri, gözlemlenen getiri ile uygun bir varlık fiyatlandırma modeli tarafından tahmin edilen olayın yokluğunda beklenen getiri arasındaki farktır. Olay, bir firma duyurusu, rakip veya düzenleyici kurum tarafından yapılan ve analize konu firmanın değerini etkileyebilecek bir duyuru olabilir. Bunun yanında bir olay ilgili firmayı etkilemesi olası herhangi bir makroekonomik politika

değişikliği de olabilir. Bu metodolojinin temelinde, iki varsayımda bulunan yarı güçlü bir piyasa etkinliği biçimi yatmaktadır. Birincisi, hisse senedi fiyatları kamuya açık tüm bilgileri yansıtır. İkincisi, hisse senedi fiyatları yeni bilgiler ortaya çıktığında bunları yansıtacak şekilde anında değişir (Fama, 1970). Bu varsayımlar altında, yatırımcılar bir duyuruda yer alan yeni bilgiyi ilgili firmanın gelecekteki nakit akışlarına ilişkin beklentilerini anında ayarlamak için kullanırlar. Sonuç olarak, firmanın hisse senedinin fiyatı bu yeni beklentileri hesaba katarak değişir. Olay çalışması metodolojisi finans araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen yönetim (Diestre ve Rajagopalan 2014; Yang vd. 2015; McWilliams ve Siegel 1997), muhasebe (Geiger vd. 2008; Jiang vd. 2015), ekonomi (Greenstone vd. 2006; Lee ve Mas 2012) ve operasyon sistemleri (Subramani ve Walden 2001; Yang vd. 2012) gibi sosyal bilimlerin diğer alanlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Finansal çalışmalarda da sıkça kullanılan olay araştırması yöntemi birçok ülke borsası veya spesifik firmaya odaklanmıştır. Çoğunun yabancı hisse senetlerini kapsadığı çalışmalarda Masulis (1980) sermaye yapısındaki değişikliklerin hisse senetleri getirileri üzerindeki etkilerini incelemiştir ve sermaye yapısı değişiklikleri ile ilgili duyuruların hisse senetleri getirileri üzerindeki istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğunu göstermiştir. MacKinlay (1997) firmalarla ilgili "iyi haber olması", "haber olmaması" ve "kötü haber olması" durumlarının hisse senetleri performansları üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada hakkında iyi haber olan firmaların hakkında herhangi bir haber olmayan firmalardan daha iyi getiri sağladığını göstermiştir. Hakkında haber akışı olmayan firmaların ise hakkında kötü haber olan firmalardan daha iyi getiri sağladığı

sonucuna varmıştır. Wai Kong Cheung (2011) 2002-2008 döneminde Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi'ne eklenen veya endeksten çıkarılan ABD hisse senetlerini inceleyerek, endekse dahil edilen ve endeksten çıkarılan şirketlerin sürdürülebilir kurumsal şirketler üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Analizde, endekse eklenme veya çıkarılma duyurusunun tek başına hisse senedi getirisi ve riski üzerinde önemli bir etkisi olduğuna dair ampirik bir kanıt bulamamasına rağmen değişimin gerçekleştiği gün, endekse dahil edilen (endeksten çıkarılan) hisse senetlerinin anormal getirisinde önemli ancak geçici bir artış (düşüş) yaşandığı sonucuna varılmıştır. Elad ve Bongbee (2016) FTSE100'de işlem gören firmalarla ilgili satın alma haberlerinin hisse senetleri getirilerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar 51 şirketin verisini kullanarak yaptıkları analizler sonucunda olay penceresinde satın alım haberlerinin olduğu şirket hisselerinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı getiriler sağladığını bulmuştur. He vd. (2021) Çin endüstrilerinin COVID-19 salgınına yönelik piyasa performansını ve tepki eğilimlerini ampirik olarak incelemek için olay çalışması yaklaşımı kullanmıştır. Çalışma, ulaşım, madencilik, elektrik ve ısıtma ve çevre sektörlerinin pandemiden olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, imalat, bilgi teknolojisi, eğitim ve sağlık hizmetleri sektörleri salgına karşı dirençli tepkiler vermiştir. Yakar, Elbir ve Kandır (2021) vergi cezalarının bankacılık sektöründeki hisse senetlerinin anormal getirileri üzerindeki etkilerini nicelemiştir. Araştırmacılar vergi cezalarının hisse senedi getirileri üzerinde istatistiksel olarak bir etkiye sahip olmadığını ve Borsa İstanbul pay piyasasının etkin piyasa hipotezine uygun işlem gördüğünü göstermiştir.

Veri ve Yöntem

Analizde Borsa İstanbul 100 endeksinde işlem gören hisse sentlerinin günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. On yedi tane hisse senedinin fiyat bilgisi eksik olduğu için analiz toplam seksen üç hisse senediyle yapılmıştır. Hisse senedi kapanış fiyatları ve BIST100 endeks değeri verileri Datastream veri tabanından elde edilmiştir. TCMB tarafından alınan faiz değişikliği kararlarının ilgili hisse senedi getirilerine etkisini incelemek amacıyla olay çalışması yöntemi kullanılmıştır. Olay çalışmasını iki farklı şekilde tanımlamak mümkündür. İlk olay çalışması örneği bir şirketin kendi içindeki karar veya politikalarının ilgili şirketin hisse senedi getirilerine etkisidir. Fakat daha geniş anlamda bir olay çalışması, ekonominin tamamını etkileyen makro politikaların tüm borsa veya hisse senedi piyasasına etkisinin incelenmesidir. Burada makro politikadaki değişikliğin hisse senetleri getirileri üzerindeki etkisi incelenmektedir. Olay çalışmasının sonucu bir anlamda etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığını göstermektedir. Eğer faiz kararları borsa yatırımcısının anormal getiri elde etmesini sağlıyorsa Borsa İstanbul için etkin piyasa hipotezinin çalışmadığı sonucuna varılacaktır. Fakat yatırımcı açısından piyasaya giren bilgi anormal getiri sağlamıyorsa Türkiye borsası için etkin piyasa hipotezi geçerlidir sonucuna varılacaktır. Zira etkin bir piyasada dışarıdan gelen bilgi çok hızlı bir şekilde fiyatlara yatılmaktadır ve dolayısıyla anormal getiri elde etmek mümkün değildir (Brown ve Warner, 1980). Olay araştırması yöntemi birkaç temel adımdan oluşmaktadır. İlk olarak kapanış fiyatlarından hisse senetlerinin getirileri hesaplanmaktadır. Sürekli serilerde getiri hesaplamak amacıyla aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$R_{i,t} = \ln\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right) = \ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1}) \quad (1)$$

Burada;

$R_{i,t}$ = i. hisse senedinin t günüdeki getirisidir.$P_{i,t}$ = i. hisse senedinin t günü kapanış fiyatıdır. $P_{i,t-1}$ = i. hisse senedinin t-1 günüdeki kapanış fiyatıdır.

İkinci aşama olay tarihinin belirlenmesidir. Bu çalışmada 2023-2024 dönemindeki toplam dokuz faiz artırım tarihi olay tarihi olarak belirlenmiştir. Böylelikle aslında ilk faiz artırımı ile devam eden faiz artırımlarının hisse senedi getirilerine etkisi de izlenmiş olacaktır. Olay araştırması yönteminde karar gününün (faiz artırımı beklentisi) öncesindeki beklentilerin hisse senedi getirilerine etkisine bakmak için olay gününden önceki beş gün analize dâhil edilmektedir. Olay gününün etkisini görmek amacıyla ise faiz kararının alındığı günden itibaren gelecek beş gün analize dâhil edilmektedir. Son olarak olay öncesi parametre tahmini için 244 günlük geçmiş gözlem kullanılmıştır. Dolayısıyla olay günü, beş sonrası gün, beş öncesi gün ve 244 önceki gün (parametre tahmini için) olmak üzere her olay çalışması için 255 günlük gözlem kullanılmıştır.

Üçüncü aşama analize dahil edilen her bir hisse senedi için anormal (artık) getirilerin hesaplanmasıdır. Bu aşamada her bir hisse senedinin kendi ortalaması, endeks getirilerinin ortalaması veya CAPM gibi varlık fiyatlama modeli beklenen getirileri anormal getirilerin hesaplanması için kullanılabilir. Burada ifade edilen anormal getiri hesaplama yöntemine eklemeler yapılabilir. Fakat sonuç olarak hiçbir yöntem diğerine göre üstün değildir ve hangi

yöntemle anormal getiri hesaplanacağı araştırmacının inisiyatifindedir. Bu çalışmada anormal getirileri hesaplamak amacıyla CAPM modeli kullanılmıştır.

$$R_{i,t} = \varphi_i + \gamma_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Burada

$R_{i,t} =$ i. hisse senedinin t günüdeki getirisidir. $R_{m,t} =$ BİST100 endeksinin t günüdeki getirisidir. φ_i , γ_i = Sırasıyla sabit terim ve eğim parametresidir. $\varepsilon_{i,t}$= ilgili modelin hata terimidir.

CAPM modelindeki φ_i ve γ_i parametrelerini tahmin etmek için en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Buna göre analize dahil edilen 83 hisse senedinin getiri serileri endeks getiri serisi ile regresyona koşulmuş ve her bir hisse senedine ait φ_i ve γ_i parametreleri tahmin edilmiştir. Daha sonra bu parametreler kullanılarak her bir hisse senedinin beklenen getirisi hesaplanmıştır. Beklenen getiriler için şu formülden yararlanılmıştır.

$$E(R_i) = \varphi_i + \gamma_i R_{m,t} \quad (3)$$

Sonraki aşamada anormal getiriler şu şekilde hesaplanmıştır.

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - E(R_i) = R_{i,t} - (\varphi_i + \gamma_i R_{m,t}) \quad (4)$$

Burada

$AR_{i,t}$, = i. hisse senedinin t günüdeki anormal getirisidir. $R_{i,t}$ = i. hisse senedinin t günüdeki getirisidir. $E(R_i)$ = i hisse senedinin CAPM modeli kullanılarak hesaplanan beklenen getirisidir. φ_i, γ_i = sabit terim ve eğim parametresidir ve en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. $R_{m,t} =$ piyasa endeksinin t dönemdeki getirisidir.

Olay çalışmasının geçerliliği olay günü ve olay penceresindeki günler için hesaplanan t testi ile yapılmaktadır. İlgili t istatistiğinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması olay gününün getirileri negatif/pozitif etkilediğini ifade etmektedir. İstatistiksel olarak anlamsız hesaplanan t test istatistiği ise olay gününün hisse senedi getirileri üzerinde anlamlı bir etkisini olmadığını gösterecektir. İkinci durumda etkin piyasa hipotezinin geçerliliğine dair kanıt kabul edilebilir. İlgili olay gününe ilişkin hesaplanan t test istatistiği için aşağıdaki formülden faydalanılır.

$$t = \frac{AAR_t}{Sh_{(AAR_t)}}$$

Burada

AAR_t tüm hisse senetlerinin t günündeki anormal getirilerinin ortalamasıdır ve $AAR_t = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} AR_{i,t}$'dir. N burada analize dahil edilen hisse senedi sayısıdır.

$Sh_{(AAR_t)}$ ise hisse senedi parametre tahmini için kullanılan ortalama anormal getirilerinin standart sapmasıdır ve şu şekilde hesaplanmaktadır. $Sh_{(AAR_t)} = \sqrt{\frac{1}{244}\sum_{i=-6}^{-250}(AAR_t - \overline{AAR}_t)^2}$; $\overline{AAR}_t$ burada -6 ile -250 arasındaki ortalama anormal getirilerin ortalamasıdır.

Olay araştırması yönteminde anormal getirilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmamasının yanında birikmiş getirilerin anlamlılığı da test edilmektedir. Bu anlamda olay gününün beş öncesi ve beş sonrası günler için birikmiş getirilerin testi yapılabilir.

$$CAR_{[0,+5]} = \sum_{t=0}^{+5} \overline{AAR}_t \text{ veya } CAR_{[-5,0]} = \sum_{t=-5}^{0} \overline{AAR}_t \qquad (5)$$

$$t = \frac{CAR_{[0,+5]}}{\sqrt{\sum_{t=0}^{+5} Sh(\overline{AAR}_t)^2}}$$

Burada t test istatistiği student-t dağılımına uymaktadır ve klasik t tablo değerleri kullanılarak anlamlılığı test edilebilir.

Analiz ve Yorumlar

Borsa yatırımcısının yatırım kararını sadece faiz oranları etkilemez. Enflasyon beklentisi, uluslararası yatırımcıların toplam borsa yatırımları içindeki payları, döviz kuru, emlak piyasası vs. birçok faktör borsadaki yatırımlar üzerinde etkiye sahiptir. Fakat olay araştırması yöntemi sadece bir olayın getiriler üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Dolayısıyla yatırımcı borsanın hareketlerinin sadece bir olay ile açıklanamayacağının bilincinde olmalıdır.

Tablo 1: TCMB faiz artırım kararları ve tarihleri

Tarih	Açıklanan (%)	Önceki (%)	Olay Günü
21.03.2024	50.0	45.0	E9
25.01.2024	45.0	42.5	E8
21.12.2023	42.5	40.0	E7
23.11.2023	40.0	35.0	E6
26.10.2023	35.0	30.0	E5
21.09.2023	30.0	25.0	E4
24.08.2023	25.0	17.5	E3
20.07.2023	17.5	15.0	E2
22.06.2023	15.0	8.5	E1

Tablo 1 ilgili olaylar ve olay tarihlerini içermektedir. Tablo 2'de 2023-2024 yıllarında TCMB'nın toplam dokuz faiz artırımı öncesi ve sonrası beş günün anormal getirileri ile kümülatif getirileri

içermektedir. Olay günleri incelendiğinde E1'den E9'a kadar hiçbir faiz artırımı, kararın alındığı gün pozitif veya negatif anormal bir getiri oluşturmamıştır. İlgili olay günlerinin hiçbirinde t test değeri anlamlı hesaplanmamıştır. Olay günü anormal ortalama getiriler istatistiksel olarak anlamlı olamasa da genelde borsa endeksinden pozitif ayrıştıkları tablodan gözlenebilir.

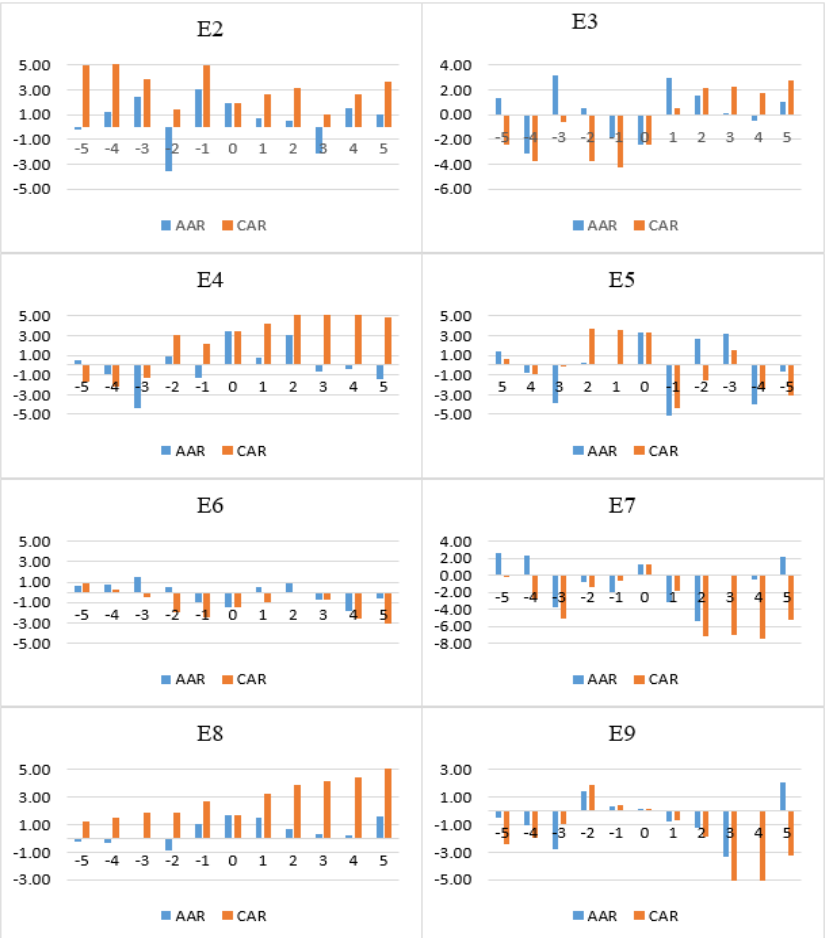
Tablo 2: Olay günleri, anormal ve kümülatif getiriler

	E1				E2				E3			
	AAR	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**
5	-3.13	-1.50	-1.90	-0.31	1.04	0.48	3.66	0.44	1.00	0.45	2.74	0.34
4	-0.83	-0.40	1.23	0.20	1.55	0.72	2.62	0.32	-0.46	-0.21	1.75	0.22
3	0.98	0.47	2.06	0.33	-2.10	-0.97	1.07	0.13	0.09	0.04	2.21	0.25
2	-0.29	-0.14	1.08	0.18	0.49	0.22	3.16	0.39	1.55	0.70	2.12	0.25
1	2.21	1.06	1.37	0.22	0.76	0.35	2.68	0.35	2.99	1.34	0.57	0.07
0	***-0.85***	***-0.41***	***-0.85***	***-0.13***	***1.92***	***0.88***	***1.92***	***0.25***	***-2.42***	***-1.09***	***-2.42***	***-0.28***
-1	3.11	1.49	2.26	0.34	3.08	1.42	4.99	0.68	-1.82	-0.82	-4.24	-0.53
-2	2.20	1.06	4.46	0.68	-3.58	-1.65	1.41	0.19	0.49	0.22	-3.75	-0.47
-3	1.68	0.81	6.14	0.94	2.49	1.15	3.90	0.56	3.14	1.41	-0.61	-0.08
-4	-0.87	-0.42	5.27	0.80	1.25	0.58	5.15	0.78	-3.12	-1.40	-3.73	-0.51
-5	3.83	1.84	9.10	1.41	-0.17	-0.08	4.98	0.75	1.30	0.58	-2.43	-0.32
	E4				**E5**				**E6**			
	AAR	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**
5	-1.42	-0.65	4.81	0.58	1.44	0.63	0.56	0.09	-0.53	-0.23	-3.12	-0.56
4	-0.38	-0.17	6.23	0.76	-0.80	-0.35	-0.88	-0.14	-1.81	-0.78	-2.59	-0.49
3	-0.71	-0.32	6.62	0.83	-3.83	-1.69	-0.08	-0.01	-0.75	-0.32	-0.77	-0.14
2	3.10	1.41	7.33	0.96	0.23	0.10	3.75	0.57	0.91	0.39	-0.03	0.00
1	0.78	0.35	4.23	0.55	0.15	0.07	3.52	0.56	0.57	0.24	-0.93	-0.17
0	***3.46***	***1.58***	***3.46***	***0.47***	***3.37***	***1.48***	***3.37***	***0.52***	***-1.50***	***-0.64***	***-1.50***	***-0.27***
-1	-1.27	-0.58	2.19	0.30	-7.69	-3.38	-4.32	-0.67	-0.98	-0.42	-2.48	-0.43
-2	0.90	0.41	3.08	0.41	2.70	1.19	-1.61	-0.25	0.51	0.22	-1.97	-0.33
-3	-4.36	-1.99	-1.27	-0.16	3.12	1.37	1.51	0.22	1.47	0.63	-0.50	-0.08
-4	-0.87	-0.40	-2.14	-0.27	-3.95	-1.74	-2.45	-0.37	0.73	0.31	0.23	0.04
-5	0.46	0.21	-1.68	-0.22	-0.61	-0.27	-3.05	-0.45	0.62	0.27	0.85	0.14
	E7				**E8**				**E9**			
	AAR	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**	**AAR**	**t stat.**	**CAR**	**t stat.**
5	2.20	0.97	-5.22	-0.73	1.56	0.75	5.99	1.12	2.04	1.03	-3.28	-0.44
4	-0.42	-0.19	-7.42	-1.07	0.25	0.12	4.43	0.84	-0.06	-0.03	-5.33	-0.73
3	0.15	0.07	-6.99	-1.02	0.27	0.13	4.18	0.78	-3.37	-1.71	-5.26	-0.73
2	-5.31	-2.35	-7.15	-1.10	0.70	0.34	3.91	0.74	-1.25	-0.63	-1.89	-0.26
1	-3.13	-1.39	-1.84	-0.29	1.51	0.72	3.21	0.64	-0.76	-0.38	-0.64	-0.09
0	***1.29***	***0.57***	***1.29***	***0.20***	***1.69***	***0.81***	***1.69***	***0.35***	***0.12***	***0.06***	***0.12***	***0.02***
-1	-1.90	-0.84	-0.61	-0.10	1.04	0.50	2.74	0.58	0.30	0.15	0.42	0.07
-2	-0.72	-0.32	-1.33	-0.21	-0.84	-0.40	1.90	0.39	1.44	0.73	1.86	0.31
-3	-3.71	-1.64	-5.04	-0.83	-0.02	-0.01	1.88	0.39	-2.80	-1.42	-0.94	-0.15
-4	2.34	1.04	-2.70	-0.44	-0.36	-0.17	1.52	0.32	-1.04	-0.53	-1.97	-0.32
-5	2.64	1.17	-0.05	-0.01	-0.27	-0.13	1.24	0.25	-0.47	-0.24	-2.44	-0.39

Tablo 2 ayrıca kümülatif ortalama getirilerle ilgili de bilgiler içermektedir. Anormal ortalama getirilere benzer şekilde ortalama kümülatif getiriler de olay günü istatistiksel olarak borsa endeksinden anlamlı ayrışmamıştır. Bu iki göstergeye bakarak Borsa İstanbul hisse senedi piyasasının etkin piyasa hipotezine uyduğunu söyleyebiliriz. Etkin piyasa hipotezinin detaylandırıldığı alt bölümde ifade edildiği gibi, Etkin piyasa hipotezi, finansal piyasaların "bilgi açısından etkin" olduğunu öne sürmektedir ve modern finans ekonomisinin kilometre taşlarından biridir. Bu teori, varlık fiyatlarının herhangi bir zamanda mevcut tüm bilgileri tam olarak yansıttığını ileri sürerek arbitraj veya piyasa zamanlaması yoluyla sürekli olarak endeksten yüksek getiri elde etmenin imkansız olduğunu ima eder. Etkin piyasa hipotezi, piyasa davranışı ve yatırım stratejisine ilişkin geleneksel kavramlara meydan okuyarak varlık değerlemesiyle ilgili her türlü yeni bilginin rasyonel piyasa katılımcıları tarafından hızlı ve doğru bir şekilde fiyatlara dahil edildiğini öne sürer. Sonuç olarak, teori hem teorik finans hem de pratik yatırım yönetimi için önemli sonuçlar doğurmakta, çeşitli finansal araçların gelişimini ve piyasa katılımcıları tarafından kullanılan stratejileri etkileme potansiyeline sahiptir. Bu nedenledir ki etkin piyasa hipotezi Fama (1960) tarafından ortaya atıldığından beri ampirik finansal çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır. Kimi çalışmalarda etkin piyasa hipotezi doğrulanırken kimi çalışmalarda bu hipotez ret edilmiştir. Hatta aynı pazar için yapılan farklı çalışmalar arasında bile tutarsız sonuçlara rastlamak mümkündür. Burada bir piyasanın bir bütün olarak etkin çalışmasından ziyade belli dönemlerde spekülatif hareketlerden dolayı etkinlikten uzaklaşması olarak düşünülmelidir.

Tabii ki etkin piyasa etkin piyasa hipotezi sadece olay günü ile açıklanması mümkün olmayan karmaşık yapıda bir hipotezdir. Bu hipotezin tam geçerliliği için önceki ve sonraki yakın dönemlerin de mercek altına alınması gerekmektedir. Bu anlamda Tablo 2'ye yeniden dönersek; TCMB'nın faiz artırım kararlarının geldiği günden bir önceki günlerde hisse senetleri ortalama anormal getirileri istatistiksel olarak E5 olay günü hariç hiçbir zaman endeksten pozitif veya negatif olarak ayrışmamıştır. E5 olarak sembolize edilen 26.10.2023 tarihli Merkez Bankasının haftalık repo faiz oranını %30'dan %35'e çıkarması bir gün önceki beklentiler neticesinde ana endeksten ortalama olarak -%7.69 ayrışarak negatif getiri sağlamıştır. İlgili günün t test istatistiği -3.38 olarak hesaplanmıştır. Bu test istatistiği %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinin tamamında hisse senetleri ortalama anormal getirilerinin endeks getirisine eşit olduğunu ifade eden boş hipotezin ret edilmesine olanak sağlamaktadır. Fakat ilk faiz artırımı dahil olmak üzere dokuz faiz artırımının sekiz tanesinde bir gün önceki beklentiler hisse senedi fiyatlarını anlamlı şekilde değiştirmemiştir. Olay gününün iki gün öncesinde de durum çok farklı değildir. Bu anlamda t-2 günü için Tablo 2 incelendiğinde sadece E2'nin ana endeksten istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde negatif ayrıştığı anlaşılmaktadır. 20.07.2023 tarihli faiz artırımından iki gün önce beklentilerin fiyatlanması negatif olmuştur. Buna göre ilgili gün hisse senetlerinin ortalama anormal getirisi ana endeksten %3.58 negatif ayrışmıştır. Son olarak olay penceresindeki t-3 gününü yorumlamak gerekirse, Tablo 2'deki hesaplamalar ışığında E4 ve E7 olay günlerinin üç gün öncesinde hisse senetleri piyasadan istatistiksel olarak anlamlı ve negatif ayrışmıştır.

Olay gününden önceki günler beklentilerin ön planda olduğu ve genellikle beklentilerin fiyatlandığı dönemlerdir. Olay günü karar alınır ve sonraki günler gerçekleşmiş bir kararın piyasadaki etkileri gözlemlenir. Olay günüden sonraki kısa dönem artık beklentilerin değil TCMB'nın aldığı faiz kararının fiyatlanması söz konusudur. Bu anlamda etkin piyasa hipotezine göre bilgi kamuoyuna açık hale geldikten sonra hemen fiyatlanması gerekir ve kararın açıklanmasıyla fiyatlarda kısa süre içinde bir ayrışma olsa da birkaç gün içinde bu fiyatlamanın tamamlanması gerekmektedir. Bu bilgiler göz önüne alındığında ve Tablo 2'deki test istatistikleri değerlendirildiğinde şu sonuca ulaşılmaktadır: İncelenen kararlardan bir gün sonra hiçbir faiz kararı hisse senedi fiyatlarında istatistiksel olarak anlamlı bir ayrışmaya neden olmamıştır. Buna göre analiz için seçilen dokuz olay günün sekiz tanesinde hisse senetlerinin getirileri ana endeksten pozitif ayrışsa da bu ayrışma istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Demek ki TCMB'nın faiz artırma kararları bir gün sonrası için hisse senetleri anormal getirileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir. Kümülatif getiri tarafında da durum farklı değildir. E1'den E9'a kadar t+1 günü için hiçbir kümülatif getiri testinde "H0: Anlamlı kümülatif getiri yoktur." boş hipotezi ret edilememiştir. Bunun dışında da t+3, t+4 ve t+5 günlerinin neredeyse hiçbirinde ortalama anormal getiri ve kümülatif getiriler anlamlı bir ayrışma göstermemiştir.



Şekil 1: TCMB'nin faiz artırma kararları ve AAR/CAR getiriler

Tablo 3'de TCMB'nın 2023-2024 dönemi faiz artırım kararlarını temsil eden E2'den E9'a kadar olay günleri ve olay günlerinin -5,+5 günlük anormal ortalama getiriler ile kümülatif getirilerin grafikleri gösterilmektedir. Tüm faiz artırımları içinde E8 dönemi göze çarpmaktadır. Diğer hiçbir ortalama anormal getirilerde sistematik bir artış veya azalış görünmezken E8'de olay

penceresinin ilk günü olan -5. günden itibaren kademeli bir artış gözlenmiştir. İlginç olan şu ki; bu olay araştırmasında hiçbir ortalama anormal getiri ve kümülatif getiri istatistiksel olarak anlamlı hesaplanmamıştır.

Sonuç

Bu çalışma, Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın faiz artırım kararlarına tepkisini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Titiz bir metodoloji kullanılarak, bu finansal araçların para politikası değişikliklerine uyum sağlama hızını ve etkinliğini değerlendirmek için dokuz farklı olay çalışması analizi yapılmıştır. Etkin Piyasa Hipotezi teorik çerçevesinde yorumlanan ampirik bulgular, Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin faiz artırım kararlarından gelen bilgiyi kayda değer bir hızla fiyatlarına dahil ettiklerini tutarlı bir şekilde göstermektedir. Bulgular Borsa İstanbul'un etkin bir piyasa olarak işlediği hipotezini reddetmek için ampirik bir temel oluşturmamıştır. Faiz oranı açıklamalarının ardından hisse senedi fiyatlarının hızlı bir şekilde ayarlanması, piyasa katılımcılarının iyi bilgilendirildiğini ve yeni bilgileri önemli bir gecikme olmaksızın işleme kabiliyetine sahip olduğunu ve bu bilgilerin hisse senedi fiyatlarına neredeyse anlık olarak yansıdığını göstermektedir.

Bu bulguların sonuçları çok yönlüdür. Yatırımcılar açısından, piyasa etkinliğinin doğrulanması, arbitraj veya zamanlama yoluyla piyasadan daha iyi performans göstermeyi amaçlayan geleneksel stratejilerin tutarlı sonuçlar vermesinin pek mümkün olmadığı anlamına gelmektedir. Bunun yerine, portföy çeşitlendirmesinin yatırımcı riskini dağıtmak için kullanılması gerektiğini göstermektedir. Politika yapıcılar için, Borsa İstanbul'un para

politikası kararlarını varlık fiyatlarına etkin bir şekilde dahil ettiğini anlamak, para politikasının aktarım mekanizmaları hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Bu etkinlik, politika sinyallerinin etkin bir şekilde iletildiğini ve piyasa tarafından özümsendiğini, istikrarlı ve öngörülebilir bir ekonomik ortamı kolaylaştırdığını göstermektedir. Akademisyenler ve araştırmacılar için bu çalışma, özellikle gelişmekte olan bir piyasa bağlamında etkin piyasa hipotezini destekleyen kanıtlar bütününe katkıda bulunmaktadır. Borsa İstanbul'un finansal ekosisteminin sağlamlığını ve potansiyel piyasa kusurlarına ve gelişmekte olan piyasalara özgü zorluklara rağmen piyasa etkinliğini sürdürme kabiliyetini vurgulamaktadır. Ayrıca, çalışmanın bulguları piyasa etkinliğinin sürdürülmesinde şeffaflık ve bilgi yayılımının kritik rolünü göstermektedir. Faiz artışlarının etkin bir şekilde fiyatlandırılması, yüksek düzeyde piyasa şeffaflığını ve piyasa katılımcıları arasında bilginin etkin bir şekilde yayılmasını yansıtmaktadır. Bu şeffaflık, yatırımcı güveninin sürdürülmesi ve finansal piyasaların düzgün işleyişinin sağlanması için gereklidir. Sonuç olarak, bu çalışma Borsa İstanbul'un hisse senedi fiyatlarının para politikası değişiklikleri de dahil olmak üzere mevcut tüm bilgileri hızlı ve doğru bir şekilde yansıttığı etkin bir piyasa örneği olduğuna ampirik bir temel oluşturmaktadır.

Kaynakça

Diestre, L., & Rajagopalan, N. (2014). Toward an input-based perspective on categorization: investor reactions to chemical accidents. *Academy of Management Journal, 57(4),* 1130–1153.

Fama, E. F. (1970). Efficient market hypothesis: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, *25*(2), 28-30.

Geiger, M. A., Lennox, C. S., & North, D. S. (2008). The hiring of accounting and finance officersfromaudit firms: how did themarket react? *Review of Accounting Studies*, 13(1), 55–86.

Greenstone, M., Oyer, P., & Vissing-Jorgensen, A. (2006). Mandated disclosure, stock returns, and the 1964 securities acts amendments. *Quarterly Journal of Economics*, 121(2), 399–460

He, P., Sun, Y., Zhang, Y., & Li, T. (2021). COVID–19's impact on stock prices across different sectors—An event study based on the Chinese stock market. In *Research on Pandemics* (pp. 66-80). Routledge.

Jiang, J., Wang, I. Y., & Xie, Y. (2015). Does it matter who serves on the financial accounting standards board? Bob Herz's resignation and fair value accounting for loans. *Review of Accounting Studies, 20(1)*, 371–394.

Lee, D., & Mas, A. (2012). Long-run impacts of unions on firms: new evidence from financial markets, 1961-1999. *Quarterly Journal of Economics*, 127(1), 333–378.

McWilliams, A., & Siegel, D. (1997). Event studies in management research: theoretical and empirical issues. *Academy of Management Journal,* 40(3), 626–657.

Sewell, M. (2011). History of the efficient market hypothesis. *Rn*, *11*(04), 04.

Subramani, M., & Walden, E. (2001). The impact of e-commerce announcements on the market value of firms. *Information Systems Research,* 12(2), 135–154.

Wai Kong Cheung, A. (2011). Do stock investors value corporate sustainability? Evidence from an event study. *Journal of business ethics*, *99*, 145-165.

Yakar, S., Elbir, G., & Kandır, S. (2021). Vergi cezalarına ilişkin duyuruların banka pay getirilerine etkisinin araştırılması. *Maliye ve Finans Yazıları*, (Özel Sayı 2), 219-232.

Yang, H., Zheng, Y., & Zaheer, A. (2015). Asymmetric learning capabilities and stock market returns. *Academy of Management Journal,* 58(2), 356–374.

Yang, S. B., Lim, J. H., Oh, W., Animesh, A., & Pinsonneault, A. (2012). Using real options to investigate the market value of virtual world businesses. *Information Systems Research*, 23(3-part-2), 10111029.

Masulis, R. W. (1980). The effects of capital structure change on security prices: A study of exchange offers. *Journal of financial economics*, *8*(2), 139-178.

MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of economic literature*, *35*(1), 13-39.

Elad, F., & Bongbee, N. (2016). Event study on the reaction of stock returns to acquisition news. *Available at SSRN 2863243*.

BÖLÜM IV

Müşteri Analitiğinde Kendini Düzenleyen Haritalar

Serpil SEVİMLİ DENİZ[1]

Giriş

Müşteri analitiği, işletmelerin müşteri davranışlarını, tercihlerini ve ihtiyaçlarını anlamalarına yardımcı olan güçlü bir araçtır. İşletmeler büyük verileri analiz ederek, müşteri veri tabanlarını daha iyi anlar ve daha etkili pazarlama stratejileri geliştirebilirler. Müşteri analitiği, bir işletmenin başarısı için kritik bir rol oynar. Bu makalede, müşteri analitiği alanında son yıllarda önem kazanan bir teknoloji olan "kendini düzenleyen haritalar"ı ele alacağız.

Kendini düzenleyen haritalar, müşteri analitiği süreçlerini geliştirmek için kullanılan bir tür yapay zeka (AI) teknolojisi olarak öne çıkmaktadır. Bu haritalar, büyük veri setlerinden bilgi çıkarmak

[1] Dr. Öğr. Üyesi Serpil SEVİMLİ DENİZ., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Van/Türkiye, Orcid:. **0000-0002-8559-1107**, sdeniz@yyu.edu.tr

ve bu bilgiyi görsel olarak anlamak için kullanılır. Kendini düzenleyen haritalar, unsupervised öğrenme yöntemleri kullanır ve bu nedenle önceden tanımlanmış etiketlere veya kategorilere ihtiyaç duymazlar. Kendini düzenleyen haritalar, (SOM) Finlandiyalı bilim insanı Teuvo Kohonen tarafından geliştirilen bir yapay sinir ağı türüdür. SOM'lar, veri noktalarını benzerliklerine göre düzenler. Bu, müşterilerin benzer davranışları veya özellikleri olan gruplarının daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Literatür

Müşteri analitiği, müşteri davranışları hakkında bilgi edinmek için müşteri verilerini toplama ve analiz etme sürecidir. İşletmeler tarafından pazar bölümlendirme ve tahmine dayalı analitik yoluyla önemli kararlar almak için kullanılır (Reijonen ve Laukkanen, 2010). Rekabetçi bir iş ortamında stratejik ve ileriye dönük kararlar almak için müşteri değeri giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu nedenle birçok kuruluş, ilerlemelerine katkıda bulunmak için çok kanallı kaynaklardan büyük miktarda yapılandırılmış ve yapılandırılmamış müşteri verisini toplama ve saklama eğilimindedir (De Keyser, Lemon, Klaus ve Keiningham, 2015). Müşteri verilerinin potansiyel değerlerini anlamak ve gelecek beklentilerini tahmin etmek, karar vermede yol gösterici haline gelen müşteri analizinin temel amacıdır. Gelecekteki yatırım kararlarının önceliklendirilmesine yol açabilecek değerli kalıplar ve eğilimler, müşteri verilerinin iş kullanıcıları tarafından analiz edilmesiyle ortaya çıkar (Vuppalapati vd., 2018). Bu aşamadaki en önemli kilit noktalardan biri, elde edilen müşteri verilerinin değerlerini anlamak için doğru analiz tekniğini kullanmaktır (Ravasan ve Mansouri, 2018). Müşteri analizi, satışların, pazar tahmininin, envanter

tasarımının, dolandırıcılık tespitinin ve diğer birçok uygulamanın geliştirilmesine katkıda bulunarak şirketlerin davranışlarını tahmin etmelerine yardımcı olur. Bu nedenle şirketler, hem mevcut veriler için analitik yetenekler geliştirmek hem de bu yeni veri kaynaklarından elde edilen bilgilerden gelecekteki müşteri tercihlerini tahmin etmek için müşteri analitiğinin sonuçlarını kararlarına entegre ederler. Bu aşamada yeni teknolojik güçlere ve dijitalleşme perspektiflerine sahip kuruluşlar, ürün veya hizmet sunmak için yeni yöntemler belirlemede rekabet avantajı elde eder. Marisa ve diğerleri (2019) tarafından yapılan bir çalışma, makine öğrenimi algoritmalarını müşterilerin yaşam boyu değerlerine dayanarak müşteri segmentasyonu yapmak için kullanmıştır. Çalışma, müşteri segmentasyonuna dayalı kişiselleştirilmiş pazarlama kampanyalarının perakendecinin genel karını artırdığını buldu. Güçlü müşteri tabanı, bir işletmenin sürekli ve büyüyen başarısını oldukça etkilemektedir. Mal veya hizmetleri tekrar tekrar satın alan müşteri tabanına ek olarak bir işletmenin potansiyel müşteri kazanımı, şirketlerin stratejilerinde önemli bir yer tutar (Ganesh, Arnold ve Reynolds, 2000). Müşteri perspektifinden bakıldığında, müşterilerin bilgilendirilmek, bilgi edinmek ve iş yaptıkları hizmet sağlayıcılardan daha fazlasını talep edebilmek için çoklu kaynaklara erişimi gereklidir (Peppers ve Rogers, 2016). Dijitalleşme döneminde firmaların, müşteri davranışlarına ilişkin büyük veri kullanımı ile çeşitli analitik tekniklere dayalı müşteri davranış stratejilerini uygulamak için analitik tekniklerle müşteri ilişkileri kurmaları gerekmektedir. Günümüzde müşterilerin tercihlerini daha iyi anlamak, müşterileri segmentlere ayırmak, doğru ürünleri doğru müşterilere tanıtmak, müşteri deneyimini

geliştirmek ve yüksek gelir elde etmek için otomatik karar verme konseptlerine sahip tahmine dayalı analitik süreçler ilgili sistemlere entegre edilmektedir (Sun vd., 2014). Müşteri davranışlarından elde edilen veriler, müşteri analitiği açısından kurumsal verimliliği en üst düzeye çıkarmak ve müşterilerle uzun vadeli ilişkileri sürdürmek için pazar bölümleme ve tahmine dayalı analitik araçlarında girdi olarak kullanılarak önemli iş kararlarının alınmasında yol gösterici olmaktadır (Akburak, Senvar ve Yel, 2019).

Müşterilerin arzularındaki dinamizm, müşterilerin sadece mevcut taleplerini değil, gelecekte farklılaşacak taleplerini de kapsamaktadır. Bu nedenle müşteriler günümüzden geleceğe dair içgörü sağlar Lemon, White ve Winer'ın (2002) belirttiği gibi bu durum pazarlamacıların stratejilerini de etkilemektedir. Aynı zamanda müşterilerin gelecekteki ihtiyaçlarını mümkün olduğunca tahmin etme ve bu ihtiyaçları karşılayacak ürünler tasarlamayı da içermelidir (Flint ve ark., 2011).

Genel olarak kalite ve fiyatın müşteri değerinin ideal kriteri olarak kabul edilmesinin yanı sıra, kalitenin yanı sıra farklılaşma noktalarını, ürün fonksiyonunu, hizmeti, pazarlamayı, deneyimi, fiyatı veya mevcut ilişkileri, deneyimden kaynaklanan kişisel önyargıları da içeren faktörler bütünüdür (Christian, 2018). Müşterilerin ihtiyaçlarını tedarikçilerden tahmin etmeleri beklenir. Müşterilerin tedarik zincirindeki alıcı-satıcı bağlantılarının gücü, sektörün dinamizmi, kültürel faktörler (Overby, Gardial ve Woodruff (2004) ve müşterilerin gelecek arzuları, müşteri değerini etkileyen koşullarla örneklenebilecek önemli faktörlerdir (Lemon ve ark., 2002) Literatür taramalarının sonuçları, özellikle rekabetin sert

ve karmaşık olduğu bir dönemde müşterilerin algılarının sürekli değiştiğini göstermektedir (Flint ve ark., 2002).

İlk defa Finlandiya'da Profesör Teuvo Kohonen tarafından 1981'de ortaya konan kendini düzenleyen haritalar; İngilizcede Self-Organzing Maps (SOM) olarak bilinmektedir. Türkçeye ise Kendi Kendini Düzenleyen Haritalar, Kendi Kendini Organize Eden Haritalar, Kendini Örgütleyen Haritalar gibi farklı birçok formatta çevrilmiştir. SOM yüksek boyutlu verilerin, boyutlarının azaltılarak görselleştirilmesi için etkili bir yöntemdir. Temel olarak, girdi verileri arasında benzerlik (uzaklık/yakınlık) grafiğini üretmektedir. SOM; analiz edilen yüksek boyutlu veriler arasındaki nonlineer (doğrusal olmayan) istatistiki ilişkileri, genellikle iki boyutlu bir düğüm ızgarası olan görüntü noktalarının basit geometrik ilişkilerine dönüştürmektedir (Sevimli Deniz S., Çelik E., 2018). Bu uygulamayı düşük boyutlu ekranda yapmaktadır. Tüm bu işlemler yapılırken SOM, kullanılan verilerin en önemli metrik ve topolojik ilişkilerini koruyarak bilgiyi sıkıştırma yöntemini uygulamaktadır. Bu bir tür soyutlama işlemi olarak düşünülebilir. Veri setine görselleştirme ve soyutlama olarak uygulanan bu iki yöntem: kontrol, makine algısı, iletişim ve süreç analizi gibi farklı görevlerde farklı şekillerde kullanılabilmektedir (Kohonen, 2001), (Kohonen, 1998). Kümeleme alanında kullanılan ve özel bir YSA temelli yöntem olan SOM modeli (Özçalıcı, 2017) eğitim aşamasında denetimsiz öğrenme algoritmasını kullanmaktadır. YSA'da olduğu gibi SOM, iki farklı şekilde çalışmaktadır. Birinci etapta sistem kendini eğitmekte, ikinci etapta ise, gelen yeni girdiyi kullanarak doğru haritalama yapmak için çalışmaktadır (Canbaz ve Çevik, 2011) SOM, insan beynine benzer şekilde çalışmaktadır. Öğrenme

temeli rekabetçi öğrenmeye dayanmaktadır. Yapısı ise ızgara biçimindeki özel YSA'dır. Topolojik olarak birbirine bağlı komşulukların genelde dikdörtgen veya altıgen şeklinde görselleştirilmesi ile oluşmaktadır. Bu görsellik rastgele ızgara düğümleri ile temsil edilmektedir (Xavier, 2011). SOM, elde edilmiş verilerin tümünü bir ızgarada organize şekilde bir dizi ayrı konumla eşlemektedir. Her konum için prototip bir nesne olan kod çizelgesi vektörü bulunmaktadır. Bu prototip genellikle bir nesneye karşılık gelmek yerine veri alanının bir bölümünü temsil etmektedir. Bu nedenle kod çizelge vektör seti, kullanılan veri setinin bir özetidir denilebilir (Dündar ve Oktay, 2022). Veri setindeki her bir veri en çok benzer kod çizelgesi vektörüne sahip birime atanmaktadır. Bu şekilde her bir veri en uygun konumlar kümesine eşlenmiş hale gelmektedir (Wehrens, 2020). SOM, kümeleme analizinde son zamanlarda de arzu edilir bir teknik haline gelmiştir. Veri madenciliğinde SOM'a dayalı kümeleme teknikleri, istatistiksel yöntemlere nazaran birçok avantaja sahiptir. Bunlardan bazılarını aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Oğuzlar, 2005). İstatiksel yöntemler düşük boyutta veriler ile çalıştığında anlamlı sonuçlar verirken, SOM istatistiksel testlerin varsayımlarından birçoğuna dayanmamakta ve yüksek boyutlu veriler düşünüldüğünde etkin bir yöntem olarak görülmektedir. Veri madenciliğinde kullanılan veriler, çok değişkenli dağılımlara genellikle sahip değillerdir. Bu nedenle bazı sınırlamalardan muaftır. İstatistiksel kümeleme yöntemleri ise çok değişkenli dağılımlara sahip olduğundan bazı sınırlamalara sahiptir. Diğer taraftan SOM'un istatistiksel varsayımlara karşı gevşek, esnek ve kullanışlı olması kümelem analizi çalışmalarında sıkça kullanılmasına neden olmaktadır. SOM,

yüksek boyutlu veri kümelerini görsel bir hale dönüştürmektedir. Bu özellik diğer veri analizi yöntemlerinin hiçbirinde bulunmamaktadır.

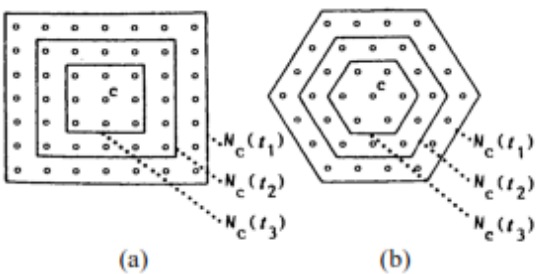
SOM, aşağıdaki temel adımlarla çalışır:

1. Başlangıç: SOM'un işleyişine başlarken, rastgele bir ağırlık vektörü (node) seti oluşturulur. Her bir ağırlık vektörü, SOM'un haritasının bir hücresini temsil eder. Bu başlangıç ağırlıkları, veriye uyum sağlamak için güncellenecek olan ağırlıkların başlangıç değerleridir.
2. Veri Eşleme: SOM, veri noktalarını haritadaki en yakın ağırlık vektörüne eşler. Bu, her veri noktasının hangi hücreye en yakın olduğunu belirler.
3. Ağırlık Güncelleme: SOM, veri noktalarını haritada eşledikten sonra ağırlık vektörlerini günceller. Güncelleme işlemi, veriye olan uzaklık ölçüsüne dayalı olarak gerçekleşir. Yakın ağırlık vektörleri, daha fazla güncelleme alır ve verilere daha iyi uyarlanır. Bu, SOM'un kendini düzenlemesini ve verilere uyum sağlamasını sağlar.
4. Komşuluk İlişkileri: SOM, her bir hücrenin komşu hücrelerle olan ilişkilerini korur. Bu, benzer verilere sahip hücrelerin birbirine yakın olmasını sağlar. Komşuluk ilişkileri, SOM'un veri gruplarını ve desenleri tanımlama yeteneğini artırır.
5. Tekrarlama: Verilere uyum sağlamak için ağırlık güncellemeleri birkaç iterasyon boyunca tekrarlanır. Bu, SOM'un giderek daha iyi verilere uyum

sağlamasını ve harita üzerindeki verileri daha iyi gruplandırmasını sağlar.

Giriş ve çıkış nöronlarından oluşan SOM ağlarında, giriş nöronlarının sayısını verilerin sahip olduğu değişken sayısı belirlemekte, çıkış nöronlarının her biri ise bir kümeyi temsil etmektedir. Çıkış katmanındaki nöronların dizilimi -diğer YSA algoritmalarından farklı olarak- topolojik komşuluk açısından büyük önem taşımaktadır. Girdiye en iyi cevabı veren işlem elemanı etrafında oluşan komşuluk kümesinin, en çok tercih edilen dikdörtgensel ve altıgen dizilimleri dışında, doğrusal ve küp şeklinde olan dizilimleri de mevcuttur (Zontul ve diğ., 2004). Şekil 1' de bir nörona ait yapısal komşuluk gösterilmiştir. *($t_1 < t_2 < t_3$)*

Şekil 1. *Bir nöronun yapısal komşuluğu (a) dikdörtgen komşuluk, (b) altıgen komşuluk (Demirhan ve Güler, 2009)*

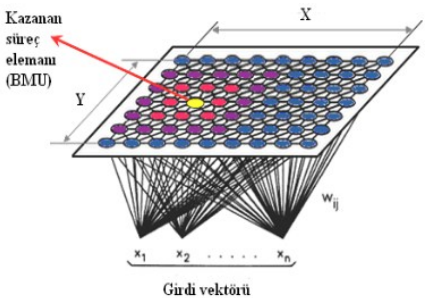


SOM, ileri beslemeli ve tek katmanlı bir ağdır. İleri beslemeli ağlar; geri dönüşlere, çevrimlere izin vermez. SOM, sinir ağları gibi birbirlerine tamamıyla bağlıdır. Başka bir ifade ile ilgili katmandaki her düğüm, bir sonraki katmandaki düğümlerin hepsine bağlıdır. Denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) yani kendi kendine öğrenme algoritmasına sahiptir. Ağ eğitiminde kullanılacak olan veriler birbirinden bağımsız olarak seçilmekte ve o sistemin çıktısına

ait “özellik” parametreleri olarak isimlendirilmektedir. SOM ağları, “rekabetçi” dir. Tüm çıktı düğümleri kazanan düğüm olmak için kendi aralarında yarışırlar. SOM ağları, diğer bazı yapay sinir ağları algoritmalarında olan gizli katmana sahip değildir. Düğümler arasındaki her bir bağlantı üzerinde ağırlıkları (önemleri) yer almaktadır. Yapay sinir ağlarında olduğu gibi bu ağırlıklar başlangıçta 0 ila 1 değerleri arasında rastgele seçilir.

Şekil 2’ de SOM ağı yapısı görülmektedir. Satırlar ve sütunlar şeklinde düzenlenen ağ, ileri beslemeli yapıyı gösterirken çıktı düğümleri ise 2 boyutlu bir ızgara görüntüsündedir.

Şekil 2. *SOM Genel Yapısı (Demirhan ve Güler, 2009)*



SOM, denetimsiz öğrenme olduğundan sistem doğru cevabı bilmemektedir. Bir öğretmen olmadan eğitilen ağlar, giriş verilerine göre ağırlık değerlerini ayarlar. Bu öğrenme algoritması ile ağ sonucu sisteme öğretmen tarafından bildirilen ve bu sonuca göre kendini güncellemekte olan sistemlerin çalışmasından farklı olarak ve ayrıca sisteme herhangi bir dış bildirim olmadan, yalnızca sahip olduğu girdi değerleriyle doğru sonuca yakınsamaya çalışmaktadır.

n: örüntü sayısı, *m:* giriş düğümü sayısı, *j:* çıkış düğümü olmak üzere;

- x_{nm}: n. örüntüye ilişkin m. giriş düğümü;

- w_{mj}: m. giriş düğümünden j. çıkış düğümüne tanımlanan ağırlık

Kazanan (winner) düğüm komşuluğunda olan diğer düğümler, girdi vektörü ve ona ilişkin ağırlık vektörünün lineer bir kombinasyonunu olan (1) formülünü kullanarak ağırlıklarını günceller (Kohonen, 1982).

$$w_{ij}\,(yeni) = w_{ij}\,(eski) + \alpha\,(x - w_{ij}\,(eski)) \qquad (1)$$

(1) formülünde yer alan α, $0<\alpha<1$, öğrenme katsayısıdır. α katsayısı, diğer YSA algoritmalarındaki öğrenme katsayılarına benzer özellikler taşımaktadır. Kohonen (1982), öğrenme katsayısının iterasyon sayısı ile geometrik veya lineer olarak azalması gerektiğini belirtmiştir. Bir diğer ifade ile öğrenme katsayısı α; öğrenmenin başlangıçlarındaki iterasyonlarda büyük seçilmeli, öğrenmenin ilerleyen aşamalarında ise iterasyon sayısına bağlı olarak azaltılmalıdır. Bu durum golf oyununa analoji yapılarak açıklanabilir. Golf oyununda, oyunun başlangıcındaki vuruş sopası; topu daha uzun menzile atacak şekilde seçilmekte (hedefe daha az vuruşla yaklaşabilmek için), ancak oyunun ilerleyen safhalarındaki sopa seçiminde menzil uzunluğundan ziyade hassas bir şekilde hedefe yaklaşabilme özelliği aranmaktadır (hedefi tam olarak tutturabilmek için).

Ağırlığa ilişkin -önceden bilinen- geçerli bir bilgi olmadığı durumlarda ağırlık değerleri rassal olarak seçilir. Ağırlık seçiminin ardından, öğrenme katsayısı *(α)* ve komşuluk boyutu *(R)* için uygun değerler atanır. Başlangıçta büyük olarak seçilebilen *R* değeri, algoritma ilerledikçe düşürülmelidir. Algoritma etkinliğini

arttırabilmek için içinde yeterli sayıda girdi barındırmayan kümeler yok edilir.

SOM algoritması kapsamında her bir x girdi vektörü için aşağıdaki adımlar uygulanır:

- Adım 1: Her bir çıktı düğümü *(j)* için puanlama fonksiyonu olan $D(w_j, x_n)$ değeri hesaplanır. (2) formülünü minimize eden J değeri kazanan (winner) düğüm olarak adlandırılır (Kohonen, 1982).

$$D(i,j) = \sqrt{\sum_{i,j}(wij - x)^2} \quad (2)$$

- Adım 2: Kazanan düğümün *(J)* komşuluğunda olan ve komşuluk boyutu *(R)* ile tanımlanan diğer çıktı değerleri *(j)* tespit edilir. Tanımlanan bu düğümlere ilişkin (1) formülü kullanılarak çıkış düğümlerine ilişkin ağırlıklar güncellenir. Bu adım "adaptasyon" olarak adlandırılır.
- Adım 3: Gerektiği takdirde α ve R değerleri güncellenir.
- Adım 4: Bitirme karakterleri karşılandığında (öğrenme tamamlandığında) algoritma sonlandırılır.

İterasyonların ("özellik" olarak belirtilen tüm verilerin SOM ağı içerisine girmesi) devam ettikçe ağırlık (önem) değerleri değişir. Ağırlık değerleri her bir iterasyon sonucunda güncellenir.

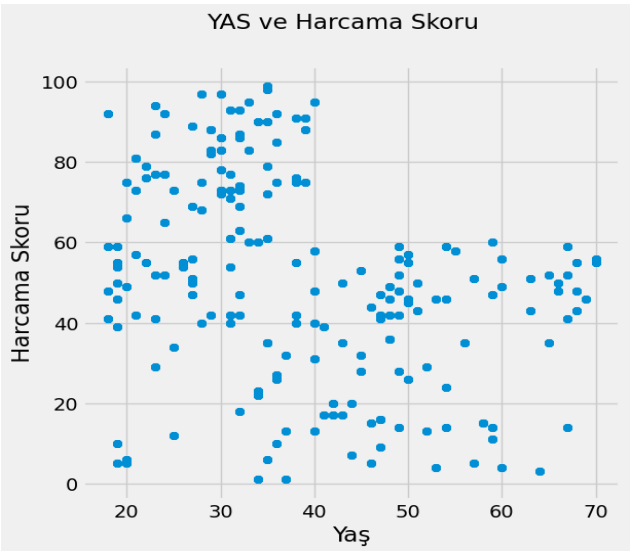
Ağın eğitiminin tamamlanmasının ve ağırlık değerlerinin belirlenmesinin ardından istenen sayıda küme belirlenir. Küme merkezlerinden her bir veriye olan uzaklıklar tek tek hesaplanır. Küme; merkezine en yakın uzaklıktaki sadece tek bir veriyi içerisine alır, aldığı bu veriye göre merkezini konumlandırır (veri, kümenin yeni merkezi olacak şekilde). Küme içerisine alınan bu veri; kümenin merkezinde olacak şekilde konumlandırılır, yeni giren veri bu kümenin merkezi konumuna gelir Küme içerisine alma işlemi aynı şekilde devam eder. En sonunda her bir kümenin hangi verileri

içerdiği belirlenir. SOM algoritması sayesinde çok boyutlu veriler, iki boyuta indirgenmiş ve görselleştirilmiş olur.

Veri Seti

Bir alışveriş merkezinden alışveriş yapan 18-70 yaş arası, kadın ve erkek 1000 müşteriye ait cinsiyet, yaş, yıllık gelir bin dolar (kŞ) ve kişilere ait harcama skoru verilerinden oluşmaktadır. Yıllık gelir kişilere ait yıllık geliri bin dolar cinsinden belirtmektedir. Harcama skoru ise bir yıl içinde müşterinin bu alışveriş merkezinden yaptığı alışverişler için oluşturulmuş 1-100 arasındaki bir değerlendirme skorudur. Verilerin değerlendirilmesinde ve görselleştirilmesinde Phyton programlama dili kullanılmıştır.

Grafik 1. *Yaş ve harcama skoru dağılımı görülmektedir*

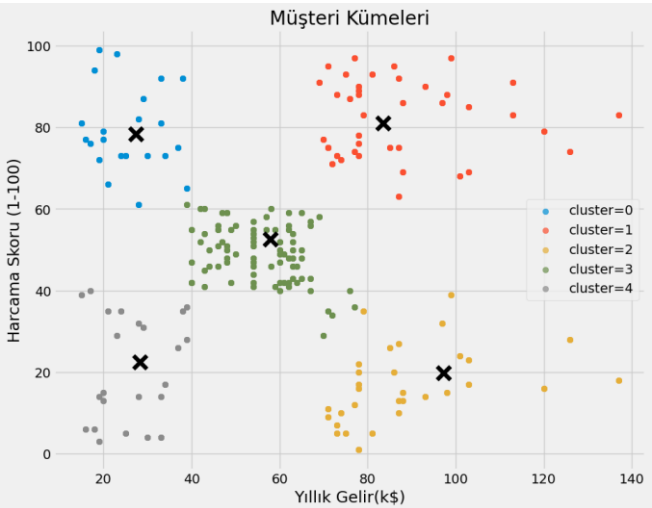


Grafik 1'de yaş ve harcama skoru arasındaki verilerin dağılımı görülmektedir. 20-40 yaş arası bireylerin harcama skorunun daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bulgular

Veriler SOM ile modellenerek analiz edilmiştir. SOM işlemi tamamlandığında, harita üzerinde benzer veriler gruplandırılmış olur. Bu, SOM'un nasıl çalıştığının temel bir özetidir. Verinin doğru bir şekilde temsil edilmesi ve sonuçların yorumlanması, SOM'un etkili bir şekilde kullanılması için önemlidir.

Grafik 2. *Müşteri Kümeleri*



SOM, çok boyutlu verilerin düşük boyutlu bir uzayda temsilini sağlar ve veri analizi, görselleştirme ve segmentasyon gibi birçok uygulama için kullanılır. Grafik 2'de yıllık gelir ve harcama puanına göre 5 müşteri kümesinin bulunduğu görülmektedir. Küme 0: Yüksek gelirli, düşük harcama yapan**,** Küme 1: Yüksek gelirli, yüksek harcama yapan, Küme 2: Düşük gelirli, yüksek harcama yapan**,** Küme 3: Orta gelirli, orta harcama yapan**,** Küme 4: Düşük gelirli, düşük harcama yapan

Bu beş müşteri kümesi, müşterilerin yıllık gelir ve harcama puanlarına göre gruplandığı müşteri segmentasyonunu gösteriyor.

Küme 0: Yüksek Gelirli, Düşük Harcama Yapan:

Bu küme, yüksek gelire sahip ancak düşük harcama yapan müşterileri içerir. Bu müşteriler muhtemelen tasarrufa odaklanan veya bütçelerini sıkı bir şekilde yöneten kişiler olabilir. İşletmeler için önemli bir hedef, bu müşterilere daha fazla harcama yapma teşviki vermek olabilir.

Küme 1: Yüksek Gelirli, Yüksek Harcama Yapan:

Bu kümeye dahil olan müşteriler yüksek gelire sahip ve aynı zamanda yüksek harcama yapmaktadır. İşletmeler için bu segment, karlılık potansiyeli yüksek olan bir hedef kitleyi temsil edebilir. Bu müşterileri elde tutmak ve daha fazla satış yapmak için kişiselleştirilmiş teklifler ve ürünler sunabilir.

Küme 2: Düşük Gelirli, Yüksek Harcama Yapan:

Bu küme, düşük gelire sahip ancak yüksek harcama yapan müşterileri içerir. Bu müşteriler, belki de kredi kartlarını sıkça kullanarak harcama yapma eğiliminde olan kişiler olabilir. İşletmeler için bu müşteri grubu, harcamalarını kontrol etmelerine yardımcı olabilecek finansal hizmetler veya promosyonlar sunma fırsatları sunabilir.

Küme 3: Orta Gelirli, Orta Harcama Yapan:

Bu küme, ortalama gelire sahip ve ortalama harcama yapan müşterileri temsil eder. İşletmeler için bu kitle, genel müşteri tabanının büyük bir bölümünü oluşturabilir. Bu müşterilerin alışveriş

davranışlarını daha iyi anlamak ve onlara daha iyi hizmet sunmak, genel müşteri memnuniyetini artırabilir.

Küme 4: Düşük Gelirli, Düşük Harcama Yapan:

Bu küme, düşük gelire sahip ve düşük harcama yapan müşterileri içerir. Bu müşteriler muhtemelen sadece temel ihtiyaçlarını karşılamak için alışveriş yapma eğiliminde olan kişilerdir. İşletmeler için bu segment, düşük bütçeli ürünler veya kampanyalar sunarak çekmek ve sadık müşteriler haline getirmek için potansiyel bir fırsat sunabilir.

Sonuç

Farklı sektörlerdeki şirketlerin müşteri davranışlarının nasıl analiz edildiğine dair pek çok araştırma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalara göre en çok incelenen müşteri analitiği unsurları; müşteri çekme, müşteri hedefleme, müşteri segmentasyonu, müşteri sadakati, müşteri kaybı, müşteri kazanımı, müşteri yaşam boyu değeri (CLV) ve müşteri deneyimi olarak sınıflandırılabilir. Yapılan incelemelere göre son dönemde müşterilerini analiz etmek için akıllı veri madenciliği tekniklerini kullanan sektörler arasında perakende, tekstil, telekomünikasyon, imalat, otomotiv, sigorta ve bankacılık sektörlerinin yer aldığı belirlenmiştr. Perakende sektörü, çok sayıda ve çeşitli müşterilerin bulunduğu pazardaki en büyük büyük veri uygulama alanlarından biri olarak bilinmektedir. Günümüzde perakendeciler, kredi kartı ve mağaza markasına ait bilgisayarlı kontrol sistemi kullanarak her satın alma işlemi hakkında ayrıntılı bilgi toplamaktadır. Literatürde Buckinx ve Van den Poel (2005) davranışsal olarak müşterileri ayırmak için üç farklı sınıflandırma tekniği kullanmıştır. Wang ve Xiao (2011), rastgele örnekleme ve

özellik seçimi ile farklı öğrenme hipotezleri oluşturmak için ampirik müşteri verilerine lojistik regresyon uygulayarak bir topluluk öğrenme yaklaşımı önerdiler. Kashwan ve Velu (2013) karar vermede hayati girdilere yol açabilecek önemli değişkenleri veya faktörleri ölçtüler. Geliştirilen model, doğrudan satış veri kayıtlarından girdi alan ve gün sonunda segmentasyon istatistiklerini otomatik olarak güncelleyen akıllı bir araçtır. Micu (2016) müşteri hedefleme kararlarına yardımcı olmak için bulanık bir sistem modellemiş ve bu amaçla perakende şirketlerinin iki tür algoritma (bulanık algoritma ve net algoritma) aracılığıyla müşterileri sınıflandırmak için güçlü araçlar oluşturulmuştur. Öztayşi , Gökdere , Şimşek ve Öner (2017), 4000 lokasyona yerleştirilen işaretlerden veri toplamış ve verilere Bulanık c-ortalama kümeleme algoritmasını uygulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre müşterilerin konum verileri kullanılarak müşteri segmentasyonuna yeni bir bakış açısı sağlanabileceği ortaya çıkmıştır. Chiang ve Yang (2018), müşteri kişilik özelliklerinin menşe ülke özellikleriyle (marka kişiliği) nasıl ilişkili olduğunu ve potansiyel CLV'nin nasıl tahmin edildiğini belirlemişlerdir. Müşteri analitiği, işletmelerin büyük verileri daha iyi anlamaları ve müşteri ilişkilerini güçlendirmeleri için önemlidir. Kendini düzenleyen haritalar, bu süreci daha etkili ve görsel hale getirir. İşletmeler, SOM'ları kullanarak müşteri davranışlarını daha iyi anlayabilir, pazarlama stratejilerini geliştirebilir ve müşteri memnuniyetini artırırlar. Bu nedenle, müşteri analitiği alanında rekabet avantajı sağlamak isteyen işletmeler için SOM'lar önemli bir araçtır. Müşteri analitiği alanında SOM'un etkin bir şekilde kullanılması, işletmelerin müşteri odaklı bir yaklaşım benimsemelerine, daha fazla gelir elde etmelerine ve

müşteri memnuniyetini artırmalarına yardımcı olur. Ancak, SOM'un başarıyla uygulanabilmesi için doğru parametrelerin ve veri hazırlığının seçilmesi gereklidir. Bu makalede yapılan örnek çalışmadaki segmentasyon sonuçları, işletmelerin müşterilere daha iyi hizmet sunmaları ve pazarlama stratejilerini kişiselleştirmeleri için önemli bir rehber sağlar. Her müşteri segmenti için özel stratejiler ve kampanyalar geliştirerek, işletmeler müşteri memnuniyetini artırabilir ve daha fazla gelir elde edebilir.

Kendini Düzenleyen Haritalar (SOM), müşteri analitiğinde veri madenciliği ve analizindeki önemli bir araçtır. SOM yardımıyla, işletmeler daha iyi müşteri anlayışı geliştirir ve verilere dayalı kararlar alır, bu da rekabet avantajı ve uzun vadeli başarı getirir

Kaynakça

Buckinx, W., & Van den Poel, D. (2005). Customer base analysis: Partial defection of behaviourally loyal clients in a non-contractual FMCG retail setting. *European Journal of Operational Research*, *164*(1), 252-268. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.12.010

Canbaz, M., & Çevik, E. (2011). İMKB'de işlem gören şirketlerin sektörel bazda özörgütlenmeli harita ile finansal risklerinin belirlenmesi. *İşletme Fakültesi Dergisi*, *12*(2), 261-295.

Chiang, L. L. L., & Yang, C. S. (2018). Does country-of-origin brand personality generate retail customer lifetime value? A Big Data analytics approach. *Technological Forecasting and Social Change*, *130*, 177-187. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.002

De Keyser, A., Lemon, K. N., Klaus, P., & Keiningham, T. L. (2015). A framework for understanding and managing the customer experience. *Marketing Science Institute Working Paper Series*, *15*(121), 1-48.

Dündar, A., & Oktay, E. (2022). Öz düzenlemeli haritalar ile merkezi yönetim bütçe harcamalarının incelenmesi. *EKEV Akademi Dergisi*, *0*(91), 1-15. https://doi.org/10.17753/sosekev.1125584

Erdem, Y. C., & Tavşan, N. (2019). Anticipation in marketing. In M. A. Öner & A. K. Tuğcu (Eds.), *Anticipation: Conceptual, theoretical and empirical issues* (pp. 102-117). Yeditepe University Press.

Flint, D. J., Woodruff, R. B., & Gardial, S. F. (2002). Exploring the phenomenon of customers' desired value change in a business-to-business context. *Journal of Marketing*, *66*(4), 102-117. https://doi.org/10.1509/jmkg.66.4.102.18517

Ganesh, J., Arnold, M. J., & Reynolds, K. E. (2000). Understanding the customer base of service providers: An examination of the differences between switchers and stayers. *Journal of Marketing*, *64*(3), 65-87. https://doi.org/10.1509/jmkg.64.3.65.18028

He, Y., Lai, K. K., Sun, H., & Chen, Y. (2014). The impact of supplier integration on customer integration and new product performance: The mediating role of manufacturing flexibility under trust theory. *International Journal of Production Economics*, *147*, 260-270. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.025

Kashwan, K. R., & Velu, C. M. (2013). Customer segmentation using clustering and data mining techniques. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, *5*(6), 856-860. https://doi.org/10.7763/IJCTE.2013.V5.653

Kohonen, T. (1989). *Self-organisation and associative memory* (3rd ed.). Springer-Verlag.

Kohonen, T. (1998). The self-organizing map. *Neurocomputing*, *21*(1-3), 1-6. https://doi.org/10.1016/S0925-2312(98)00030-7

Kohonen, T. (2001). *Self-organizing maps* (Vol. 30, 3rd ed.). Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Lemon, K. N., White, T. B., & Winer, R. S. (2002). Dynamic customer relationship management: Incorporating future considerations into the service retention decision. *Journal of Marketing*, *66*(1), 1-14. https://doi.org/10.1509/jmkg.66.1.1.18448

Marisa, F., Ahmad, S. S. S., Yusof, Z. I. M., Hunaini, F., & Aziz, T. M. A. (2019). Segmentation model of customer lifetime value in small and medium enterprises (SMEs) using K-means clustering and LRFM model. *International Journal of Integrated Engineering*, *11*(3), 56-65.

Micu, A. E. (2016). Modeling a fuzzy system for assisting the customer targeting decisions in retail companies. *Analele ştiinţifice ale Universităţii" Ovidius" Constanţa. Seria Matematică*, *24*(3), 259-273. https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2005.00353.x

Oğuzlar, A. (2005). Kümeleme analizinde yeni bir yaklaşim: Kendini düzenleyen haritalar (Kohonen ağları). *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *19*(2), 93-107.

Öner, S. C., & Öztayşi, B. (2018). An interval valued hesitant fuzzy clustering approach for location clustering and customer segmentation. In *Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017: Proceedings of: EUSFLAT-2017 – The 10th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology* (pp. 56-70). Springer International Publishing.

Özçalıcı, M. (2017). Özdüzenleyici haritalar yardimiyla piyasa bölümlendirmesi: Türkiye ikinci el otomobil piyasası örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *12*(2), 23-36.

Peppers, D., & Rogers, M. (2016). *Managing customer experience and relationships: A strategic framework*. John Wiley & Sons.

Ravasan, A. Z., & Mansouri, T. (2018). A fuzzy ANP based weighted RFM model for customer segmentation in auto insurance sector. In *Intelligent Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1050-1067). IGI Global.

Reijonen, H., & Laukkanen, T. (2010). Customer relationship oriented marketing practices in SMEs. *Marketing Intelligence & Planning*, *28*(2), 115-136. https://doi.org/10.1108/02634501011029650

Sevimli Deniz, S., & Çelik, E. (2018). Kendi kendini düzenleyen haritalar (SOM) arkasındaki matematik. In M. Emek & Z. Alımgereyev (Eds.), *UMTEB III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, 21-22 Haziran 2018* (pp. 829-834). Gaziantep: İKSAD-İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Derneği, Gaziantep Üniversitesi TBMYO.

Şenvar, Ö., Yel, N., & Akburak, D. (2019). Anticipation for customer analytics. *Journal of Business & Economics*, *7*(3), 56-72.

Vuppalapati, C., Vuppalapati, R., Kedari, S., Ilapakurti, A., Vuppalapati, J. S., & Kedari, S. (2018, July). Fuzzy logic infused intelligent scent dispenser for creating memorable customer experience of long-tail connected venues. In *2018 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)*, 1, 149-154. https://doi.org/10.1109/ICMLC.2018.85270

BÖLÜM V

Proje Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi

Abdulkadir İNCİ[1]
Arif Yiğit VURAL[2]

Giriş

Proje yönetiminde karar verme aşamaları en önemli adım olarak nitelendirilebilir. Karar verme analizi yaparken bazı değişkenleri netleştirmek sonuca ulaşmak anlamında faydalı olmaktadır. Projede çizilen yolda net bir şekilde ilerlemek için belirsizliklerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu süreçte farklı seçeneklerle karşılaşıldığı zaman çoklu kriterleri değerlendirerek en iyi seçenek belirlenmektedir.

[1] Abdulkadir İNCİ, Proje Uzmanı, Koluman Otomotiv Endüstri, abdulkadir.inci@koluman.com, 0000-0001-5849-6166
[2] Arif Yiğit VURAL, Proje Uzmanı, Koluman Otomotiv Endüstri, arif.vural@koluman.com, 0009-0003-6996-4043

Olası riskleri belirlemek ve kaynak yönetim planını önceden yapmak proje ilerleyişini pozitif yönde etkilemekte ve projeyi güvence altına almaktadır.

1.1Karar Analizi

Karar analizi, stratejik iş kararları almak için sistematik, nicel ve görsel bir yaklaşımdır.

Karar analizi, "sübjektif olasılıklar ve/veya sübjektif olarak değerlendirilen fayda fonksiyonlarını kullanarak karar verme konusuna yapılan normatif yaklaşımlar" olarak tanımlanmaktadır [1]. Az önce verilen karar analizi' tanımındaki en önemli nokta karar analizinin normatif bir öze sahip olmasıdır. Diğer deyişle, karar analizi bireylerin nasıl karar verdiklerinin çok zayıf bir tanımlamasıdır. Sözkonusu analiz, bireylerin nasıl karar verdiklerini açıklanmaktan çok, nasıl davranırlarsa rasyonel hareket etmiş olacaklarını açıklayan bir reçete gibidir. [2]

Karar verme işlemi, karar vericinin değişik seçeneklerle karşı karşıya bulunduğu durumlarda, bunlar arasından kendi amaçlarına uygun, kendisince belirlenmiş ölçütlere en uygun olanı seçebilmesidir. [3]

1.2.Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birden fazla ve çelişen durumların olduğu noktalarda kullanılan bir analiz yöntemidir. Bu yöntem, karar alacak kişinin birden fazla seçenek içinde her bir seçeneğin farklı kriterlere göre değerlendirerek en uygun sonuca ulaşmasını hedefler.

Çok kriterli karar verme sorunlarıyla, bir dizi alternatifin veya adayın, bir dizi kriter veya öznitelik temelinde seçilmesi gereken durumlarda karşılaşılır. Alternatiflerin karşılaştırılması, bu tür durumlarda karar vermenin anahtarıdır. Bununla birlikte, çelişkili alternatifler olması durumunda, bir karar vericinin, bu tür karar problemlerinde kesin olmayan veya belirsiz verileri de dikkate alması gerekir. [4]

ÇKKV yöntemleri, belirlenmiş kriter etrafında alternatiflerin karşılaştırıldığı ve en uygun olanının belirlenmeye çalışıldığı problemlerdir [5]

Proje yönetiminde belirlenen kriterler genel olarak Zaman/Bütçe/Kalite başlıkları ile ilgilidir. Proje yönetim süreçleri içerisinde alınacak her karar için bu 3 temel başlık değerlendirilir. Bu 3 başlık kapsam olarak birbirini doğrudan etkilediğinden, herhangi birisi ile ilgili kazanç sağlamak adına en az birinden kaybı göze almak gerekmektedir. Proje Yönetiminin başarısı açısından bu kriterlerin optimum seviyede tutulması gerekmektedir. Birbiri ile bu kadar ilişkili olan kapsamları göz önüne alarak kararlar verebilmek adına ise Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi kullanılmaktadır.

Zaman/Bütçe/Kalite gibi temel kriter belirleme başlıkları baz alınarak alternatif tedarikçiler arasından optimum seçimin yapılmasına yönelik örnek aşağıda verilmiştir.

Türkiye’de savunma sanayi, lojistik ve üstyapı sektörlerinde söz sahibi lider firmalardan biri olan A firması savunma sanayi kapsamında yürüttüğü X projesinde teslimat hızını artırmak amacıyla fason parça üretim hizmeti almıştır. A firması Çukurova Bölgesinde hizmet aldığı tedarikçilerin yetkinliklerini ölçmek ve

üretilecek parçaların, projenin zaman/bütçe/kalite kısıtlarının optimum seviyede tutulması adına ÇKKV çalışması yürütülmüştür.

1.2.1.Problem Tanımı

X Projesinde kullanılacak parçalar hassas toleraslarda işleme prosesi içerdiğinden üretim süresi uzundur. A firması ilgili parçaların üretim süreçlerinin proje genel takvimini aksatmaması adına fason üretim yöntemi tercih edilmiştir. Proje takviminin sınırlı olması ve ilgili parçaların tedarikçilerden hatalı gelmesi veya parçaların gecikmesi durumunda proje takviminin uzayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple alt yüklenicilerin belirli periyotlarla denetlenebilmesi adına Çukurova Bölgesinde tedarikçiler tercih edilmektedir.

1.2.2 Alternatifler Arasından Uygun Tedarikçinin Seçimi

Bölgede hassas toleransta işleme yapabilecek yetkinlikte 6 firma bulunmaktadır. İlgili firmalar (şekil-1) 3 yıldan uzun süredir A firması alt yüklenicisidir. Firmaların son 3 yıl içerisindeki sevkiyat performansı (şekil-2) aşağıda verilmiştir.

No	Tedarikçi
TDR1	Tedarikçi-1
TDR2	Tedarikçi-2
TDR3	Tedarikçi-3
TDR4	Tedarikçi-4
TDR5	Tedarikçi-5
TDR6	Tedarikçi-6

Şekil-1 (Tedarikçi Tablosu)

No	Kriter	Tedarikçi Firma						KES	SEÇİLENLER
		TDR 1	TDR 2	TDR 3	TDR 4	TDR 5	TDR 6		
1	**Ekonomik Uygunluk**	6	7	5	8	7	9	>6	TDR2-TDR4-TDR5-TDR6
2	**Zamanında Teslim**	9	8	8	9	5	7	>7	TDR1-TDR2-TDR3-TDR4-TDR6
3	**Ürün Kalitesi**	7	8	9	8	8	5	>7	TDR2- TDR3-TDR4-TDR5
4	**Üretim Kabiliyeti**	7	7	8	7	8	7	>6	TDR1-TDR2-TDR3-TDR4-TDR5-TDR6
5	**Satış Sonrası Hizmet**	7	6	5	6	7	7	>5	TDR1-TDR2-TDR4-TDR5-TDR6
6	**Hata Payı**	5	2	1	1	2	3	<3	TDR2-TDR3-TDR4-TDR5
Kriterlerde Ortak Olan Tedarikçiler									**TDR2-TDR4**

Şekil-2 (Tedarikçi Kriter Puanlama Tablosu)

Yukarıdaki tabloda şirketin alt yüklenicileri için belirlemiş olduğu tedarikçi kriterleri ve hassas işleme konusunda hizmet alınabilecek firmaların yetkinlik puanları verilmiştir. Ayrıca ilgili kriterler için firmanın kabul edilebilirlik seviyesi(KES) de paylaşılmıştır. KES' de belirtilen puanlama kriterleri satın alma, dış tedarik planlama ve proje uzmanlarınca belirlenmiştir. Kriterlerdeki ilk 5 maddede yüksek puan (Şekil-3), 6. Maddede ise düşük puan (Şekil-4) olması belirleyici faktör olarak belirlenmiştir. Kriter puanlamaları arasında KES şartını sağlayan tedarikçiler 'seçilenler' sütununda belirtilmiştir. Bu tedarikçiler arasında TDR-2 ve TDR-4 bütün kriterleri karşılamaktadır. Hassas işleme prosesi için 2 alt yükleniciden de numune ürün alınarak, sürecin hangi firma üzerinden yürütüleceği kararı verilmiştir.

Seviye	Zayıf	Orta	Güçlü
Puanlama	9-7	6-5	4-1

Şekil-3

Seviye	Zayıf	Orta	Güçlü
Puanlama	1-4	5-6	7-9

Şekil-4

Sonuç

Karar verici, ihtiyaçların karşılanmasında mevcut alternatifleri, tespit edilmiş mukayese kriterlerinin varlığı altında değerlendirerek kendisi için en uygun olan alternatifi üç aşamalı olarak belirleyecektir. İlk aşama kriterlerin tespit edilmesi ve bu kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin sıralanmasıdır. İkinci aşama ise alternatiflerin bu kriterleri ne oranda tatmin ettiklerinin belirlenerek, bütün kriterler üzerinden, her alternatife ait nihai değerlendirmeye ulaşılmasıdır. Son aşama ise en yüksek puana sahip alternatifin tercih edilmesidir. [6]

Karar analizinin temel adımları; sorunun tanımlanması, tüm olası seçeneklerin listelenmesi, karar vermenin kontrolünde olmayan/doğanın sunduğu tüm olası olayların listelenmesi, her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren karar tablosunun oluşturulması, bir karar modelinin seçilmesi (doğa durumuna göre), modelin uygulanması ve bir seçeneğin seçilerek karar verilmesidir. [7]

Bu çalışmada verilen örnekteki parça, projenin ilerleyişi ve hassasiyeti açısından kritik bir malzemedir. Çok kriterli karar verme yöntemi ile tedarikçi seçilmiş ve ürün zamanında, istenilen kalitede ve teknik isterleri karşılayacak şekilde tedarik edilmiştir. Böylece montaj faaliyeti zamanında ve etkin bir şekilde tamamlanmıştır. Belirtilen risk faktörlerinden kaynaklı projenin teslim tarihindeki gecikme ve maliyetin artması riski önlenmiştir. Uygulanan karar

verme analiz yöntemi ile projenin başarıya ulaşmasına katkı sağlanmıştır.

Kaynakça

[1] Craig W. Kirkwood, “Preface to Decision Analysis Special Issue”, Operations Research Volume 28, No. 1, Jan-Feb 1980, s.1.

[2] Yrd.Doç.Dr. Necmi Gürsakal. Karar Analizi Üzerine Bazı Notlar

[3] Tekin, M., Üretim Yönetimi, Arı Ofset, Konya, p. (1) 16, 1996.

[4] Aouam, T., Chang, S. I., & Lee, E. (2003). Fuzzy MADM: An Outranking Method. European Journal of Operational Research, 145(2), 317-328.

[5] Ecer, F., & Dündar, S. (2009). Analitik ağ süreci yöntemleriyle cep telefonu seçimi. İşletme Fakültesi Dergisi, 10(2), 153-170

[6] F. Ersöz and M. Kabak, “SAVUNMA SANAYİ UYGULAMALARINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI”, Savunma Bilimleri Dergisi, vol. 9, no. 1, pp. 97–125, 2010, doi: 10.17134/sbd.85950.

[7] Topçu, Y., Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s, 19-25, 2000

BÖLÜM VI

Yalova İlinde PM10 Seviyesinin Tahmin Edilmesi: ARIMA Modeli ile Zaman Serisi Analizi

Abdulkadir KESKİN[1]

1.Giriş

Hava kirliliği, modern toplumların karşılaştığı en büyük çevresel sorunlardan biri olmakla birlikte, insan sağlığı, ekosistemler ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerinde geniş çaplı etkiler yaratmaktadır. Özellikle sanayileşme, kentsel büyüme ve artan motorlu taşıt kullanımı, hava kirliliği seviyelerinin kontrol edilmesini güçleştirmektedir (Hooyberghs & ark., 2005; Yan Chan ve Jian, 2013). Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, dünya nüfusunun %99'u belirlenen hava kalitesi sınırlarının üzerinde yer alan bölgelerde yaşamaktadır ve bu durum yılda yaklaşık 4,2 milyon ölümle ilişkilendirilmektedir (WHO, 2024). Hava kirliliği hem

[1] Dr. Arş. Gör. Abdulkadir Keskin, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstatistik Bölümü

gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde çevresel sürdürülebilirlik ve halk sağlığı politikalarının öncelikli bir konusu haline gelmiştir.

Hava kirliliğiyle ilişkili olarak partikül madde (PM), özellikle insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle araştırmacıların dikkatini çekmektedir. PM10, 10 mikron veya daha küçük çaplı partikülleri ifade eder ve solunum yolları boyunca derin nüfuz etme özelliğine sahiptir. PM10'un uzun süreli maruziyeti, solunum yolu hastalıklarından kalp hastalıklarına kadar geniş bir sağlık sorunu yelpazesiyle ilişkilendirilmiştir (Dockery ve diğerleri, 1993; Downs ve diğerleri, 2007). Avrupa Birliği, PM10 için günlük sınır değerini 50 $\mu g/m^3$, yıllık ortalamayı ise 40 $\mu g/m^3$ olarak belirlemiş ve bu sınırların aşılmasının insan sağlığı üzerinde önemli riskler doğuracağını belirtmiştir.

Son yıllarda, atmosferde toplam partiküller maddelere maruz kalmanın neden olduğu sağlık riskleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Cobourn, 2010). Yapılan çalışmalarda partiküler maddelerin, insan sağlığı ve çevre üzerinde önemli zararlı etkileri olduğunu doğrulamıştır (Gupta & Elumalai, 2019; Zhao & ark., 2013). Atmosferdeki partikül madde hava kirliliğinin elli yılı aşkın bir süredir insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olduğu bilinmektedir (Cobourn, 2010). PM solunum sisteminin hassas bölgelerine nüfuz eder, bu nedenle solunum hastalıklarını artırır ve akciğer ve boğaz dokularına zarar verebilir. Solunabilir parçacık maddeler (PM) 'nin epidemiyolojik olarak kardiyovasküler ve solunum sistemleri üzerinde olumsuz sağlık etkileri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Anenberg & ark., 2010; Lepeule ve & ark., 2012) . Hava kirleticilerine, özellikle partikül hava kirliliğine uzun süre maruz kalma, mortaliteyi artırdığı (Dockery & ark., 1993),

akciğer fonksiyonlarını azalttığı görülmüştür (Downs & ark., 2007). PM10 (10 mm'den daha küçük etkili bir aerodinamik çapa sahip partikül madde) en tehlikeli kirleticilerden biridir; Havadaki partiküllere maruziyetin azalması, PM10'a maruz kalma ile ilişkili akciğer fonksiyonundaki azalmayı hafifletmektedir (Downs & ark., 2007). PM2.5 (aerodinamik çapı 2.5 mm'nin altında olan PM) insan sağlığını PM10'dan daha olumsuz etkiler, çünkü solunum sisteminde daha derinlere nüfuz eder (Dockery & ark., 1993; Monn, 2001). Bu nedenlerden dolayı, PM10 ve PM2.5'in oluşumu, tahmin edilmesi, kontrol altına alınması ve uygun yöntemlerle modellenmesine yönelik çalışmaların önemi artmıştır. PM10’nun insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla Avrupa Komisyonu EU yönergesinde, PM10’un günlük eşik değerinin sabit 50 mu/m3 (yılda 35 günü aşmayacak şekilde) olacağı ve yıllık üst değerinin 40 mu/m3 (pm25 için 25 mu/m3) olacak şekilde sağlık bazlı standartlar oluşturmuştur.

Hava kalitesi tahmini, çevresel politikaların geliştirilmesi ve halk sağlığının korunması açısından önemli bir araçtır. PM10 tahmini için kullanılan yöntemler, geleneksel istatistiksel modellerden, makine öğrenmesi ve yapay zekâ tabanlı yöntemlere kadar geniş bir yelpazede incelenmiştir. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), modeli, özellikle zaman serisi analizlerinde doğrusal ilişkilerin tahmini için sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. ARIMA, geçmiş verileri temel alarak gelecekteki değerlerin tahminini sağlayan bir modeldir ve PM10 tahmininde doğruluk ve basitlik avantajı sunar (Cobourn, 2010). Literatürde, ARIMA modellerinin hava kalitesi tahmininde etkinliği birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Zafra & ark., 2017). Bu modeller,

özellikle atmosferik kirleticilerin zamansal devamlılığını (persistence) değerlendirmede güçlü bir araç olarak görülmektedir (Meraz & ark., 2015; Turias & ark., 2008).

Yalova ili, Türkiye'nin endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerinden biri haline gelmektedir. Bu sebepten hava kirliliği kaynaklı sorunların sıkça ortaya çıkabilmektedir. Yalova ili özelinde hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıda olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmanın amacı, ARIMA modeli kullanılarak PM10 seviyelerinin tahmin edilmesi ve elde edilen sonuçların literatürdeki diğer yöntemlerle karşılaştırılarak değerlendirilmesidir. Bu çalışma, Yalova ili özelinde hava kirliliği tahmininde ARIMA modelinin etkinliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, sonuçların Türkiye genelinde hava kirliliği politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.Veri seti ve yöntem

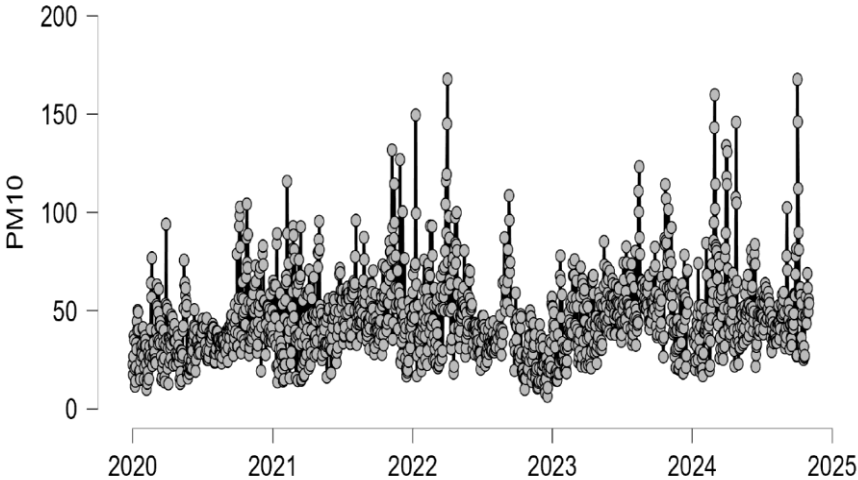
Bu çalışmada, Yalova ili merkezinde bulunan hava kalitesi izleme istasyonundan elde edilen PM10 (Partikül Madde) verileri kullanılmıştır. PM10, atmosferde bulunan ve çapı 10 mikrometreden küçük olan partikül maddeleri ifade etmekte ve hava kalitesini değerlendirmede kritik bir parametre olarak kabul edilmektedir. Kullanılan veriler, Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı üzerinden temin edilmiştir. Bu ağ, Türkiye genelinde hava kirliliğini izlemek, değerlendirmek ve raporlamak amacıyla kurulmuş bir sistemdir. Ağ kapsamında, farklı şehirlerde kurulan otomatik hava kalitesi izleme istasyonları, partikül madde (PM10, PM2.5), SO2, NO2, CO ve O3 gibi çeşitli kirleticilerin konsantrasyonlarını düzenli olarak ölçmektedir.

Yalova'daki izleme istasyonu, bu ağın bir parçası olarak bölgenin hava kalitesini sürekli izlemekte ve ölçüm sonuçlarını kamuya açık olarak paylaşmaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti, 01 Ocak 2020 ile 02 Kasım 2024 tarihleri arasındaki günlük PM10 ölçümlerini kapsamaktadır. Bu ölçümler, hava kalitesinin zamana bağlı değişimlerini analiz etmek ve çevresel faktörlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı, Avrupa Birliği standartlarına uyumlu bir şekilde çalışmakta ve Türkiye'deki hava kirliliği seviyelerinin ulusal ve uluslararası raporlama gerekliliklerine uygun olarak izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu kapsamda elde edilen veriler, çevresel politikaların oluşturulmasında ve hava kirliliğini azaltmaya yönelik tedbirlerin alınmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 1. PM10 veri setinin temel tanımlayıcı istatistikleri

Geçerli Gözlem Sayısı (N): 1717	1768
Ortalama (Mean):	45.784 µg/m³
Standart Sapma (Std. Deviation):	20.397 µg/m³
Varyans (Variance): 416.030	404.023
Minimum Değer:	6.450 µg/m³
Maksimum Değer:	167.790 µg/m³
Lag 1 Otokorelasyon:	0. 0.697

Bu istatistikler, Yalova merkezde ölçülen PM10 seviyelerinde dikkate değer bir değişkenlik olduğunu gösterir. Yüksek otokorelasyon değeri (0.697), PM10 seviyelerinin önceki gün değerlerine göre önemli bir bağımlılık taşıdığını belirtir.



Şekil 1. PM10 değerinin Yalova bölgesindeki gözlem dönemi boyunca aldığı değerler

Şekil 1'de, gözlem tarihleri arasında Yalova'da PM10 seviyelerinde belirli dönemlerde artış veya düşüş eğilimlerini görsel olarak değerlendirmemize olanak tanır. Çevresel koşullara (mevsimler, hava durumu vb.) bağlı olarak oluşabilecek dönemsel dalgalanmalar oluşturulan grafikte gösterilmektedir. Genel olarak PM10 ölçümleri belirli bir aralıkta değerler aldığı görülmektedir.

3.Bulgular

PM10 değerlerini arima modeli uygulanmadan önce serilerin durağan olup olmadıkları test edilmiştir. Bu kapsamda Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) Augmented Dickey–Fuller test (ADF) ve Phillips–Perron (PP) testi uygulanmıştır. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testi, zaman serilerinin durağanlığını incelemek için kullanılan bir istatistiksel testtir. KPSS testinin amacı, serinin belirli bir ortalama veya trend etrafında sabit olup olmadığını, yani serinin durağan olup olmadığını belirlemektir.

KPSS testi özellikle birim kök testlerinin aksine, durağanlık varsayımı altında çalışan bir testtir (Kwiatkowski & ark., 1992). Bu test, serinin belirli bir düzeyde durağan olup olmadığını (seviye durağanlığı) veya bir trend etrafında durağan olup olmadığını (trend durağanlığı) analiz etmek için kullanılır. H0 hipotezi serinin durağan olduğunu H1hipoptezi ise serinin birim köke sahip oludugunu gösterir.

Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi, bir zaman serisinin birim kök içerip içermediğini analiz etmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu test, otokorelasyonu kontrol etmek amacıyla seriye eklenen gecikmeli fark terimlerini içerir ve varsayılan hipotez olarak birim kök varlığını (durağan olmama) kabul eder (Dickey ve Fuller, 1981). Bu testte, sıfır hipotezi (H0), serinin birim köke sahip olduğu yönündedir (yani durağan olmadığı). Karşıt hipotez (H1) ise serinin durağan olduğunu göstermektedir. Phillips-Perron (PP) testi ise ADF testinin bir genellemesi olarak geliştirilmiş ve otokorelasyon ile heteroskedastisiteye dayanıklı sonuçlar üretecek şekilde tasarlanmıştır. PP testi, hata terimlerinin bağımlılığını dikkate alarak ADF testindeki gecikme sayısı seçiminden kaynaklanabilecek potansiyel yanlılıkları ortadan kaldırır (Phillips ve Perron, 1988). Bu test, serideki olası otokorelasyon ve heteroskedastisiteyi dikkate alır. Sıfır hipotezi, serinin birim köke sahip olduğu yönündedir. Hipotez testleri ADF testine benzer şekildedir. Uygulanan durağanlık test sonuçları tablo 2 de gösterilmektedir. Bu çalışmadaki durağanlık analizleri ve ARIMA tahmin modeli JASP programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. JASP arayüzü ve kolay kullanımı bakımından birçok avantaja sahiptir. R programı tabanlı olan program tamamen ücretsiz bir şekilde erişilip kullanılmaktadır (JASP Team, 2023).

Tablo 2. PM10 değerlerinin durağanlık test sonuçları

Test Adı	Test İstatistiği	P Değeri	Kritik Değerler (1%)	Kritik Değerler (5%)
Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-11.278	0.0000	-3.4338	-2.8629
Phillips-Perron (PP)	-18.756	0.0000	-3.4338	-2.8629
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)	0.8574	-	0.739	0.463

Yapılan çalışmada KPSS, ADF ve PP birim kök testleri uygulanmış ve sonuçlar, PM10 serisinin seviye düzeyinde durağan olduğunu göstermiştir. Üç ayrı birim kök testinin test istatistikleri ve $p < 0.01$ seviyesinde, durağandır. Diğer bir değişle serinin ortalama ve trend etrafında sabit olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, PM10 serisinin ARIMA modeli için uygun olduğunu ve modelin sağlıklı sonuçlar üretebileceğini desteklemektedir.

Bu çalışmada, Yalova ilindeki PM10 (Partikül Madde) seviyelerini tahmin etmek amacıyla ARIMA (2,1,2) modeli kullanılmıştır. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), özellikle zaman serisi verilerinde gelecekteki değerleri öngörmek için kullanılan bir tahmin yöntemidir ve üç ana bileşenden oluşur: otoregresif (AR), fark alınmış (I) ve hareketli ortalama (MA). Model seçim sürecinde, serinin geçmiş verilerle ilişkisinin gücünü belirlemek için durağanlık testleri ve parametre seçim kriterleri dikkate alınmıştır.

ARIMA modelinin genel formülü şu şekilde gösterilir:

$$Y_t = C + \emptyset_1 Y_{t-1} + \emptyset_1 Y_{t-2} + \ldots\ldots + \widehat{\emptyset}_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \Theta_{1\varepsilon_{t-1}} - \Theta_{2\varepsilon_{t-2}} - \Theta_{q\varepsilon_{t-q}}$$

Brada C: Sabit terim $\emptyset_i$: otoregresif katsayılar (AR kısmı) θ_j hareketli ortalama katsayıları (MA kısmı) ε_t: Hata terimi (rastgele gürültü) değerlerini temsil etmektedir (Newbold, 1983).

Modelleme sürecinde, durağanlık analizleri için Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonuçlarına göre, serinin durağan olduğu anlaşılmış ve seriyi modellemek için ARIMA (2,1,2) modeli seçilmiştir. ADF, KPSS ve PP testlerinde düşük p-değerleri durağanlık hipotezini doğrulamıştır.

AR Terimleri (AR (1) ve AR (2)): Modelde iki otoregresif terim bulunmaktadır. AR (1) katsayısı 0.134 ve AR (2) katsayısı 0.281 olarak hesaplanmıştır. AR (1) katsayısı anlamlı olduğu görülmektedir (p = 0.527). Fakat AR (2) katsayısı 0.054 p-değeri ile sınıra yakın bir anlamlılık göstermektedir. Bu durum, seride geçmiş iki dönem değerlerinin, mevcut PM10 seviyeleri üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. MA Terimleri (MA (1) ve MA(2)): Hareketli ortalama bileşenleri olan MA(1) katsayısı -0.421 ve MA(2) katsayısı -0.545 olarak Hesaplanmıştır. ARIMA modelindeki her iki katsayı da istatistiksel olarak anlamlıdır (p <0.05). Bu sonuçlar, geçmiş hata terimlerinin PM10 seviyelerindeki dalgalanmalar üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. ARIMA (2,1,2) modeli sonuçları tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Yalova ilindeki PM10 ARIMA (2,1,2) modeli sonuçları

					95% G.A	
	Katsayı	**St.Er**	**t**	**p**	**Alt Limit**	**Üst limit**
AR(1)	0.134	0.212	0.633	0.527	-0.281	0.549
AR(2)	0.281	0.146	1.926	0.054	-0.005	0.567
MA(1)	-0.421	0.205	-2.053	0.040	-0.823	-0.019
MA(2)	-0.545	0.202	-2.693	0.007	-0.942	-0.148
Not. ARIMA (2, 1, 2) modeli kurulmuştur.						

Modelin Uygunluğu ve Performansı değerlendirilirken Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) dikkate alınmıştır. Model uyum kriterleri açısından, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) değerleri kullanılmıştır. AIC: 14417.290 ve BIC: 14444.675 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, modelin veriye uygunluğunu gösteren performans göstergeleridir ve diğer model kombinasyonlarıyla kıyaslandığında daha düşük AIC ve BIC değerleri, modelin daha iyi uyum sağladığını gösterir. Modelin sağladığı uyum, PM10 seviyelerinin geçmiş verilere dayanarak tahmin edilmesi için uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Tablo 4'te Modelin Uygunlugunu gösteren parametreler yer almaktadır.

Tablo 4. Modelin uygunluğu ve performansı

Model özeti				
σ^2	**Log-Likelihood**	**AICc**	**AIC**	**BIC**
203.753	-7203.645	14417.324	14417.290	14444.675

Tahmin Sonuçları ve Güven Aralıkları: Modelin ileriye dönük tahminleri yapılmış ve sonuçlar %95 güven aralığında raporlanmıştır. Örneğin, 3 Kasım 2024 için tahmin edilen PM10

değeri 52.697 µg/m³ olup, %95 güven aralığında 24.720 µg/m³ ile 80.674 µg/m³ arasında değişmektedir. Bu geniş güven aralığı, PM10 seviyelerinin çevresel faktörler ve ani değişikliklerden etkilenebileceğini ve tahminlerde bir miktar belirsizlik olduğunu göstermektedir. Tablo 5 PM10 değeri için %80 ve %95 güven aralığındaki bir aylık tahmin değerlerini göstermektedir.

Tablo 5. PM10 değerlerinin tahmin sonuçları

	% 80 G.A			**% 95 G.A**	
Tarih	**PM10**	**Alt Limit**	**Üst limit**	**Alt Limit**	**Üst limit**
3.11.2024	52.697	34.404	70.99	24.72	80.674
4.11.2024	52.763	30.297	75.23	18.404	87.123
5.11.2024	52.493	28.805	76.182	16.265	88.722
6.11.2024	52.476	28.203	76.749	15.354	89.598
7.11.2024	52.398	27.882	76.914	14.904	89.892
8.11.2024	52.382	27.732	77.033	14.682	90.082
9.11.2024	52.358	27.632	77.085	14.542	90.174
10.11.2024	52.351	27.572	77.13	14.455	90.247
11.11.2024	52.343	27.526	77.161	14.388	90.298
12.11.2024	52.34	27.49	77.189	14.336	90.344
13.11.2024	52.337	27.46	77.215	14.29	90.384
14.11.2024	52.336	27.432	77.24	14.249	90.423
15.11.2024	52.335	27.407	77.264	14.21	90.46
16.11.2024	52.335	27.382	77.287	14.173	90.496
17.11.2024	52.334	27.358	77.31	14.137	90.532
18.11.2024	52.334	27.335	77.333	14.101	90.567
19.11.2024	52.334	27.312	77.356	14.066	90.602
20.11.2024	52.334	27.289	77.379	14.031	90.637
21.11.2024	52.334	27.266	77.402	13.996	90.672
22.11.2024	52.334	27.243	77.425	13.961	90.707
23.11.2024	52.334	27.22	77.447	13.926	90.742
24.11.2024	52.334	27.198	77.47	13.891	90.777

25.11.2024	52.334	27.175	77.493	13.857	90.811
26.11.2024	52.334	27.152	77.516	13.822	90.846
27.11.2024	52.334	27.13	77.538	13.787	90.881
28.11.2024	52.334	27.107	77.561	13.753	90.915
29.11.2024	52.334	27.084	77.583	13.718	90.95
30.11.2024	52.334	27.062	77.606	13.684	90.984
1.12.2024	52.334	27.039	77.629	13.649	91.019
2.12.2024	52.334	27.017	77.651	13.615	91.053

4.Sonuç ve tartışma

Bu çalışmada, Yalova ili özelinde PM10 seviyelerinin tahmini için ARIMA (2,1,2) modeli uygulanmış ve kısa vadeli tahminlerde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bulgular, tahmin sonuçlarının geniş güven aralığı, çevresel etkenlerin ve ani değişimlerin PM10 seviyelerindeki belirsizlikleri artırdığını göstermektedir. Tahmin edilen PM10 seviyeleri, hava kirliliği yönetimi ve halk sağlığı açısından önemli, bilgiler sağlamaktadır. Özellikle Yalova gibi sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgelerde, hava kalitesini iyileştirmek için sanayi emisyonlarının azaltılması ve daha sıkı denetim politikalarının uygulanması gerekmektedir. Avrupa Birliği standartlarıyla karşılaştırıldığında, Türkiye'deki hava kirliliği yönetimi politikalarının daha etkin hale getirilmesi, uzun vadede halk sağlığını koruma açısından önemli bir adım olacaktır. Bu çalışma yalnızca PM10 seviyelerine odaklanmış olup, diğer hava kirliliği parametreleri (ör., PM2.5, SO2, NOx) modele dahil edilmemiştir. Bu durum, modelin kapsamını sınırlamaktadır. Gelecekteki çalışmalar, mevsimsel değişkenler, meteorolojik faktörler (ör., rüzgâr hızı, sıcaklık) ve ekonomik faaliyetler gibi açıklayıcı değişkenleri modele entegre ederek daha kapsamlı analizler yapabilir. Ayrıca, derin öğrenme veya hibrit modellerin

kullanımı, tahmin performansını artırma potansiyeline sahiptir (Gupta & Elumalai, 2019). ARIMA modeli, kısa vadeli PM10 tahmini için güvenilir bir yöntem sunmakta olup, çevresel sürdürülebilirlik ve halk sağlığı politikalarına katkı sağlayabilecek önemli bir araçtır. Bu çalışma, Yalova ili özelinde hava kirliliği yönetimine yönelik stratejik kararlar alınmasına bilimsel bir zemin hazırlamaktadır.

KAYNAKÇA

Anenberg, S. C., Horowitz, L. W., Tong, D. Q., & West, J. J. (2010). An estimate of the global burden of anthropogenic ozone and fine particulate matter on premature human mortality using atmospheric modeling. *Environmental Health Perspectives, 118*(9), 1189–1195. https://doi.org/10.1289/EHP.0901220/ASSET/C7BDCB28-A2E9-4B33-86A5-ABC93D5B3913/ASSETS/GRAPHIC/EHP-118-1189F3.JPG

Cobourn, W. G. (2010). An enhanced PM2.5 air quality forecast model based on nonlinear regression and back-trajectory concentrations. *Atmospheric Environment, 44*(25), 3015–3023. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.05.009

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica, 49*(4), 1057–1072. https://doi.org/10.2307/1912517

Dockery, D. W., Pope, C. A., Xu, X., Spengler, J. D., Ware, J. H., Fay, M. E., Ferris, B. G., & Speizer, F. E. (1993). An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England Journal of Medicine, 329*(24), 1753–1759. https://doi.org/10.1056/NEJM199312093292401

Downs, S. H., Schindler, C., Liu, L.-J. S., Keidel, D., Bayer-Oglesby, L., Brutsche, M. H., Gerbase, M. W., Keller, R., Künzli, N., Leuenberger, P., Probst-Hensch, N. M., Tschopp, J.-M., Zellweger, J.-P., Rochat, T., Schwartz, J., & Ackermann-Liebrich, U. (2007). Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related

decline in lung function. *New England Journal of Medicine, 357*(23), 2338–2347. https://doi.org/10.1056/NEJMoa073625

Gupta, S. K., & Elumalai, S. P. (2019). Exposure to traffic-related particulate matter and deposition dose to auto rickshaw driver in Dhanbad, India. *Atmospheric Pollution Research, 10*(4), 1128–1139. https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.01.018

Hooyberghs, J., Mensink, C., Dumont, G., Fierens, F., & Brasseur, O. (2005). A neural network forecast for daily average PM concentrations in Belgium. *Atmospheric Environment, 39*(18), 3279–3289. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.01.050

JASP Team. (2023). *JASP (Version 0.17.1).*

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics, 54*(1–3), 159–178. https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y

Lepeule, J., Laden, F., Dockery, D., & Schwartz, J. (2012). Chronic exposure to fine particles and mortality: An extended follow-up of the Harvard six cities study from 1974 to 2009. *Environmental Health Perspectives, 120*(7), 965–970. https://doi.org/10.1289/ehp.1104660

Meraz, M., Rodriguez, E., Femat, R., Echeverria, J. C., & Alvarez-Ramirez, J. (2015). Statistical persistence of air pollutants (O3, SO2, NO2, and PM10) in Mexico City. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 427,* 202–217. https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.02.009

Monn, C. (2001). Exposure assessment of air pollutants: A review on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen dioxide, and ozone. *Atmospheric Environment, 35*(1), 1–32. https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00330-7

Newbold, P. (1983). ARIMA model building and the time series analysis approach to forecasting. *Journal of Forecasting, 2*(1), 23–35. https://doi.org/10.1002/for.3980020104

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika, 75*(2), 335–346. https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335

Turias, I. J., González, F. J., Martin, M. L., & Galindo, P. L. (2008). Prediction models of CO, SPM, and SO2 concentrations in the Campo de Gibraltar Region, Spain: A multiple comparison strategy. *Environmental Monitoring and Assessment, 143*(1–3), 131–146. https://doi.org/10.1007/s10661-007-9963-0

World Health Organization. (2024). Air pollution is responsible for 6.7 million premature deaths every year. *World Health Organization*. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants

Yan Chan, K., & Jian, L. (2013). Identification of significant factors for air pollution levels using a neural network-based knowledge discovery system. *Neurocomputing, 99,* 564–569. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2012.06.003

Zafra, C., Ángel, Y., & Torres, E. (2017). ARIMA analysis of the effect of land surface coverage on PM10 concentrations in a high-altitude megacity. *Atmospheric Pollution Research, 8*(4), 660–668. https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.01.002

Zhao, L., Xue, J., & Li, C. (2013). A bi-level model for transferable pollutant prices to mitigate China's interprovincial air pollution control problem. *Atmospheric Pollution Research, 4*(4), 446–453. https://doi.org/10.5094/APR.2013.051

BÖLÜM VII

Pisagor Bulanık CRITIC ve Bulanık MAIRCA Yöntemleriyle Okul Yöneticisi Seçimi

Engin KARAKIŞ[1]

1. Giriş

Karar verme, hayatın sürdürülebilmesi için gerçekleştirilmek zorunda olan zihinsel bir süreçtir. Karar bir durum karşısında verilen yargıyı ifade ederken karar verme, karşılaşılan bir güçlük ve problemin tanımlanması ile başlayan bir süreci ifade eder. Günümüzde günlük hayatın ve iş hayatının karmaşıklaşan yapısı karşılaşılan karar problemlerinin karmaşık ve zor problemler haline gelmesine neden olmuştur. Sanayileşme süreci ile üretimin yapısı değişmiş, kitlesel ve büyük miktarda mal ve hizmet üretimi başlamıştır. Bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak mal ve hizmet çeşitliliğinde büyük artış olmuştur. Piyasada çok sayıda firma

[1] Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, Campus, Sivas, Türkiye, ORCID:0000-0003-1271-1742, ekarakis@cumhuriyet.edu.tr

tarafından sunulan çok çeşitli marka ve özellikte mal ve hizmet tüketiciye sunulur olmuştur. Artan rekabet ile birlikte tüketiciler ve üreticiler çok sayıda seçenek ve strateji ile karşı karşıya kalmışlardır. Artan çeşitlilik ve rekabet sadece mal üretimi alanında değil finans, sağlık, eğitim başta olmak üzere sosyal, kültürel pek çok alanda görülmeye başlamıştır. Günümüzde sadece iş dünyasındaki kurum ve kuruluşlar değil her alandaki tüketiciler de sürekli olarak karar verme problemleri ile karşı karşıyadır. Çok sayıda strateji ve seçenek arasından en iyisini seçmek ve bu amaçla bilimsel yöntemleri öğrenmek ve uygulamak doğru ve etkili karar verebilmek için son derece önemlidir.

Karar verme, verildiği ortama göre, yönetim kademesine göre, yapılarına göre, kriterlere göre, amaçlara göre farklı boyutları ile sınıflandırılabilmektedir. Karar verme temelde bilgiye dayalı olarak yürütülen karmaşık bir zihinsel süreçtir. Karar teorisinde en önemli boyut, bir problemle ilgili sahip olunan bilgi düzeyi olarak öne çıkmaktadır. Karar problemi ile ilgili bilgi düzeyi verilen kararın hızını, doğruluğunu ve etkinliğini belirleyen en temel bileşendir. Artan ürün çeşitliliği ve ürün özellikleri ile birlikte karar problemleri geçmişteki karar problemlerine oranla daha karmaşık bir hale gelmiştir. Günümüzde karmaşık karar problemlerinin çözümü için çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. Çok sayıda ve çelişen kriter ve amaca sahip karar problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere matematiksel modeller ve yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Karar problemleri ve karar durumlarının artışı yanında bilgisayar ve bilişim teknolojilerindeki artış karar verme sürecinde önemli faydalar sağlamaktadır. Karar teorisinde modelleme ve

analizler için geliştirilen yöntemlerin sayısı giderek artmaktadır. Bilgisayar ve bilişim teknolojileri veri derleme, modelleme, problem analizi süreçlerini daha hızlı ve daha hatasız yapma imkânı sunmaktadır. Bilgisayarlar ve geliştirilen yazılımlar ile yeni yaklaşımlar ve modellemeler karşılaşılan karar problemlerinin çözümünde etkin çözümler sunmaktadır.

Çok nitelikli karar verme yöntemleri, çok kriterli karar verme yöntemleri ve çok amaçlı karar verme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde tek bir amaç söz konusu iken çok amaçlı karar verme yöntemlerinde birden fazla ve genellikle tanımlanmamış çok sayıda amaç bulunmaktadır.

Tam ve kesin bilgi sahibi olunamayan durumlarda karar vermek için bulanık karar verme modelleri geliştirilmiştir. Bulanık karar verme yöntemleri belirsizlik halinde genellikle dilsel değerlendirmeler söz konusu olduğunda etkili ve doğru karar vermek amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Bu bağlamda okul yöneticisi seçimi karar problemi de bulanıklık ve belirsizlik içeren çok kriterli bir karar problemidir. Okul yöneticisi seçerken gerekli özelliklerin nitel ve dilsel ifadeler ile seçim kriteri olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu kitap bölümünde okul yöneticisi seçimi problemi uzman görüşleri ve literatür taraması ile oluşturulan kriterlere göre hipotetik olarak belirlenen verilerle bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak incelenecektir. Problemin incelenmesinde Pisagor Bulanık CRITIC ve Bulanık MAIRCA yöntemleri bütünleşik olarak kullanılacaktır.

Kitap bölümünün ikinci bölümünde bulanık mantık açıklanarak Pisagor Bulanık CRITIC yöntemi ve Bulanık MAIRCA

yöntemleri tanıtılmış, yöntemlerin uygulama için işlem adımları verilmiştir. Üçüncü bölümde Pisagor Bulanık CRITC ve Bulanık MAIRCA yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaları içeren literatür taraması sonuçlarına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde Pisagor Bulanık CRITIC ve Bulanık MAIRCA yöntemleri ile bir karar analizi yapılmıştır. Son bölümde analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Belirsizlik içermeyen karar problemlerinde kesin ölçüm değerleri ve kesin sayılar kullanılarak klasik çok kriterli karar yöntemleri ile çözüm sağlanabilmektedir. Bu bölümde bulanıklık, belirsizlik içeren karar problemlerinin çözümünde kullanılan bulanık CRITIC ve bulanık MAIRCA yöntemlerinin uygulandığı güncel çalışmalara kısaca yer verilmiştir.

Wang vd. (2024) sürdürülebilir gıda tedarikçi seçiminde Pisagor bulanık CRITIC; Kabadayı ve Dağ (2024) üç boyutlu yazıcı seçiminde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık CRITIC; Yenilmezel ve Ertuğrul (2024) İnsan kaynakları uygulaması seçiminde Bulanık PIPRECIA ve Bulanık MAIRCA; Tesic vd. (2023) askeri akademi için öğretmen seçiminde FUCOM ve bulanık MAIRCA; Menekşe vd. (2023) otomotiv endüstrisinde üretim süreci seçiminde Pisagor bulanık CRITIC; Mestanza ve Bakhat (2021) aşırı turizmin etkilerini incelemek için bulanık AHP ve bulanık MAIRCA; Nebati (2024) en uygun proje yönetim sistemi seçiminde bulanık AHP ve bulanık MAIRCA; Anjum vd.(2024) akıllı ulaşım sistemleri inşa edilmesinde kullanılan alternatif uygulama yaklaşımlarını Pisagor bulanık CRITIC ve AROMAN; Ertemel,

Menekşe ve Camgöz (2023) ergenlerin akıllı telefon bağımlılığını analiz etmek için bulanık CRITIC ve Bulanık TOPSIS; Supçiller ve Öktem (2023) bir kablo firması için ekstrüder seçimi karar analizinde bulanık CRITIC ve bulanık MAIRCA yöntemlerini kullanmışlardır.

3. Bulanık Mantık ve Bulanık Çok Kriterli Karar Verme

Bulanık mantık Aristo mantığı veya ikili mantık dışında nesnelerin bir kümeye dereceli olarak üye olabileceğini ifade eder. Klasik mantığa göre bir neşen bir kümeye ait ise 1 değilse 0 değeri ile ifade edilirken, bulanık mantığa göre bir nesne bir kümeye 0-1 arasında bir derece ile üye olabilir. Bulanık mantıkta kümelere çeşitli üyelik fonksiyonları ile küme elemanı atanır ve üyelik dereceleri belirlenir. Üçgen ve Yamuk en yaygın olarak kullanılan bulanık küme fonksiyonlarıdır(Şen, 2009).

Bulanık mantık yaklaşımı ile olasılık teorisine dayalı gerçekleşme olasılığı hesaplama yaklaşımları farklı yaklaşımlardır. Bulanık mantık var olan, gerçekleşmiş bir durumun belirsizlik derecesini ifade ederken, olasılık yaklaşımı bir olay ve durumun ortaya çıkma olasılığı ile ilgilidir. Günümüzde belirsizliğin olduğu problemlerin çözümünde bulanık mantık yaklaşımı yaygın olarak kullanılmaktadır.

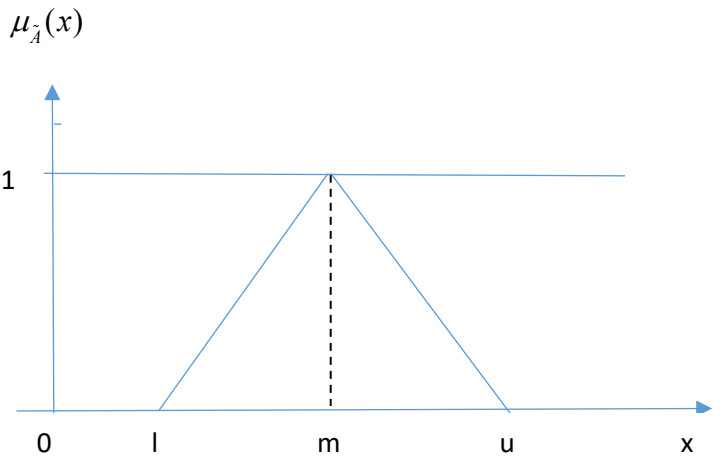
Bulanık mantık, Zadeh tarafından 1965 yılında “Bilgi ve Kontrol”(Information and Control) adlı dergide yazdığı “Bulanık Kümeler”(Fuzzy Sets) çalışması ile geliştirilmiştir. Zadeh bu çalışmasında bulanık kümeleri dereceli ve sürekli bir üyeliğe sahip nesnelerden oluşan kümeler olarak tanımlamıştır. Bulanık bir

kümenin elemanları, ikili mantığın aksine bir üyelik fonksiyonunun atadığı ve 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerine sahiptir(Zadeh, 1965: 338).

Bulanıklık kesin olmayan belirsiz bilgiyi ifade eder. Bulanıklık daha çok dilsel ve nitel ifadeler için geçerlidir. Bireysel ve iş hayatında karşılaşılan bulanıklık ve belirsizlik içeren karar problemlerinin çözümü amacıyla söz konusu bulanıklık ve belirsizliklerin karar modelleri içerisinde ifade edilmesi bulanık mantık ile ilgilidir. Karar verirken, 'aşağı yukarı', 'çok', 'çok az' 'biraz az', 'biraz çok' gibi tam ve kesin olmayan dilsel ifadeler bulanık kümeler ve bulanık mantık ile karar analizlerinde kullanılır.

Dilsel ifadeler ile değerlendirilen çok sayıda kriterin olduğu karar problemlerinin çözümünde bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinde yararlanılır. Dilsel değerlendirmeler kesinlik içermeyen ifadeler olduğu için bulanık kümeler teorisinden ve bulanık sayılardan yararlanarak belirsizlik ve bulanıklık karar modeline dâhil edilir. Bu amaçla çeşitli bulanık sayılar ve üyelik fonksiyonları kullanılır.

Aşağıdaki şekilde (l, m, u) biçiminde üçgen bulanık sayı verilmiştir. Üçgen bir bulanık sayının, m ortadaki değeri, l en küçük değeri ve u en büyük değeridir.



Şekil 1. *Üçgen bulanık sayı,*

Kaynak: *Şen, 2009, s. 51.*

Üçgen bir bulanık sayı(l, m, u) olarak ifade edilmek üzere bu bölümde kullanılan üçgen bulanık küme fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \dfrac{x-l}{m-l}, & l < x < m \\ \dfrac{u-x}{u-m}, & m < x < u \\ 0, & x > u \end{cases}$$

$\tilde{A}_1 \; ve \; \tilde{A}_2$ iki bulanık sayı olmak üzere iki sayı arasında matematiksel işlemler aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (l_1 + l_2,\ m_1 + m_2,\ u_1 + u_2)$$
$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (l_1 - u_2,\ m_1 - m_2,\ u_1 - l_2)$$
$$\tilde{A}_1.\tilde{A}_2 = (l_1.l_2,\ m_1.m_2,\ u_1.u_2)$$
$$\tilde{A}_1.k = (l_1.k,\ m_1.k,\ u_1.k)$$
$$\frac{\tilde{A}_1}{k} = (\frac{l_1}{k},\ \frac{m_1}{k},\ \frac{u_1}{k})$$
$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = (\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2})$$
$$\tilde{A}^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1})$$

Bulanık sayılar ile yapılan işlemlerden sonra bir çıkarım yaparak sonuca varmak hesaplanan sonuç durumundaki bulanık sayıların durulaştırılması gerekir. Durulaştırma, bulanıklaştırma işleminin tersidir. Dilsel, sözel belirsizliklerin bulanık sayılarla ifade edilmesi ile başlayan bulanık sayı işlemleri durulaştırılarak yargı ve sonuca varılır(Paksoy vd. 2013; Şen, 2009).

3.1. Bulanık CRITIC Yöntemi

CRITIC(Criteria Importnace Through Inter Criteria Correlation) yöntemi karar kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan objektif ağırlıklandırma yöntemlerindendir. CRITIC yöntemi standart sapma ve korelasyon katsayılarını kullanır. Bu bölümde Yager'in Pisagor bulanık kümesi kullanılmıştır. Yager'in sezgisel bulanık kümelerinin özelliği üyelik ve üye olmama derecelerinin kareleri toplamının 1' e eşit veya daha az olmasıdır. Pisagor Bulanık CRITIC yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi için öncelikle karar matrisi oluşturulur.

Karar matrisi karar vericilerin Tablo 1'deki dilsel ifadeleri kullanarak her bir kriteri değerlendirdikleri matristir. Daha sonra karar vericilerin değerlendirmeleri Pisagor bulanık sayılara dönüştürülür(Kabak ve Erdebilli, 2021; Menekşe vd. 2023; Anjum vd. 2024).

***Tablo 1**. Kriterler için Dilsel İfadeler ve Bulanık Pisagor Sayı Karşılıkları*

Dilsel Terimler	**Pisagor Bulanık Sayı Karşılıkları**
Çok Yüksek (ÇY)	(1; 0)
Yüksek (Y)	(0.8;0.2)
Orta Yüksek (OY)	(0.6;0.4)
Orta (O)	(0.5;0.5)
Orta Düşük (OD)	(0.4;0.6)
Düşük (D)	(0.2;0.8)
Çok Düşük (ÇD)	(0;1)

Pisagor Bulanık CRITIC yönteminin adımları şu şekildedir(Kabak ve Erdebilli, 2021; Menekşe vd. 2023; Anjum vd. 2024):

Adım 1. Belirsizlik derecesinin hesaplanması. Bir i. alternatifin j. kritere göre bulanık değeri $p_{ij}(\mu_{ij}, v_{ij})$ olarak yazılabilir. Bulanık bir değerin belirsizlik derecesi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$k_{ij} = \sqrt{1-\mu_{ij}^2 - v_{ij}^2}\,,\ i = 1,2,..m;\ j = 1,2,..n\ \ ve\ \ 0 \le (\mu_{ij})^2 + (v_{ij})^2 \le 1 \quad (1)$$

Adım 2. $R = (r_{ij})_{mxn}$ skor matrisini göstermek üzere Pisagor bulanık değerler $(\tilde{r}_{ij})$ için skor fonksiyonlarının hesaplanması.

$$r_{ij} = \mu_{ij}^2 - v_{ij}^2 - \ln(1 + k_{ij}^2), \qquad (i = 1,2,3,....m;\ j = 1,2,3,....n) \tag{2}$$

Adım 3. R skor matrisinin ortonormal Pisagor bulanık matris olarak düzenlenmesi, skor matrisinin normalize edilmesi. $R' = (r_{ij}^{'})_{mxn}$ normalize matrisi göstermek üzere formül (3) kullanılarak normalize matris elde edilir.

$$r_{ij}^{'} = \begin{cases} \dfrac{r_{ij} - r_j^-}{r_j^+ - r_j^-}, & fayda\, kriterleri\, için, \\ \dfrac{r_j^+ - r_{ij}}{r_j^+ - r_j^-}, & maliyet\, kriterleri\, için \end{cases}, \ r_j^- = \min r_{ij} \ ve \ r_j^+ = \max r_{ij}, \tag{3}$$

Adım 4. Kriterlerin standart sapmalarının hesaplanması.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (r_{ij}^{'} - \overline{r}_j)^2}{m}}, \qquad formüldeki \ \overline{r}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{'}}{m} \tag{4}$$

Adım 5. Kriterler arasındaki korelasyon matrisinin oluşturulması.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{m} (r_{ij}^{'} - \overline{r}_j)(r_{ik}^{'} - \overline{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} (r_{ij}^{'} - \overline{r}_j)^2 \sum_{i=1}^{m} (r_{ik}^{'} - \overline{r}_k)^2}}, \ k = 1,2,....m;\ j = 1,2,....n \tag{5}$$

Adım 6. Kriterler için bilgi miktarının bulunması.

$$c_j = \sigma_j \sum_{k=1}^{n} (1 - \rho_{jk}), \qquad (k = 1,2,.....n;\ j = 1,2,.....n) \tag{6}$$

7. Kriterlerin önem ağırlıklarının bulunması

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^{n} c_j}, \qquad (j = 1, 2, 3, ...n) \qquad (7)$$

3.2. Bulanık MAIRCA Yöntemi

MAIRCA(MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemi 2014 yılında Pamucar tarafından geliştirilmiştir. Yöntem alternatiflerin ideal ve deneysel boşluklarını hesaplamaya dayalıdır. İdeal ve deneysel ağırlıklar arasındaki farkı ifade eden boşluk değeri en az olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir(Yıldızbaşı ve Çalık, 2021:446, Ed. Kabak ve Erdebilli).Yöntemin uygulama adımları aşağıdaki gibidir(Kabak ve Erdebilli, 2021):

Adım 1. Karar vericiler tarafından n sayıda kritere göre m sayıda alternatif dilsel değerlendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilir.

Adım 2. Dilsel değerlendirmeler yapılarak oluşturulan karar matrisi Tablo 2' deki bulanık sayılar ile ifade edilir.

Tablo 2. *Alternatiflerin için bulanık ifadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları.*

Dilsel T erimler	**Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları**
Çok Zayıf(ÇZ)	(0,1,2)
Zayıf (Z)	(1,2,3)
Ortalama Zayıf(OZ)	(2, 3.5, 5)
Eşit (E)	(4, 5, 6)
Ortalama İyi (Oİ)	(5, 6.5, 8)
İyi (İ)	(7, 8, 9)
Çok İyi (Çİ)	(8, 9, 10)

Adım 3. Bulanık bütünleşik karar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{A}_{11} & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & \tilde{A}_{22} & \dots & \tilde{A}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m1} & \dots & \tilde{A}_{mn} \end{bmatrix} \tag{8}$$

Örneğin $\tilde{A}_{11} = \dfrac{\tilde{A}_{11}^{(1)} + \tilde{A}_{11}^{(2)} + ... + \tilde{A}_{11}^{(k)}}{k}$ olarak hesaplanan birleştirilmiş değerdir.

Adım 4. Her bir alternatife ideal olan tercih olarak eşit şans verilir. P_{Ai} bulanık tercihleri ifade eder.

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^{m} P_{Ai} = 1 \tag{9}$$

Adım 5. Bulanık teorik değerlendirme matrisinin elde edilmesi. (T_{PA}) matrisi alternatiflere göre yapılan tercihler (P_{Ai}) ile kriter ağırlıklarının ($\tilde{w}_j$) çarpılması ile elde edilir

$$(\tilde{T}_{PA}) = \begin{bmatrix} \frac{1}{m}\tilde{w}1 & \frac{1}{m}\tilde{w}2 & \dots & \frac{1}{m}\tilde{w}n \\ \frac{1}{m}\tilde{w}1 & \frac{1}{m}\tilde{w}2 & \dots & \frac{1}{m}\tilde{w}n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{m}\tilde{w}1 & \frac{1}{m}\tilde{w}2 & \dots & \frac{1}{m}\tilde{w}n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{p11} & \tilde{t}_{p12} & \dots & \tilde{t}_{p1n} \\ \tilde{t}_{p21} & \tilde{t}_{p22} & \dots & \tilde{t}_{p2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{pm1} & \tilde{t}_{pm2} & \dots & \tilde{t}_{pmn} \end{bmatrix} \tag{10}$$

Adım 6. Formül (11) kullanılarak teorik değerlendirme matrisi normalize edilir.

$$n_{ij}^{l} = \frac{a_{ij}^{l}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\left[(a_{ij}^{l})^2 + (a_{ij}^{m})^2 + (a_{ij}^{u})^2\right]}}$$

$$n_{ij}^{m} = \frac{a_{ij}^{m}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\left[(a_{ij}^{l})^2 + (a_{ij}^{m})^2 + (a_{ij}^{u})^2\right]}} \qquad (11)$$

$$n_{ij}^{u} = \frac{a_{ij}^{u}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\left[(a_{ij}^{l})^2 + (a_{ij}^{m})^2 + (a_{ij}^{u})^2\right]}}$$

Adım 7. Teorik hesaplama matrisinin bulanık değerleri hesaplanır.

$$(\tilde{T}_{PA}) = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{r11} & \tilde{t}_{r12} & \cdots & \tilde{t}_{r1n} \\ \tilde{t}_{r21} & \tilde{t}_{r22} & \cdots & \tilde{t}_{r2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{rm1} & \tilde{t}_{rm2} & \cdots & \tilde{t}_{rmn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{n}_{11}.\tilde{t}_{p11} & \tilde{n}_{12}.\tilde{t}_{p12} & \cdots & \tilde{n}_{1n}\tilde{t}_{p1n} \\ \tilde{n}_{21}.\tilde{t}_{p21} & \tilde{n}_{22}.\tilde{t}_{p22} & \cdots & \tilde{n}_{2n}\tilde{t}_{p2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{n}_{m1}.\tilde{t}_{pm1} & \tilde{n}_{m2}.\tilde{t}_{pm2} & \cdots & \tilde{n}_{mn}.\tilde{t}_{pmn} \end{bmatrix} \qquad (12)$$

Adım 8. Alternatiflerin her bir kritere göre teorik ve fiili değerleri arasındaki fark hesaplanır.

$$[G]_{mxn} = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(t_{pij}^{l} - t_{rij}^{l})^2 + (t_{pij}^{l} - t_{rij}^{l})^2 + (t_{pij}^{l} - t_{rij}^{l})^2\right]} \qquad (13)$$

Adım 9. Her bir kritere göre alternatiflerin boşluk değerleri toplanarak nihai değerler hesaplanır. Hesaplanan boşluk değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak tercihler oluşturulur.

$$Q_i = \sum_{J=1}^{N} g_{ij} \; ; \; i = 1,2,3,....m \tag{14}$$

4. Uygulama

Uygulama kısmında Pisagor Bulanık CRITIC ve Bulanık MAIRCA yöntemleri ile okul yöneticisi seçimi yapılmıştır. Çalışmada öncelikle literatür taraması ile okul yöneticisi seçiminde etkili olan faktörler belirlenmiştir. Literatürde bu konudaki çalışmalardan yararlanılarak ana kriterler belirlenmiştir. Ancak bu kriterlerin daha ayrıntılı ölçütler şeklinde alt kriterler oluşturulabilir. Uygulama amacıyla yapılan bu çalışmada analizin daha kolay ve kavranabilir olmasını sağlamak amacıyla okul yöneticisi seçiminde etkili olan kriterler ana kriterler olarak belirlenmiş alt kriterler şeklinde genişletilmemiştir. Alt kriterlere ayrılarak incelenmesi mümkün olan bu kriterler temel olarak iletişim, liderlik ve yöneticilik yeterliliği, eğitim öğretim-öğretim faaliyetlerini geliştirme ve yönetme, Mevzuat, Mali ve teknolojik kaynakların yönetimi başlıklarında toplanmıştır(Özdemir vd. 2015; Cemaloğlu 2005). Belirlenen beş seçim kriterinin önem ağırlıkları Pisagor bulanık CRITIC yöntemi ile hesaplanıştır. Daha sonra hesaplan an kriter önem ağırlıkları kullanılarak Bulanık MAIRCA yöntemi ile dört okul yöneticisi adayı arasında sıralama ve seçim yapılmıştır. Yönetici seçimi karar problemi ile ilgili veriler hipotetik olarak oluşturulmuştur.

Seçim kriterlerinin önem derecesine ait dilsel değerlendirmeler Tablo 1'deki dilsel ifadeler kullanılarak ve hipotetik olarak Tablo 3.'teki gibi oluşturulmuştur. Birden fazla karar vericinin olması halinde her bir karar verici değerlendirmesini ayrı ayrı yapacaktır. Daha sonra bu dilsel değerlendirmeleri

karşılayan bulanık sayı değerlerinin matematiksel işlemlerle ortalamaları alınarak birleştirilir.

Tablo 3. *Okul Yöneticisi seçim kriterlerinin dilsel değerlendirilmeleri*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
A1	Yüksek	Düşük	Orta Düşük	Orta Yüksek	Orta
A2	Orta	Orta Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
A3	Orta Düşük	Çok Yüksek	Orta Düşük	Orta Yüksek	Orta Yüksek
A4	Orta	Orta Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
A5	Orta Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek

Tablo 3'teki dilsel ifadeler Tablo 1'den yararlanarak Pisagor bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Tablo 4. *Dilsel değerlendirmelerin Pisagor bulanık sayı ifadeleri*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
A1	(0.8 0.2)	(0.2 0.8)	(0.4 0.6)	(0.6 0.4)	(0.5 0.5)
A2	(0.5 0.5)	(0.4 0.6)	(0.8 0.2)	(0 .5 0.5)	(0.2 0.8)
A3	(0.4 0.6)	(1 0)	(0.4 0.6)	(0.6 0.4)	(0.6 0.4)
A4	(0.5 0.5)	(0.6 0.4)	(0.5 0.5)	(0.2 0.8)	(0.2 0.8)
A5	(0.6 0.4)	(0.8 0.2)	(0.5 0.5)	(0.2 0.8)	(0.8 0.2)

Oluşturulan bulanık karar matrisindeki değerlerden, Formül (1) kullanılarak belirsizlik matrisinin hesaplanması.

Tablo 5. *Belirsizlik Matrisi*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
A 1	0.5657	0.5657	0.6928	0.6928	0.7071
A 2	0.7071	0.6928	0.5657	0.7071	0.5657
A 3	0.6928	0.0000	0.6928	0.6928	0.6928
A 4	0.7071	0.6928	0.7071	0.5657	0.5657
A 5	0.6928	0.5657	0.7071	0.5657	0.5657

Belirsizlik matrisinin elde edilmesinde sonra formül (2) kullanılarak hesaplanan skor değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 6. *Pisagor bulanık skor değerleri*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
A1	0.3224	-0.8776	-0.5920	-0.1920	-0.4055
A2	-0.4055	-0.5920	0.3224	-0.4055	-0.8776
A3	-0.5920	1.0000	-0.5920	-0.1920	-0.1920
A4	-0.4055	-0.1920	-0.4055	-0.8776	-0.8776
A5	-0.1920	0.3224	-0.4055	-0.8776	0.3224
Maks	0.3224	1.0000	0.3224	-0.1920	0.3224
Min	-0.5920	-0.8776	-0.5920	-0.8776	-0.8776

Skor matrisinde kriterlerin minimum ve maksimum değerleri belirlenmiştir. Formül (3) kullanılarak hesaplanan normalize edilmiş matris Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. *Normalize edilmiş matris.*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
A1	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.3935
A2	0.2040	0.1521	1.0000	0.6887	0.0000
A3	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.5713
A4	0.2040	0.3651	0.2040	0.0000	0.0000
A5	0.4374	0.6391	0.2040	0.0000	1.0000
σ	0.3445	0.3564	0.3706	0.4535	0.3766

Her bir kriter için adayların aldığı sayısal değerlerin, standart sapmaları formül (4) ile hesaplanarak bulunmuştur. Bulunan standart sapma değerleri Normalize matrisin en alt satırında verilmiştir. Daha sonra formül (5) ile kriterler arasındaki korelasyon matrisi hesaplanarak Tablo 8'deki gibi oluşturulmuştur. Korelasyon matrisinin elde edilmesinden sonra formül (6) kullanılarak kriterler için bilgi miktarı hesaplanarak korelasyon matrisinin alt satırında verilmiştir. Bulunan bu değerler ile formül (7) den yardımıyla kriterler için önem ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Hesaplana kriter ağırlık değerleri diğer bir ifade ile önem ve öncelikleri Tablo 8'deki korelasyon matrisinin alt satırında verilmiştir.

Tablo 8. *Korelasyon matrisi ve Kriter ağırlıkları*

	Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	**Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri**	**Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği**	**Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet**	**Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği**
Sosyal Yeterlilik ve İletişim Yeteneği	1.0000	-0.6692	-0.2894	0.1895	0.1629
Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri	-0.6692	1.0000	-0.3789	-0.0678	0.5410
Eğitim-Öğretim Süreçlerini ve Programlarını Geliştirme, Yönetme ve Denetleme Yeterliliği	-0.2894	-0.3789	1.0000	-0.0814	-0.5005
Eğitim-Öğretim Yönetimi Mevzuatına Hâkimiyet	0.1895	-0.0678	-0.0814	1.0000	-0.1074
Mali, Teknolojik Kaynakları Yönetme Yeteneği	0.1629	0.5410	-0.5005	-0.1074	1.0000
c	1.2985	1.4668	1.3897	1.3423	1.1550
w	0.1952	0.2205	0.2089	0.2018	0.1736

Pisagor bulanık CRITIC yöntemi ile önem ağırlıkları hesaplanan bu hipotetik örnekte beş kriterin önem ağırlıkları genel olarak birbirine yakın değerlerde bulunmuştur Liderlik, Problem Çözme, Proje Üretme ve Değişim Yönetimi Becerileri kriteri 0,2205 değeri ile en öne çıkan kriter olurken Mali ve Teknolojik kaynakları yönetme yeteneği 0,1736 değeri ile en az önemli kriter olmuştur. Kriter önem ağırlıkları, çok kriterli karar verme yöntemlerinde analiz sonuçlarına doğrudan etkilemesi nedeniyle çok önemlidir. Karar problemlerinde Bilimsel ve doğru ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanılması alınan kararların doğru olma niteliğini artıracaktır.

Okul yöneticisi seçimi için kriterlerin önem ağırlıkları Pisagor bulanık CRTIC yöntemi ile belirlendikten sonra bulanık MAIRCA yöntemi kullanılarak dört aday arasından en uygun aday için seçim ve sıralama yapılmıştır. Öncelikle Tablo 2'deki dilsel ifadeler kullanılarak kriterlere göre adaylar değerlendirilmiştir. Değerlendirme aşağıdaki Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. *Adayların kriterlere göre dilsel değerlendirilmeleri.*

ADAY	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
A1	E	Oİ	Oİ	E	İ
A2	E	E	E	E	Oİ
A3	İ	İ	İ	Oİ	İ
A4	Oİ	Oİ	Oİ	Oİ	E

Tablo 9.'daki bulanık dilsel değerlendirmelerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek Tablo 10.'da verilmiştir.

Tablo 10. *Adayların üçgen bulanık sayılar ile değerlendirilmeleri.*

ADAY	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(4.0 5.0 6.0)	(5.0 6.5 8.0)	(5.0 6.5 8.0)	(4.0 5.0 6.0)	(7.0 8.0 9.0)
A2	(4.0 5.0 6.0)	(4.0 5.0 6.0)	(4.0 5.0 6.0)	(4.0 5.0 6.0)	(5.0 6.5 8.0)
A3	(7.0 8.0 9.0)	(7.0 8.0 9.0)	(7.0 8.0 9.0)	(5.0 6.5 8.0)	(7.0 8.0 9.0)
A4	(5.0 6.5 8.0)	(5.0 6.5 8.0)	(5.0 6.5 8.0)	(5.0 6.5 8.0)	(4.0 5.0 6.0)

Karar verici değerlendirmelerine göre bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra formül (10) kullanılarak teorik düşünme matrisi oluşturulur.

Tablo 11. *Teorik durum matrisi.*

ADAY	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(0.0488 0.0488 0.0488)	(0.0551 0.0551 0.0551)	(0.0522 0.0522 0.0522)	(0.0505 0.0505 0.0505)	(0.0434 0.0434 0.0434)
A2	(0.0488 0.0488 0.0488)	(0.0551 0.0551 0.0551)	(0.0522 0.0522 0.0522)	(0.0505 0.0505 0.0505)	(0.0434 0.0434 0.0434)
A3	(0.0488 0.0488 0.0488)	(0.0551 0.0551 0.0551)	(0.0522 0.0522 0.0522)	(0.0505 0.0505 0.0505)	(0.0434 0.0434 0.0434)
A4	(0.0488 0.0488 0.0488)	(0.0551 0.0551 0.0551)	(0.0522 0.0522 0.0522)	(0.0505 0.0505 0.0505)	(0.0434 0.0434 0.0434)

Teorik değerlendirme matrisi formül (11) yardımıyla normalize edilir.

Tablo 12. *Teorik normalize matris*

ADAY	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
A1	(0.1827 0.2284 0.2741)	(0.2165 0.2814 0.3464)	(0.2165 0.2814 0.3464)	(0.1960 0.2450 0.2940)	(0.2867 0.3276 0.3686)
A2	(0.1827 0.2284 0.2741)	(0.1732 0.2165 0.2598)	(0.1732 0.2165 0.2598)	(0.1960 0.2450 0.2940)	(0.2048 0.2662 0.3276)
A3	(0.3198 0.3654 0.4111)	(0.3031 0.3464 0.3897)	(0.3031 0.3464 0.3897)	(0.2450 0.3185 0.3920)	(0.2867 0.3276 0.3686)
A4	(0.2284 0.2969 0.3654)	(0.2165 0.2814 0.3464)	(0.2165 0.2814 0.3464)	(0.2450 0.3185 0.3920)	(0.1638 0.2048 0.2457)
Ağırlık	(0.1952 0.1952 0.1952)	(0.2205 0.2205 0.2205)	(0.2089 0.2089 0.2089)	(0.2018 0.2018 0.2018)	(0.1736 0.1736 0.1736)

Normalize edilmiş matrisin elde edilmesinden sonra formül (12) yardımıyla fiili durum diğer bir ifadeyle gerçek durum matrisi hesaplanır.

Tablo 13. *Fiili durum matrisi*

AD AY	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(0.0089 0.0111 0.0134)	(0.0119 0.0155 0.0191)	(0.0113 0.0147 0.0181)	(0.0099 0.0124 0.0148)	(0.0124 0.0142 0.0160)
A2	(0.0089 0.0111 0.0134)	(0.0095 0.0119 0.0143)	(0.0090 0.0113 0.0136)	(0.0099 0.0124 0.0148)	(0.0089 0.0116 0.0142)
A3	(0.0156 0.0178 0.0201)	(0.0167 0.0191 0.0215)	(0.0158 0.0181 0.0203)	(0.0124 0.0161 0.0198)	(0.0124 0.0142 0.0160)
A4	(0.0111 0.0145 0.0178)	(0.0119 0.0155 0.0191)	(0.0113 0.0147 0.0181)	(0.0124 0.0161 0.0198)	(0.0071 0.0089 0.0107)

Daha sonra Alternatiflerin her bir kritere göre teorik ve fiili değerleri arasındaki fark formül (13) yardımıyla hesaplanır.

Tablo 14. *Alternatiflerin boşluk değerleri.*

ADAY	K1	K2	K3	K4	K5
A1	0.0377	0.0397	0.0376	0.0381	0.0292
A2	0.0377	0.0432	0.0410	0.0381	0.0319
A3	0.0310	0.0361	0.0342	0.0345	0.0292
A4	0.0344	0.0397	0.0376	0.0345	0.0345

Her bir kritere göre hesaplanan boşluk değerleri toplanarak nihai değerler elde edilir. Elde edilen nihai fark değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak alternatiflerin sıralaması elde edilir.

Tablo 15. Alternatiflerin sıralama değerleri

ADAY	Qi	Alternatiflerin Sıralama
A1	0.1824	3
A2	0.1920	4
A3	0.1650	1
A4	0.1808	2

Alternatiflerin Sıralaması A3>A4>A1>A2 olmuştur. Analiz sonucuna göre en iyi yönetici adayı Aday 3 olmuştur.

4. Sonuç

Okullarda yönetici atama, seçme ve yetiştirmenin gerek kamu eğitim kurumlarında gerekse özel eğitim kurumlarında tartışılan ve üzerinde uzlaşı sağlanamayan bir konu olduğu görülmektedir. Özel kesimde atama ve seçimlerin serbestçe yapılırken kamudaki eğitim kurumlarında yönetici atama konusunda farklı tarihlerde pek çok düzenlemenin olduğu ve adayların katılabildiği sınav sisteminin 1998 yılında bir yönetmelikle düzenlendiği görülmektedir.

Okul yöneticiliği konusunda farklı bakış açıları bulunduğu görülmektedir. Meslekten öğretmenlerin eğitim kurumlarında yönetici olmalarının yerinde olduğu düşüncesi ile yöneticiliğin bir uzmanlık alanı olduğu düşüncesi bu konuda öne çıkan farklı bakış açılarıdır. Bununla birlikte okul yöneticiliği mesleki tecrübe, sınav puanı, yaş gibi nicel kriterler ile atama yad a seçim yapılabilecek bir niteliğe sahip değildir. Okul yöneticisi seçiminde pek çok dilsel değerlendirme diğer bir ifade ile bulanıklık ve belirsizlik içeren pek çok kriter söz konusudur. Bu nedenle okul yöneticisi seçimi ve ataması bulanık çok kriterli karar problemidir.

Bu çalışmada okul yöneticisi seçimi bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı bütünleşik bir model incelenmiştir. Okul yöneticisi seçiminde etkili olan karar kriterlerinin önem ağırlıkları Pisagor bulanık CRITIC yöntemi ile belirlenmiş, adayların sıralaması ise bulanık MAIRCA yöntemi ile yapılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre okul yöneticisi seçiminde Pisagor bulanık CRITIC yöntemi ile bulanık MAIRCA yönteminin uygulanabilir yöntemler olduğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmada temel olarak analiz yöntemleri tanıtılarak işlem adımları ayrıntılı olarak verilmiştir. Uygulamada okul yöneticisi seçiminde kullanılan sözel kriterler ana başlıklar altında toplanarak analiz edilmiştir. Bu karar probleminin daha ayrıntılı olarak modellenerek çözümlenebilmesi için kriterlerin alt başlıklar halinde düzenlenebilir. Çalışma liderlik ve problem çözümüne odaklı yöneticilik değerleri ile ilgili kriterleri içermiştir. Bu uygulamanın daha çok özel eğitim kurumlarında uygulanabilecek bir model olduğu değerlendirilmiştir.

Kaynakça

Anjum, M., Simic, V., Min, H., & Kraiem, N. (2024). Transformative Pathways to Metaverse Integration in Intelligent Transportation Systems Using Pythagorean Fuzzy CRITIC-AROMAN Method. *IEEE Access*.

Cemaloğlu, N. (2005). Türkiye de okul yöneticisi yetiştirme ve istihdamı varolan durum, gelecekteki olası gelişmeler ve sorunlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *25*(2), 249-274.

Ertemel, A. V., Menekse, A., & Camgoz Akdag, H. (2023). Smartphone addiction assessment using Pythagorean fuzzy CRITIC-TOPSIS. *Sustainability*, *15*(5), 3955.

Kabak, M. ve Erdebilli, B. (2021), (M. Kabak ve B. Erdebilli, Ed.). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: MS Excel® ve Software Çözümlü Uygulamalar*, Yayınevi. Ankara.

Kabadayı, N. & Dağ, S. (2024). 3D Printer Selection by Using Fuzzy CRITIC and Fuzzy EDAS Methods. *Journal of Transportation and Logistics*, *9*(1), 121-138.

Mestanza, G. J., & Bakhat, R. (2021). A fuzzy ahp-mairca model for overtourism assessment: The case of Malaga province. *Sustainability*, *13*(11), 6394.

Menekse, A., Ertemel, A. V., Camgoz Akdag, H., & Gorener, A. (2023). Additive manufacturing process selection for automotive industry using Pythagorean fuzzy CRITIC EDAS. *Plos one*, *18*(3), e0282676.

Nebati, E. E. (2024). Dijital dönüşümde proje yönetim sistemine yönelik bir araştırma: Bulanık AHP ve bulanık MAIRCA yaklaşımı. *Journal of Turkish Operations Management*, *8*(1), 157-172.

Özdemir, S., Sezgin, F., & Kılıç, D. Ö. (2015). Okul yöneticisi ve öğretmen görüşlerine göre okul yöneticilerinin liderlik yeterlikleri. *Eğitim ve Bilim*, *40*(177).

Paksoy, T., Pehlivan, N. Y., & Özceylan, E. (2013). *Bulanik küme teorisi*. Nobel Yayın*: Ankara*.

Supçiller, A. A., & Öktem, T. (2023). Bir kablo firması için bulanık CRITIC ve bulanık MAIRCA ile ekstrüder hattı seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *29*(8), 833-841.

Şen, Z. (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme.* Genişletilmiş 3. Baskı, İstanbul: Su Vakfı, Yayınları.

Tešić, D., Delibašić, B., Božanić, D., Lojić, R., Pamučar, D., & Balassa, B. E. (2023). Application of the Fucom-Fuzzy Mairca Model in Human Resource Management. *Acta Polytechnica Hungarica*, *20*(3).

Wang, Y., Wang, W., Wang, Z., Deveci, M., Roy, S. K., & Kadry, S. (2024). Selection of sustainable food suppliers using the Pythagorean fuzzy CRITIC-MARCOS method. *Information Sciences*, *664*, 120326.

Yenilmezel, S., & Ertuğrul, İ. (2024). Human Resources Management Application Selection with fuzzy MAIRCA Method

Based on fuzzy PIPRECIA. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, *11*(1), 67-81.

ZADEH, A Lotfi,(1965). “Fuzzy Sets”, İnformation and Control, 8, 338-353.

BÖLÜM VIII

Türkiye'nin Yıllara Göre Lojistik Performansının Entropi Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri İle Değerlendirilmesi:2007-2023 Dönemi

Esra AYDIN ÜNAL

Giriş

Lojistik, kaynakların nasıl elde edildiği, depolandığı ve nihai varış yerlerine nasıl taşındığının genel yönetim sürecini ifade eder. Lojistik yönetimi, olası dağıtımcıları ve tedarikçileri belirlemeyi ve bunların etkinliğini ve erişilebilirliğini belirlemeyi içerir. Ticari anlamda lojistik, kullanıcıların talep ettikleri ürünlerin üretildiği yerden müşterilere ulaştırılması ve bu aşamaların tümünün takip edilmesi olarak tanımlanabilir. Lojistik performans ise lojistik hizmetlerin kalitesi ve yetkinliği ile ürünlerin alıcıya zamanında ulaştırılmasını sağlayan, lojistik faaliyetlerin ortaya koyduğu başarı ve etkinliğin ölçüsüdür. Lojistik performansın yüksek olması ülkelerin uluslararası ticarette üst sıralarda yer almasını sağlarken ekonomik açıdan refah seviyesinin artmasını sağlar. Lojistik

performansın ölçümü, ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmeleri ve geleceğe yönelik politika ve kararları belirlemede etkin rol oynamaktadır (Yui ve Hsiao, 2016:98). Lojistik performans endeksi (LPI), ülkelerin altı temel boyuttaki puanlarının ağırlıklı ortalamasıdır. Lojistik Performans endeksi raporu Dünya Bankası tarafından 160 ülke baz alınarak hesaplanmıştır. LPI, iki yılda bir 2007 yılından itibaren (2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında) yayınlanmaktadır. Bu indeks, sektörde alanında uzman olan 1000' den fazla kişinin görüşleri alınarak yapılan değerlendirmeler ile hesaplanmaktadır. LPI raporunda altı kriter bulunmaktadır. Bu kriterler; gümrük, altyapı, lojistik hizmetlerin kalitesi ve yetkinlik, uluslararası sevkiyatlar, zamanlama ve sevkiyatların takibi ve izlenebilmesidir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin lojistik performansını yıllara göre çok kriterli karar verme teknikleri ile değerlendirmektir. Çalışmada kullanılan veri seti Dünya Bankası'nın LPI raporundan alınmıştır. Değerlendirme kriterlerinin objektif ağırlıkları Entropi çok kriterli karar verme yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. Belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak MAIRCA (MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis) ve MABAC (Multi-Attributive Border Aproximation Area Comparison) yöntemleri ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Literatürde Türkiye'nin yıllara göre lojistik peformansı çok kriterli karar verme ile performans analizi çalışmasına rastlanılmamıştır bu nedenle çalışma özgündür ve literatüre bu anlamda katkı sağlayacaktır. Ayrıca yöntem olarak da çalışmada kullanılan yöntemler bir arada çok az çalışmada kullanılmıştır. Çalışma bu açıdan da literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde hem lojistik performans değerlemesi hem de yöntemler ile ilgili literatür taraması sunulacaktır. Üçüncü bölümünde metodoloji başlığı altında kullanılan yöntemler tanıtılacaktır. Dördüncü bölümünde Dünya Bankasının yayınladığı LPI raporundan ele alınan veriler kullanılarak Türkiye'nin 2007-2023 yıllarındaki Lojistik Performansı ÇKKV teknikleri ile değerlendirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Literatür çalışması iki türde yapılmıştır. (1) Lojistik performans değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar, (2) Çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili çalışmalardan oluşmaktadır.

2.1. Lojistik Performans ile ilgili çalışmalar

Literatür incelendiğinde lojistik performansın değerlendirildiği pek çok çalışma olduğu görülmüştür. Bunlardan bazıları Tablo 1'de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 1: Lojistik Performans ile İlgili Literatür Taraması

Yazarlar	Yıl	Yöntem	Problem
Green ve ark.	2008	Yapısal Eşitlik Modeli	Ulusal 142 fabrikanın işletme yöneticilerinden elde edilen verilerle tedarik zinciri yönetim stratejisini temel alan lojistik performans teorisini değerlendirmişlerdir.
Güner & Coşkun	2012	Korelasyon Analizi	Çalışmalarında 26 OECD ülkesine ait ekonomik ve sosyal faktörlerin ilişkisini ve ülkelerin lojistik performanslarına olan etkisini değerlendirmişlerdir.

Perçin & Çakır	2013	CRITIC-SAW-TOPSIS ve VIKOR	Fortune 500 firma listesinde yer alan 10 lojistik firmasının lojistik performanslarını değerlendirmişlerdir.
Baki ve Gergin	2015	AHP-TOPSIS	Türkiye' deki bölgeleri lojistik performansa göre değerlendirmişlerdir.
Yu & Hsiao	2015	Regresyon Analizi	Dünya Bankası tarafından sunulan LPI sıralama sonuçları ile performans kriterlerine alt ve üst sınır koyarak oluşturdukları regresyon modelinden elde edilen sıralama sonuçları ile karşılaştırmışlardır.
Çakır	2016	CRITIC, SAW ve Peter's bulanık regresyon	2014 yılı OECD ülkelerinin lojistik performans sıralaması yapmıştır.
Bayır & Yılmaz	2017	AHP-VIKOR	20 Avrupa ülkesinin lojistik performansı değerlendirilmiştir.
Wong & Tang	2017	Statik Panel Veri Analizi	Ülkelerin lojistik performanslarını daha fazla yükseltmeleri ve lojistik performans belirleyicilerini ortaya çıkarmayı hedeflemişlerdir.
Ulutaş & Karaköy	2019	SD ve WASPAS	2018 yılı LPI değerlerine G20 Ülkelerinin Lojistik Performans Sıralamasını Değerlendirmişlerdir.
Kısa & Ayçin	2019	SWARA-EDAS	OECD ülkelerinin lojistik performanslarını bütünleşik ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmişlerdir.
Yürüyen & Ulutaş	2020	Bulanık AHP ve Bulanık EDAS	Üçüncü Parti Lojistik Firmalarının Performanslarını değerlendirmişlerdir.
Pamucar ve ark.	2021	LMAW	Lojistik işletmelerin performanslarını değerlendirmişlerdir.
Altıntaş	2021	CRITIC, WASPAS ve COPRAS	AB ülkelerinin LPI' ları değerlendirilmiştir.
Stević ve ark.	2021	SERVQUAL ve FUCOM	Tersine lojistik hizmetlerinde kaliteyi belirlemişlerdir

Çalık ve ark.	2022	AHP, Bulanık AHP, Pisagor AHP, TOPSIS, VIKOR ve CODAS	Seçilmiş ülkelerin LPI'ları değerlendirmişlerdir.
Mešić ve ark.	2022	CRITIC ve MARCOS	Batı Balkan ülkelerinin LPI'ları değerlendirmişlerdir.
Yürüyen ve ark.	2023	SV, MEREC, CRITIC, LOPCOW, MACONT	FORTUNE 500 listesinde bulunan lojistik firmalarının 2021 yılına ait performanslarını değerlendirmişlerdir.
Akbulut ve ark.	2024	PSI-SD-MEREC ve MARA	G20 ülkelerinin lojistik performansları hibrit bir ÇKKV modeli ile değerlendirmişlerdir.
Çizmecioğlu ve ark.	2024	PFAHP-GTOPSIS	3PLP değerlendirmesi ve seçimine ilişkin içgörü sağlamak için entegre bir MCDM modeli önermişlerdir.

2.2. Entropi Yöntemi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Entropi yöntemi kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan bir yöntemdir. Birçok bilim dalında ve alanda Entropi yönteminin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Alp, Öztel & Köse, (2015) çalışmalarında Entropi tabanlı MAUT yöntemiyle kurumsal sürdürebilirlik performans ölçümü yapmışlardır. Kimya sektöründe faaliyet gösteren uluslararası bir firma üzerinde çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları çerçevesinde analiz yapmışlardır. Entropi yöntemi ile ilgili bir başka çalışmada ise Ömürbek, Karaatlı & Balcı, (2016) Borsa İstanbul'da işlem gören teknoloji firmalarının lojistik performansları için kullanılmıştır. Tunca, (2016) çalışmalarında OPEC (Organization Of Petroleum Exporting Countries)) ülkelerinin performanslarını Entropi ve MAUT yöntemiyle performanslarını değerlendirmişlerdir.

Karaköy & Ölmez, (2019) çalışmalarında Balkan ülkelerinin lojistik performanslarını Entropi ve ve OCRA yöntemi ile analiz

etmişlerdir. Aydın Ünal (2019) çalışmasında Bistte işlem gören sigorta şirketlerinin bütünleşik entropi ve EDAS yöntemleri ile finansal performansı değerlendirmiştir. Topal, (2021) çalışmasında ülkemizde kurulu gücü açısından ilk 40'ta yer alan Forbes 500 listesine girebilmiş ilk 10 elektrik şirketinin Entropi Tabanlı COCOSA yöntemiyle 2019 yılı finansal performanslarını analiz etmiştir. Taşcı, (2024) çalışmasında ulusal ve uluslararası sermaye yapısına ait Türk sigorta şirketlerinin finansal performanslarını Entropi ve EDAS-M yöntemi ile incelemiştir.

2.3. MAIRCA Yöntemi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

MAIRCA yöntemi alternatif sıralamalarında kullanılan bir yöntemdir. MAIRCA yöntemi de diğer çok kriterli karar verme yöntemleri gibi pek çok bilim alanda kullanılmıştır. MAIRCA yöntemi ile yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir:

Ulutaş,A. (2019) çalışmasında SWARA-MAIRCA yöntemlerini kullanarak catering firma seçimi yapmıştır. Ayçin E. (2020) çalışmasında lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmaya alınacak personel seçiminde CRITIC ve MAIRCA çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. Fidan (2021) çalışmasında uluslararası hedef Pazar seçimi için CRITIC ve MAIRCA çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. Şahin Macit, N. ,(2023) bir süpermarketin süt ve süt ürünlerine yönelik ürünlerini sağlayan 5 alternatif tedarikçi firma arasından en uygun tedarikçiyi AHP tabanlı MAIRCA yaklaşımı kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Işık, Ö.(2022) Covid 19 salgını sürecinde katılım bankalarının performansı MEREC-PSI-MAIRCA çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmiştir.

2.4. MABAC Yöntemi İle İlgili Bazı Çalışmalar

MAIRCA yönteminde olduğu gibi MABAC yöntemi de alternatif sıralamalarında kullanılan bir yöntemdir. MABAC yöntemi de diğer ÇKKV yöntemleri gibi pek çok bilim alanında kullanılmıştır. MABAC yöntemi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir:

Ayçin & Çakın (2019) çalışmalarında ülkelerin inovasyon performanslarını Entropi ve MABAC çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Akbulut (2020), çalışmasında Borsa İstanbul (BIST)' te faaliyet gösteren çimento sektörü firmalarının gösterdiği finansal performans ile elde etmiş oldukları pay senedi arasındaki ilişkiyi incelemek için Bütünleşik CRITIC tabanlı MABAC yöntemini kullanmıştır.

Demir (2022) Hayat dışı sigorta sektöründe faaliyet gösteren Anadolu Sigorta Sektöründe kurumsal performansın PSI-SD tabanlı MABAC çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmiştir. Altıntaş, (2022) Entropi tabanlı MABAC çok kriterli karar verme yöntemi ile G7 ülkelerinin siber güvenlik performanslarının analiz etmiştir. Kahreman (2023) çalışmasında OECD ülkelerinin ekonomik performansının CRITIC- MABAC yöntemi ile değerlendirmişlerdir.

Literatürde performans değerlendirme çalışmalarında birçok farklı karar verme teknikleri bulunmaktadır. Gerek objektif gerekse subjektif yeni yöntemler de literatüre kazandırılmaktadır. Bu çalışmada objektif yöntemler tercih edilmektedir. Fakat bazı durumlarda sübjektif değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bulanık mantık temelli yöntemler farklı kriterleri değerlendirme

açısından önem oluşturmaktadır. Örneğin Çalık, Onifade & Alola, (2023) Pisagor Bulanık AHP-VIKOR temelli yaklaşım ile bir otomotiv endüstrisinin tedarik dayanıklılığı performansının değerlendirmişlerdir. Ergülen & Çalık, (2024) Bulanık BWM-MARCOS yaklaşımı ile pandemi öncesi ve pandemi döneminde Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşunun performansını değerlendirmişlerdir.

3. Metodoloji

Bu çalışmada Entropi ağırlıklandırma yöntemi ile MABAC ve MAIRCA sıralama yöntemleri kullanılmıştır.

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi literatüre ilk olarak Rudolph Clausius (1865) tarafından kazandırılmıştır. Enformasyon teorisine ise Shannon tarafından 1948 yılında uyarlanmıştır. Entropi yöntemi en basit tanımıyla bir veri seti içerisindeki belirsizliğin ölçüsü olarak tanımlanabilir (Zhang, Gu, Gu & Zhang, 2011, s. 444). Objektif bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olan entropi yöntemi nesnel verilerde kullanılmaktadır. Yöntemin en önemli avantajı çok farklı çok farklı ölçeklerde ve çok farklı veri gruplarında kullanılabilme özelliğine sahip olmasıdır (Bostancı ve Ocakçı, 2009, s. 31; Wu vd., 2011, s. 5163; Zhang vd., 2011, s. 444). Entropi yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: İlk olarak kriterlerin ve alternatiflerin yer aldığı karar matrisi Eşitlik (1)'deki gibi oluşturulur.

$$X=[x_{ij}]_{mxn}=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte x_{ij}: i. alternatifin j. kriterde gösterdiği performans değeridir.

Adım 2: Bu karar matrisi Eşitlik (2) ile normalize edilir.

$$e_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}} \quad (2)$$

Adım 3: Kriterlere ait Eşitlik (3) ile entropi değerleri E_j hesaplanır.

$$E_j = -\frac{\sum_{i=1}^{m} e_{ij} \ln(e_{ij})}{\ln(m)} \quad (3)$$

Adım 4: Her bir kriterin ağırlığı (w_j) Eşitlik (4) ile bulunur.

$$w_j = \frac{1-E_j}{\sum_{j=1}^{n}(1-E_j)} \quad (4)$$

3.2. MAIRCA Yöntemi

Çok kriterli karar verme literatürüne Gigovic ve ark., (2016) tarafından eklenen MAIRCA ideal ve ampirik derecelendirmeler arasındaki boşlukları tanımlamaya dayalı bir yöntemdir. Yöntemde, değerlendirilen kriterler altında her alternatif için toplam bir boşluk hesaplanır ve minimum boşluğa sahip olan alternatif, rakipleri arasında en iyisi olarak kabul edilir (Gigovic vd., 2016: 11; Pamucar vd., 2018: 58). MAIRCA yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: Başlangıç karar matrisi Eşitlik (5) ‘ de verilmiştir.

$$X=[x_{ij}]_{mxn}=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

n kriter ve *m* alternatiften oluşan karar matrisinde yer alan x_{ij} değeri *i*. alternatifin *j*. kriterdeki değeridir.

Adım 2: Her bir alternatif için tercih olasılıklarını gösteren P_{A_i} değerleri Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanır. Alternatiflerin her birinin tercih olasılıkları birbirine eşittir ve tercih olasılıklarının toplamı 1' e eşittir.

$$P_{A_i}=\frac{1}{m} \quad (6)$$

Adım 3: Teorik Değerlendirme matrisi (K_p) oluşturulur. Bu matris oluşturulurken Eşitlik (7)'deki gibi kriter ağırlıkları ile tercih olasılıkları çarpılır.

$$K_p = \begin{bmatrix} k_{p11} & \cdots & k_{p1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{pm1} & \cdots & k_{pmn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} P_{A_1}w_1 & \cdots & P_{A_1}w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{A_m}w_1 & \cdots & P_{A_m}w_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 4: Gerçek değerlendirme matrisi (K_r) elde edilir. Teorik değerlendirme matrisi ile normalize karar matrisinin çarpılarak ($k_{r_{ij}}$) değerleri hesaplanır. ($k_{r_{ij}}$) değerleri hesaplanırken fayda yönlü kriterler için Eşitlik (8) ve maliyet yönlü kriterler için Eşitlik (9) kullanılır.

$$k_{r_{ij}}=k_{pij}\left(\frac{x_{ij}-x_i^-}{x_i^+-x_i^-}\right) \quad (8)$$

$$k_{r_{ij}} = k_{pij}\left(\frac{x_{ij}-x_i^+}{x_i^- - x_i^+}\right) \qquad (9)$$

x_i^+ ve x_i^- X karar matrisinin elemanlarıdır. x_i^+ ilgili kriterin maksimum değeri (x_i^+ =mak($x_1, \dots,$ x_m)), x_i^- ilgili kriterin minimum değeri (x_i^-=min($x_1, \dots, x_m$)) anlamına gelmektedir.

Adım 5: Son olarak Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) yardımıyla teorik derecelendirme matrisinden (K_p) gerçek derecelendirme matrisi (K_r) çıkarılarak, Boşluk Matrisi (F) elde edilir.

$$F = K_p - K_r = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{p11} - k_{r11} & \cdots & k_{p1n} - k_{r1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{pm1} - k_{rm1} & \cdots & k_{pmn} - k_{rmn} \end{bmatrix} \qquad (10)$$

$$f_{ij} = \begin{cases} 0, & eğer\ k_{pij} = k_{rij} \\ k_{pij} - k_{rij}, & eğer\ k_{pij} > k_{rij} \end{cases} \qquad (11)$$

Adım 6: Her bir alternatif için son skor (U_i) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$U_i = \sum_{j=1}^{n} f_{ij} \qquad (12)$$

3.3. MABAC Yöntemi

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison) yöntemi Pamucar ve Crovic tarafından 2015 yılında tanıtılmıştır. Bu yöntemdeki temel varsayım, alternatiflerin sınır

yaklaşım alanına olan uzaklığını tanımlamaktır. Aslında her alternatif, uzaklıklar arasındaki fark belirtilerek değerlendirilir ve sıralanır. MABAC yönteminin adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Başlangıç karar matrisi Eşitlik (13)' de verilmiştir.

$$X=\left[x_{ij}\right]_{mxn}=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \qquad (13)$$

Adım 2: Fayda kriterleri için Eşitlik (14) ve maliyet kriterleri için Eşitlik (15) kullanılarak karar matrisi normalize edilir.

$$d_{ij}=\frac{x_{ij}-x_i^-}{x_i^+-x_i^-} \qquad (14)$$

$$d_{ij}=\frac{x_{ij}-x_i^+}{x_i^--x_i^+} \qquad (15)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Eşitlik (16) yardımıyla oluşturulur.

$$b_{ij}=w_j \mathrm{x}\left(d_{ij}+1\right) \qquad (16)$$

Adım 4: Sınır yakınlık matrisi Eşitlik (17) ile elde edilir. Eşitlik (9)' da gösterilen g_i değeri sınır yakınlık alanı matrisinin (G) elemanıdır.

$$g_i=\left(\prod_{i=1}^{m} b_{ij}\right)^{1/m} \qquad (17)$$

$$G=\left[g_i\right]_{1xn} \qquad (18)$$

Adım 5: Alternatiflerin sınır yakınlık alanına olan uzaklıkları (Q) matrisi Eşitlik (19)'daki gibi elde edilir.

Q=B-

$$G=\begin{bmatrix} b_{11}-g_1 & \cdots & b_{1n}-g_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1}-g_1 & \cdots & b_{mn}-g_n \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m1} & \cdots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Adım 6: Sınır yakınlık alanına göre konumların belirlenmesi yapılır. Eşitlik (20)' de gösterildiği gibi bir alternatif 3 konumda bulunabilir. Bir alternatif en iyi alternatif olması için çoğu q_{ij} değerlerinin 0' dan büyü olması diğer deyişle üst yakınlık alanında (G^+) bulunması gerekmektedir. Bunun dışında alternatif iki farklı konumda bulunabilir. Bunlar alt yakınlık alanı (G^-) ve sınır yakınlık alanı (G) olmaktadır. Alternatiflerden alt yakınlık alanına yakın olanlar negatif ideal alternatiflerdir yani kötü performansa sahip alternatiflerdir.

$$A_i \epsilon \begin{cases} G^+ \text{ eğer } q_{ij} > 0 \\ G \text{ eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- \text{eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (20)$$

Adım 7: Her bir alternatif için sınır yakınlık alanına olan uzaklık (q_{ij}) değerleri toplanarak S_i değerleri elde edilir. En iyi alternatif, en yüksek S_i değerine sahip alternatif olarak belirlenir.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} q_{ij} \quad (21)$$

4. UYGULAMA

Yöntemin uygulamasında Türkiye'nin 2007-2023 yıllarında Lojistik Performans endeksleri ele alınmıştır. Çalışmada Türkiye'nin yıllara göre lojistik performansları ÇKKV teknikleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankasının 2007-2023 yılları arasında yayınladığı LPI raporundan alınmıştır. Türkiye'nin yıllara göre lojistik performans analizi için Dünya Bankası'nın 'Rekabete Bağlanma Raporu' olarak da bilinen LPI her bir kriterin beş puanlık bir ölçek kullanılarak değerlendirildiği ve LPI değerleri hesaplanırken altı kriter göz önünde bulundurulduğu bir rapordur. Kullanılan kriterlerin hepsi fayda yönlüdür. Bu kriterler Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2: Çok kriterli karar verme probleminde kullanılan kriterler

K1(mak)	Gümrük
K2 (mak)	Alt Yapı
K3(mak)	Uluslararası Taşımacılık
K4(mak)	Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği
K5(mak)	Zamanında Teslimat
K6(mak)	İzleme ve Talep

Kriterlerin ağırlıklandırılması için Entropi ÇKKV yöntemi kullanılırken yılların sıralanması için ÇKKV yöntemlerinden MAIRCA ve MABAC kullanılmıştır.

4.1. Entropi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uygulamanın ilk bölümünde lojistik performans kriterlerine ilişkin kriter ağırlıkları ENTROPİ yöntemiyle hesaplanacaktır. Türkiyenin yıllara göre lojistik performans kriterleri ilgili veriler https://lpi.worldbank.org/ internet sitesinden alınmıştır. Elde edilen

veriler ile karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo3: Türkiye'nin Yıllara Göre LPI Değerlerini Gösteren Karar Matrisi

Kriterler / Yıllar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	3,00	2,9375	3,07143	3,28571	3,26667	3,38462
2010	2,82027	3,078811	3,151137	3,234354	3,090883	3,938816
2012	3,161872	3,618313	3,379626	3,518766	3,536135	3,865546
2014	3,232654	3,533005	3,182316	3,640789	3,773236	3,684326
2016	3,181555	3,493645	3,412406	3,312065	3,39445	3,748734
2018	2,713469	3,210029	3,060677	3,046799	3,233056	3,628118
2023	3,00	3,40	3,40	3,50	3,60	3,50

Tablo 3'de verilen karar matrisi Eşitlik (2) yardımıyla normalize edilir. Elde edilen normalize karar matrisi Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriterler / Yıllar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,1421	0,1262	0,1356	0,1396	0,1367	0,1314
2010	0,1336	0,1323	0,1391	0,1374	0,1294	0,1530
2012	0,1498	0,1555	0,1492	0,1495	0,1480	0,1501
2014	0,1531	0,1518	0,1405	0,1547	0,1579	0,1431
2016	0,1507	0,1501	0,1506	0,1407	0,1421	0,1456
2018	0,1285	0,1379	0,1351	0,1294	0,1353	0,1409
2023	0,1421	0,1461	0,1501	0,1487	0,1507	0,1359

Tablo 4'de gösterilen normalize karar matrisinden Eşitlik (3) yardımıyla önce entropi değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra eşitlik (5) yardımıyla nihai kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Elde Edilen tüm sonuçlar Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5: Entropi Yöntemiyle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
E_j	0,9991	0,9987	0,9995	0,9992	0,9989	0,9994
$1 - E_j$	0,0009	0,0013	0,0005	0,0008	0,0011	0,0006
w_j	0,1765	0,2492	0,0983	0,1532	0,2035	0,1192

Tablo 5' te gösterilen Entropi sonuçlarına göre en önemli kriterler sırasıyla alt Yapı(K2), zamanında teslimat (K5), gümrük (K1), lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği (K4), takip edilebilirlik(K6) ve uluslararası taşımacılık (K3) olarak belirlenmiştir.

4.2. MAIRCA Yöntemi ile Türkiye'nin Yıllara Göre Lojistik Performanslarının Değerlendirilmesi

Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra MAIRCA yöntemiyle Türkiye'nin yıllara göre lojistik performansları değerlendirilecektir. Türkiye'nin lojistik performans kriterlerine ait puanları Dünya Bankası raporunda yer alan 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında yapılan değerlendirmelere göre elde edilmiştir. Türkiye' nin yıllara göre lojistik performans verilerinden oluşan karar matrisi Tablo 2' de gösterilmiştir. Eşitlik (6) yardımıyla her bir alternatife tercih olasılığı hesaplanır. Daha sonra Eşitlik (7) yardımıyla teorik değerlendirme matrisi K_p hesaplanarak Tablo 6 'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Teorik Derecelendirme Matrisi

Yıllar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2010	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2012	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2014	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2016	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2018	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170
2023	0,0252	0,0356	0,0140	0,0219	0,0291	0,0170

Tablo 2'de verilen karar matrisinde yer alan tüm kriterler maksimizasyon (fayda) yönlü olduğundan Eşitlik (8) yardımıyla Tablo 7'de verien Gerçek Değerlendirme Matrisi (K_r) elde edilmiştir.

Tablo 7: Gerçek Değerlendirme Matrisi

Yıllar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,0139	0,0000	0,0004	0,0088	0,0075	0,0000
2010	0,0052	0,0074	0,0036	0,0069	0,0000	0,0170
2012	0,0218	0,0356	0,0127	0,0174	0,0190	0,0148
2014	0,0252	0,0311	0,0049	0,0219	0,0291	0,0092
2016	0,0227	0,0291	0,0140	0,0098	0,0129	0,0112
2018	0,0000	0,0143	0,0000	0,0000	0,0061	0,0075
2023	0,0139	0,0242	0,0136	0,0167	0,0217	0,0035

Bu matrisin oluşturulmasından sonra Toplam Boşluk Matrisi Eşitlik (10) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 8' de gösterilmektedir.

Tablo 8: Toplam Boşluk Matrisi

Yıllar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,0113	0,0356	0,0136	0,0131	0,0216	0,0170
2010	0,0200	0,0282	0,0104	0,0150	0,0291	0,0000
2012	0,0034	0,0000	0,0013	0,0045	0,0101	0,0023
2014	0,0000	0,0045	0,0092	0,0000	0,0000	0,0078
2016	0,0025	0,0065	0,0000	0,0121	0,0161	0,0058
2018	0,0252	0,0213	0,0140	0,0219	0,0230	0,0095
2023	0,0113	0,0114	0,0005	0,0052	0,0074	0,0135

Bu matrisin ardından Eşitik (12) ile her bir alternatif için son skor (U_i) bulunur. Tablo 9 son skor değerlerini ve sıralamalarını göstermektedir.

Tablo 7: Son Skor ve Sıralama

Alternatifler	U_i	Sıralama
2007	0,1122	6
2010	0,1027	5
2012	0,0216	2
2014	0,0215	1
2016	0,0431	3
2018	0,1151	7
2023	0,0493	4

MAIRCA yönteminin sonuçlarına göre en iyi Türkiye'nin lojistik performansının belirlenen kriterlere göre en iyi olduğu yıl "2014" yılı olarak belirlenmiştir. 2012 yılı lojistik performans açısından 2014 yılı ile benzer bir performansa sahiptir. Performans açısından sırasıyla 2016,2023,2010,2007ve 2018 yılları gelmektedir.

4.3. MABAC Yöntemi ile Türkiye'nin Yıllara Göre Lojistik Performanslarının Değerlendirilmesi

Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra MABAC yöntemi ile Türkiye'nin yıllara göre lojistik performansları değerlendirilmiştir. MAIRCA sıralama yönteminde de belirtildiği üzere Türkiye'nin lojistik performans kriterlerine ait puanları Dünya Bankası raporunda yer alan 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında yapılan değerlendirmelere göre elde edilmiştir. Türkiye' nin yıllara göre lojistik performans verilerinden oluşan karar matrisi Tablo 2' de

gösterilmiştir. Tablo 2' de yer alan tüm kriterler maksimizasyon (fayda) yönlü olduğundan Eşitlik (14) kullanılarak normalize edilir. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 8' de verilmiştir.

Tablo 8: MABAC Yöntemi İle Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Yıllar/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,5519	0,0000	0,0306	0,4022	0,2576	0,0000
2010	0,2057	0,2076	0,2572	0,3158	0,0000	1,0000
2012	0,8637	1,0000	0,9068	0,7946	0,6525	0,8678
2014	1,0000	0,8747	0,3458	1,0000	1,0000	0,5408
2016	0,9016	0,8169	1,0000	0,4466	0,4449	0,6570
2018	0,0000	0,4003	0,0000	0,0000	0,2084	0,4394
2023	0,5519	0,6793	0,9647	0,7630	0,7461	0,2082

Eşitlik (16)' dan yararlanılarak Normalize Edilmiş Karar Matrisi, uygulamanın ilk aşamasında Entropi yöntemyle Tablo 5' te hesaplanan kriter ağırlıkları ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 9' da gösterilen şekilde elde edilir.

Tablo 9: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Yıllar/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,2739	0,2492	0,1013	0,2148	0,2560	0,1192
2010	0,2128	0,3009	0,1236	0,2016	0,2035	0,2384
2012	0,3290	0,4984	0,1875	0,2749	0,3364	0,2227
2014	0,3530	0,4672	0,1323	0,3064	0,4071	0,1837
2016	0,3356	0,4527	0,1967	0,2216	0,2941	0,1976
2018	0,1765	0,3489	0,0983	0,1532	0,2459	0,1716
2023	0,2739	0,4185	0,1932	0,2701	0,3554	0,1440

MABAC yönteminde yer alan sınır yakınlık alanı değerleri Eşitlik (17)' den yararlanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ile oluşturulan sınır yakınlık alanı matrisi Tablo 10' da gösterilmiştir.

Tablo 10 : Sınır Yakınlık Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G_i	0,27190	0,00115	0,00000	0,00003	0,00018	0,00001

Tablo10' daki her kriter için hesaplanan sınır yakınlık alanına, her bir yıl değerinin uzaklıkları Eşitlik (19)' dan yararlanılarak hesaplanır. Sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar matrisi Tablo 11' de gösterilmiştir.

Tablo 11: Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi

Yıllar/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2007	0,0020	0,2480	0,1013	0,2148	0,2558	0,1192
2010	-0,0591	0,2998	0,1236	0,2015	0,2034	0,2384
2012	0,0571	0,4972	0,1875	0,2749	0,3362	0,2227
2014	0,0811	0,4660	0,1323	0,3064	0,4069	0,1837
2016	0,0637	0,4516	0,1967	0,2216	0,2939	0,1975
2018	-0,0954	0,3478	0,0983	0,1532	0,2458	0,1716
2023	0,0020	0,4173	0,1932	0,2701	0,3552	0,1440

MABAC yönteminde son aşamasında, Tablo 11'deki sınır yakınlık alanına uzaklıklar kullanılarak, yılların kriter fonksiyonları Eşitlik (21)'den yararlanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ve Türkiye'nin yıllara göre lojistik performanslarına ilişkin bir sıralama Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12: S_i Değerleri ve Türkiye' nin Yıllara Göre Lojistik Performans Sıralaması

Yıllar/Kriter	S_i	Sıralama
2007	0,9412	6
2010	1,0076	5
2012	1,5755	2
2014	1,5764	1
2016	1,4251	3
2018	0,9213	7
2023	1,3819	4

Tablo 12’ de gösterilen sonuçlara göre ele alınan yıllar içerisinde Türkiye en iyi lojistik performansı 2014 yılında göstermiştir. Bu yılı sırasıyla 2012 , 2016, 2023, 2010, 2007 ve 2018 takip etmektedir. Türkiye’ nin lojistik performansının en düşük olduğu yıl ise 2018’ dir.

5. SONUÇ

Günümüz dünyasında lojistiğin giderek artan hacmi ve önemi ile lojistik performans ölçümü de önem kazanmıştır. Lojistik bir ülkenin ekonomik gelişimiyle doğru orantılıdır. Bu nedenle lojistik performansın ölçülmesi ülkelerin ticaret hacimlerinin artması, büyüme ve rekabet gücü elde edebilmesi bakımından önemli hale gelmiştir.

Bu çalışmada Türkiye’nin yıllara göre lojistik performanslarının değerlendirilmesinde ÇKKV yöntemlerinden bütünleşik olarak faydalanılmıştır. Çalışmada kriter ağırlıklarının değerlendirilmesinde Entropi yöntemi kullanılmıştır. Entropi yöntemi sonucu elde edilen kriter ağırlıklarına göre en yüksek önemliden en düşük öneme göre kriter sıralaması şu şekildedir. K2(alt yapı), K5 (zamanında teslimat), K1 (gümrük), K4 (lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği), K6 (takip edilebilirlik) ve K3 (uluslararası taşımacılık) olarak belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının elde edilmesinden sonra alternatiflerin sıralanması için MAIRCA ve MABAC ÇKKV yöntemleri uygulanmıştır.

MAIRCA yönteminin sonuçlarına göre Türkiye’ nin lojistik performanslarının yıllara göre sıralaması: 2014, 2012, 2016,2023,2010,2007ve 2018’ dir. Elde edilen sıralamaya bağlı

olarak Türkiye'nin yıllara göre en yüksek performansının olduğu yıl 2014 iken, en düşük performansının olduğu yıl ise 2018' dir.

MABAC yönteminin sonuçlarına göre ise Türkiye'nin yıllara göre lojistik performans sıralaması: 2014, 2012, 2016, 2023, 2010, 2007 ve 2018 takip etmektedir. MAIRCA yöntemine göre Türkiye' nin lojistik performansının en yüksek olduğu yıl ise 2014, lojistik performansının en düşük olduğu yıl ise 2018'dir. Her iki ÇKKV alternatif sıralama yöntemi sonuçları aynı çıkmıştır. Literatürde Türkiye'nin yıllara göre lojistik performans sıralaması herhangi bir ÇKKV yöntemi ile yapılmamıştır. Bu nedenden dolayı çalışma özgündür ve literatüre bu sebeple katkı sunmaktadır.

Lojistik performanslar ülkeler için çok önemli noktalara gelmiştir. Çok uluslu şirketler yatırım yapacakları zaman LPI kriter puanları yatırım kararlarını etkileyebilmektedir. O nedenle ülkeler lojistik performans değerlerini artırmak istemektedir. Türkiye'de bu nedenle lojistik performanslarını geliştirmeye çalışmaktadır. Teknoloji ve lojistik alt yapılarını geliştiren, ekonomilerini geliştiren ülkelerin lojistik performanslarını da artırdıkları görülmektedir. Türkiye' de bu sebepten dolayı lojistik performanslarını artırması ekonomik kalkınma ve büyüme için oldukça gereklidir.

Kaynakça

Akbulut, O. Y. (2020). Finansal performans ile pay senedi getirisi arasındaki ilişkinin bütünleşik CRITIC ve MABAC ÇKKV teknikleriyle ölçülmesi: Borsa İstanbul çimento sektörü firmaları üzerine ampirik bir uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (40), 471-488.

Akbulut, E. A., Ulutaş, A., Yürüyen, A. A., & Balalan, S. (2024). Hibrit bir ÇKKV modeli ile G20 ülkelerinin lojistik performansının ölçülmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 12(1), 1-21.

Alp İ., Öztel A. ve Köse M. S. (2015). Entropi tabanlı MAUT yöntemi ile kurumsal sürdürebilirlik performansı ölçümü: bir vaka çalışması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (11) 2: 1.

Altıntaş, F.F. (2021). Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının CRITIC tabanlı Waspas ve Copras teknikleri ile analizi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (25)1:117-146

Altıntaş, F. F. (2022). G7 ülkelerinin siber güvenlik performanslarının analizi: Entropi tabanlı Mabac yöntemi ile bir uygulama. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 263-286.

Ayçin, E., & Çakın, E. (2019). Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde Entropi ve MABAC çok kriterli karar verme yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, *19*(2), 326-351.

Ayçin, E. (2020). Personel Seçim Sürecinde CRITIC ve MAIRCA Yöntemlerinin Kullanılması. *İşletme*, 1(1), 1-12.

Aydın Ünal, E. (2019). Bütünleşik Entropi ve EDAS yöntemleri kullanılarak BIST sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesi. *Finans Ekonomi Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(4), 555-566.

Baki, B., Gergin, R.E., (2015), Türkiye'deki bölgelerin lojistik performanslarının bütünleştirilmiş AHS ve TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmesi. *Business and Economics Research Journal*, 6(4), 115-135.

Bayır, T., Yılmaz, Z., (2017), AB ülkelerinin lojistik performans endekslerinin AHP ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Middle East Journal of Education*, 3(2), 73-92.

Bostancı, S. H. ve Ocakçı, M. (2009). Kent siluetlerine ilişkin tasarım niteliklerinin, Entropi yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/A Mimarlık, Planlama, Tasarım Dergisi*, 8(2), 27-36. Erişim adresi: http://itudergi.itu.edu.tr

Çakır, S., (2016), Measuring logistics performance of OECD countries Via Fuzzy Linear Regression. *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, 24(3-4), 177-186.

Çalık, A., Erdebilli, B., & Özdemir, Y. S. (2022). Novel integrated hybrid multi-criteria decision-making approach for logistics performance index. *Transportation Research Record*, 2677(2), 1392-1400.

Çalik, A., Onifade, S. T., & Alola, A. A. (2023). Evaluating Supply Resilience Performance of an Automotive Industry during Operational Shocks: A Pythagorean Fuzzy AHP-VIKOR-Based Approach. Systems 2023, 11, 396.

Çizmecioğlu, S., Boz, E., & Çalık, A. (2024) Application of PHAHP-GTOPSIS methods for third-party logistics provider selection. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 14(1), 393-413.

Demir, G. (2022). Hayat dışı sigorta sektöründe kurumsal performansın PSI-SD tabanlı MABAC metodu ile ölçülmesi: Anadolu Sigorta örneği. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 112-136.

Ergülen, A., & Çalık, A. (2024). F-BWM-MARCOS approach for performance evaluation of Türkiye's top 500 industrial enterprises in the pre-pandemic and pandemic era. *Benchmarking: An International Journal.*

Fidan, H. (2021). CRITIC ve Mairca çok kriterli karar verme yöntemi ile uluslararası hedef pazar seçimi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 291-309.

Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Milićević, M. (2016). The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. *Sustainability,* 8(4), 1-30.

Green, J. K.W., Whitten, D., Inman, A., (2008). The impact of logistics performance on organizational performance in a supply chain context. *Supply Chain Management: An International Journal,* 13(4), 317-327.

Güner, S., Coşkun, E., (2012). Comparison of impacts of economic and social factors on countries logistics performance: A

study with OECD countries. *Research in Logistics & Production,* 2(4), 329-343.

Işık, Ö. (2023). Covıd-19 salgınının katılım bankacılığı sektörünün performansına etkisinin Merec-PSI -Mairca modeliyle incelenmesi. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 363-384.

Kahreman, Y. (2023). OECD ülkelerinin ekonomik performanslarının CRITIC-MABAC yöntemi ile ölçülmesi. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi Ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 96-122.

Karaköy, Ç., & Ölmez, U. (2019). Balkan ülkelerinde lojistik performans endeksi değerlendirilmesi. Uluslararası Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 178-180.

Kısa, A.C.G., Ayçin, E., (2019). OECD ülkelerinin lojistik performanslarının SWARA tabanlı EDAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325.

Mešić, A., Miškić, S., Stević, Ž., & Mastilo, Z. (2022). Hybrid MCDM solutions for evaluation of the logistics performance index of the western balkan countries. *Economics,* 10(1), 13-34.

Ömürbek N., Karaatlı M. ve Balcı F. H. (2016). Entropi temelli MAUT ve SAW yöntemleri ile otomotiv firmalarının performans değerlemesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (31)1, 228.

Pamucar, D. S., Tarle, S. P., & Parezanovic, T. (2018). New hybrid multicriteria decision-making DEMATEL-MAIRCA model:

Sustainable selection of a location for the development of multimodal logistics centre. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31(1), 1641-1665.

Pamučar, D., Mihajlović, M., Obradović, R., & Atanasković, P. (2017). Novel approach to group multi-criteria decision making based on interval Rough Numbers: Hybrid DEMATEL-ANP-MAIRCA model. *Expert Systems with Applications*, 88, 58-80.

Pamucar, D., Žižović, M., Biswas, S., & Božanić, D. (2021). A new logarithm methodology of additive weights (LMAW) for multi-criteria decision-making: Application in logistics. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 19(3), 361-380.

Perçin, S., Çakır, S., (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış Dergisi,* 13(4), 449-459.

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423.

Stević, Ž., Tanackov, I., Puška, A., Jovanov, G., Vasiljević, J., & Lojaničić, D. (2021). Development of modified SERVQUAL–MCDM model for quality determination in reverse logistics. *Sustainability*, 13(10), 5734.

Şahin Macit, N. (2023). Tedarikçi seçimi probleminin AHP temelli Mairca yöntemi ile çözümü. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (37), 42-63.

Taşcı, M. Z. (2024). Hibrit bir çkkv modeli ile ulusal ve uluslararası sermaye yapısına sahip şirketlerin finansal performans karşılaştırması: Türk sigorta sektörü özelinde bir uygulama. *Erciyes*

Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (67), 113-120.

Topal, A. (2021). Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı Cocoso yöntemi. *Business & Management Studies: An International Journal,* 9(2), 532-546.

Tunca, M. Z., Ömürbek, N., Cömert, H. G., Aksoy, E. (2016). OPEC ülkelerinin performanslarının çok kriterli karar verme yöntemlerinden Entropi VE MAUT İLE değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 7(14), 1-12.

Ulutaş, A. (2019). SWARA ve MAIRCA yöntemleri ile catering firmasi seçimi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(4), 1467-1479.

Ulutaş, A. & Karaköy, Ç. (2019). G-20 ülkelerinin lojistik performans indeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *S.C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, (20)1.

Wong, W.P., Tang, C.F., (2017). The major determinants of logistic performance in a global perspective: evidence from panel data analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(4), 431-443.

Wu, J., Sun, J., Liang, L. and Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon Entropy. Expert Systems with Applications, 38(5), 5162-5165.

Yui, M.M., Hsiao, B., (2015). Measuring the technology gap and logistics performance of ındividual countries by using a meta-DEA–AR model. *Maritime Policy & Management*, 43(1), 98-120.

Yürüyen, A. A., & Ulutaş, A. (2020). Bulanık AHP ve bulanık EDAS yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firması seçimi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *8*(İktisadi ve İdari Bilimler), 283-294.

Yürüyen, A. A., Ulutaş, A., & Özdağoğlu, A. (2023). Lojistik işletmelerinin performansının bir hibrit ÇKKV modeli ile değerlendirilmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 11(3), 731–751.

Yui. M.M. ve Hsiao. B. (2016). Measuring the technology Gap and logistics performance of Individual Countries by using A Meta-DEA–AR Model. *Maritime Policy & Management*. 43(1). 98-120.

Zhang, H., Gu, C., Gu, L. and Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information Entropy–A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 35(2), 443-451.

BÖLÜM IX

Makine Öğrenimi Teknikleri ile Konut Fiyat Tahmini: Çanakkale İli Örneği

Zeynep ÇOLAK[1]

Giriş

Konutlar, bireylerin barınma ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra önemli bir yatırım aracı olarak da işlev görmektedir. Konut piyasası, hem tüketim hem de yatırım malı olarak değerlendirilen konutların özellikleri nedeniyle diğer piyasalardan ayrışmaktadır. Bu farklılıklar arasında konut arzının yüksek maliyetli olması, konutların kalıcı ve sürekli nitelik taşıması, heterojen yapıya sahip olması, arzın coğrafi olarak sabitliği, ikincil piyasalarda büyümeye katkı sağlaması ve bir teminat aracı olarak kullanılabilmesi yer almaktadır (Iacoviello, 2000).

Konut fiyatlarının tahmini, gayrimenkul, finans ve geliştirme alanlarında önemli bir araştırma konusu olarak öne çıkmaktadır.

[1] Dr. Öğretim Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Çanakkale/Türkiye, 0000-0003-0058-6809, zolak.84@gmail.com.

Konutların piyasa değerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi, alıcıların, satıcıların ve yatırımcıların bilinçli ve rasyonel kararlar almasını sağlamaktadır. Son yıllarda, makine öğrenimi teknikleri, konut fiyat tahmin modellerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayarak bu alandaki analiz ve tahmin süreçlerine yeni bir boyut kazandırmıştır.

Makine öğrenimi, büyük veri kullanımına olan ilgi birlikte, konut fiyatlarının niteliklerine dayanarak geçmiş verilere bağımlı olmaksızın daha kesin bir şekilde tahmin edilebilmesini sağlayarak son yıllarda önemli bir tahmin yöntemi haline gelmiştir. Fan vd. (2018) ile Phan (2018) tarafından yürütülen kapsamlı çalışmalar, makine öğrenimi stratejilerinin etkinliğini ortaya koymaktadır. Özellikle son on yılda, makine öğreniminin hızla daha yaygın bir kullanım alanı bulduğu gözlemlenmiştir.

Makine öğrenimi, tahmin amacıyla kullanılan modern yöntemlerden biri olup, karmaşık veri yapılarının ve desenlerinin analiz ve yorumlanmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Ngiam ve Khor, 2019). Bu yöntem, bilgisayarların insan benzeri öğrenme ve davranış yetkinlikleri kazanmasını amaçlamaktadır (Feggella, 2019). Makine öğrenimi, geçerli bir veri kümesinin sağlanmasını ve bu verilere dayalı olarak tahminlerin oluşturulmasını gerektirir. Sistem, önceden yüklenen veriler ışığında belirli bir olayın tüm sistem üzerindeki önemini değerlendirir ve buna uygun tahminlerde bulunur. Bu tekniğin modern uygulama alanları arasında konut fiyatlarının tahmini, hisse senedi fiyatlarının tahmini, deprem olasılıklarının öngörülmesi ve şirket satışlarının projeksiyonu yer almakta olup, bu liste neredeyse sınırsız olasılıklar sunmaktadır (Shiller, 2007).

Konut fiyatlarının tahmini, yalnızca haneler için değil, işletmeler ve çeşitli kurumlar için de stratejik bir öneme sahiptir.

Özellikle Türkiye'de, kentsel dönüşüm projeleri ve diğer kalkınma girişimleriyle hızla büyüyen gayrimenkul sektöründe, konut fiyatlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesi, sektördeki tüm paydaşlar için kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, konut fiyatı tahmini bağlamında yedi popüler makine öğrenimi algoritmasını (doğrusal regresyon, karar ağacı, k-en yakın komşu, aşamalı artırma, XGBoost, Naive Bayes ve rastgele orman) doğrulamak ve karşılaştırmaktır. Araştırma, her bir algoritmanın güçlü ve zayıf yönlerini analiz ederek, bu göreve yönelik etkinlikleri ve uygulanabilirlikleri hakkında kapsamlı bir değerlendirme sunmayı hedeflemektedir. Bu analiz sonucunda, her bir modelin olanakları ve sınırlamaları hakkında derinlemesine bir anlayışa sahip olunacak ve konut fiyatlarını tahmin etmek için en uygun yaklaşım seçilecektir. Çalışmada, performans değerlendirmesi için Çanakkale iline ait konut veri seti ve performans ölçütü olarak Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) ve R-kare (R^2) metrikleri kullanılmıştır.

1. Literatür Taraması

Geleneksel ekonometri modellerinden farklı olarak, makine öğrenimi algoritmaları, eğitim verilerinin normal dağılıma sahip olmasını gerektirmez. Bu durum, birçok istatistiksel testin normallik varsayımına dayandığı düşünüldüğünde, makine öğreniminin önemli bir avantajı olarak öne çıkmaktadır. Normal dağılım varsayımının sağlanamadığı durumlarda, söz konusu istatistiksel testler başarısız olmakta ve geçerliliğini yitirmektedir. Geçmişte bu tür işlemler uzun zaman alırken, günümüzde modern bilgisayarların yüksek işlem gücü sayesinde hızla tamamlanabilmekte ve dolayısıyla daha düşük maliyetle uygulanabilmektedir. Bu durum, makine öğrenimi yöntemlerini daha verimli ve pratik bir alternatif kılmaktadır.

Park ve Won (2015) yaptıkları çalışmada, C4.5, RIPPER, Naïve Bayes ve AdaBoost gibi makine öğrenimi algoritmalarına dayalı bir konut fiyatı tahmin modeli geliştirilmiş ve bu algoritmaların sınıflandırma doğruluğu performansları karşılaştırmışlardır. Yapılan analizler, sınıflandırma doğruluğu açısından RIPPER algoritmasının, konut fiyatı tahmini performansında diğer modellerden istikrarlı bir şekilde daha üstün olduğunu ortaya koymaktadır.

Varma vd. (2018) Hindistan'ın Mumbai şehrinde gerçekleştirdikleri çalışmada, konut fiyatlarını tahmin etmek amacıyla kullanım alanı, oda sayısı, banyo sayısı, otopark, asansör ve mobilya gibi konut özelliklerini temel alarak çeşitli regresyon teknikleri (doğrusal regresyon, orman regresyonu, güçlendirilmiş regresyon) ve yapay sinir ağı yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları, yapay sinir ağı tabanlı algoritmanın, diğer regresyon tekniklerine kıyasla daha yüksek bir verimlilik sunduğunu ortaya koymuştur.

Koktashev vd. (2019), konut değerlerini tahmin etmeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, oda sayısı, toplam alan, kat, otopark durumu, balkon sayısı, banyo türü, asansör sayısı, gibi özellikler analiz edilmiştir. Konut fiyatlarını tahmin etmek için rastgele orman, ridge regresyonu ve doğrusal regresyon yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, tahmin performansı Ortalama Mutlak Hata (MAE) ölçütü ile değerlendirildiğinde, rastgele orman algoritması diğer iki yöntemden daha üstün bir performans sergilemiştir.

Konut tahmini alanında birçok farklı yöntem ve veri kümesiyle birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, Türkiye’de yapılan çalışmalar hala sınırlı sayıdadır. Buna göre; Yılmazel vd. (2018), konut fiyatlarını Yapay Sinir ağları (YSA) yöntemi ile

tahmin ettikleri çalışmalarında elde edilen sonuçlar, YSA'nın konut fiyatlarının tahmininde etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Ulvi ve Özkan (2019), YSA ve Bulanık Mantık yaklaşımlarından faydalanarak konut fiyat tahminlemesi yaptıkları çalışmalarında, YSA yönteminin daha isabetli tahminler veren bir yöntem olduğu belirtilmişlerdir. Aydemir vd. (2020) çalışmalarında, Rasgele Orman (RO) ve Derin Öğrenme (DÖ) yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada en başarılı yaklaşım, RO algoritması olmuştur. Barut ve Bilgin (2023) yaptıkları çalışmada, makine öğrenmesi yöntemleri olarak Yapay sinir ağları ve Polinomsal regresyon kullanılarak bunların tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları, Yapay sinir ağları yönteminin Polinomsal regresyon yöntemine göre ev fiyatlarını daha yüksek doğrulukla tahmin ettiğini göstermektedir. Burhan (2023) yaptığı çalışmada, Naive Bayes (NB) , k-En Yakın Komşu (k-EYK), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmalarını kullanmıştır. AUC skorlarına göre ise en başarılı tahmin yönteminin RO ve bunu takiben k-EYK olduğu görüşmüştür.

Bu çalışmada, konut fiyat tahmini için popüler ve başarılı tahmin sonuçları veren çeşitli makine öğrenmesi modelleri karşılaştırılarak alternatif yaklaşımlar incelenmiştir. Makine öğrenimi yaklaşımlarının başarısını etkileyen en temel faktörlerden biri veri ön işleme ve özellik mühendisliği sürecidir. Bu nedenle bu çalışmada literatürde ihmal edilen veri ön işleme ve özellik mühendisliği sürecine önem verilmektedir. Böylece tahmin performansının artırılması amaçlanmaktadır.

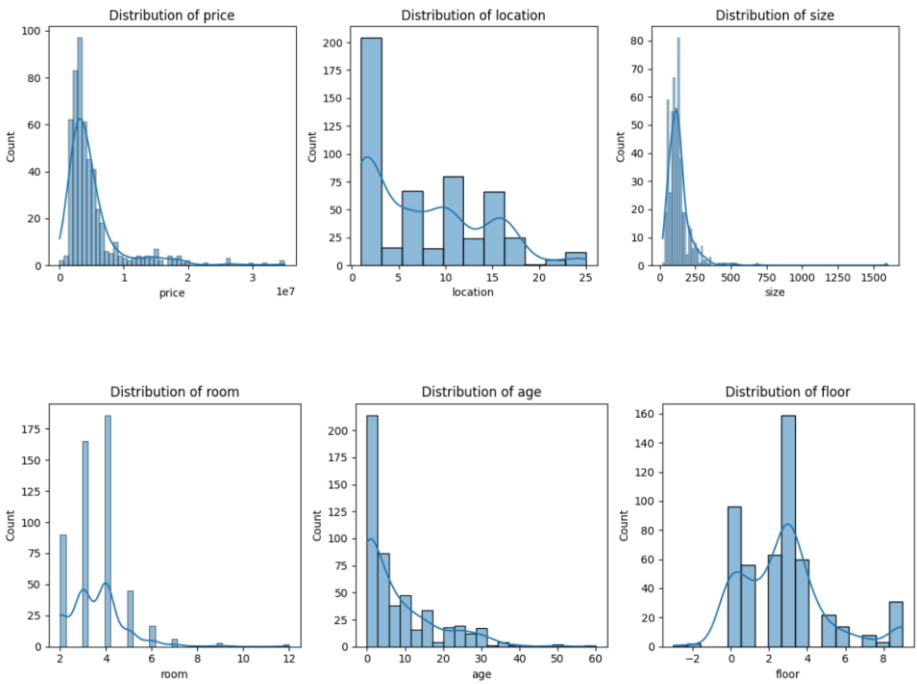
2. Yöntem

2.1. Veri Seti

Veri seti, bir emlak sitesinden (https://www.hepsiemlak.com) Çanakkale'de bulunan satılık konut

bilgilerini içerecek şekilde veri madenciliği yöntemleri ile elde edilmiştir. Veri setinde, konutların değeri (Price), mahalle bilgisi (Location), konutun büyüklüğü/boyutu (Size), oda sayısı (Room), yaşı (Age) ve kat sayısı (Floor) bulunmaktadır.

Çalışmada 516 satılık konut verisine dayalı olarak, çeşitli makine öğrenimi ve derin öğrenme modelleri kullanılarak ev fiyatlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan makine öğrenimi modelleri; Linear Regression (LR), Decision Tree (DT), k-Nearest Neighbors(k-NN), Gradient Boosting (GB), XGBoost, Naive Bayes (NB), Random Forest (RF).



Şekil 1: Konutun Değeri, Lokasyonu, Büyüklüğü, Oda Sayısı, Yaşı ve Kat Sayısı Dağılımı

1. Fiyat Dağılımı (Distribution of price):

- Fiyat verilerinin büyük çoğunluğu, 0 ile yaklaşık 10 milyon (1.0e7) arasında yoğunlaşmaktadır. Bu, veri setindeki konut fiyatlarının genellikle bu aralıkta yer aldığını, ancak az sayıda konut fiyatının yüksek (ekstrem) değerlere sahip olduğunu göstermektedir.

2. Lokasyon Dağılımı (Distribution of location):

- Lokasyon verileri, genellikle 0 ile 10 arasındaki aralıkta yoğunlaşmaktadır; özellikle 0-5 aralığında belirgin bir yoğunluk gözlemlenmektedir. Bu durum, veri setindeki konutların büyük çoğunluğunun belirli lokasyonlarda toplandığını veya düşük konum indekslerine sahip olduğunu göstermektedir. Daha yüksek konum indeksleri ise daha seyrek bir dağılım sergilemekte olup, bu bölgelerdeki konut sayısının daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır**.** Tablo 1'de konutların hangi mahallede olduğu ve kodları verilmiştir.

Tablo 1: Konutların Bulundukları Mahalle ve Kodları

Kodu	Mahalle Adı
1	Merkez, Barbaros Mahallesi
2	Merkez, Cevat Paşa Mahallesi
3	Merkez, Çınarlı (Dardanos) Mahallesi
4	Merkez, Çınarlı Mahallesi
5	Merkez, Erenköy Mahallesi
6	Merkez, Esenler Mahallesi
7	Merkez, Fevzipaşa Mahallesi
8	Merkez, Güzelyalı Mahallesi

9	Merkez, Işıklar Mahallesi
10	Merkez, İsmetpaşa Mahallesi
11	Merkez, Kalabaklı Mahallesi
12	Merkez, Karacaören Mahallesi
13	Merkez, Kemalpaşa Mahallesi
14	Merkez, Kemel Mahallesi
15	Merkez, Kepez (Boğazkent) Mahallesi
16	Merkez, Kepez (Cumhuriyet) Mahallesi
17	Merkez, Kepez (Hamidiye) Mahallesi
18	Merkez, Kızılkeçili Mahallesi
19	Merkez, Kocalar Mahallesi
20	Merkez, Musaköy Mahallesi
21	Merkez, Namık Kemal Mahallesi
22	Merkez, Sarıcaeli Mahallesi
23	Merkez, Sarıcaeli Mahallesi
24	Merkez, Taşlıtarla Mahallesi
25	Merkez, Yağcılar Mahallesi
26	Merkez, Yapıldak Mahallesi

3. Boyut Dağılımı (Distribution of size):

- Boyut dağılımı, küçük değerlerde yoğunlaşmış olup, daha büyük boyutlara doğru azalmaktadır. Bu durum, veri setindeki mülklerin

çoğunluğunun daha küçük boyutlarda olduğunu göstermektedir. Boyutlar birkaç ekstrem büyük boyutlu konut dışında, yaklaşık 0 ile 250 m2 arasında yoğunlaşmıştır.

4. Oda Sayısı Dağılımı (Distribution of room):

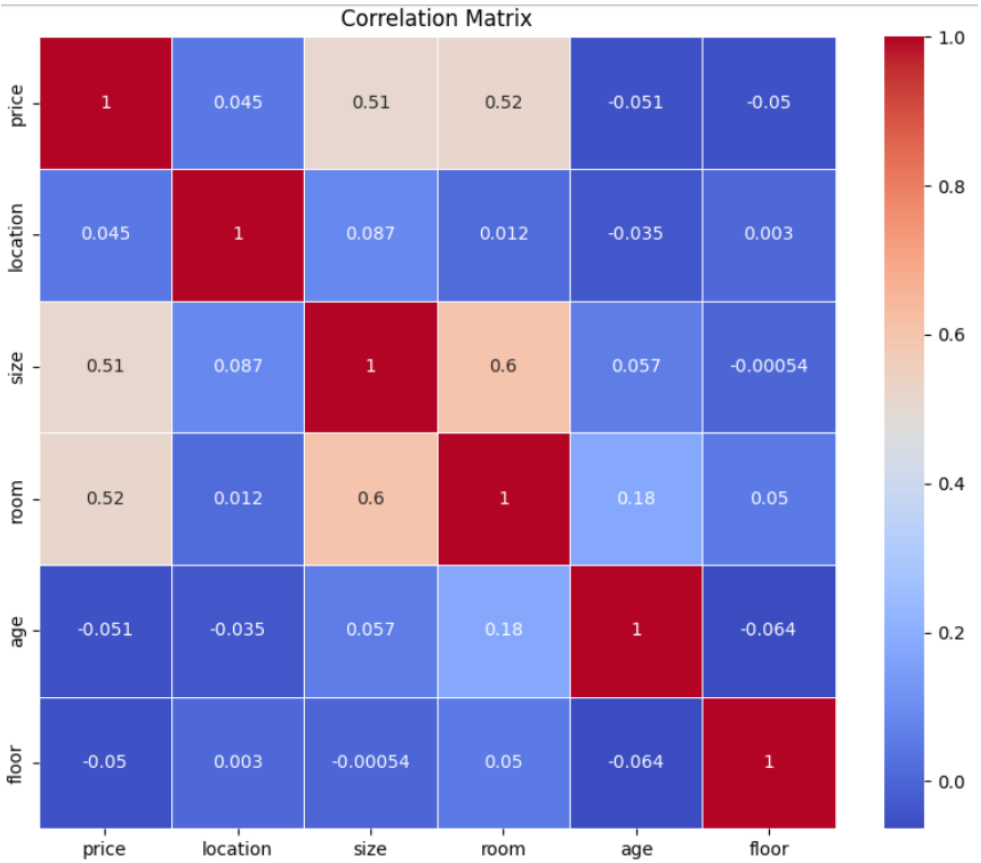
- Oda sayısı dağılımı, özellikle 2, 3 ve 4 oda olmak üzere belirli değerlerde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, veri setindeki konutların büyük çoğunluğunun bu oda sayılarına sahip olduğunu göstermektedir. Daha fazla oda sayısına sahip konutlarr ise daha seyrek bir şekilde yer almaktadır. Özellikle, 4 odalı konutların en yaygın olanı olduğu gözlemlenmiştir

5. Yaş Dağılımı (Distribution of age):

- Konutların yaşları genellikle düşük değerlerde yoğunlaşmıştır. Bu, veri setindeki konutların çoğunluğunun nispeten yeni olduğunu göstermektedir. Yaş arttıkça, konut sayısında belirgin bir azalma gözlemlenmektedir. Özellikle 0-10 yaş aralığında bir yoğunluk bulunmaktadır.

6. Kat Sayısı Dağılımı (Distribution of floor):

- Kat sayısı dağılımı, genellikle 0 ila 4 kat arasında yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, bazı negatif ve yüksek pozitif değerler de dikkat çekmektedir. Bu durum, veri girişinde olası hataların veya farklı türdeki binaların (örneğin bodrum katlar veya yüksek binalar gibi) varlığının etkisiyle ortaya çıkmış olabilir.



Şekil 2: Korelasyon Matrisi

Korelasyon matrisi, veri setindeki değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Her hücre, iki değişken arasındaki korelasyon katsayısını ifade eder. Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişir. 1, mükemmel pozitif korelasyonu, -1 ise mükemmel negatif korelasyonu gösterir. 0'a yakın değerler ise iki değişken arasında çok az veya hiç ilişki olmadığını gösterir.

1. Price (Fiyat) ile Oda Sayısı ve Boyut Arasındaki Korelasyon:

- Fiyat ile oda sayısı arasında 0.52 ve fiyat ile boyut arasında 0.51 düzeyinde pozitif bir korelasyon gözlemlenmektedir. Bu bulgular, daha fazla odaya veya daha büyük bir alana sahip konutların genellikle daha yüksek fiyatlarla ilişkilendirildiğini göstermektedir.

2. Oda Sayısı ile Boyut Arasındaki Korelasyon:

- Oda sayısı ile boyut arasında (0.6) pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Bu, daha fazla odaya sahip mülklerin genellikle daha büyük olduğunu göstermektedir.

3. Diğer Değişkenler Arasındaki Korelasyon:

- Diğer değişkenler arasında genellikle düşük korelasyon değerleri bulunmaktadır. Örneğin, lokasyon ile diğer değişkenler arasında (price, size, room, age, floor) düşük korelasyonlar görülmektedir. Bu, lokasyonun diğer özelliklerle çok fazla ilişkili olmadığını göstermektedir.

- Yaş ile diğer değişkenler arasında da düşük korelasyonlar bulunmaktadır, bu da mülk yaşının diğer özelliklerle (fiyat, lokasyon, boyut, oda sayısı, kat sayısı) çok fazla ilişkili olmadığını göstermektedir.

4. Kat Sayısı ile Diğer Değişkenler Arasındaki Korelasyon:

- Kat sayısı ile diğer değişkenler arasında çok düşük veya negatif korelasyonlar gözlemlenmiştir. Özellikle kat sayısı ile boyut arasında çok düşük bir negatif korelasyon (-0.00054) vardır, bu da kat sayısının boyut üzerinde hemen hemen hiç etkisi olmadığını göstermektedir.

Genel olarak, korelasyon matrisinde gözlemlenen önemli pozitif korelasyonlar, mülklerin fiyatının oda sayısı ve boyut ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu, daha fazla oda ve daha büyük boyutların genellikle daha yüksek fiyatlara sahip olduğu anlamına

gelir. Diğer değişkenler arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

2.2.Veri Ön İşleme ve Özellik Mühendisliği

Bu çalışmada, Çanakkale merkezdeki satılık konut fiyatlarını tahmin etmek amacıyla bir veri seti kullanılmıştır. Veri seti, bir emlak sitesinden veri madenciliği yöntemleri ile elde edilmiştir ve toplamda 516 adet satılık konut bilgisini içermektedir. Veri setinin hazırlanması ve analiz edilmesi sürecinde aşağıdaki veri ön işleme ve özellik mühendisliği adımları uygulanmıştır:

2.2.1. Veri Ön İşleme

1. **Veri Temizleme**:

   Eksik Değerlerin İşlenmesi: Veri setinde yer alan eksik değerler, ilgili sütunların medyan değerleri ile doldurulmuştur. Bu işlem, veri setindeki eksikliklerin model performansını olumsuz etkilemesini engellemek amacıyla yapılmıştır.

   Veri Dönüşümü: Fiyat (Price) sütunundaki noktalar kaldırılarak, sayısal değerlere dönüştürülmüştür. Bu adım, fiyat bilgilerinin düzgün bir şekilde analiz edilebilmesi için gereklidir.

2. **Outlier (Aykırı Değer) İşlemleri**:

   Aykırı Değerlerin Tespiti ve Sınırlandırılması: Veri setinde yer alan aykırı değerler, çeyrekler arası aralık (IQR) yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu aykırı değerler, belirlenen alt ve üst sınır değerlerine eşitlenerek veri setinin homojenliği artırılmıştır.

3. **Veri Standardizasyonu**:

Özelliklerin Standardize Edilmesi: Model eğitimi sırasında, veri setindeki özelliklerin ölçekleri arasındaki farklılıkları azaltmak amacıyla standardizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu adım, modelin daha hızlı ve doğru bir şekilde öğrenmesini sağlamıştır.

2.2.2. Özellik Mühendisliği

1. **Etkileşim Terimlerinin Oluşturulması**:

   İkili Etkileşim Terimleri: Veri setindeki mevcut özellikler arasında ikili etkileşim terimleri hesaplanmış ve veri setine eklenmiştir. Bu işlem, modellerin, özellikler arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi öğrenmesini sağlamıştır.

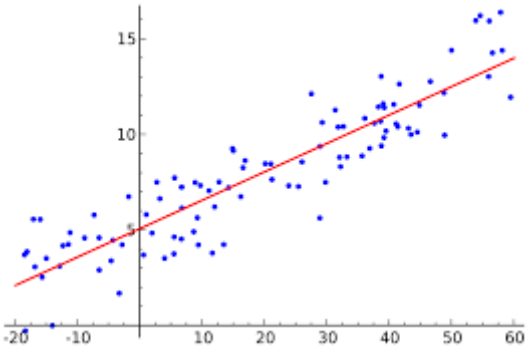
2. **Polinomial Özellikler**:

   Polinomial Kombinasyonlar: Özelliklerin polinomial kombinasyonları hesaplanarak veri setine dahil edilmiştir. Bu adım, doğrusal olmayan ilişkileri modellemek için kullanılmıştır.

2.3. Çalışmada Kullanılan Modeller

Doğrusal Regresyon (Linear Regression), iki sürekli değişken (bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler) arasındaki doğrusal ilişkiyi modelleyen isatistiksel bir tekniktir (Neter, Wasserman, & Kutner, 1989). Doğrusal regresyon, tahmin edilecek değeri ilişkisi olan diğer değişken ya da değişkenlere dayalı olarak tahmin etmek için kullanılır. Tahmin edilecek değişken bağımlı değişken olarak adlandırılırken, tahmin değişkenini doğrudan etkileyen ve sonuca etkisi olan diğer değişkenlere de bağımsız değişken denir (Montgomery, Peck, & Vining, 2012).. Bu model, bağımsız değişkenlerin ağırlıklı toplamını kullanarak tahmin yapar ve basitliği ile yorumlanabilirliği nedeniyle sıkça tercih edilen bir

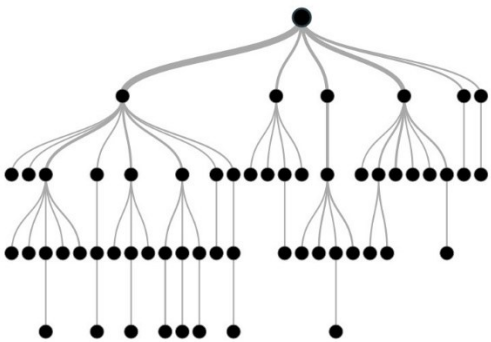
yöntemdir. Her noktadan kareli hatayı asgariye indiren verilerle bir doğru bularak çalışır. Şekil 3'de doğrusal regresyon yönteminin çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 3: Doğrusal Regresyon Yönteminin Çalışma Prensibi

Karar Ağacı (Decision Tree), makine öğrenmesi teorisine dayanan ve özellikle sınıflandırma ve regresyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Karar ağacı, her düğümde bir dizi rasgele düğüm ve dal içeren bir ağaç veri yapısı kullanır [31, 32]. Bu yapı, veri setindeki özelliklere dayanarak yapılan bölünmelerle kararlar alır ve nihayetinde bir tahmin sunar (Quinlan, 1986). Karar ağacı, tekrarlanan bölme işlemleri ile tahmin için kullanılabilecek bir kural kümesi oluşturur. Veri setinin özelliklerini hiyerarşik bir şekilde bölen bu yöntem, her bir dalda belirli bir karar verir. Karar ağaçları, özellikle kategorik veri üzerinde etkili performans sergileyen bir modeldir. Diğer modelleme tekniklerine kıyasla, karar ağacının en büyük avantajı, yorumlanabilir kurallar veya mantık ifadeleri üretme yeteneğidir [33, 34]. Bu sayede sınıflandırma işlemi karmaşık hesaplamalar gerektirmeden yapılabilir. Ayrıca, karar ağacı önceden tanımlanmış bir hedef değişkene sahip olup, yapısı gereği üstten alta doğru bir strateji

sunmaktadır (Kantardzic, 2011; Çelik U., Akçetin E., ve Gök M., 2017). Karar ağacı modelinin işleyişi, Şekil 4'de gösterilmiştir**.**

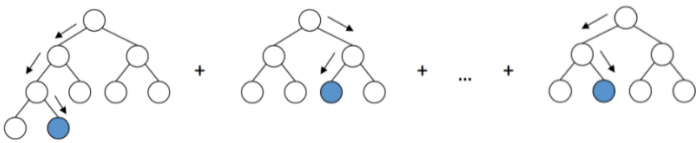


Şekil 4:Karar Ağacı Modeli

k-En Yakın Komşu (k-Nearest Neighbors, k-EYK), yeni bir veri noktası tahmin edilirken, en yakın komşularının etiketlerine bakarak sınıflandırma veya regresyon yapar (Altman, 1992). Sınıflandırma uygulamaları için ilk olarak geliştirilen k-EYK algoritması (Cover ve Hart, 1967) etkili ve basit olmasından dolayı popüler bir makine öğrenmesi algoritması olarak nitelendirilebilir. Verilerin birbirine olan yakınlığını kullanılarak tahmin yapılan bu modelde, özellikle küçük veri setlerinde iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Gradyan Artırma (Gradient Boosting), karar ağaçlarının tahmin performansını iyileştirmek amacıyla geliştirilmiş bir makine öğrenmesi algoritmasıdır [19,20]. Bu algoritma, Friedman ve arkadaşları tarafından 2001 yılında geliştirilmiş olup, zayıf tahmin edicilerden güçlü bir model oluşturmak için ardışık bir şekilde tahmin hatalarını minimize etmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Friedman, 2001). Gradyan Artırma tekniği, her adımda hata düzeltmesi yaparak bir dizi zayıf model (çoğunlukla karar ağaçları)

kullanarak güçlü bir topluluk modeli inşa eder. Gradient Boosting algoritmasının işleyişi, Şekil 5'de sunulmuştur.



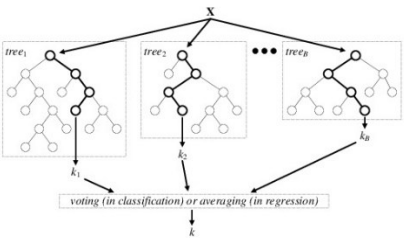
Şekil 5: Gradient Boosting Algoritmasının Modeli

XGBoost, aşamalı artırma algoritmasının optimize edilmiş bir versiyonudur ve büyük veri setlerinde etkili performans sunar (Chen & Guestrin, 2016). XGBoost, hız ve performans optimizasyonları ile bilinen bir modeldir ve en önemli özellikleri; yüksek tahmin gücü elde edebilmesi, aşırı öğrenmenin önüne geçebilmesi, boş verileri yönetebilmesi ve bunları hızlı yapabilmesidir.

Naive Bayes, özellikle metin sınıflandırma ve spam filtreleme gibi problemlerde kullanılan, olasılıksal bir sınıflandırma algoritmasıdır (Murphy, 2012). Bu model, her özelliğin bağımsız olduğunu varsayar ve Bayes teoremi ile olasılık hesaplamalarını yapar. Birçok uygulama zayıf özellikleri göz ardı ederken Bayer algoritması bu özellikleri de dikkate alarak çok sayıda özellikten gelen bilgileri aynı anda kullanarak etkili bir çözüm oluşturur. Bayer algoritması, az veriyle başarılı olabilir ,sürekli ve kesikli verilerde kullanılabilir, yüksek boyutlu verilerle çalışılabilir.(16)

Rastgele Orman (Random Forest), birden fazla karar ağacının bir araya gelerek daha stabil ve genelleştirilebilir bir model oluşturduğu bir topluluk öğrenme yöntemidir (Breiman, 2001). Leo Breiman, bu yöntemi 1997 yılında Amit ve Geman'ın çalışmalarından ilham alarak geliştirmiştir. Rastgele Orman,

Breiman'ın Bagging (Bootstrap Aggregating) yönteminin bir uzantısı olarak, boosting yöntemine alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Rastgele Orman modeli, her bir karar ağacının farklı veri alt kümesi ve özellikler üzerinde eğitilmesini sağlayarak çeşitliliği artırmakta ve aşırı öğrenmeyi (overfitting) azaltmaktadır. Bu yöntem, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kullanılabilir ve diğer yöntemlere kıyasla daha hızlı eğitim ve tahmin yapma, daha az düzenleme parametresi gerektirme ve yüksek boyutlu verilere doğrudan uygulanabilme gibi avantajlar sunmaktadır. Rastgele Orman regresyonunun işleyişi, Şekil 6'da gösterilmiştir**.**



Şekil 6: Rastgele Orman Regresyonu İşleyiş

2.4.İstatistiksel Hata Metrikleri

2.4.1. Mean Absolute Error (MAE)

MAE, bir modelin tahmin ettiği değerler ile gerçek değerler arasındaki farkların mutlak değerlerinin ortalamasıdır. Bu metrik, tahminlerin hatalarının büyüklüğünü anlamamıza yardımcı olur. MAE, tüm hataları aynı şekilde değerlendirir ve her bir veri noktası için hataların mutlak değerlerini toplar, ardından bunları veri noktalarının sayısına böler.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i.=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|$$

(1)

Burada:

y_i, gerçek değer

$\hat{y}_i$, tahmin edilen değeri,

n, veri noktalarının sayısını ifade eder.

MAE, model doğruluğunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır ve verinin biriminde ölçülür, bu da yorumu kolaylaştırır (Willmott & Matsuura, 2005).

2.4.2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE, tahmin hatalarının ortalama mutlak yüzdesidir. MAPE, hataların göreceli büyüklüğünü anlamamıza yardımcı olur ve % olarak ifade edilir. Bu metrik, hataların büyüklüğünü oransal olarak değerlendirdiği için farklı ölçeklerdeki veri setleri arasında karşılaştırma yapmayı kolaylaştırır.

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i.=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| x100$$

(2)

y_i, gerçek değer

$\hat{y}_i$, tahmin edilen değeri,

n, veri noktalarının sayısını ifade eder.

Birçok çalışma, MAPE'nin %10'un altında olduğu durumlarda modelin tahminlerinin kabul edilebilir doğrulukta olduğunu belirtmiştir (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 1998).

2.4.3. R-squared (R^2)

R^2, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığını gösteren bir istatistiksel ölçüttür. R^2, modelin veri üzerindeki uygunluğunu değerlendirir ve 0 ile 1 arasında bir değer

alır. R^2 değeri 1'e yaklaştıkça, modelin bağımsız değişkenler tarafından açıklanan varyans oranı artar.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y})^2}$$

(3)

y_i, gerçek değer

$\hat{y}_i$, tahmin edilen değeri,

y, gerçek değerlerin ortalamasının ifade eder.

R^2, modelin açıklayıcı gücünü değerlendirir ve model performansını karşılaştırmak için kullanılır. R^2'nin yüksek olması, modelin bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini iyi bir şekilde açıklayabildiğini gösterir (Montgomery, Peck, & Vining, 2012).

3. Bulgular

Çanakkale'de bulunan satılık konut fiyatlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan çeşitli makine öğrenimi modellerinin performansları bu bölümde verilmiştir. Modellerin etkinliği, belirli hata metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu metrikler arasında Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ve R-kare (R-squared, R^2) yer almaktadır. Bu metrikler, modellerin tahmin doğruluğunu ve güvenilirliğini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan modellerin her biri, farklı yaklaşımlar ve avantajlarla ev fiyatlarını tahmin etme amacına yönelik uygulanmış ve optimize edilmiştir. Bulgular, her modelin doğruluğunu ve tahmin performansını kapsamlı bir şekilde karşılaştırarak, en uygun modelin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Bu kapsamda, doğrusal regresyon, karar ağacı, k-En Yakın Komşu, aşamalı artırma, XGBoost, Naive Bayes ve rastgele orman modellerinin sonuçları detaylı olarak ele alınacaktır.

Tablo 2: Modellerin Sonuçları

Model	**Mean Absolute Error (MAE)**	**Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**	**R-squared (R^2)**
Linear Regression	170880,33	4,50%	0,99
Decision Tree	164805,83	3,20%	0,98
k-Nearest Neighbors	554720,38	12,65%	0,93
Gradient Boosting	123209,56	2,78%	0,99
XGBoost	129191,07	2,71%	0,99
Naive Bayes	493689,32	11,86%	0,92
Random Forest	126367,38	2,48%	0,99

Bu çalışmada, Çanakkale merkezdeki satılık evlerin fiyatlarını tahmin etmek amacıyla çeşitli makine öğrenmesi modelleri kullanılmıştır. Her bir modelin performansı, Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ve R-squared (R^2) değerleri ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre;

Lineer regresyon modeli, veriyi en iyi şekilde açıklayan ve yüksek R^2 değeri ile güçlü bir performans sergileyen bir temel modeldir. Ancak, ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri, diğer bazı modellerden daha yüksektir.

Karar ağacı modeli, lineer regresyon modeline kıyasla daha yüksek MAE değerlerine sahip olsa da, R^2 değeri oldukça yüksektir. Bu model, karar verme kuralları oluşturma yeteneği sayesinde veriyi iyi bir şekilde açıklayabilmektedir.

k-En Yakın Komşu (k-EYK) modeli, yüksek MAE değerleriyle en düşük performansı göstermektedir. Bu durum, komşu verilerin benzerliğine dayanan bu modelin, ev fiyatlarını tahmin etmek için yeterince etkili olmadığını göstermektedir.

Gradient Boosting modeli, düşük MAE ve MAPE değerleri ile yüksek performans sergilemiştir. Bu model, veriyi açıklama ve tahmin etme konusundaki üstün başarısı ile dikkat çekmektedir.

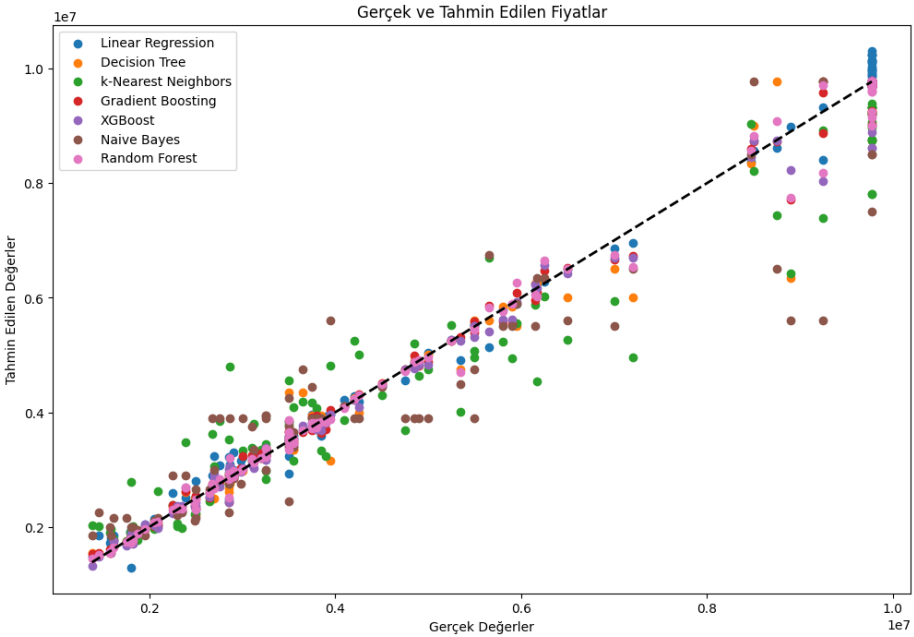
XGBoost modeli de, benzer şekilde güçlü bir performans sergileyerek düşük MAE ve MAPE değerleri ile öne çıkmaktadır. R^2 değeri de yüksek olup, modelin veriyi iyi bir şekilde açıkladığını göstermektedir.

Naive Bayes modeli, yüksek MAE değeri ile düşük performans göstermektedir. Bu model, veriyi yeterince iyi açıklayamamış ve tahmin doğruluğu düşüktür.

Random Forest modeli, düşük MAE ve MAPE değerleri ile güçlü bir performans sergilemiştir. Modelin R^2 değeri de yüksek olup, veriyi iyi bir şekilde açıkladığını göstermektedir.

Genel olarak, Gradient Boosting ve Random Forest modelleri, düşük hata metrikleri ve yüksek R^2 değerleri ile en iyi

performansı göstermiştir. Bu modeller, ev fiyatlarının tahmin edilmesinde diğer modellere kıyasla daha başarılı olmuştur. Özellikle Gradient Boosting modeli, en düşük hata metriklerine sahip olup, en yüksek R^2 değeri ile veriyi en iyi açıklayan model olarak öne çıkmaktadır.



Grafik 1: Makine Öğrenimi Algoritmaları Kullanılarak Tahmin Edilen Konut Fiyatları ile Gerçek Ev Fiyatlarının Karşılaştırılması

Bu grafikte yer alan her bir nokta, test veri setindeki bir veri noktasının gerçek değeri (x ekseninde) ile model tarafından tahmin edilen değerini (y ekseninde) temsil etmektedir. Siyah kesikli çizgi, mükemmel tahmin çizgisini (y = x) göstermektedir; yani tahmin edilen değerlerin gerçek değerlere eşit olduğu durumu temsil eder.

Model Performanslarının Karşılaştırılması

- **Linear Regression**: Mavi noktalarla gösterilen Lineer Regresyon modelinin tahminleri genel olarak mükemmel tahmin çizgisine oldukça yakın. Bu model, veriler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsayarak tahminler yapar ve çoğu veri noktası bu çizgiye yakın bir şekilde dağılmış.
- **Decision Tree**: Yeşil noktalarla gösterilen Karar Ağacı modelinin tahminleri, mükemmel tahmin çizgisine göre biraz daha dağınık. Bu durum, karar ağacının bazı veri noktalarında overfitting (aşırı öğrenme) yapmış olabileceğini gösterir.
- **k-Nearest Neighbors**: Turuncu noktalarla gösterilen k-En Yakın Komşu modelinin tahminleri, mükemmel tahmin çizgisinden daha fazla sapma gösteriyor. Bu model, özellikle veri noktalarının yoğun olduğu yerlerde daha iyi performans gösterebilir, ancak genel performansı diğer modellere göre daha zayıf.
- **Gradient Boosting**: Koyu kırmızı noktalarla gösterilen Gradient Boosting modeli, mükemmel tahmin çizgisine oldukça yakın tahminler yapmış. Bu model, yüksek doğrulukla tahminler yapma eğilimindedir ve genellikle karmaşık veri setlerinde iyi performans gösterir.
- **XGBoost**: Kahverengi noktalarla gösterilen XGBoost modeli, Gradient Boosting gibi oldukça başarılı tahminler yapmış ve noktalar mükemmel tahmin çizgisine oldukça yakın.
- **Naive Bayes**: Pembe noktalarla gösterilen Naive Bayes modelinin tahminleri, diğer modellere kıyasla daha dağınık ve mükemmel tahmin çizgisinden daha fazla sapma göstermekte. Bu model, genellikle sınıflandırma

problemlerinde daha iyi performans gösterir, ancak burada regresyon problemi için kullanılmış.

- **Random Forest**: Mor noktalarla gösterilen Random Forest modeli, tahminleri mükemmel tahmin çizgisine oldukça yakın olan bir başka güçlü model. Bu model, birçok karar ağacının birleşiminden oluşur ve genellikle yüksek doğruluk sağlar.

Genel Değerlendirme

- **Performans**: Gradient Boosting ve Random Forest modelleri, tahminlerinin mükemmel tahmin çizgisine çok yakın olması nedeniyle diğer modellere göre daha iyi performans göstermiştir.
- **Doğruluk**: Lineer Regresyon ve XGBoost modelleri de oldukça doğru tahminler yapmış ve çoğu veri noktası mükemmel tahmin çizgisine yakın bir şekilde dağılmıştır.
- **Dağınıklık**: Naive Bayes ve k-Nearest Neighbors modelleri, diğer modellere kıyasla daha fazla sapma göstermiştir ve bu modellerin tahminleri daha dağınık bir dağılıma sahip.

Bu analiz, Gradient Boosting ve Random Forest modellerinin ev fiyatlarını tahmin etmede diğer modellere göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu modellerin, karmaşık ve yüksek boyutlu veri setleri ile başa çıkma yetenekleri nedeniyle tercih edilebileceği anlaşılmaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Çanakkale merkezdeki satılık evlerin fiyatlarını tahmin etmek için çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmış ve bu algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, farklı modellerin ev fiyatlarını tahmin etme konusundaki etkinliklerini ve zorluklarını ortaya koymaktadır.

Öncelikle, doğrusal regresyon modelinin yüksek bir R-kare (R^2) değeri göstermesi, modelin genel olarak veri setine iyi uyum sağladığını belirtmektedir. Ancak, ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri, modelin tahminlerinde belirli bir hata payı olduğunu göstermektedir. Bu durum, doğrusal regresyonun bazı karmaşık ilişkileri yakalamakta yetersiz kaldığını gösterebilir.

Karar ağacı ve rastgele orman modelleri, özellikle karar ağacı, daha düşük R^2 değerleri ile performans göstermiştir. Bu durum, karar ağaçlarının tek başına karmaşık ilişkileri tam olarak modelleyemediğini, ancak rastgele ormanların birden fazla karar ağacının birleşiminden faydalandığını göstermektedir. Rastgele orman modeli, doğrusal regresyon modeline göre daha düşük bir MAE ve MAPE değeri sunarak daha dengeli bir performans sergilemiştir.

k-en yakın komşu (k-NN) modeli, diğer modellere kıyasla daha yüksek hata değerleri ve düşük R^2 değeri ile performans göstermiştir. Bu sonuç, k-NN'nin büyük veri setlerinde veya çok boyutlu verilerde yeterince etkili olamayabileceğini göstermektedir.

Gradient Boosting ve XGBoost modelleri, en düşük MAE ve MAPE değerlerini sağlayarak ev fiyatlarını tahmin etmede en başarılı modeller olarak öne çıkmıştır. Bu modeller, veri setindeki karmaşık ilişkileri ve etkileşimleri daha iyi yakalayabilmişlerdir. Bu bulgu, aşamalı artırma yöntemlerinin yüksek tahmin doğruluğu sağladığını ve özellikle büyük ve karmaşık veri setlerinde etkin olduğunu doğrulamaktadır.

Naive Bayes modeli ise beklenenin üzerinde hata değerleri ile diğer modellere kıyasla düşük performans sergilemiştir. Bu sonuç, Naive Bayes'in doğrusal olmayan ilişkileri ve veri setindeki karmaşıklığı yakalamakta yetersiz kaldığını göstermektedir.

Genel olarak, bu çalışmada kullanılan makine öğrenmesi modelleri, ev fiyatlarını tahmin etme konusunda çeşitli seviyelerde başarı göstermiştir. Gradient Boosting ve XGBoost modelleri, düşük hata oranları ve yüksek R^2 değerleri ile en başarılı modeller olarak öne çıkarken, diğer modellerin performansları da değerlendirilmiştir.

Bu bulgular, gelecekteki çalışmalarda daha karmaşık ve derin öğrenme modellerinin kullanılmasıyla tahmin doğruluğunun artırılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, özellik mühendisliği ve veri ön işleme adımlarının, model performansını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda bu adımların optimize edilmesi, tahmin doğruluğunu daha da artırabilir.

Kaynakça

Altman, N. S. (1992). An introduction to kernel and nearest-neighbor nonparametric regression. *The American Statistician*, 46(3), 175-185.

Aydemir, E., Aktürk, C., & Yalçınkaya, M. A. (2020). Yapay zekâ ile konut fiyatlarının tahmin edilmesi. *Turkish Studies*, *15*(2), 183-194.

Barut, Z., & Bilgin, T. T. (2023). Konut Fiyatlarının Tahmini için Polinomsal Regresyon ve Yapay Sinir Ağları Yöntemlerinin Uygulamalı Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *27*(1), 152-159. https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1190150

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.

Burhan, H. A. (2023). Konut Fiyatları Tahmininde Makine Öğrenmesi Sınıflandırma Algoritmalarının Kullanılması: Kütahya Kent Merkezi Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (76), 221-237.https://doi.org/10.51290/dpusbe.1249461

Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 785-794).

Cover, T., & Hart, P. (1967). Nearest neighbor pattern classification. *IEEE transactions on information theory*, *13*(1), 21-27. doi: 10.1109/TIT.1967.1053964.

Fan, C., Cui, Z., & Zhong, X. (2018). House prices prediction with machine learning algorithms. In Proceedings of the 2018 10th

International Conference on Machine Learning and Computing (pp. 6-10).

Feggella, D. (2019). What is machine learning? Available at: https://emerj.com/ai-glossaryterms/what-ismachine-learning/ (Erişim Tarihi: 10/12/2024)

Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of statistics*, 1189-1232.

Iacoviello, M. (2000). House prices and the macroeconomy in Europe: results from a Structural VAR Analysis. ECB Working Paper No. 18

Koktashev, V., Makeev, V., Shchepin, E., Peresunko, P., & Tynchenko, V. V. (2019, November). Pricing modeling in the housing market with urban infrastructure effect. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1353, No. 1, p. 012139). IOP Publishing. doi: 10.1088/1742-6596/1353/1/012139

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: methods and applications*. John Wiley & Sons.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons.

Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press.

Ngiam, K. Y., & Khor, W. (2019). Big data and machine learning algorithms for health-care delivery. *The Lancet Oncology*, *20*(5), e262-e273.doi: 10.1016/S1470-2045(19)30149-4

Park, B., & Bae, J. K. (2015). Using machine learning algorithms for housing price prediction: The case of Fairfax County,

Virginia housing data. *Expert systems with applications*, *42*(6), 2928-2934. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.040

Phan, T. D. (2018, December). Housing price prediction using machine learning algorithms: The case of Melbourne city, Australia. In 2018 International conference on machine learning and data engineering (iCMLDE) (pp. 35-42). IEEE.

Shiller, R. J. (2007). Understanding recent trends in house prices and home ownership. National Bureau of Eco - nomic Research, Working Paper 13553

Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine learning*, 1(1), 81-106.

Ulvi, C., & Özkan, G. (2019). Taşinmaz Değerlemede Yapay Zekâ Tekniklerinin Kullanilabilirliği ve Yöntemlerin Karşilaştirilmasi. *Geomatik*, *4*(2), 134-140. https://doi.org/10.29128/geomatik.501042

Varma, A., Sarma, A., Doshi, S., & Nair, R. (2018). House price prediction using machine learning and neural networks. 2. In Proceedings of the 2018 Second Inter - national Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT), April 20–21, 2018, Coimbatore, India. 1936–1939. IEEE

Willmott, C. J., & Matsuura, K. (2005). Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Climate Research*, 30(1), 79-82.

Yılmazel, Ö., Afşar, A., & Yılmazel, S. (2018). Konut Fiyat Tahmininde Yapay Sinir Ağlari Yönteminin Kullanilmasi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (20), 285-300. doi: /10.18092/ulikidince.341584

BIDGE