



DİJİTAL BANKACILIK VE ENFLASYON İLİŞKİSİNİN MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE TESPİTİ

AYŞE AKBOZ CANER^{1*} & AYŞE ERGİN ÜNAL² & SERKAN NAS³

¹ Dr., Tarsus Üniversitesi, ayseakboz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0060-2007>. ² Doç. Dr., Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, ayseerginunal@tarsus.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0004-5084-6431>. ³ Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, serkannas@tarsus.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0040-3091>.

Bu çalışma, Dr. Ayşe AKBOZ CANER tarafından, Doç. Dr. Ayşe ERGİN ÜNAL ve Dr. Öğr. Üyesi Serkan NAS danışmanlığında hazırlanarak Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından kabul edilen doktora tezinden türetilmiştir.

ÖZ

Son dönemlerde özellikle finans alanında dijital teknolojinin artan kullanımı, pek çok farklı ekonomik göstergenin seyrini değiştirmektedir. Bu dijital teknolojiler, finansal işlemlerde hızlı ve yenilikçi çözümler sunarken, ekonominin dinamiklerinin daha hızlı ve farklı yöntemlerle şekillenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla ekonomik performansın değişmesinde rol oynayan finansal kurumlardan bankacılık sektöründe meydana gelen dijitalleşme hareketleri, finansal sistemin ve ekonominin geneli için incelenmesi gereken bir konu haline gelmektedir. Dijitalleşmenin kapsamı ve yarattığı etkiler göz önünde bulundurulduğunda, etkinin makroekonomik boyutunun incelenmesi de önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, bankacılık sektöründe dijitalleşmenin enflasyon üzerinde yarattığı etkiyi anlamak amacıyla makine öğrenme algoritmaları kullanılarak 2014M01-2023M12 dönemi Türkiye için tahmin odaklı bir model geliştirilmiştir. Yapılan tahminleme sonuçlarına göre, enflasyonu en doğru tahmin eden makine öğrenme algoritmasının gradyan artırma olduğu, mobil bankacılık kullanımının ise enflasyon üzerinde en fazla etkisi olan faktör olarak belirlendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enflasyon tahminleme, Dijital bankacılık, Makine öğrenme.

DETECTING THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITAL BANKING AND INFLATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS

***Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:**
Ayşe AKBOZ CANER,
ayseakboz@gmail.com

JEL:
G2, E0, C530

Geliş: 11 Ocak 2025
Received: January 11, 2025
Kabul: 9 Nisan 2025
Accepted: April 9, 2025
Yayın: 30 Nisan 2025
Published: April 30, 2025

Atıf / Cited as (APA):
Akboz Caner, A. & Ergin Ünal, A.
& Nas, S. (2025),
Dijital Bankacılık ve Enflasyon İlişkisinin
Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tespiti,
Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi, 70, 193-199,
doi: 10.18070/erciyesiibd.1618053

ABSTRACT

Recently, the growing use of digital technology, particularly in finance, has altered the trajectory of various economic indicators. While these digital technologies provide quick and innovative solutions for financial transactions, they accelerate the dynamics of the economy in new and different ways. Consequently, the digitalization initiatives in the banking sector, a crucial financial institution influencing economic performance, emerge as a topic that warrants examination for the broader financial system and economy. Given the scope and impact of digitalization, it is also vital to explore its macroeconomic ramifications. Hence, this study develops a forecasting-oriented model for Turkey for the period from January 2014 to December 2023, utilizing machine learning algorithms to analyze the influence of digitalization on inflation in the banking sector. The forecasting results indicate that the machine learning algorithm with the highest accuracy in predicting inflation is gradient boosting, while the usage of mobile banking is identified as the factor exerting the greatest influence on inflation.

Keywords: Inflation Forecasting, Digital Banking, Machine Learning.

GİRİŞ

Son yıllarda teknolojik gelişmeler ve dijitalleşmenin, dünya ekonomisinde önemli etkiler yarattığı görülmektedir. Endüstriler, rekabet avantajı elde edebilmek, verimliliği artırmak ve pazar paylarını koruyabilmek için bu gelişmeleri takip etmeleri gerekmektedir. Teknolojik yenilikler, iş süreçlerini hızlandırarak maliyetleri düşürmekte, aynı zamanda yeni iş modelleri ve fırsatlar yaratmaktadır. Dijitalleşme ise işletmelerin daha geniş kitlelere ulaşmasını ve müşteri deneyimlerini iyileştirmelerini sağlamaktadır. Bu sebeple, endüstriler hem varlıklarını sürdürebilmek hem de gelecekteki rekabetçi ortamda ayakta kalabilmek için teknolojik yeniliklere uyum sağlamak ve bu teknolojileri etkin bir şekilde uygulamak zorundadırlar. Söz konusu süreçte teknolojinin doğurduğu dijitalleşme gelişmeleri ve ortaya çıkan yeni finansal araçlar derinlemesine incelenmekte ve çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Zira teknoloji, birçok sektöre adapte olmuş ve sektördeki iş yapma biçimleri büyük ölçüde dijital bir dönüşüm geçirmiştir. Dijitalleşme kavramı, bir firmada ya da kuruluştaki kurumsal süreçleri iyileştirmek amacıyla dijital teknolojilerin artan kullanımını ifade etmekte iken bu süreçte iş operasyonları, mal-hizmet üretimi ve satış yöntemleri köklü bir şekilde değişmektedir (Ramadhan ve Sudrajat, 2022, s. 130). Benzer şekilde finansal sistem dinamiklerini ve ekonomi politikalarını önemli ölçüde dönüştüren dijitalleşme, bankacılık sektörü ve tüketici davranışlarını da dönüştürmektedir. Bu dönüşüm bireylerin yaşamlarını şekillendirirken, politika yapıcıların optimal karar alma süreçlerini zorlaştırmaktadır. Bu olgunun altında yatan temel sebebin belirsizlik olduğu düşünülmektedir. Zira dijitalleşme sonucunda finansal hizmetlerin sunulma biçiminde yaşanan değişiklik, yatırım alışkanlıkları ve para akışının dönüşümü; makroekonomik analiz ve ekonomik tahminlerde de belirsizlik yaratmaktadır. Bu dönüşüm sonucunda özellikle enflasyon gibi karmaşık makroekonomik göstergeler daha zor tahmin edilir hale gelmektedir.

Makro ihtiyati politikalar kapsamında finansal istikrarın gerçekleşmesi ve merkez bankasının öncelikli hedefi olan fiyat istikrarının sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla enflasyona etki edecek dinamiklerin doğru şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Enflasyon tahminini doğru ve güvenilir bir şekilde yapabilmek, politika yapıcılar açısından güç olmakla beraber doğru tahminleme, ekonomik aktörler ve yatırım kararları açısından önem arz etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde belirsizliğe neden olan enflasyonun, yatırım ufkunu azalttığı düşünülmektedir. Bu bağlamda enflasyonun doğru tahmin edilebilmesi için dijitalleşen toplum ve ödeme biçimlerinin de dikkate alınarak analiz yapılması önem arz etmektedir. Zira Matolcsy, Nagy, Palotai, ve Virág (2020) çalışmalarında merkez bankaları için en önemli sorulardan birinin teknolojik devrimin mevcut enflasyon süreçlerini ne ölçüde açıklayabileceği üzerine olduğunu belirtmektedirler.

Enflasyona ve dijitalleşmeye yönelik farklı görüşler mevcut iken söz konusu görüşler pozitif ve negatif olmak üzere iki ayrı uçta olmaktadır. Örneğin Charbonneau, Evans, Sarker ve Suchanek (2017) çalışmalarında dijitalleşmenin gelişmiş ekonomilerde enflasyonist etkilere sahip olabileceğini öne sürmektedirler. Benzer şekilde Csonto, Huang ve Mora (2019) gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde dijitalleşmenin kısa vadeli enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir olumsuz etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Göv ve Salihoğlu (2020) ise nakit dışı ödemelerin enflasyon oranında artışa neden olduğunu belirtmektedirler. Diğer yandan Rahim, Asdar, Sobarsyah ve Nursyamsi (2021) dijitalleşme ile kullanımı artan nakit dışı ödemelerin enflasyonu düşürücü etki yarattığını öne sürmekte; Riksbank (2015) ise çalışmasında dijitalleşen bankacılık sektörü ile finansal sistemde verimlilik artışı ve maliyetlerde düşüş yaşandığını belirtmektedir. Benzer şekilde Lv, Liu ve Xu (2019), dijitalleşmenin üretim süreçlerine dahil olarak maliyetleri azaltacağını, enflasyonu düşüreceğini öne sürmektedirler. Matolcsy vd. (2020) ise çalışmalarında analistler arasında küreselleşme, dijitalleşme ve buna paralel kaydedilen teknolojik ilerlemenin enflasyonun düşüşüne işaret ettiği konusunda bir fikir birliği olduğunu vurgulamaktadır.

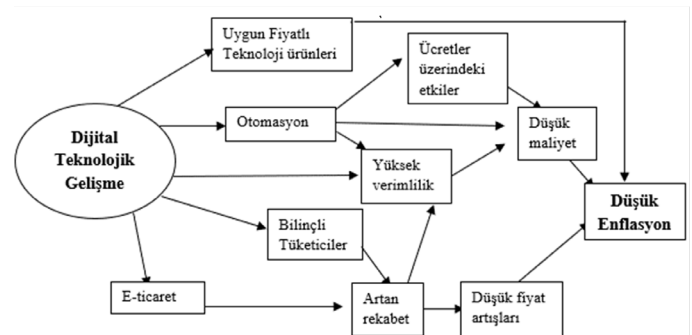
Yapılan bu çalışma ile enflasyonun doğru bir şekilde tahmin edilmesi ve enflasyona etki eden özniteliklerin başarılı bir biçimde belirlenmesinin, etkin politika seçilmesinde ve doğru yatırım kararları alınmasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Çalışma özgünlüğünün yurtiçi yazında enflasyon ve dijitalleşme üzerine yapılan çalışma sayısının

azlığı ve kullanılan analiz yöntemi olduğu düşünülmektedir. Zira dijital çağda kullanımı artan nakitsiz ödeme araçları ve makine öğrenme algoritmaları kullanılarak enflasyon tahminlemesi yapılan çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmanın ilk bölümü girişe ayrılmış olup bu bölümde dijitalleşme ve enflasyona ilişkin genel bilgiler, çalışmanın amacı, kapsamı ve özgünlüğü ile ilgili bilgiler yer almaktadır. İkinci bölümde dijitalleşmenin enflasyona etkisi teorik olarak anlatılmış iken üçüncü bölümde Türkiye’de bankacılık sektörünün dijitalleşmesi ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Dördüncü bölümde ilgili literatüre yer verilmiştir. Beşinci bölümde çalışma kapsamında 2014M01-2023M12 dönemi Türkiye için hazırlanan veri seti açıklamaları ve uygulanan yöntem ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Altıncı bölümde ise yapılan tahminleme sonucuna ilişkin bulgulara yer verilmektedir. Sonuç kısmında, elde edilen bulgular tartışılmıştır ve çalışma sonucunda dijital bankacılık göstergelerinin enflasyon üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.

2. DİJİTALLEŞMENİN ENFLASYONA ETKİSİ: TEORİK ALTYAPI

Dijital teknolojiler, özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri, üretim süreçlerine dahil olarak fiyatlar üzerinde etkiler yaratmaktadır. Bu etkilerden biri, emeğin teknolojiyle ikame edilmesi sonucu maliyetlerin düşmesidir (Charbonneau vd., 2017, s. 3; Lv vd., 2019, s. 4). Dijitalleşme ile geliştirilen otomasyonlar, bazı emek türlerine olan talebi azaltabilir ve bu durum, ücretler ve fiyatlar üzerinde aşağı yönlü baskı yaratabilir. Ayrıca, finansal sektörde kredi ve diğer finansal ürünlerin bulunabilirliği ve maliyetleri de dijitalleşmeden etkilenebilmektedir. Daha düşük üretim maliyetleri, daha düşük fiyatlarla sonuçlanmakta ve bu durum, genel ekonomik aktiviteleri ve dolaylı olarak enflasyonu etkileyebilmektedir (Emara ve Zecheru, 2024, s. 2). Bu bağlamda enflasyon ve dijitalleşme ilişkisine yönelik sürecin doğru analiz edilmesi gerekmekte olup şekil 1’de söz konusu süreç anlatılmaktadır.

ŞEKİL 1 | A . Dijitalleşmenin Enflasyon Üzerindeki Etkileri



Kaynak: Riksbank, 2015.

Şekil 1’de, dijitalleşmenin enflasyonu hangi kanallar aracılığı ile etkileyebileceği gösterilmektedir. Buna göre dijitalleşmenin enflasyon üzerindeki etkileri beş temel kanal ile gerçekleşmekte iken bunlar uygun fiyatlı teknolojiler, otomasyon, bilinçli tüketiciler, yüksek verimlilik ve e-ticaret olarak sıralanmaktadır. Dijitalleşme, söz konusu kanallar aracılığıyla yüksek verimlilik ve maliyetlerde azalmaya olanak tanıyarak enflasyonun düşük seviyelerde seyretmesine imkân sağlayabilmektedir. Charbonneau vd. (2017)’e göre ise dijitalleşme; enflasyonu üç farklı kanaldan etkilemekte olup bunlar aşağıdaki gibidir;

- Bilgi İletişim Teknolojileri ve Fiyatlar:** Yeni ürünlerin geliştirilmesi ve yayılması, kişiselleştirilmiş müşteri deneyimi ve kalite kontrolündeki değişiklikler ile beraber dijital düzende fiyatların müşterilere farklı sunulmasına neden olmaktadır. Bu durum, fiyatlar üzerinde doğrudan bir etki yaratmaktadır.
- Pazar Payı ve Rekabetin Artması:** Dijital teknolojilerin hemen hemen her sektöre yayılması, özellikle e-ticaretin hızla büyümesi ve genişlemesi, dijitalleşmenin enflasyona etkisini güçlendirmektedir. Tüketiciler, geniş bir ürün yelpazesinde fiyat karşılaştırması yaparak, rekabetin artmasına ve dolayısıyla fiyatların düşmesine yol açabilmektedir.

c. Üretkenlik ve İşgücü Gereklerinin Değişmesi: Dijital teknolojiler, emekten tasarruf sağlanarak iş gücünün daha verimli bir şekilde kullanılmasına imkân tanımaktadır. Bu tasarruf, otomasyon ve dijitalleşme süreçleriyle iş yükünün azalması ve iş süreçlerinin hızlanmasıyla elde edilmektedir. Ayrıca, teknolojik gelişmelerin yeni sektörler ve iş alanları yaratması, istihdamın artmasına olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak, üretkenliğin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi yoluyla enflasyon üzerinde düşürücü bir etki meydana gelmesi olasılığı yaratmaktadır.

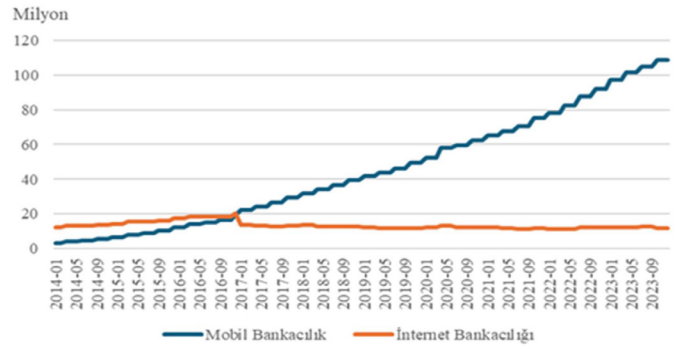
Dijitalleşme ve enflasyon arasındaki ilişkinin yönü her ne kadar farklı kanallar aracılığı ile açıklanıyor olsa da söz konusu ilişkinin bir diğer belirleyicisinin de bankacılık sektörü olduğu düşünülmektedir. Zira bankacılık sektöründe dijitalleşmenin artan kullanımına bağlı olarak gelişen farklı finansal araçların tercihi ile banka ve müşteri arasında yeni bir sürecin başladığı düşünülmektedir. Söz konusu süreç, bankacılık sektöründe müşterilerle yüz yüze etkileşiminin düşüşü olarak kendini göstermiş olup bu durum ilk olarak plastik kartların ve ATM'lerin icadı ile başlamış iken finansal sektörde 1990'larda internet bankacılığının ortaya çıkmasıyla devam etmiştir. 2000'li yıllarda ise evden internet ve mobil cihazların kullanımı ile yaygınlaşmış, bankacılık hizmetleri mobil tabanlı hale gelmiştir. İzleyen süreçte 2008 Küresel Finans Krizi şubesiz dijital bankacılığa fırsat yaratmıştır (Beybur, 2022, s. 287). Bu bağlamda internet bankacılığı, telefon bankacılığı, ATM, POS cihazları ve plastik kartların kullanımının yaygınlaşması, finansal sistemin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

Dijitalleşme ile değişen ödeme alışkanlıkları, nakit tabanlı ödemelerin yerini nakit dışı ödemelere bırakmıştır. Nakit dışı ödeme stratejisi, bankacılık hizmetlerinin işlem maliyetlerini düşürmeyi, finansal işlemlerin kolay ve erişilebilir olmasını amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda ilk hedef, para politikasının enflasyonu azaltmada ve ekonomik büyümeyi artırmada daha etkili hale gelmesidir. İkinci hedef, düşük gelirli kişiler için bankacılık hizmetlerine ve krediye erişimi kolaylaştırmak, nakit temelli suçları azaltmaktır (Gbawae ve Tonye, 2023, s. 162). Diğer yandan bireylerin nakit kullanmadan elektronik ödeme veya çeşitli plastik kartla alışveriş yaptığı nakit dışı ödemeler, kullanıcılara kolaylık, işlem süresinde kısalma, zaman tasarrufu sağlamanın yanında aynı zamanda toplumdaki para dolaşımını azaltabilmektedir (Titalessy, 2020, s. 524-525).

3. TÜRKİYE'DE BANKACILIK SEKTÖRÜ, DİJİTALLEŞME VE ENFLASYON GÖSTERGELERİ

Ekonomik büyüme için iyi işleyen finansal sistemin gerekliliğinin bilincinde olan pek çok merkez bankası, fiyat istikrarını gerçekleştirmek ve sağlam bir finansal sistem kurmak için çaba sarfetmektedir. İyi işleyen bir finansal sistemde ticari bankalar ekonomik işlemleri kolaylaştırır, tasarrufları teşvik eder ve bu tasarrufları verimli yatırım faaliyetlerine yönlendirerek kaynakların etkin bir şekilde harekete geçmesine ve dağıtılmasına katkı sağlamaktadır (Katussime, 2017, s. 1). Bu nedenle bankacılık sektöründeki gelişmelerin, finansal sistemin etkinliğini artırmak açısından büyük etkisi bulunmaktadır. Küreselleşme ve teknolojinin, bankacılık işlemlerinin daha düşük maliyetlerle gerçekleşmesine imkân tanıdığı bilinmektedir. Bu durum yalnızca küresel çapta değil, aynı zamanda ülke özelinde de köklü değişiklikler yaratmış, bankacılık sektöründe dijitalleşme hız kazanmıştır. Türkiye'de bankacılık sektörü, teknolojik alt yapının hızla geliştiği ve buna bağlı olarak teknolojinin etkilerinin en açık görüldüğü sektördür. Özellikle pandeminin de etkisiyle oluşan zorunlu koşullarla bankacılık, mobil bankacılık ve internet bankacılığı gibi dijital araçların bireyler tarafından kullanımının hızla benimsendiği bir sektör haline gelmiştir (Yücel vd., 2023, s. 6-7). Şekil 2' de, Türkiye'de mobil bankacılık ve internet bankacılığının 2014-2023 yılları arasında yaşamış olduğu değişim gösterilmektedir.

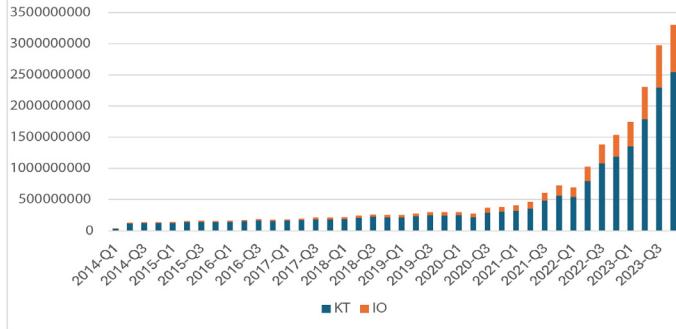
ŞEKİL 2 | Mobil Bankacılık ve İnternet Bankacılığı



Kaynak: BKM

Şekil 2'de Türk bankacılık sektöründe dijitalleşmenin sürekli artarken mobil bankacılık kullanım oranının da arttığını göstermektedir. Teknolojik gelişmelerin ödeme sistemlerinde de değişiklik yarattığı düşünülmektedir (Bakırtaş ve Ustaömer, 2019, s.3). Bu bağlamda nakit ile yapılan ödemelerin yerini kredi kartı ve banka kartı ile yapılan ödemeler alırken bu durum yıllar içerisinde artarak devam etmiştir. Aynı zamanda, e-ticaret hızla gelişmiş iken bireylerin çevrimiçi alışveriş alışkanlıklarının da arttığı görülmektedir. Söz konusu gelişmelerin sonucu olarak sanal kart, dijital ödeme ve NFC teknolojisi ile kredi kartı ödeme tabanlı yeni ödeme sistemleri ortaya çıkmıştır (Bakırtaş ve Ustaömer, 2019, s. 12). Şekil 3 'de Türkiye'de banka kartı ve kredi kartı kullanılarak yapılan işlemler ile internet üzerinden banka ve kredi kartı ile yapılan işlemlere ilişkin bilgiler yer almaktadır.

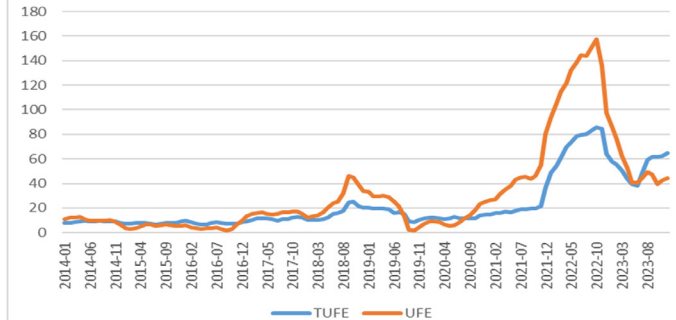
ŞEKİL 3 | Türkiye'de Nakit Dışı Ödemelerin Toplam Tutarı



Kaynak: TCMB.

Şekil 3 incelendiğinde Türkiye'de 2014 yılından başlanarak 2023 yılına kadar gerek internet alışverişlerinde gerekse yapılan ödemelerde kart kullanımının arttığı görülmektedir. Yapılan harcamalarda 2020 yılı itibarı ile yaşanan farklılaşmanın, pandemi dönemi nedeniyle internet alışverişlerinin yaygınlaşması ile başladığı görülmektedir. Pandemi sürecinin ardından, ödeme alışkanlıklarının değişmesinin yanı sıra, Türkiye'nin ekonomik dinamiklerinde de birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. Bu dönemde, tüketim harcamalarında artış ve üretim maliyetlerinin yükselmesi, enflasyon göstergeleri üzerinde belirgin etkiler ortaya çıkartmıştır. Şekil 4'te Türkiye'de tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ile üretici fiyat endeksi (ÜFE) enflasyon göstergelerinin yıllar içerisindeki değişimleri gösterilmektedir.

ŞEKİL 4 | Türkiye'de TÜFE ve ÜFE oranları



Kaynak: TCMB

Şekil 4 incelendiğinde, TÜFE ve ÜFE göstergelerinde en belirgin artışın 2020 yılından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3 göz önünde bulundurulduğunda, dijitalleşmenin artan kullanımı ile ödemelerin daha hızlı, kolay bir şekilde gerçekleşmesi ve internet alışverişlerinin yaygınlaşması, tüketimin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ancak bu durumun enflasyon üzerindeki etkisi, tek başına bir faktör olarak değerlendirilmemektedir. Artan tüketim harcamaları talep ve arz üzerinde baskı yaratarak enflasyonun artmasına neden olan birçok faktör bulunmaktadır.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Dijitalleşmenin hemen hemen pek çok alana yayılmasına rağmen makroekonomik etkilerinin tam olarak belirlenemediği düşünülmektedir (Csontó vd. 2019: 4). Zira dijitalleşmeye yönelik yapılan çalışmaların çoğunun Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), verimlilik, işgücü ve finansal piyasalar üzerine yapıldığı görülmektedir (Ahmad ve Schreyer, (2016), Mičić, (2017); Watanabe vd. (2018); Balsmeier ve Woerter (2019); Naumova vd. (2020); Gasparovich vd. (2021) vb.). Diğer yandan dijitalleşmenin enflasyon üzerindeki makroekonomik etkisine ilişkin literatür ve daha geniş anlamda para politikası üzerine yapılan araştırmaların çok yaygın olmadığı söylenebilmekle beraber yapılan çalışmaların çoğunlukla ülkeye özgü olduğu görülmektedir (Yi ve Choi (2005); Safdar ve Khan (2013); Maharani vd., (2023); Gbawae ve Tonye (2023); Emara ve Zecheru (2024) vb.). Bu bağlamda çalışmanın ilgili kısmında enflasyon ve dijital bankacılığa yönelik yapılan çalışmalar, analiz kısmında kullanılan değişken ve bulgulara yer verilmektedir.

TABLO 1 | Literatür Taraması

Yazar/ Yazarlar	Seçilen Ülke/ Ülkeler	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Yi ve Choi (2005)	ABD 1991-2000	Enflasyon, internet, para arzı, işsizlik ve Brent Petrol	Panel veri analizi	İnternet kullanımının üretkenliği artırdığı ve dolayısıyla enflasyonu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Safdar ve Khan (2013)	Pakistan 1981-2010	Faiz oranı, enflasyon, çıktı açığı, Atm sayısı, kredi kartı sayısı ve kredi kartı ile yapılan işlem sayısı	Regresyon analizi	Finansal yenilikler, faiz oranını etkilemektedir ancak enflasyon üzerinde belirgin bir etkisi bulunamamıştır.
Kabaklı (2015)	Türkiye 2005-2014	Kredi kartı kullanım oranı ile sanayi üretim endeksi, enflasyon (tüfe), para arzı (M1) ve faiz	Çoklu zaman serisi analizi	Kredi kartı kullanımının nakit avans veya taksit özelliği ile işletmeleri ve hane halkını finanse etmesi, enflasyona etki etmekte ve bu durum para politikasını zayıflatabilmektedir.
Reddy ve Kumarasamy (2015)	Hindistan 2007- 2013	Elektronik takas hizmeti, elektronik fon transferi ve mobil ödeme hizmeti, kredi ve banka kartları, sanayi üretim endeksi, TÜFE	Nedensellik analizi	Enflasyon ve ekonomik büyümenin elektronik ödemelerin kullanımını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Göv ve Salihoğlu (2020)	Türkiye 2005-2019	Bireysel kredi kartı kullanımı, para arzı, sanayi üretim endeksi ve enflasyon	Nedensellik analizi	Bireysel kredi kartı kullanımının artması, paranın dolaşım hızını artırmaktadır, bu durum enflasyona neden olmaktadır.
Titalessy (2020)	Endonezya 2019-2020	Banka kartı, kredi kartı ve elektronik para ve enflasyon	Regresyon analizi	Banka kartı ve kredi kartı işlemlerinin enflasyon oranı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Rahim vd., (2021)	Endonezya 2017-2020	Enflasyon oranı ve banka kartı, kredi kartı ve elektronik para değişkenleri	Regresyon analizi	Banka kartı ve kredi kartının paranın dolaşımını ve enflasyonu düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.
Gbawae ve Tonye (2023)	Nijerya 1999-2021	Enflasyon oranı, yolsuzluk algı endeksi, ATM, POS, mobil bankacılık ve çek	Çoklu zaman serisi analizi	ATM kullanımı ve mobil bankacılık kullanımının enflasyonu düşürmediği, ancak POS işlemlerinin enflasyon üzerinde azaltıcı bir etki yarattığı görülmektedir.
Emara ve Zecheru (2024)	54 ülke 2004-2018	Dijital gelişim endeksi ve enflasyon	Panel veri analizi	Dijitalleşmenin deflasyonist etkileri güçlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
Li, Pai ve Lin (2023)	Tayvan 2017-2019	İşsizlik oranı, M1, M2, döviz kurları, üretim değerleri, imalatı oranları, hisse senedi endeksi, ham petrol endeksi, vadeli mevduat	Makine öğrenme algoritmaları	En iyi performansı Gradyan Artırma (GB) göstermektedir.
Abd El-Aal (2023)	Mısır 1976-2022	Döviz kuru, brüt sabit gelir ve hükümet harcamaları, enflasyon.	Makine öğrenme algoritmaları	GB en iyi sonucu veren makine öğrenme algoritmasıdır ve enflasyon üzerindeki en önemli belirleyici döviz kuruudur.
Mirza vd. -2024	Pakistan 2003-2023	Faiz oranını, M2 para arzı, sanayi üretimi, döviz kuru, döviz rezervleri	Zaman serisi ve makine öğrenme algoritmaları	Makine öğrenimi modellerinin geleneksel modellerden sürekli olarak daha iyi performans gösterdiği, Rastgele Orman (RF) ve GB farklı belirleyici kümelerinde en iyi performansı gösterdiği görülmektedir.
Nkemnole, Wulu ve Osubu (2024)	Nijerya 1960-2022	GSYİH, kişi başına düşen GSYİH, enflasyon oranları	Makine öğrenme algoritmaları	Enflasyon tahmininde en iyi performansı K-en Yakın Komşu (KNN) algoritması göstermekteyken, kişi başına düşen GSYİH enflasyonu tahmin etmede en önemli etkiye sahip öz niteliktir.
Nas, Akboz Caner, Ergin Ünal (2024)	Türkiye 2008-2023	Vergi gelirleri, Brent petrol, TÜFE, Reeskont avans faiz oranı, GSYİH, para arzı, genel bütçe gelirleri, politika faizi, Amerikan Doları/TL paritesi	Makine öğrenme algoritmaları	Enflasyonun en önemli belirleyicisi Amerikan doları olarak tespit edilmiştir ve en iyi sonucu karar ağacı vermektedir.
Xu, Li ve Liu -2025	Çin 2000-2022	Devlet geliri, ithalat, ihracat, sanayi üretim endeksi, gıda perakende fiyat endeksi, Tüfe.	Makine öğrenme algoritmaları	Enflasyonu tahmin etmede en iyi sonucu veren makine öğrenme algoritması gradyan artırma karar ağacı (GBDT) olarak belirlenmiştir. En önemli belirleyici ise sanayi üretim endeksi ve gıda perakende fiyat endeksidir.

İlgili literatür incelendiğinde, çalışmaların farklı ülkeler veya farklı ülke grupları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışmaların genelinde dijital teknolojilerin, ödeme sistemlerinin ve finansal yeniliklerin enflasyon üzerinde önemli etkiler yarattığı görülmektedir. Bazı araştırmalar, dijitalleşmenin enflasyonu düşürmeye yardımcı olabileceğini belirtirken, diğerleri bu teknolojilerin enflasyonu arttırabileceğini ortaya koymaktadır.

5. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Çalışmanın bu kısmında sırasıyla veri seti tanımlanmakta, öznitelikler arasındaki ilişkiyi test etme ve enflasyon tahminlemede kullanılacak makine öğrenme algoritmaları hakkında bilgi verilmektedir.

5.1. Veri Seti

Bu çalışma, Türkiye'nin ekonomik yapısının dijitalleşme ile etkileşiminin belirlenmesi için ödeme sistemlerinin geliştiği, ekonomi de değişimlerin gözlemlendiği ulaşılabilir en uygun veri seti hazırlanarak oluşturulmuştur. Çalışma 2014M01-2023M12 dönemini kapsayacak şekilde ekonomik değişimlerin daha detaylı anlaşılabilmesi için aylık veriler kullanılarak toplam 120 gözlem değeri ile hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan aylık veriler, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), Bankalar Arası Kart Merkezi (BKM), Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) üzerinden Türkiye'de kamuya sağlanan açık veri sitelerinden elde edilmiştir. Özniteliklere ilişkin ayrıntılı bilgi Tablo 2' de yer almaktadır.

TABLO 2 | Çalışmada Kullanılan Özniteliklere İlişkin Bilgiler

Öznitelik	Öznitelik Tanımları	Kaynak
MBKS	Mobil bankacılık kullanan müşteri sayısı	BKM
IBKS	İnternet bankacılığı kullanan müşteri sayısı	BKM
KKT	Kredi kartı kullanım tutarı (Milyon TL)	BKM
BKT	Banka kartı kullanım tutarı (Milyon TL)	BKM
IKO	İnternet üzerinden yapılan kartlı ödemeler (Milyon TL)	TCMB
MTO	Mektup/Telefon ile yapılan kartlı ödemeler (Milyon TL)	TCMB
KTT	Kredi kartı ve Banka kartı ile yapılan toplam harcama tutarı (Bin TL)	TCMB
POS	Ödeme noktası sayısı	BKM
ATM	Otomatik vezne makine sayısı	BKM
MBI	Bilgisayardan internet erişimi	BTK
MCI	Mobil cepten internet erişimi	BTK
EFTTL	Elektronik fon transferi toplam tutar	TCMB
TFE	Enflasyon, Tüketici %	TCMB
UFE	Enflasyon, Üretici %	TCMB

Dijital bankacılık göstergelerinin enflasyona etkisinin incelendiği bu çalışmada Tablo 2' de yer alıp dijital bankacılığı temsil eden öznitelikler iki grupta incelenmektedir. Bunlar;

Mobil ve internet kullanımı ve elektronik tabanlı işlemler: Enflasyona doğrudan veya dolaylı olarak etki ettiği düşünülen mobil bankacılık kullanan müşteri (MBKS) sayısı, internet bankacılığı kullanan müşteri sayısı (IBKS) internet üzerinden yapılan kartlı ödemeler (IKO), mektup/telefon ile yapılan kartlı ödemeler (MTO), bilgisayardan internet erişimi (MBI), mobil cepten internet erişimi (MCI), elektronik fon transferi toplam tutar (EFTTL) POS sayısı (POS), ATM sayısı (ATM), öznitelikleri kullanılmıştır.

Nakit dışı ödemeler: Kayıt altına alınabilir bir ekonomi sunmanın yanında işlem kolaylığı da sunan plastik kartların kullanımının enflasyona etkisi, kredi kartı kullanım tutarı (KKT), banka kartı kullanım tutarı (BKT), kredi kartı ve banka kartı ile yapılan toplam harcama tutarı (KTT), öznitelikleri ile ölçülmüştür.

5.2. Yöntem

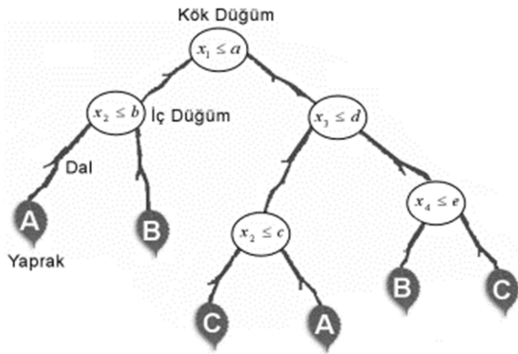
Mirza, Rizvi, Naqvi ve Umar (2024)'e göre, makine öğrenme teknikleri büyük ve yüksek boyutlu veri kümelerinin etkili bir şekilde işlenmesi, doğrusal olmayan ilişkilerin yakalanması, esneklik sağlanması ve veri odaklı modellemeyi kolaylaştırmasından dolayı geleneksel modellere karşı avantajlar sunmaktadır. Bu durum ekonomik tahminlerin doğruluğunu ve etkinliğini artırmaktadır.

Makine öğrenme yönteminin kullanılmasının temel amacı başarılı bir tahminleme yapmaktır. Başarılı bir tahminleme için, yeterli sayıda ve ilgili veriye sahip olunmasının yanı sıra, verilerin farklı ölçeklerden standartlaştırılması da gerekmektedir. Standartlaştırılan veri seti eğitim kümesi ve test kümesi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Eğitim veri kümesi tahmin yapılmak için oluşturulurken, test veri kümesi yapılan tahminin doğru olup olmadığını ölçmek için kullanılmaktadır. Literatürde yaygın olarak %80'i eğitim veri kümesi, %20'si test veri kümesi olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem modelin aşırı öğrenme yapmadan farklı verilere karşı ne kadar iyi performans gösterdiğini değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır (Nas, Akboz Caner ve Ergin Ünal 2024, s. 1040).

5.2.1. Karar Ağacı

Genel amaçlı sınıflandırma ve tahminleme için kullanılan karar ağacı, birbiriyle ilişkili rastlantısal olaylar sonucu ortaya çıkan kararları incelemek amacıyla kullanılan ilk istatistiksel algoritmalar arasında yer almaktadır (Ville, 2013, s. 448).

ŞEKİL 5 | Karar Ağacı Yapısı



Kaynak: Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010, s. 40.

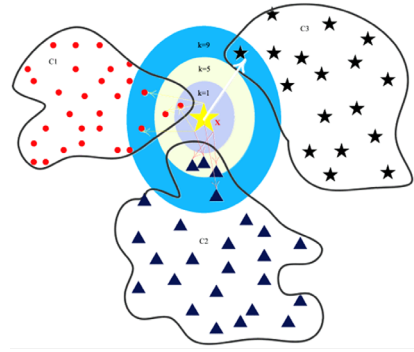
Şekil 5'de görüldüğü gibi önce kök düğüm oluşmaktadır ve kök düğümü en iyi şekilde ayıracak gözlemler, iç düğümler vasıtasıyla sınıflandırılmaktadır. Karar ağacı yapısının alt bölümünde bulunan yapraklar ise sonucu temsil etmektedir.

Karar ağacı algoritması, uygulaması kolay, basit, hızlı ve anlaşılırdır. Büyük veri setlerinde etkilidir ve daha az bellek kullanarak doğru sonuçlar üretmektedir. Bu nedenle tercih edilen bir makine öğrenme algoritmasıdır (Jadhav ve Channe, 2014, s. 1844).

5.2.2. K- En Yakın Komşu Algoritması

K en yakın komşu (KNN), sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kullanılan uygulaması kolay ancak etkili doğrusal olmayan tembel ve örneğe dayalı bir makine öğrenme algoritmasıdır. Yalnızca uygun bir k değeri ayarlayan ve tüm eğitim verisi alanından en yakın k komşuyu arayan ve bunları KNN sınıflandırmasının tembel kısmına yönlendiren bir test verisi tahmin edildiğinde gerçekleştirilen doğaçlama bir öğrenme metodudur. Bir t verisinin sınıflandırılabilmesi için en yakın k değeri komşular alınır ve bu, t verisinin mahallesini oluşturur. Çoğunluk hangi sınıflandırmaya ait ise t verisi o kategoriye ait olur. İki veri noktası arasındaki benzerlik, KNN kullanılarak elde edilir (Guo vd., 2003, s. 986; Zhang ve Li, 2021, s. 2711).

ŞEKİL 6 | KNN En Yakın Komşu Algoritması



Kaynak: Xing ve Bei, 2019, s. 28810.

Şekil 6'da KNN algoritmasının işleyişi yer almaktadır. KNN bir veri noktasının sınıfını, eğitim setindeki en yakın 'k' komşusuna bakarak belirlemektedir. Veri noktaları arasındaki mesafe hesaplanır ve en yakın komşuların çoğunluk sınıfı, yeni veri noktasına atanmaktadır.

5.2.3. Gradyan Artırma

Gradyan Artırma (GB), sonsuz boyutlu bir optimizasyon problemini çözerek güçlü bir komite oluşturmak amacıyla birçok basit tahmincinin çıktılarını birleştiren bir topluluk makine öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma genellikle karar ağaçlarının doğrusal kombinasyonları biçiminde bir modeli ardışık olarak üreten bir tahmin yöntemidir (Biau, Cadre ve Rouvière, 2019, s. 971). Gradyan artırma, zayıf öğrenenleri, yani rastgele öğrenenlerden biraz daha iyi öğrenenleri yinelemeli bir şekilde güçlü bir öğrenenle birleştirmektedir. Gradyan artırma şu şekilde uygulanmaktadır (Bayrakçı, Çiçekdemir ve Özkahraman, 2021, s. 242).

1. İlk adımda regresyon ağaçları oluşturulur ve oluşan ağacın her dalı için hata oranları hesaplanmaktadır.
2. Elde edilen hata oranı yeni gözlem verisi olarak kullanılmaktadır.
3. Birden fazla yeni ağaç oluşturularak hata oranını en aza indirmeye çalışılır ve bu adım hata oranı sıfır olana kadar tekrarlanmaktadır.

6.BULGULAR

Çalışma kapsamında makine öğrenme algoritmaları olan; karar ağacı, k en yakın komşu ve gradyan artırma ile yapılan tahminlemeye ilişkin sonuçlar, bu bölümde yer almaktadır.

TABLO 3 | Öznitelikler Arasında Korelasyon İlişkisi

	MBKS	IBKS	KKT	BKT	İKO	MTO	KTT	POS	ATM	MBI	MCI	EFTTL	TFE	UFE
MBKS	1	-0.6	0.801	0.891	0.808	0.797	0.796	-0.18	0.772	-0.8	0.909	0.848	0.794	0.69
IBKS	-0.6	1	-0.31	-0.4	-0.32	-0.31	-0.31	0.314	-0.4	0.718	-0.57	-0.4	-0.43	-0.46
KKT	0.801	-0.31	1	0.976	0.99	0.985	0.996	0.239	0.419	-0.36	0.578	0.972	0.76	0.493
BKT	0.891	-0.4	0.976	1	0.972	0.963	0.973	0.145	0.529	-0.49	0.695	0.961	0.821	0.6
İKO	0.808	-0.32	0.99	0.972	1	0.997	0.987	0.229	0.427	-0.37	0.588	0.958	0.756	0.499
MTO	0.797	-0.31	0.985	0.963	0.997	1	0.98	0.222	0.428	-0.36	0.583	0.951	0.759	0.503
KTT	0.796	-0.31	0.996	0.973	0.987	0.98	1	0.239	0.412	-0.35	0.571	0.967	0.728	0.456
POS	-0.18	0.314	0.239	0.145	0.229	0.222	0.239	1	-0.63	0.664	-0.54	0.092	0.14	0.035
ATM	0.772	-0.4	0.419	0.529	0.427	0.428	0.412	-0.63	1	-0.83	0.928	0.516	0.445	0.405
MBI	-0.8	0.718	-0.36	-0.49	-0.37	-0.36	-0.35	0.664	-0.83	1	-0.91	-0.48	-0.45	-0.48
MCI	0.909	-0.57	0.578	0.695	0.588	0.583	0.571	-0.54	0.928	-0.91	1	0.668	0.626	0.589
EFTTL	0.848	-0.4	0.972	0.961	0.958	0.951	0.967	0.092	0.516	-0.48	0.668	1	0.76	0.509
TFE	0.794	-0.43	0.76	0.821	0.756	0.759	0.728	0.14	0.445	-0.45	0.626	0.76	1	0.924
UFE	0.69	-0.46	0.493	0.6	0.499	0.503	0.456	0.035	0.405	-0.48	0.589	0.509	0.924	1

Tablo 3'de dijital bankacılık göstergelerine ilişkin korelasyon tablosu yer almaktadır. BKT (0.97), İKO (0.99), MTO (0.98), EFTTL (0.97), KKT ile yüksek korelasyonludur. Korelasyonun nedeninin özniteliklerin birbirini tamamlar nitelikte olduğu düşünülmektedir. MCI (0.92), MBKS ile yüksek korelasyonludur. Yüksek korelasyona sahip öznitelikler tahminleme işlemine geçmeden önce çıkartılmıştır.

TABLO 4 | Başarı Kriteri

	DT	GB	KNN
MOYH	12.63	9.31	13.02

MOYH başarı ölçütüne göre bu çalışmada kullanılan hata oranı en az makine öğrenme algoritması GB algoritmasıdır. En iyi sonucu GB algoritması vermektedir. Mirza vd., (2024) GB, zayıf öğrenenleri bir araya getirerek ve aşırı öğrenme durumunu azaltmak için düzenleme yöntemini kullanan güçlü bir araçtır. DT ve KNN algoritmalarının hata oranları sırasıyla 12.63 ve 13.02'dir. GB algoritması kullanılarak yapılan tahminleme sonucu tabloda yer almaktadır:

TABLO 5 | Dijitalleşmeye ilişkin TÜFE Belirleyicileri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ORT
MBKS	0.7812	0.6409	0.7945	0.7925	0.8543	0.7831	0.7815	0.812	0.5995	0.7802	0.76197
KKT	0.1556	0.297	0.157	0.1586	0.083	0.1415	0.1738	0.1418	0.3546	0.1757	0.18386
ATM	0.0315	0.0181	0.0189	0.013	0.0303	0.0132	0.0145	0.016	0.0186	0.0141	0.01882
POS	0.0183	0.0166	0.0126	0.0188	0.0106	0.0288	0.0148	0.0137	0.0138	0.0196	0.01676
MBI	0.0117	0.0253	0.0149	0.0148	0.0202	0.0107	0.0117	0.0122	0.01	0.0094	0.01409
IBKS	0.0015	0.0018	0.0018	0.0021	0.0012	0.0225	0.0034	0.004	0.0033	0.0009	0.00425
TOP.	0.9998	0.9997	0.9997	0.9998	0.9996	0.9998	0.9997	0.9997	0.9998	0.9999	0.99975

Dijital bankacılığa ilişkin incelemede, enflasyon tahmininde en yüksek etki düzeyine sahip değişken 0.761 ile MBKS'dir. Diğer özneliliklerin etki ortalaması KKT 0.183, ATM 0.018, POS 0.016, MBI 0.014, IBKS 0.004'dür. MBKS, ödeme işlemlerine hızlı çözüm getirme, krediye kolay erişim imkânı sunma, harcama yapma kolaylığı ve finansal yönetim kolaylığı dolayısıyla TÜFE üzerinde olumlu veya olumsuz önemli bir etkiye sahiptir.

7. SONUÇ

Enflasyon tahmini zor bir iş olmakla beraber söz konusu zorluğa rağmen, doğru tahminlere sahip olmak daha istikrarlı bir ekonomik yapıyı oluşturmaktadır. Tahmin yoluyla enflasyon beklentileri, ekonomik araçlar için karar alma süreçlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte, herhangi bir yatırımın reel getirisi büyük ölçüde enflasyona bağlı olduğundan, genel fiyat seviyesinin izleyeceği yön şirketlerin yatırım kararlarını etkileyecektir. Diğer yandan enflasyon seviyesi, hane halkının işgücü arzına ilişkin kararında da kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda ekonomik aktörler enflasyonun reel ücretleri üzerindeki etkisi nedeniyle kararlarını uyarlayabilirler. Başka bir deyişle, tüm piyasa katılımcıları kararlarını enflasyon tahminlerine göre değiştirebilmektedirler. Keza başarılı tahmin performansı gösteren yöntem ve tahminlemeyi en çok etkileyen göstergenin tespiti ile söz konusu uyarılama daha rasyonel hale gelecektir. Başarılı tahminleme yapmak için dikkate alınması gereken değişkenler genel itibari ile geçmiş verilere dayanırken teknoloji ile beraber ortaya çıkan finansal dijitalleşme ürün ve hizmetleri ile bakış açısının değiştiği düşünülmektedir. Zira dijitalleşen toplumda ödeme biçimleri de dijitalleşmiş ve nakitsiz topluma bir yönelim gerçekleştiği görülmektedir. Bu bağlamda değişen harcama alışkanlıkları ve ödeme biçimleri, enflasyonun tahmininde söz konusu faktörlerinde tahminleme değişkenlerine eklenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Çalışmada enflasyon üzerinde etkisi bulunduğu düşünülen dijital ürünlerin etki dereceleri makine öğrenme algoritmaları kullanılarak 2014M01-2023M12 yıl aralığında Türkiye için tahmin edilmeye çalışılmıştır. Analiz bulguları dijital bankacılık öznelilikleri arasında en yüksek etkiye sahip özneliliğin mobil bankacılık kullanımı ve kredi kart kullanımı olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Yi ve Choi (2005), Kabaklarlı (2015), Göv ve Salıhoğlu (2020) Titalessy (2020) Rahim vd. (2021), Gbawae ve Tonye (2023) çalışmalarıyla benzer niteliktedir. Günümüzde bankacılık işlemlerinin büyük ölçüde mobil uygulamalar üzerinden gerçekleşmesi, bireylerin dijital finansal hizmetlere erişimini kolaylaştırmaktadır. Bu çalışma kapsamında, mobil bankacılık kullanımının enflasyon ile olan ilişkisine odaklanılmıştır. Dijital bankacılık uygulamalarında sunulan sanal danışmanlık hizmetleri, harcama takibi ve bütçeleme araçları, kullanıcıların finansal davranışlarını şekillendirebilir ve bu durum teorik olarak fiyat istikrarı

üzerinde dengeleyici etkilere sahip olabilmektedir. Öte yandan, anında kredi, ek hesap gibi hizmetlerin dijital ortamda hızlı ve kolay erişilebilir olması, harcamaların artmasına neden olarak enflasyonist baskıları artırabilecek potansiyel etkiler barındırmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan yöntemler, bu etkilerin yönünü kesin olarak belirlemeye elverişli değildir. Dolayısıyla, elde edilen bulgular, yalnızca dijitalleşme göstergeleri ile enflasyon arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu işaret etmektedir; bu ilişkilerin nedenselliği veya yönü hakkında doğrudan bir çıkarım yapılmamıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, dijitalleşmenin makroekonomik göstergelerle olan ilişkisini incelemeye yönelik ilk adımlardan biri olarak değerlendirilebilir. Gelecek çalışmalarda, dijitalleşme göstergelerinin yanı sıra daha kapsamlı bir makroekonomik öznelilik kümesinin de dahil edilmesiyle, makine öğrenme algoritmaları kullanılarak enflasyonun tahmin edilmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abd El-Aal, M. F. (2023). "Analysis factors affecting Egyptian inflation based on machine learning algorithms", *Data Science in Finance and Economics*, 3(3), 285-304.
- Ahmad, N., & Schreyer, P. (2016). Are GDP and productivity measures up to the challenges of the digital economy?. *International Productivity Monitor*, (30), 4.
- Bakırtaş & Ustaömer, K. (2019). Türkiye'nin bankacılık sektöründe dijitalleşme olgusu, *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 3(1), 1-24.
- Balsmeier, B., & Woerter, M. (2019). Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. *Research policy*, 48(8), 103765.
- Bayrakçı, H. C., Çiçekdemir, R. S., & Özkahraman, M. (2021). Tarım arazilerinde harcanan su miktarını yapay zekâ teknikleri kullanarak belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(6), 237-250.
- Beybur, M. (2022). Şubesiz dijital bankacılık ve Türk bankacılık sektörü için öneriler. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 286-303.
- Biau, G., Cadre, B., & Rouvière, L. (2019). Accelerated gradient boosting. *Machine learning*, 108, 971-992.
- Charbonneau, K. B., Evans, A., Sarker, S., & Suchanek, L. (2017). Digitalization and inflation: A review of the literature.
- Csonto, M. B., Huang, Y., & Mora, M. C. E. T. (2019). Is Digitalization Driving Domestic Inflation?. *International Monetary Fund*.
- Emara, N., & Zecheru, D. (2024). Asymmetric threshold effects of digitization on inflation in emerging markets. *Financial Innovation*, 10(1), 32.
- Gasparovich, E. O., Uskova, E. V., & Dongauzer, E. V. (2021). The impact of digitalization on employee engagement. In *Digital Economy and the New Labor Market: Jobs, Competences and Innovative HR Technologies* (pp. 143-150). Springer International Publishing.
- Gbawae, N. C., & Tonye, T. (2023). The impact of cashless economy on inflation and corruption in Nigeria. *Glob Acad J Humanit Soc Sci*, 5.
- Geanakoplos, J., & Dubey, P. (2010). Credit cards and inflation. *Games and Economic Behavior*, 70(2), 325-353.
- Göv, A., & Salıhoğlu, E. (2020). Türkiye'de ekonomik göstergeler ve para arzının bireysel kredi kartı kullanımına etkileri. *The Journal of International Scientific Researches*, 5(1), 50-63.
- Guo, G., Wang, H., Bell, D., Bi, Y., & Greer, K. (2003). KNN model-based approach in classification. In *On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE: OTM Confederated International Conferences, Catania, Sicily, Italy, November 3-7, 2003. Proceedings* (pp. 986-996). Springer Berlin Heidelberg.
- Jadhav, S. D., & Channe, H. P. (2016). Comparative study of K-NN, naive Bayes and decision tree classification techniques. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(1), 1842-1845.
- Kabaklarlı, E. (2015). Türkiye'de kredi kartı kullanımının, para politikasındaki rolü ve etkileri. *Sosyoekonomi*, 23(26), 119-138.
- Kavzoğlu, T., & Çölkesen, İ. (2010). Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 36-45.
- Katusiime, L. (2018). Private sector credit and inflation volatility. *Economies*, 6(2), 1-13.
- Li, Y. S., Pai, P. F., & Lin, Y. L. (2023). "Forecasting Inflation Rates Be Extreme Gradient Boosting with the Genetic Algorithm", *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(3), 2211-2220.
- Lv, L., Liu, Z., & Xu, Y. (2019). Technological progress, globalization and low-inflation: Evidence from the United States. *PLoS one*, 14(4), e0215366.
- Maharani, D. P., Romiza, N., Irfan, S., & Febriani, R. E. (2023). Impact of digital payment on economic growth: evidence from Indonesia. *Bicemba*, 1(1), 233-239.
- Matolcsy, G., Nagy, M., Palotai, D., & Virág, B. (2020). Inflation in the digital age: Inflation measurement and bias in the 21st Century. *Financial and Economic Review*, 19(1), 5-36.
- Mičić, L. (2017). Digital transformation and its influence on GDP. *Economics-Innovative and Economics Research Journal*, 5(2), 135-147.
- Mirza, N., Rizvi, S. K. A., Naqvi, B., & Umar, M. (2024). Inflation prediction in emerging economies: Machine learning and FX reserves integration for enhanced forecasting. *International Review of Financial Analysis*, 94, 103238.

- Nas, S., Akboz Caner, A. A., & Ünal, A. E. Türkiye'de enflasyon oranlarının makine öğrenme yöntemi ile tahmini. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 23(3), 1029-1045.
- Naumova, O. A., Svetkina, I. A., & Korneeva, T. A. (2020). The impact of digitalization on the economic security index of GDP. In *Digital Age: Chances, Challenges and Future* 7 (pp. 159-164). Springer International Publishing.
- Nkemlele, E. B., Wulu, J. T., & Osubu, I. (2024). Application of K-Nearest Neighbours and Long-Short-Term Memory Models using Hidden Markov Model to Predict Inflation Rate and Transition Patterns in Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 28(6), 1913-1925.
- Rahim, F. K., Asdar, M., Sobarsyah, M., & Nursyamsi, I. (2021). The effect of non-cash payments on inflation rate with cash circulation as an intervening variable during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(7), 765-768.
- Ramadhan, A. T., & Sudrajad, O. Y. (2022). A comparative study of banking financial performance before and after the bank digitalization in Indonesia. *International Journal of Advanced Research in Economics and Finance*, 4(3), 129-141.
- Reddy, K. S., & Kumarasamy, D. (2015). Is There Any Nexus between Electronic Based Payments in Banking and Inflation? Evidence from India. *International Journal of Economics and Finance*, 7(9), 85-95.
- Riksbank (2015): Digitisation and inflation. Monetary Policy Report, Riksbank, February.
- Safdar, S., & Khan, A. (2013). Financial innovation and monetary policy transmission mechanism in Pakistan. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(1), 390-397.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB, 2024) tarafından sağlanan verilere göre.
- Titalessy, P. B. (2020). Cashless payments and its impact on inflation. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 7(9), 524-532.
- Ville, B. (2013). Decision trees. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5(6), 448-455. doi:10.1002/wics.1278
- Yi, M. H., & Choi, C. (2005). The effect of the internet on inflation: Panel data evidence. *Journal of Policy Modeling*, 27(7), 885-889.
- Yücel, R., Akyıldız, Y., & Er, H. (2023). *Dijitalleşmenin finans sektörüne getirdiği yenilikler*. Özgür Publications.
- Zhang, S., & Li, J. (2021). KNN classification with one-step computation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 35(3), 2711-2723.
- Xing, W., & Bei, Y. (2019). Medical health big data classification based on KNN classification algorithm. *Ieee Access*, 8, 28808-28819.
- Xu, X., Li, S., & Liu, W. H. (2025). Forecasting China's inflation rate: Evidence from machine learning methods. *International Review of Finance*, 25(1), e70000.
- Watanabe, C., Naveed, K., Tou, Y., & Neittaanmäki, P. (2018). Measuring GDP in the digital economy: Increasing dependence on uncaptured GDP. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 226-240.

Extended Abstract

Introduction: In recent years, the impact of digital technologies on the financial sector has been growing, leading to significant transformations, particularly in the banking industry. The rise of digital banking enables faster and more efficient access to financial services, while directly influencing consumer behavior and economic indicators. This change not only shapes the financial management practices of individual consumers but also has the potential to influence macroeconomic indicators, such as inflation.

Innovative services offered by digital banking, such as mobile banking applications, allow consumers to easily track their expenses and create and manage budgets. However, these technologies, by providing easy access to financial services like instant credit and overdraft, may increase consumer demand and lead to more spending in the short term. During periods of high inflation, this can cause an increase in consumer spending and deepen income-expense imbalances.

This study examines the impact of digitalization in the banking sector on inflation. By employing machine learning algorithms, the study models the effects of digital banking on the financial system and attempts to predict its potential impact on inflation. The study aims to better understand the role of digitalization in inflation dynamics and to provide valuable insights for policymakers.

In the developed prediction-oriented model, features related to the banking sector and digitalization are used to compare the success of different machine learning algorithms in forecasting inflation. This study aims to offer a new perspective on analyzing macroeconomic data in the context of digitalization and to evaluate the long-term effects of digital banking on economic indicators.

Method: In this study, a prediction-oriented model was developed using machine learning algorithms to understand the impact of digitalization on inflation in the banking sector. Decision trees,

k-nearest neighbor (k-NN), and gradient boosting algorithms were applied in the model. With the decision tree algorithm, decision rules based on the attributes in the data were created and inflation was tried to be estimated. The k-nearest neighbor algorithm made estimates using examples with similar characteristics. With the Gradient Boosting algorithm, weak models were strengthened sequentially, and more accurate estimates were obtained. These three algorithms allowed for a more precise modeling of the relationship between digitalization and inflation.

Findings: According to the findings obtained from the study, based on the MOYH performance metric, the machine learning algorithm with the lowest error rate used in this study is the GB algorithm. The best result is provided by the GB algorithm. The error rates for the DT and KNN algorithms are 12.63 and 13.02, respectively. In the analysis of digital banking, the variable with the highest impact level on inflation prediction is MBKS, with an impact of 0.761. The average impact of other attributes is as follows: KKT 0.183, ATM 0.018, POS 0.016, MBI 0.014, and IBKS 0.004. These findings indicate that digital banking plays an important role in inflation forecasting, with MBKS having a particularly strong impact on inflation. Additionally, the impact levels of these attributes reveal how different areas of digital banking create varying effects on inflation.

Conclusion: The impact of mobile banking applications on inflation offers significant opportunities for both expense management and financial control through their various conveniences. These applications, with their virtual assistants, allow consumers to easily track their spending and create budgets. This process, by offering personalized services based on the created budgets, can help consumers make more controlled expenditures and save. In this regard, mobile banking can be considered to have a potentially inflation-reducing effect.

Mobile banking applications provide quick access to financial services such as instant credit and overdrafts, which can accelerate cash flow and quickly address urgent financial needs. This easy access to funds may increase demand and, as a result, lead to higher spending. During periods of high inflation, this can create an imbalance between consumer income and expenses. As prices rise and income-expenditure disparities grow, necessary expenditures and consumption may be financed through credit cards, making it more difficult to combat inflation.

At this point, it becomes evident that while digitalization, especially mobile banking, can impact inflation dynamics, a more meaningful analysis can be achieved when considered alongside other macroeconomic factors. Future studies are planned to approach inflation forecasting from a broader perspective by utilizing machine learning algorithms and incorporating macroeconomic data into the attribute set. This approach will allow for a more comprehensive analysis of the effects of digitalization on economic indicators and provide more robust recommendations for policymakers.