

## Türkiye'de Sağlık Harcamaları: Zaman Serisi Tahmin Modeliyle Gelecek Eğilimlerin Öngörüsü

Hakan Yılmaz<sup>1\*</sup>, Mehmet Özdem<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tıp Mühendisliği, Karabük Üniversitesi, Türkiye.

<sup>2</sup>Türk Telekom, Türkiye.

\*(hakanyilmaz@karabuk.edu.tr) Başlıca yazarın mail adresi

(Received: 10 September 2024, Accepted: 18 September 2024)

(3rd International Conference on Scientific and Innovative Studies ICSIS 2024, September 11-12, 2024)

**ATIF/REFERENCE:** Yılmaz, H. & Özdem, M. (2024). Türkiye'de Sağlık Harcamaları: Zaman Serisi Tahmin Modeliyle Gelecek Eğilimlerin Öngörüsü. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(8), 61-71.

**Özet** – Bu çalışma, Türkiye'nin gelecekteki sağlık harcamalarının eğilimlerini tahmin etmek, bu harcamaların hangi alanlarda yoğunlaşacağını öngörmek ve sağlık sisteminin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından sağlanan, Türkiye'deki 1999-2022 yılları arasındaki sağlık harcamaları verilerini analiz etmeyi ve zaman serisi analizine dayanarak 2023-2027 dönemi için projeksiyonlar yapmayı hedeflemektedir. Araştırma, toplam sağlık harcamalarının yanı sıra hastaneler, ayakta bakım hizmeti sunanlar, perakende satış ve tıbbi malzeme sağlayıcıları, halk sağlığı programları, genel sağlık yönetimi ve sigorta, sınıflandırılmayan diğer harcamalar ve sağlık yatırımları olmak üzere yedi alt kategoriye kapsamaktadır. Gelecekteki sağlık harcamalarının eğilimlerini tahmin etmek için ARIMA modeli uygulanmıştır. ARIMA modellerine ait en uygun parametrelerin bulunması sırasında en düşük MAPE değerini veren parametreler alınmıştır. 1999-2017 yıllarının verisi ile eğitilen ve 2018-2022 verisi ile en iyi doğrulama sonuçlarına ulaşan modeller ile 2023-2027 yıllarına yönelik beş yıllık gelecek tahminleri oluşturulmuştur. Bulgular, hastane harcamalarının ve halk sağlığı programlarına yapılan yatırımların artacağını, ayakta bakım ve perakende satışlarda ise değişimler yaşanacağını göstermektedir. Araştırma, sağlık altyapısına yapılacak yatırımların devam etmesi gerektiğine ve gelecekteki sağlık krizlerine karşı hazırlıklı olunmasının önemine vurgu yapmaktadır. ARIMA modeli sonuçları, sağlık harcamalarının dinamiklerini güvenilir bir şekilde öngörerek, karar vericilerin kaynak dağıtımında daha iyi kararlar almasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışma, Türkiye'deki sağlık harcamalarının dinamiklerini anlamaya ve gelecekteki planlamalara ışık tutmayı hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Sağlık Harcamaları, Zaman Serisi Analizi, ARIMA, Sağlık Yatırımları, Tahmin Modeli.

### I. GİRİŞ

Türkiye'de sağlık harcamaları son yirmi yılda önemli dalgalanmalara ve dönüşümlere sahne olmuştur. Bu değişim, özellikle Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) gibi geniş kapsamlı reformlar ve COVID-19 pandemisinin getirdiği beklenmedik krizlerin etkisiyle daha da belirgin hale gelmiştir.

Türkiye'de sağlık harcamaları, son yirmi yılda, ekonomi ve politika değişimlerini yansıtan önemli değişiklikler geçirmiştir. Türkiye'deki sağlık harcamaları, 2002'de gayri safi yurtiçi hasılanın

(GSYH) %4,1'inden 2010'da %6,1'e yükselmiş ve kamu sektörü finansmanı 2000-2010 döneminde %63,0'den %75,2'ye çıkmıştır; bu da Türkiye'yi orta gelirli ülkeler arasında kamu sağlık harcamaları açısından en yüksek seviyeye sahip ülkelerden biri konumuna getirmiştir [1]. 2022 verilerine göre ise sağlık harcamalarının GSYH içerisindeki payı %4,0, kamu sektörü finansmanı ise %76,4 ile ağırlığını korumuştur [1]. Sağlık Bakanlığı verilerine göre 2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam sağlık harcaması 36,6 milyar Amerikan Doları'na (USD) ulaşmıştır. 21. yüzyılda sağlık harcamalarında görülen bu artış, Türkiye'nin özellikle düşük gelirli nüfuslar için sağlık hizmetlerine erişimi ve kalitesini artırmayı amaçlayan Sağlıkta Dönüşüm Programı'nın (SDP) bir parçasıdır [2].

SDP, 2003 yılında uygulanmaya başlanmış ve Türkiye'deki sağlık sisteminde köklü değişiklikler ortaya çıkarmıştır. Bu programın temel amacı, cepten yapılan sağlık harcamalarını azaltmak ve sağlık hizmetlerine erişimi artırmaktır [3]. SDP ile birlikte sağlık finansmanı mekanizmalarında önemli iyileşmeler kaydedilmiş ve felaket niteliğindeki sağlık harcamalarında azalma görülmüştür [4]. Yeşil Kart gibi katkısız sağlık sigortası programlarının genişletilmesi, düşük gelirli haneler için finansal koruma sağlayarak cepten yapılan sağlık harcamalarını düşürmüştür [5].

Sağlık harcamalarının dağılımı incelendiğinde, Türkiye'de hastanelerin en önemli sağlık hizmeti sağlayıcısı olduğu görülmektedir. Sağlık harcamalarının %50,3'ü hastanelere, %21,7'si tıbbi perakendeciler ve ekipman sağlayıcılarına, %10,6'sı ise ayakta tedavi hizmetlerine ayrılmıştır [1]. Türkiye'deki sağlık harcamalarının büyük bir kısmı hastane hizmetlerine tahsis edilmiş olup, bu durum OECD ülkelerinde de gözlemlenen hastane harcamalarının baskın yapısıyla paralellik göstermektedir [6].

COVID-19 pandemisi, tüm dünyada ülkelerin sağlık sisteminin kırılma noktalarını gözler önüne sermekle kalmamış, aynı zamanda sağlık kapasitesine yapılan yatırımların önemini de vurgulamıştır. Pandemi süresince hastane yatak sayıları artırılmış, sağlık çalışanlarının eğitimine ağırlık verilmiş ve sağlık tesisleri genişletilerek sağlık kapasitesi önemli ölçüde artırılmıştır [7]. Bu yatırımlar, yalnızca kısa vadeli bir yanıt niteliğinde olmayıp, aynı zamanda gelecekteki sağlık krizlerine karşı hazırlıklı olmak açısından da kritik öneme sahiptir. Türkiye'de de özellikle pandeminin etkisiyle, sağlık sisteminin kapasitesini artırmak adına yatırımlar yapılmış ve bu yatırımlar Türkiye'nin sağlık sisteminin genel dayanıklılığını geliştirmiştir. COVID-19 pandemisi sırasında Türkiye'nin sağlık sistemi eşi benzeri görülmemiş zorluklarla karşı karşıya kalmış ve çeşitli kategorilerde artan harcamalara yol açmıştır. Sağlık Bakanlığı, hastane hizmetlerinin yaklaşık %80'ini finanse etmiş ve kamu sektörünün sağlık krizlerini yönetmedeki rolünü vurgulamıştır [8]. Evde bakım hizmetleri gibi modeller de bu süreçte önem kazanmış, özellikle kronik hastalıkların yönetiminde ve hastanelere olan yükü azaltmada kritik bir rol oynamıştır [9].

Türkiye'deki sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, özellikle son yıllarda yapılan yatırımların kapsamlı bir inceleme konusu olmuştur. Esen ve Keçili'nin [10] yaptığı araştırmalarda, sağlık yatırımlarının uzun vadede daha sağlıklı ve verimli bir iş gücü oluşturarak ekonomik büyümeye katkı sağladığı belirtilmektedir. Granger nedensellik testleri, kısa vadede sağlık harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermekte ve sağlık yatırımlarının sadece sağlık alanında değil, ekonomik sürdürülebilirlik açısından da kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, pandemi süresince sağlık harcamalarının ekonomik sonuçları da derin olmuştur. Araştırmalar, kişi başına düşen GSYH'deki %10'luk bir artışın, sağlık harcamalarında %8,7'lik bir artışla ilişkili olduğunu göstermekte ve ekonomik büyüme ile sağlık harcamalarının birbiriyle bağlantılı olduğunu vurgulamaktadır [11]. Pandemi, sürdürülebilirlik ve kamu sağlığı acil durumlarına karşı dayanıklılık sağlamak için sağlam sağlık finansmanı mekanizmalarının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, Türkiye'nin sağlık harcamaları ve yatırımları, sağlık hizmetlerine erişimi artırmak, sağlık sisteminin dayanıklılığını güçlendirmek ve ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla büyük bir dönüşüm yaşamıştır. Sağlık hizmetlerine erişimin artırılması, altyapının güçlendirilmesi ve finansman mekanizmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması, Türkiye'nin gelecekteki sağlık krizlerine karşı daha hazırlıklı bir sistem inşa etmesini mümkün kılacaktır.

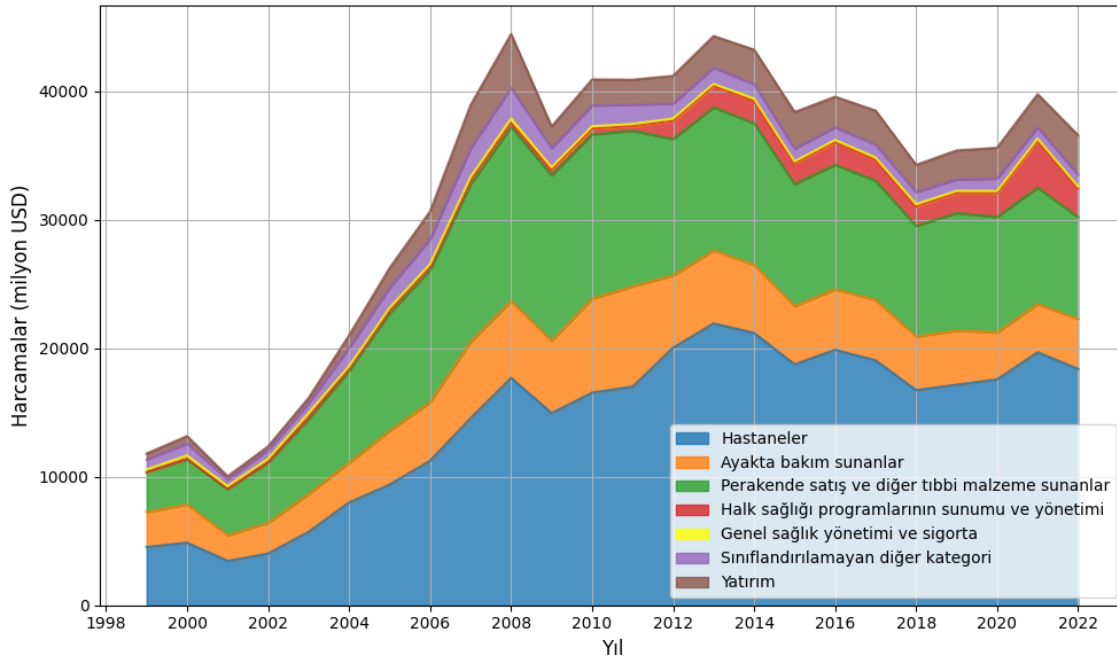
Bu çalışma, Türkiye'nin 1999-2022 yılları arasındaki toplam sağlık harcamalarının yanı sıra bu harcamaları oluşturan yedi alt kategoriye ayrıntılı bir şekilde analiz ederek, sağlık harcamalarının tarihsel seyrini incelemeyi ve bu veriler ışığında geleceğe dönük tahminler yapmayı amaçlamaktadır. Araştırma, zaman serisi analizine dayanarak sağlık harcamalarının dinamiklerini anlamayı ve bu dinamikleri en iyi

şekilde açıklayan ARIMA modelini belirleyerek 2023-2027 yılları arasındaki sağlık harcamaları için güvenilir projeksiyonlar oluşturmayı hedeflemektedir. Çalışmada ele alınan alt kategoriler; hastaneler, ayakta bakım sunanlar, perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar, halk sağlığı programlarının sunumu ve yönetimi, genel sağlık yönetimi ve sigorta, sınıflandırılmayan diğer harcamalar ve sağlık yatırımlarıdır. Araştırmanın sonunda, elde edilen ARIMA modeli yardımıyla gelecekteki sağlık harcamalarının eğilimlerini tahmin etmek, bu harcamaların hangi alanlarda yoğunlaşacağını öngörmek ve sağlık sisteminin sürdürülebilirliğini desteklemek çalışmanın hedeflerindedir.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

### A. Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti 1999-2022 yılları arasında kapsayan Türkiye geneli sağlık harcamaları istatistiğinden oluşmaktadır. İlgili istatistik bilgileri Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) Sağlık Harcamaları İstatistik Bülteni'nden alınmıştır [1]. Veri seti içerisinde hastaneler, ayakta bakım sunanlar, perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar, halk sağlığı programları, genel sağlık yönetimi ve sigorta hizmetleri, sınıflandırılmayan diğer kategoriler, sağlık alanındaki yatırımlar ve bunların toplam harcamaları yıllık bazda bulunmaktadır. Tahmin modelini oluştururken belirli dönemlerde döviz kurunda yaşanan artıştan kaynaklı oluşan trendlere takılmamak için tüm sağlık harcaması tutarları Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası tarafından yayınlanan yıllık ortalama döviz kur bilgisi alınarak USD para birimine çevrilmiştir [12]. Kullanılan veri setine ait yığılı alan grafiği Şekil 1'de, veriye ait tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de 1999-2022 yılları arası toplam sağlık harcamaları ve alt kırımları

Tablo 1. Türkiye’de 1999-2022 yılları arası toplam sağlık harcamaları ve alt kırılımları için tanımlayıcı istatistikler

	Sayı	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Medyan	Maks.
<b>Toplam</b>	24	32111	11486	10067	36912	44444
<b>Hastaneler</b>	24	14263	6120	3451	16873	21929
<b>Ayakta bakım sunanlar</b>	24	4488	1477	1997	4374	7796
<b>Perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar</b>	24	8992	3037	3082	9216	13554
<b>Halk sağlığı prog. sunumu ve yönetimi</b>	24	976	952	14	445	3653
<b>Genel sağlık yönetimi ve sigorta</b>	24	206	57	137	190	353
<b>Sınıflandırılmayan diğer kategori</b>	24	1201	479	511	993	2394
<b>Yatırım</b>	24	1978	1034	252	2168	4172

### B. Programlama Ortamı

Veri setinin işlenmesi, tahmin modelinin kurulması ve metriklerin elde edilmesi işleri Intel i7 işlemcili, 16 GB belleğe sahip bir bilgisayarda ve Python programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Grafiklerin elde edilmesi sırasında ise açık kaynak kodlu ve ücretsiz olarak kullanılabilen *matplotlib* görselleştirme modülü [13] kullanılmıştır.

### C. Kullanılan Tahmin Yöntemi

Zamana dayalı verileri analiz etmek ve tahmin modeli oluşturmak için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin seçimi veri setinin boyutuna, içerdiği değişkenlere, sezonluk veya mevsimlik etkilerin olup olmadığına göre belirlenmektedir. Bu çalışmada Otoresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) yöntemi tercih edilmiştir. ARIMA modeli, zaman serisi tahminlerinde yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir yöntem olup, özellikle durağan ve durağan olmayan verilerle başa çıkmada etkilidir. Box ve Jenkins tarafından 1970’lerde tanımlanan ARIMA, otoresif (AR), fark alma (I) ve hareketli ortalama (MA) olmak üzere üç bileşeni bir araya getirir [14], [15], [16]. Modelin yapısı, zaman serisi verilerindeki çeşitli desenleri yakalayabilmesini sağlar ve bu da ekonomik tahminlerden çevresel çalışmalara kadar geniş bir uygulama yelpazesi için uygun hale getirir. Mevsimsel veya sezonluk bilgi içermeyen verilerle kullanılabilmesi, küçük veri setleri ile çalışabilmesi ARIMA yönteminin tercih edilmesinde etkili olmaktadır [17], [18].

### D. Metrikler

Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) ve Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE), zaman serisi tahmin modellerinin performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan iki hata metriğidir.

MAPE, tahminlerin doğruluğunu ölçmek için kullanılır ve her bir gözlem için tahmin hatasının, gözlemin gerçek değerine bölünerek yüzdelik cinsinden ifade edilmesiyle elde edilir. Bu metrik, modelin tahminlerinde yüzde kaç hata yaptığını göstermesi bakımından kolay yorumlanır ve kullanıcı dostudur. MAPE’nin formülü Denklem 1’de verilmiştir.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[ \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right] \times 100 \quad (1)$$

Burada:

- $y_t$ , t zamandaki gerçek değeri,
- $\hat{y}_t$ , t zamandaki tahmin edilen değeri,
- $n$ , toplam gözlem sayısını ifade eder.

MAPE, özellikle farklı ölçeklerdeki zaman serilerinde karşılaştırma yapmayı kolaylaştırır. MAPE’nin sifıra yakın olması tahminin iyi olduğu olarak yorumlanabilir [19].

RMSE, tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökü alınarak hesaplanan bir performans metriğidir. RMSE’ye ait formül Denklem 2’de verilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (2)$$

Burada:

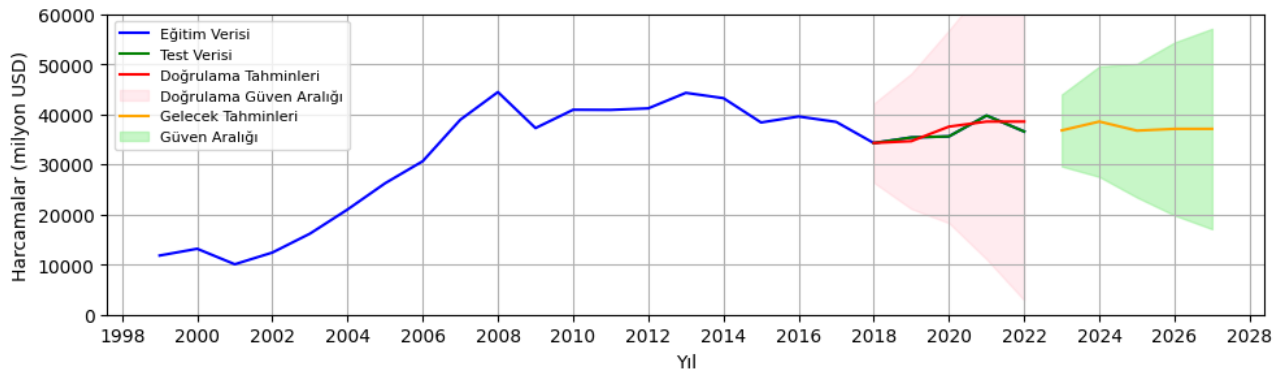
- $y_t$ , t zamandaki gerçek değeri,
- $\hat{y}_t$ , t zamandaki tahmin edilen değeri,
- $n$ , toplam gözlem sayısını ifade eder [20].

### III. BULGULAR

Kullanılan veri setinin 1999-2017 yıllarını içeren kısmı tahmin modelinin eğitilmesi için, 2018-2022 yıllarını içeren kısmı ise oluşturulan tahmin modelinin doğrulanması için kullanılmıştır. Modellerin oluşturulması için ilk olarak ARIMA için gerekli olan bileşenler olan p (otoregresyon), d (fark alma) ve q (hareketli ortalama) değerleri belirlenmiştir. Modelin p bileşeni otokorelasyon fonksiyonu (ACF), q bileşeni kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF), d bileşeni ise modelin durağanlığını kontrol eden Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi [21] uygulanarak belirlenmiştir. Değerlerin seçilmesindeki kriter, doğrulama tahminlerinde en iyi MAPE sonuçlarının elde edilmesi olmuştur.

Tahminlerde; toplam sağlık harcaması, hastaneler, ayakta bakım sunanlar, perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar, halk sağlığı programlarının sunumu ve yönetimi, genel sağlık yönetimi ve sigorta, sınıflandırılmayan diğer kategori harcamaları ve sağlık yatırımları olmak üzere sekiz ayrı model çalışılmıştır. 1999-2017 yıllarının verisi ile eğitilen ve 2018-2022 verisi ile en iyi doğrulama sonuçlarına ulaşan modeller ile 2023-2027 yıllarına yönelik beş yıllık gelecek tahminleri oluşturulmuştur.

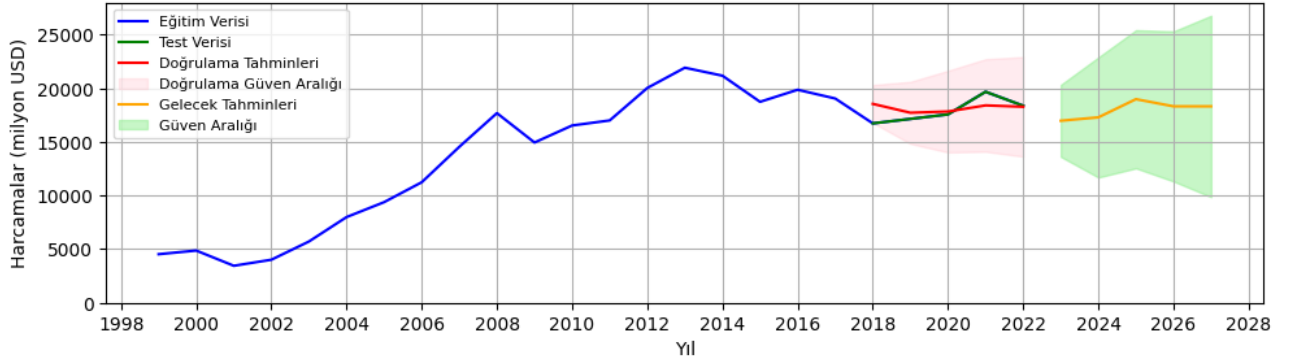
Toplam sağlık harcamaları, çalışmada bahsi geçen alt kırılımlardan oluşan ve hem kamu hem de özel sağlık harcamaların toplamını oluşturan değerdir. 2001-2008 yılları arasında belirgin artış ve 2008-2018 yılları arasında dalgalanmalar gözlenen toplam harcama 2022 yılında 36,6 milyar USD olmuştur. Toplam harcamanın tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 0, 1 ve 4 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %3,22 olurken RMSE değeri 1396,63 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 36,7 milyar USD ile 38,6 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 37,1 milyar USD olması beklenmektedir. Toplam sağlık harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Toplam sağlık harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

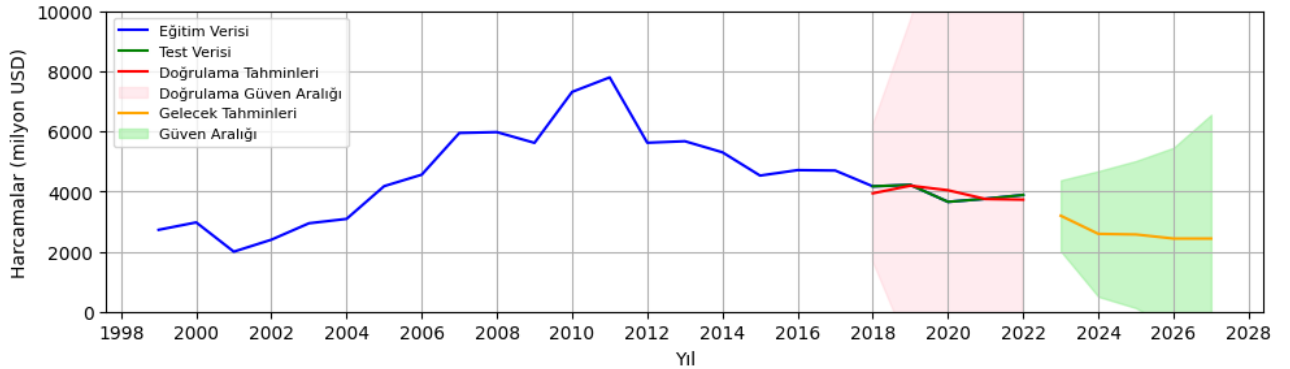
Hastaneler, sağlık hizmetleri sunumunda merkezi bir rol oynamakta ve toplam içerisindeki en büyük harcama kalemini oluşturur. Bu kategorideki harcamalar, yatarak tedavi hizmetleri, ameliyathane, acil müdahaleler ve hastane içinde sunulan diğer tüm sağlık hizmetleri ile bu hizmetlerin sürdürülebilmesi için yapılan yönetim ve bakım masraflarını içerir. 2022 yılında 18,4 milyar USD olan hastane harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 3, 0 ve 3 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %4,55 olurken RMSE değeri 1032,84

olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 17 milyar USD ile 19 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 18,3 milyar USD olması beklenmektedir. Hastane harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 3'te verilmiştir.



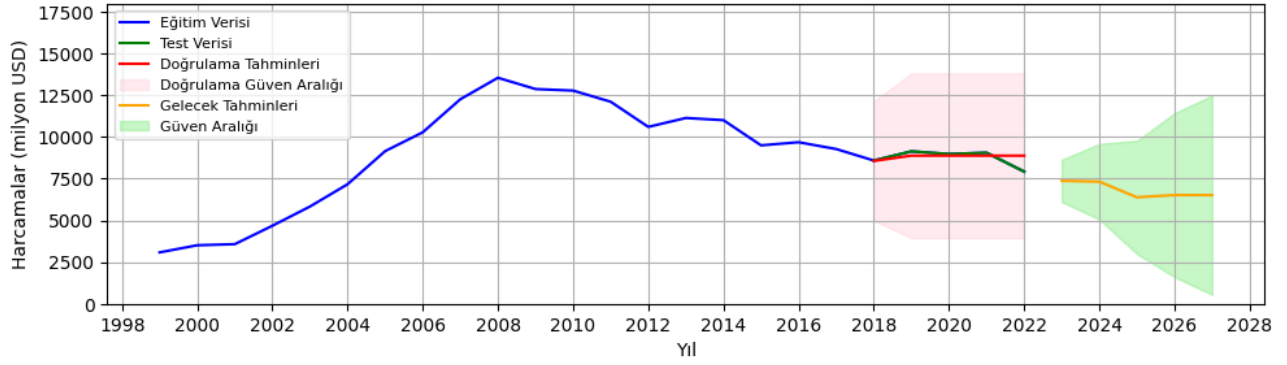
Şekil 3. Hastane harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

Ayakta tedavi hizmetleri sunan sağlık kuruluşlarına yönelik harcamalar, hastaların yatış yapmadan aldıkları sağlık hizmetlerine ayrılan bütçeyi içerir. Bu harcamalar, doktor muayeneleri, poliklinik hizmetleri, laboratuvar ve görüntüleme gibi tanı ve tedavi işlemlerini kapsar. 2022 yılında 3,9 milyar USD olan harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 3, 4 ve 2 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %4,2 olurken RMSE değeri 213,53 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 2,4 milyar USD ile 3,2 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 2,4 milyar USD olması beklenmektedir. Ayakta tedavi hizmetleri sunan sağlık kuruluşlarına yönelik harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



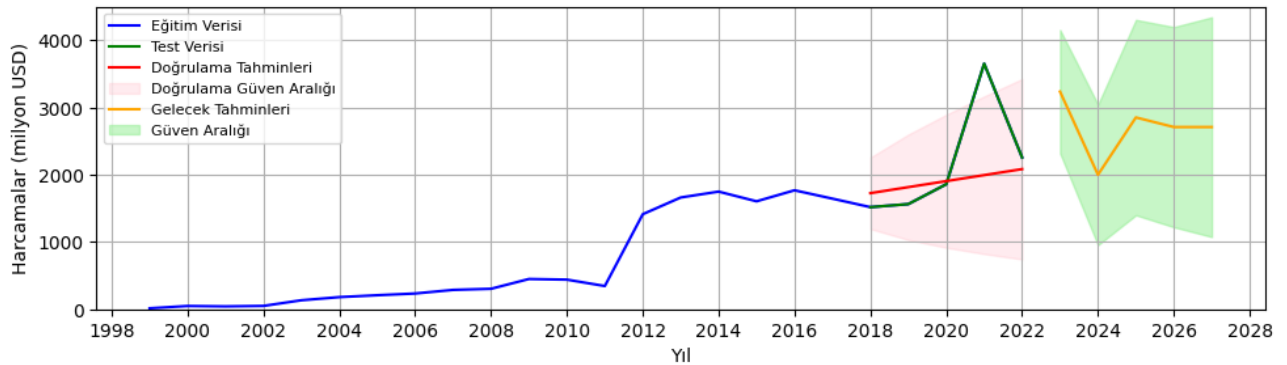
Şekil 4. Ayakta bakım sunanların harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

Perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar kategorisi, hastaların tedavi sürecinde ihtiyaç duydukları ilaçlar, tıbbi cihazlar, protezler ve diğer sağlık malzemelerinin perakende satışına yönelik harcamaları kapsar. Eczaneler ve medikal ürünü satan diğer perakendeciler bu alanda önemli bir rol oynar. 2022 yılında 7,9 milyar USD olan harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 0, 0 ve 1 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %3,64 olurken RMSE değeri 451,69 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 6,4 milyar USD ile 7,4 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 6,5 milyar USD olması beklenmektedir. Perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunan oluşumlara yönelik harcamalara ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 5'te verilmiştir.



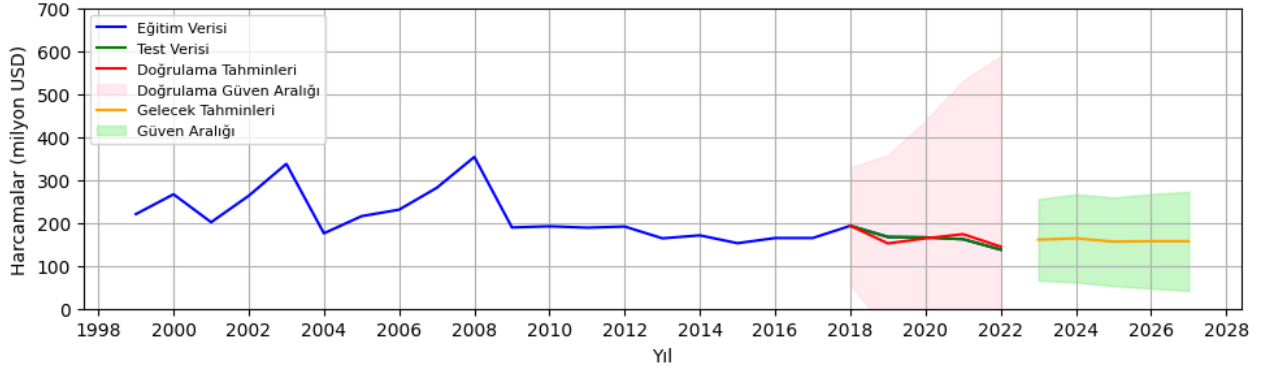
Şekil 5. Perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanların harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

Halk sağlığı programlarına yönelik harcamalar, toplum sağlığını korumak ve iyileştirmek amacıyla yürütülen eğitim, aşılama, salgın hastalıklarla mücadele ve önleyici sağlık hizmetlerinin sunumu için yapılan giderleri içerir. Bu programlar, hastalıkların yayılmasını engelleme ve genel halk sağlığını iyileştirme açısından stratejik öneme sahiptir. Bu alanda yapılan harcamaların 2021 yılında 3,7 milyar USD ile pik yapması COVID-19 pandemisi döneminde halk sağlığı uygulamalarına verilen ağırlık ile açıklanabilir. 2022 yılında 2,3 milyar USD olan harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 0, 2 ve 2 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %17,08 olurken RMSE değeri 759.98 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 2 milyar USD ile 3,2 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 2,7 milyar USD olması beklenmektedir. Halk sağlığı programlarına yönelik harcamalara ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 6'da verilmiştir.



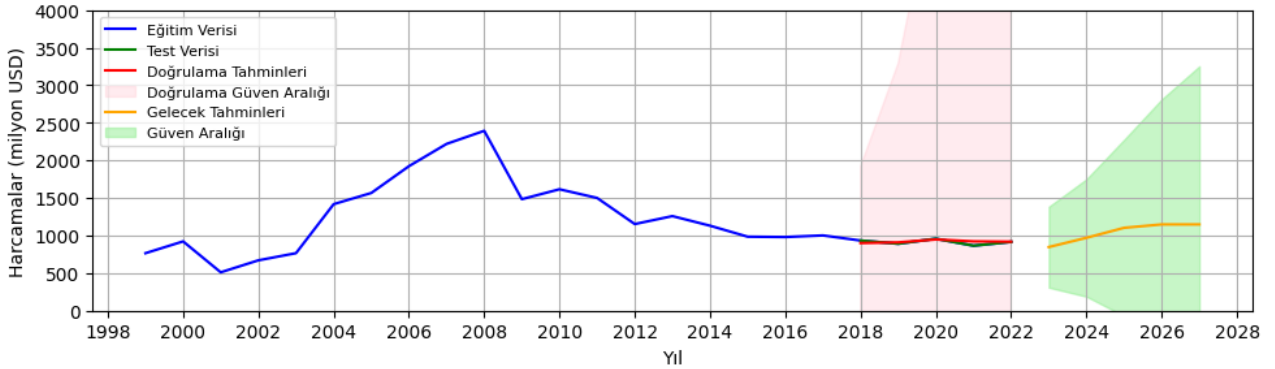
Şekil 6. Halk sağlığı programlarının sunumu ve yönetimi harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

Genel sağlık yönetimi ve sigorta harcamaları, sağlık sisteminin işleyişini düzenleyen, planlayan ve yöneten kurumlara yönelik harcamaları içerir. Aynı zamanda sağlık sigortası kapsamında sunulan hizmetler için yapılan ödemeler de bu kategoride yer alır. 2022 yılında 137,5 milyon USD olan harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 2, 3 ve 4 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %4,55 olurken RMSE değeri 9,12 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 156,1 milyon USD ile 163,9 milyon USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 157,2 milyon USD olması beklenmektedir. Genel sağlık yönetimi ve sigorta harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Genel sağlık yönetimi ve sigorta harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

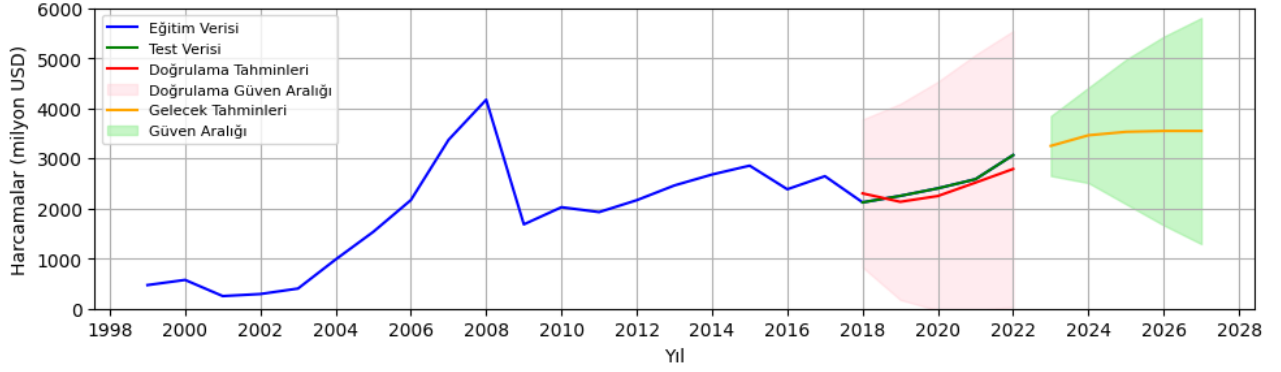
Sınıflandırılmayan diğer kategori harcamalarında, sağlık sektörüne ilişkin olup belirli bir başlık altında sınıflandırılmayan harcamalar toplanmaktadır. Bu giderler, genellikle çeşitli küçük ölçekli ya da farklı özelliklere sahip sağlık hizmetleri ve malzemeler için yapılan ödemeleri içerir. 2022 yılında 915,8 milyon USD olan harcamalarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 4, 4 ve 0 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %2,7 olurken RMSE değeri 31,06 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 846,8 milyon USD ile 1,1 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 1,1 milyar USD olması beklenmektedir. Sınıflandırılmayan diğer kategori harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Sınıflandırılmayan diğer sağlık harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

Sağlık yatırımları, sağlık sisteminin gelecekteki kapasitesini artırmak ve hizmet kalitesini iyileştirmek amacıyla yapılan altyapı geliştirme, yeni tesislerin inşası ve teknolojik yeniliklere yönelik harcamaları içerir. Bu yatırımlar hem sağlık hizmetlerinin modernizasyonunu sağlamak hem de sağlık personelinin daha verimli çalışmasına olanak tanımak için yapılır. 2022 yılında 3,1 milyar USD olan sağlık yatırımlarının tahmini için oluşturulan modelde en iyi sonucu veren p, d ve q bileşenleri sırasıyla 0, 2 ve 4 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verileri için bulunan MAPE değeri %7,1 olurken RMSE değeri 255,47 olmuştur. Gelecek yıllar için yapılan tahminlere göre harcamaların 3,3 milyar USD ile 3,5 milyar USD arasında değişkenlik göstererek 2027 yılında 3,5 milyar USD olması beklenmektedir. Sağlık yatırımlarına ait eğitim ve tahmin modeli grafiği Şekil 9'da verilmiştir.





Şekil 9. Sağlık yatırımları için yapılan harcamalarına ait eğitim ve tahmin modeli

#### IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye'nin 1999-2022 yılları arasındaki toplam sağlık harcamalarını ve yedi alt kategorisini analiz ederek, sağlık harcamalarının tarihsel gelişimini incelemeyi ve ARIMA modeliyle 2023-2027 yılları için tahminler yapmayı amaçlanmıştır. Ele alınan alt kategoriler; hastaneler, ayakta bakım, perakende tıbbi malzemeler, halk sağlığı, genel sağlık yönetimi, sınıflandırılmayan diğer harcamalar ve sağlık yatırımlarıdır. Araştırma, gelecekteki sağlık harcamalarının eğilimlerini tahmin ederek, sağlık sisteminin sürdürülebilirliğine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Analizler Python programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Veri setinden 1999-2017 yılları arasındaki veriler modelin eğitimi için, 2018-2022 arasındaki veriler modelin doğrulanması için kullanılmıştır. ARIMA modelinin en uygun parametrelerinin bulunması için farklı parametreler denenmiş ve en düşük MAPE sonucunu veren parametreler elde edilmiştir. Ek olarak, elde edilen modellerin RMSE değerleri de hesaplanmıştır. Bu işlem sonucu ortaya çıkan MAPE ve RMSE değerleri Tablo 2'de verilmiştir. İlgili sonuçlar incelendiğinde en iyi sonuçlar sırasıyla sınıflandırılmayan diğer kategori ile perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlara ait harcamalar ve toplam harcamalara ait modellere aittir. En kötü sonuç ise halk sağlığı programı sunumu ve yönetimi kategorisinde görülmüştür. Bunun nedeni de COVID-19 pandemisi nedeniyle veri setinde yaşanan dalgalanma olarak yorumlanmıştır.

Tablo 2. Oluşturulan tahmin modelinin doğrulanması sırasında elde edilen metrikler

	MAPE (%)	RMSE
<b>Toplam</b>	3,22	1396.63
<b>Hastaneler</b>	4,55	1032.84
<b>Ayakta bakım sunanlar</b>	4,20	213.53
<b>Perakende satış ve diğer tıbbi malzeme sunanlar</b>	3,64	451.69
<b>Halk sağlığı prog. sunumu ve yönetimi</b>	17,08	759.98
<b>Genel sağlık yönetimi ve sigorta</b>	4,55	9,12
<b>Sınıflandırılmayan diğer kategori</b>	2,70	31,06
<b>Yatırım</b>	7,10	255,47

Bu çalışma, Türkiye'de sağlık harcamalarının alt kategorilere göre dağılımını sunmakta ve 2022 ile 2027 yılları arasındaki değişikliklere dair önemli bilgiler sağlamaktadır. Harcamaların dağılımı, sağlık sektöründeki eğilimlerin ne yönde evrileceğini anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Hastane harcamaları, 2022'de sağlık bütçesinin %50,3'ünü oluştururken, bu oranın 2027'de %52,6'ya çıkması beklenmektedir. Bu artış, hastanelerin sağlık sistemi içindeki ağırlığının daha da artacağını, hastane hizmetlerine talebin giderek büyüdüğünü göstermektedir. Artan nüfus ve gelişen teknolojilerin bu eğilimi desteklemesi muhtemeldir.

Ayakta bakım sunan hizmetler ise 2022'de %10,6 paya sahipken, 2027'de bu oranın %7'ye düşmesi beklenmektedir. Bu gerileme, daha fazla hasta bakımının hastanelere veya diğer tedavi seçeneklerine kayabileceğini veya ayakta tedavi süreçlerinin daha verimli hale geleceğini düşündürmektedir.

Perakende satışlar ve diğer sağlık harcamaları, 2022’de %21,7 oranındayken, 2027’de %18,7’ye gerilemesi beklenmektedir. Bu düşüş, medikal ürünlerde maliyet kontrol politikalarının etkili olabileceğini veya yeni tedarik zinciri yöntemlerinin devreye alınacağı anlamına gelmektedir.

Halk sağlığı programları, 2022’de toplam harcamaların %6,2’sini oluştururken, bu payın 2027’de %7,8’e yükselmesi beklenmektedir. Özellikle koruyucu sağlık hizmetlerine ve halk sağlığını güçlendiren programlara yapılan yatırımların artması, toplum sağlığına yönelik daha proaktif bir yaklaşımın benimsendiğini göstermektedir.

Genel sağlık yönetimi harcamaları düşük düzeyde kalmaya devam edecek olup, 2022’de %0,4 olan bu oran 2027’de %0,5’e çıkacaktır. Bu artış küçük olsa da sağlık sisteminin yönetsel süreçlerine yapılan yatırımların giderek daha fazla önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Sınıflandırılmayan diğer harcamalar ise 2022’de %2,5 iken, 2027’de %3,3’e yükselmesi beklenmektedir. Bu kategoriye giren harcamalardaki artış, sağlık sektöründe henüz net bir şekilde sınıflandırılmayan ancak büyüyen alanlara daha fazla kaynak ayrılacağını göstermektedir.

Yatırımlar, 2022’de %8,4 iken 2027’de %10,2’ye çıkacaktır. Bu artış, sağlık sisteminin altyapısına ve teknolojilerine yönelik büyük yatırımların devam edeceğini ve gelecekte sağlık hizmetlerinin kalitesinin artması yönünde adımlar atıldığını işaret etmektedir.

Sonuç olarak, çalışmanın çıktıları Türkiye’de sağlık harcamalarının önümüzdeki yıllarda hangi alanlara odaklanacağını ve bu harcamaların kaynak dağılımının nasıl şekillenmesi beklendiğini göstermektedir. Özellikle hastane harcamaları ve halk sağlığı programlarına yapılan yatırımların artışı, sağlık sektörünün büyüme potansiyelini ve değişen sağlık ihtiyaçlarını yansıtmaktadır.

Türkiye’nin sağlık harcama verileri TÜİK tarafından aylık bazda derlenmediği için bu çalışmada yıllık veriler kullanılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda aylık verilere ulaşılması tahminlerin doğruluğunu artırabilecek ve daha hassas tahminler yapılmasına olanak sağlayabilecektir. Çalışmada seçilen ARIMA yöntemi ile sağlık harcamalarının geçmiş verileri kullanılarak tek değişkenli bir tahmin modeli oluşturulmuştur. Bu modele demografik veriler, ekonomik veriler, teknolojik gelişmeler vb. farklı parametreler eklenerek çok değişkenli tahmin yöntemleri denenebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, “Sağlık Harcamaları İstatistikleri (2022)”. 2023.
- [2] K. Gürsoy, “An Overview of Turkish Healthcare System after Health Transformation Program: Main Successes, Performance Assessment, Further Challenges, and Policy Options”, *Sosyal Güvençe*, c. 0, sy 7, ss. 83-112, Mar. 2015.
- [3] B. Erus ve N. Aktakke, “Impact of healthcare reforms on out-of-pocket health expenditures in Turkey for public insurees”, *Eur J Health Econ*, c. 13, sy 3, ss. 337-346, Haz. 2012, doi: 10.1007/s10198-011-0306-2.
- [4] M. S. Yardim, N. Çilingiroğlu, ve N. Yardim, “Catastrophic Health Expenditure and Impoverishment in Turkey”, *Health Policy*, c. 94, sy 1, ss. 26-33, 2010, doi: 10.1016/j.healthpol.2009.08.006.
- [5] A. Tirgil, W. T. Dickens, ve R. Atun, “Effects of Expanding a Non-Contributory Health Insurance Scheme on Out-of-Pocket Healthcare Spending by the Poor in Turkey”, *BMJ Global Health*, c. 4, sy 4, s. e001540, 2019, doi: 10.1136/bmjgh-2019-001540.
- [6] K. Dubas-Jakóbczyk, E. Kocot, M. Tambor, ve W. Quentin, “The Association Between Hospital Financial Performance and the Quality of Care—a Scoping Review Protocol”, *Systematic Reviews*, c. 10, sy 1, 2021, doi: 10.1186/s13643-021-01778-3.
- [7] J. R. Khan, N. Awan, Md. M. Islam, ve O. Muurlink, “Healthcare Capacity, Health Expenditure, and Civil Society as Predictors of COVID-19 Case Fatalities: A Global Analysis”, *Frontiers in Public Health*, c. 8, 2020, doi: 10.3389/fpubh.2020.00347.
- [8] R. Kahveci, E. M. Koç, ve E. Ö. Küçük, “Health Technology Assessment in Turkey”, *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, c. 33, sy 3, ss. 402-408, 2017, doi: 10.1017/s0266462317000289.
- [9] D. Kaymaz, İ. Candemir, P. Ergün, ve P. Demır, “Hospital-at-home for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation: Will It Be an Effective Readmission Avoidance Model?”, *The Clinical Respiratory Journal*, c. 15, sy 7, ss. 716-720, 2021, doi: 10.1111/crj.13348.
- [10] E. Esen ve M. Ç. Keçili, “Economic Growth and Health Expenditure Analysis for Turkey: Evidence From Time Series”, *Journal of the Knowledge Economy*, c. 13, sy 3, ss. 1786-1800, 2021, doi: 10.1007/s13132-021-00789-8.
- [11] S. N. Sülkü ve A. Caner, “Health Care Expenditures and Gross Domestic Product: The Turkish Case”, *The European Journal of Health Economics*, c. 12, sy 1, ss. 29-38, 2010, doi: 10.1007/s10198-010-0221-y.
- [12] Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS), “USD Kurları”.

- [13] “Matplotlib — Visualization with Python”. Erişim: 07 Eylül 2024. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://matplotlib.org/>
- [14] J. Lwaho ve B. Ilemba, “Unfolding the potential of the ARIMA model in forecasting maize production in Tanzania”, *BAJ*, c. 44, sy 2, ss. 128-139, Kas. 2023, doi: 10.1108/BAJ-07-2023-0055.
- [15] N. P. A. M. Mariati, L. P. E. Setiawati, ve N. L. P. S. Dewi, “INFLATION VALUE FORECASTING POST COVID-19 IN DENPASAR USING ARIMA”, *ijaeb*, c. 1, sy 3, ss. 1165-1169, Ağu. 2023, doi: 10.24912/ijaeb.v1i3.1165-1169.
- [16] E. Tamuke, E. A. Jackson, ve A. Sillah, “FORECASTING INFLATION IN SIERRA LEONE USING ARIMA AND ARIMAX: A COMPARATIVE EVALUATION. MODEL BUILDING AND ANALYSIS TEAM”, *Theor. Pract. Res. Econom. Fields*, c. 9, sy 1, s. 63, Haz. 2018, doi: 10.14505/tpref.v9.1(17).07.
- [17] M. F. Rizvi, “ARIMA Model Time Series Forecasting”, *IJRASET*, c. 12, sy 5, ss. 3782-3785, May. 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.62416.
- [18] V. I. Kontopoulou, A. D. Panagopoulos, I. Kakkos, ve G. K. Matsopoulos, “A Review of ARIMA vs. Machine Learning Approaches for Time Series Forecasting in Data Driven Networks”, *Future Internet*, c. 15, sy 8, s. 255, Tem. 2023, doi: 10.3390/fi15080255.
- [19] S. MAKRIDAKIS ve M. HIBON, *Evaluating accuracy (or error) measures*. Fontainebleau, 1995.
- [20] T. Chai ve R. R. Draxler, “Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature”, *Geosci. Model Dev.*, c. 7, sy 3, ss. 1247-1250, Haz. 2014, doi: 10.5194/gmd-7-1247-2014.
- [21] D. A. Dickey ve W. A. Fuller, “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Association*, c. 74, sy 366, s. 427, Haz. 1979, doi: 10.2307/2286348.