



Demand Forecast for the Number of Emergency Patients with Linear Regression: An Application on Bingöl State Hospital¹

Muhammed Naif Barut

m.naif_barut@hotmail.com

Bingöl Üniversitesi

orcid.org/0000-0002-0563-2790

Corresponding Author

Sait Patır

spatir@bingol.edu.tr

Bingöl Üniversitesi

orcid.org/0000-0002-1592-1094

JEL Code: M21, C13, C01

Received: 16.05.2024

Revised: 03.06.2024

Accepted: 05.06.2024

Available Online: 27.09.2024

To cite this document

Barut, M. N. & Patır, S. (2024). Demand Forecast for the Number of Emergency Patients with Linear Regression: An Application on Bingöl State Hospital. *Equinox, Journal of Economics, Business & Political Studies*, 11 (2). 19-35
doi: 10.48064/equinox.1485338.

Abstract

In order for organizations to understand events correctly, they must develop strategies, plan in accordance with the goals they have determined, and be in a continuous improvement cycle for development. Organizations need to estimate demand for any product or phenomenon at a future time by making forecasts. That's why demand forecasting is an indispensable element for organizations. Demand forecasting is becoming increasingly important in the healthcare sector. Problems occurring in the health system can lead to some problems at the social level. Therefore, planning for the future is an important element in the health sector. Therefore, it was deemed necessary to conduct this study. For this purpose, demand estimation of Bingöl state hospital emergency patient numbers were made by linear regression method.

Keywords: Emergency Healthcare Services, Demand Forecasting, Leaner Regression

Doğrusal Regresyon İle Acil Hasta Sayısı Talep Tahmini: Bingöl Devlet Hastanesi Üzerine Bir Uygulama

Öz

Örgütlerin olayları doğru bir şekilde anlaması için strateji geliştirmeleri, belirledikleri amaçlara uygun planlama yapmaları ve geliştirme için sürekli iyileştirme döngüsü içerisinde olmaları zorunludur. Örgütler, tahmin yaparak gelecekteki bir zaman, herhangi bir ürün veya olgu ile ilgili talep tahmini yapma ihtiyacı duymaktadır. Bu yüzden talep tahmini örgütler için vazgeçilmez bir unsurdur. Sağlık sektöründe de talep tahmini gittikçe önemli hale gelmektedir. Sağlık sisteminde meydana gelen sorunlar toplumsal düzeyde bazı problemlere yol açabilmektedir. Bu yüzden sağlık sektöründe geleceğe uygun planlama yapmak önemli bir unsurdur. Bundan dolayı bu çalışmanın yapılması gerekli görülmüştür. Bu amaçla, Bingöl devlet hastanesi acil hasta sayılarının talep tahmini, doğrusal regresyon yöntemiyle yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil sağlık hizmetleri, talep tahmini, Lineer regresyon

¹ Bu çalışma Muhammed Naif Barut'un 2024 yılında Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prf. Dr. Sait Patır danışmanlığında yapmış olduğu "Acil Hasta Sayılarının Salgın Sonrasındaki Talep Tahmininin Yapay Zekayla Analiz Edilmesi: Bingöl Devlet Hastanesi Örnek Uygulama" başlıklı Doktora tezinden türetilmiştir.

1. Giriş

Sağlık kavramı, bir ülkenin ekonomik gücü, sosyo-kültürel refahı ve toplumsal düzeni ile doğrudan ilişkilidir. Sağlık sistemi, bireylere sunulan hizmetlerin ötesinde, toplumun genel refahını etkiler. Sağlık hizmetlerinin işleyişi, bir toplumun diğer sistemlerini de derinden etkiler ve sosyal düzenin oluşturulmasında önemli bir rol oynar. Bir kişinin sağlığı, toplumsal, ekonomik ve psikolojik faktörlerle iç içe geçmiştir (Öztürk, 1989). Etkili bir sağlık sistemi, erken teşhis, tedavi ve rehabilitasyon gibi hizmetlerle bireylerin sağlığını korumaya ve geliştirmeye yardımcı olabilir. Sağlığı olumlu yönde etkileyen faktörlerin teşvik edilmesi ve olumsuz etkilerin azaltılması, toplumun genel sağlık durumunu iyileştirmek için önemli bir adımdır. Bu nedenle, sağlık politikalarının oluşturulmasında ve sağlık hizmetlerinin sunumunda bu faktörlerin dikkate alınması hayati öneme sahiptir (Kavunçubaşı, 2010).

Sağlık sistemlerindeki sürekli gelişim ve değişim, herkesin dikkatini çekmekte ve örgütleri bu değişime ayak uydurmaya zorlamıştır. Gelecek ile ilgili planlamaların yapılması ve gelecekte meydana gelebilecek sorunları öngörebilmek için talep tahminleme yapma gereksinimi ortaya çıkmıştır. Sağlık alanında talep tahmini yöntemlerinin kullanımının önemi giderek artmaktadır (Aslan ve Sığınç, 2022). Talep tahminleme gelecek öngörüsü sunarak sağlık hizmetlerinde verimliliği artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir.

Tahmin, stratejik planlama süreçlerinde büyük bir rol oynar. Yöneticiler, tahmin bilgilerini karar verme süreçlerinde sıklıkla kullanır ve bu tahminler, kurumların gelecekteki fırsatları belirlemede ve olası riskleri azaltmada yardımcı olur. Farklı sektörlerde, gelecekteki talebi tahmin etmek için çeşitli tahmin teknikleri kullanılır, çünkü her sektörün kendine özgü iş planlama yöntemleri ve gereksinimleri vardır (Dang ve diğerleri, 2016).

Sağlık sistemlerinde geleceğe yönelik bilgilerin elde edilmesi oldukça önemlidir. Bu bilgiler, bireylerin sağlık hizmetlerine daha nitelikli ve kaliteli bir şekilde erişimini sağlar, aynı zamanda sağlık kurumlarının mevcut kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur. Bu verilere dayalı olarak, sağlık hizmeti sunumunda kişisel hizmetlerin iyileştirilmesi, sağlık kurumlarının kaynaklarının daha etkili kullanılması ve etkili sağlık politikalarının oluşturulması mümkün olur (Koyuncugil ve Özgülbaş, 2009).

Sağlık sektörü, dinamik yapısıyla sürekli olarak evrim geçirmekte ve bu evrim, sağlık hizmetlerini planlama sürecini karmaşık hale getirmektedir. Yeni teknolojilerin gelişimi, demografik değişiklikler, epidemiyolojik eğilimler ve sağlık politikalarındaki değişiklikler, sağlık hizmetlerinin gelecekteki taleplerini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, sağlık kuruluşlarının stratejik planlama süreçlerini etkili bir şekilde yönetmeleri, gelecekteki ihtiyaçlara uygun hizmet sunumunu sağlamak adına kritik bir öneme sahiptir. Öncelikle, mevcut sağlık trendlerini değerlendirmek, nüfus yapısındaki değişiklikleri anlamak ve teknolojik gelişmeleri takip etmek, kuruluşların sağlık

hizmetlerini güncel ve etkili bir şekilde planlamalarına yardımcı olabilir. Karar alıcılar, genel olarak geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak zorundadır ve bu zorunluluk, özellikle sağlık sektöründe büyük bir önem arz etmektedir. Son yıllarda sağlık hizmetlerinde meydana gelen dramatik değişimler, sağlık kuruluşlarını, gelecekteki sağlık hizmetleri ihtiyaçlarını doğru bir şekilde tahmin edebilmek için stratejik planlama yapmaya yönlendirmektedir (Benli ve Yıldız, 2014).

Talep tahmini çalışmaları, istatistik ve operasyon yönetimi literatüründe uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen, son yıllarda sağlık sektöründe farklı branşlarda yapılan talep tahmini çalışmaları gözle görülür bir artış göstermektedir. Sağlık sektöründe talep tahmininin giderek artan popülerliği, sağlık hizmetlerinin etkin bir şekilde planlanması ve yönetilmesi adına kritik bir rol oynamaktadır. Talep tahmini, sağlık hizmetlerinin kalitesini yükseltme, kaynakları daha etkin bir şekilde kullanma ve geleceğe yönelik stratejik planlamayı güçlendirme açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu yöntemler, sağlık hizmeti sunan kurumların rekabet avantajını artırabilir ve toplum sağlığına daha fazla katkıda bulunmalarına olanak tanıyabilir. Bu bağlamda, sağlık sektöründeki yöneticiler ve profesyonellerin talep tahmini teknikleri konusunda bilgi sahibi olmaları ve bu teknikleri etkili bir şekilde kullanmaları, sağlık hizmetlerinin kalitesini ve erişilebilirliğini artırabilir. Sağlık sektöründeki talep tahmini çalışmalarının artan önemi, bu alanda faaliyet gösteren profesyonellerin bu tekniklere hâkimiyetini ve etkili bir biçimde kullanımını gerektirmektedir. Bu yaklaşım, sağlık hizmetlerinin sürekli olarak iyileştirilmesi ve toplum sağlığının artırılması için önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır (Benton, 2018).

Sağlık hizmetlerinin planlanmasında ve yönetiminde acil servise başvuran hasta sayısı, önemli bir rol oynamaktadır. Doğrusal regresyon modeli ile, hastaların sayısının gelecekte nasıl değişeceğine dair değerli bilgiler sağlanarak, sağlık kurumlarının kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanmasına, hizmet kalitesini artırmasına ve stratejik planlama süreçlerini güçlendirmesine yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Sağlık sektöründeki yöneticiler ve profesyonellerin, bu tür tahmin tekniklerini etkili bir şekilde kullanmaları, sağlık hizmetlerinin sürekli olarak iyileştirilmesine yönelik adımlar atmalarını sağlamak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, çalışmada Bingöl Devlet Hastanesinde acil sağlık hizmetlerini tercih eden hastaların gelecek dönemlerdeki sayıları, doğrusal regresyon tahmin yöntemi kullanılarak öngörülmüştür.

2. Literatür Taraması

Acil sağlık hizmetlerinde talep tahminini belirlemek amacıyla literatürde birçok kapsamlı çalışma gerçekleştirilmiştir; bu çalışmalar, sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetimi açısından büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, farklı sektörlerde yapılan talep tahminleme çalışmalarının yöntemleri incelenmiş ve elde edilen bulgular ışığında, acil sağlık hizmetlerinde talep tahmini üzerine odaklanılmıştır. Literatürdeki bu çalışmalar, çeşitli yöntemler ve modeller

kullanarak gelecekteki talepleri öngörmeyi amaçlamıştır. Aşağıda, bu alanda yapılmış bazı önemli çalışmalara yer verilmiştir

Akyurt (2015) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin üretim kararı verdiği yerli üretim otomobilde ortaya çıkacak talep, tahmin edilmeye çalışılmıştır. 2011-2015 yılları arasında aylık yerli otomobil satış miktarları kullanılıp ileri beslemeli yapay sinir ağlarıyla talep tahmini yapılmıştır. Tahminde kullanılan performans ölçütleri ortalama mutlak yüzde hata (mean absolute percentage error – MAPE) ve ortalama hata kare (mean square error – MSE) değerleri kullanılmıştır.

Karahan (2015) tarafından yapılan çalışmada, faaliyet gösteren tüm işletmelerin gelecekteki durumlarını öngörebilme ve buna bağlı olarak rekabet edilebilirliğini arttırma ve geliştirme çabalarının önemi üzerinde durulmuştur. Buna istinaden, Malatya ilinde kuru kayısı ürününe ait ihracat miktarları alınarak talep tahmini yapılmıştır. Yapay sinir ağları modeli kullanılarak yapılan bu talep tahmini sonuçlarının tutarlı ve güvenilir olduğu görülmüştür.

Kochak ve Sharma (2015) tarafından yapılan çalışmada, tüketici taleplerinin tahmin edilmesinin zorluklarından bahsedilmiş ve yapay zekâ ile talep tahmini performansının zaman serisi analizlerine göre daha doğru ve güvenilir olduğundan bahsedilmiştir. Üretim ve stok yönetimde doğru kararlar alabilme ve planlama yapabilmenin önemi üzerinde durmuşlardır. Yapay sinir ağlarının diğer yöntemlere göre daha doğru ve güvenilir tahmin sonuçların ortaya koyulduğu görülmüştür.

Yiğit (2016) tarafından yapılan çalışmada, Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesi'nin serum seti tüketiminin kantitatif tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin modelinin belirlenerek gelecek dönemlere ait serum seti tüketimi tahmininin yapılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt- Winters ve doğrusal regresyon tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada serum seti tüketiminde en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Amirkolaii, Baboli, Shahzad ve Tonadre (2017) yaptıkları çalışmada, hizmet sektörlerinde tedarik zincirlerinde talep doğruluğu, müşteri memnuniyeti ve finansal performans açısından oldukça önemli bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada en iyi performansı gösteren yapay zekâ yöntemlerini ve performans ölçümlerini seçmek için hizmet ve hizmet dışı tedarik zincirlerinde kullanılan mevcut tahmin yöntemlerine ilişkin bir araştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, hareketli ortalama yöntemi, üssel düzeltme yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre daha fazla özelliklere sahip sinir ağı'nın talep tahminini daha güvenilir şekilde yaptığı ve finansal maliyetleri azalttığı ortaya çıkmıştır.

Efendigil ve Eminler (2017) tarafından yapılan bu çalışmada, 1950-2015 yılları arasında hava yolları ve yolcuları konusunda yapılmış 114 makale teknik, ülke ve

yıllar bazında incelenmiş ve bunun sonucunda klasik uygulamaların yerine yapay zekâ tekniklerinin daha elverişli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada havacılık sektöründeki yolcuların talep tahmininin oldukça önemli olduğunun belirtilerek, yapay zekâ teknikleri ile ekonometrik bir model olan regresyon tekniği karşılaştırması yapılmıştır. Adaptif sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS), yapay sinir ağları ve regresyon analizinin kullanıldığı bu çalışmada, havacılık sektöründe yolcu talep tahmini konusunda en başarılı ve güvenilir sonuçları “yapay sinir ağları” tekniğinin verdiği bulunmuştur.

Akpınar (2017) tarafından yapılan bu çalışmada, ülkelerin enerji talep tahminlerini doğru ve güvenilir bir şekilde yapmalarının ekonomik ve sosyal kayıplarını azaltmak için oldukça önemli olduğu üzerinde durmuştur. 4 senelik doğalgaz verileri baz alınarak, Zaman serilerinin ayrıştırılması (ZSA), Winters üstel düzleştirme (WÜD) yöntemi, tümleşik kendiyile bağlaşımlı hareketli ortalama (ARIMA), sezonsal ARIMA (SARIMA) yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmiştir.

Chawla, Singh, Lamba, Gangwani ve Soni (2018) yaptıkları çalışmada, sinir ağlarının oluşturulmasında MATLAB ve R yazılımı kullanılmıştır. Veriler düzenlenerek elde edilen sonuçlar Python kullanılarak karşılaştırılmıştır. Analizin tamamı Amerikan çokuluslu perakende şirketi Walmart'ın talep tahminleri kullanılarak yapılmıştır. Walmart mağazasının ortalama satışları hesaplanmış ve normalleştirilmiştir. Kullanılan yöntem çok katmanlı bir yapay sinir ağı algılayıcısı olmuştur. Çalışmanın merkezinde yer alan çok katmanlı yapay sinir ağı algılayıcısı, talep tahmininde etkili bir yöntem olarak öne çıkmıştır. Araştırmacılar, bu modelin kullanılmasıyla elde edilen sonuçların diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Yapay sinir ağları, özellikle Walmart'ın karmaşık talep tahmin süreçlerine uygun bir şekilde uyarlanarak, yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Perakende sektöründe talep tahmininde yapay zeka modellerinin potansiyelini vurgulayarak, bu alandaki gelecekteki çalışmalara ışık tutmuştur.

Sarıyer (2018) tarafından yapılan çalışmada, İzmir ilinde, büyük ölçekli bir eğitim hastanesi acil servisinde ki talep zaman serisi modelleriyle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Hastane veri tabanı kullanılarak, 1 Aralık 2016-28 Şubat 2017 arasında acil servise yapılan hasta sayıları verileri kullanılmıştır. Aralık-14 Şubat arasındaki 76 günlük veri farklı otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) ve mevsimsel otoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMA) modellerinin uygunluk ve test edilmesinde kullanılmış, kalan 14 günlük veri de uygun modellerin performanslarının karşılaştırılmasında kullanılmıştır.

Karakaş (2019) tarafından yapılan çalışmada, Adana ilinde yer alan bir hastanenin çocuk yoğun bakım ünitesine 2015- 2018 yılları arasında gelen aylık hasta sayısı verileri dikkate alınarak zaman serisi analizi yapılmış ve uygun talep tahmin yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Otoregresif birleştirilmiş hareketli ortalamalar (ARIMA), hareketli ortama ve üstel düzeltme yöntemleri kullanılarak

tahminler elde edilmiş ve bu yöntemlere ait performans ölçütleri hesaplanmıştır. 3 aylık hareketli ortalama yönteminin en iyi sonucu verdiği ortaya çıkmıştır.

Şahin (2019) tarafından yapılan bu çalışmada, bir eğitim ve araştırma hastanesinin çocuk ve erişkin ruh sağlığı ve hastalıkları polikliniğine gelecek yıllarda oluşabilecek talebin belirlenmesini amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için Gri Tahmin Modeli GM(1,1), Basit Üstel Düzeltme Modeli, Üstel Modelleme ve Doğrusal Regresyon Modeli kullanılmıştır. Modellerin tahmin performansı ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) ile ölçülmüştür. Karşılaştırmalar sonucunda GM(1,1)'in (toplam için MAPE=8,82; RMSE=3487) diğer modellere göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Dedeoğlu ve Çetin (2021) tarafından yapılan çalışmada, belirlenen özel bir hastanenin ayaktan hasta, ameliyat sayıları ve yatan hasta sayılarının talep tahmini yapılmıştır. Bu çalışmada hareketli ortalama yöntemi, üssel düzleştirme yöntemi, Holt yöntemi, trend analizi yöntemi ve regresyon analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen tüm bu uygulama sonuçları hata ölçütlerine göre karşılaştırılmıştır.

Çiftçi ve Batur (2022) tarafından yapılan çalışmada, bir acil servise başvuran hastaların talep tahmininin yapılması amaçlanmıştır. Talep tahmininin de zaman serisi yöntemlerinden SARIMA, HoltWinters ve Makina öğrenmesi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada Ankara'da yer alan bir hastanenin 396 günlük hasta sayıları alınmıştır. Kullanılan yöntemler arasında en başarılı yöntemin belirlenmesi amacıyla korelasyon, düzeltilmiş RKARE ve ortalama mutlak yüzde hata ölçütlerinden faydalanılmıştır. Sonuç olarak SARIMA yönteminin diğer yöntemden daha başarılı sonuç verdiği ortaya çıkmıştır.

Kartal (2023) tarafından yapılan çalışmada, geleneksel yöntemlerle yapılan talep tahminlerin yeterli olmaması nedeniyle yapay zekâ yöntemi seçilmiştir. 10 mağazaya ait 50 üründe 5 yıllık veriler alınarak çalışma yapılmıştır. Sonuçlar, Prophet modelinin MOYH metriğine göre günlük satış tahminlerinde %14.42, haftalık tahminlerde %6.65 ve aylık tahminlerde %5.78 hata oranlarıyla tahminler yapabildiğini göstermiştir. Sonuç olarak perakende sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin bu modelden faydalanabilecekleri belirtilmiştir.

Bu çalışma, literatüre çeşitli açılardan önemli katkılar sunmayı hedeflemektedir. İlk olarak, acil hasta sayıları üzerine yapılan talep tahmininin geleceğe yönelik öngörüler sunma amacı, sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetiminde yeni bir perspektif sunmaktadır. Bu, sağlık sektöründe planlama süreçlerini daha stratejik ve geleceğe odaklı bir şekilde şekillendirmek isteyen karar alıcılar için değerli bir kaynak olabilir. Çalışmanın en önemli katkılarından biri, sağlık hizmetlerinden yararlanan bireylerin talep tahmininin yapılmasıyla gelecekte sağlık hizmetlerinde daha etkin ve verimli planlama yapılabilmesidir. Özellikle yapay zeka destekli talep tahmini, acil sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetiminde önemli bir dönüşüm sağlayabilecektir. Bu, mevcut kaynakların daha

etkili bir şekilde kullanılmasını ve acil sağlık hizmetlerinin daha iyi bir şekilde koordine edilmesini mümkün kılabilir. Bu noktada, çalışma, sağlık sektöründe yapay zekâ tabanlı uygulamaların kullanımının artırılmasının önemini vurgulamakta ve bu teknolojilerin acil sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmada nasıl kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, literatüre sağlık hizmetlerinde talep tahmininin yapılmasında yapay zekânın nasıl kullanılabileceği konusunda önemli bir bilgi katkısı sağlamaktadır. Bu, gelecekteki sağlık planlaması ve yönetimi için bilgi tabanlı ve teknoloji destekli stratejiler geliştirmek isteyen araştırmacılara, sağlık politika yapıcılara ve sağlık sektörü profesyonellerine önemli bir rehberlik sağlayabilir.

3. Veri Seti ve Yöntem

Araştırmada üzerinde durulan ve açıklanmaya çalışılan sorun, araştırma problemi ile belirlenmektedir. Araştırma probleminin iyi belirlenmesi yapılan araştırmanın çok daha başarılı olmasını sağlayabilmektedir. Bu amaçla acil hasta sayılarının talep tahmininin yapılarak geleceğe yönelik öngörü sunulabilmesi için Bingöl Devlet Hastanesi acil hasta sayıları üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bingöl'de 2013-2023 yılları arasında devlet hastanesi gerçek hasta sayıları ve tahmin edilen hasta sayıları gösterilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın özellikle, Bingöl'deki devlet hastanesi 2013-2023 yılları arasında hastaneye giriş yapacak acil hasta sayılarının doğrusal regresyon yöntemiyle talep tahmini yapılarak, işlevsel olarak kullanabilecekleri nitelikte sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada yöntem olarak yapay zeka veri tabanlı makine öğrenmesi temelli doğrusal regresyon ile tahmin yapılmıştır. Acil hasta sayılarının talep tahmininin yapılması için yapay zekadan yararlanılmış ve önceki veriler analiz edilerek güvenilirlik sağlanmıştır. Sağlık bakanlığından alınan veriler ışığında doğru ve güvenilir verilerle analizler söz konusudur.

Çalışmanın materyalini Bingöl ilinde devlet hastanesine giriş yapan hasta sayıları temel alınarak oluşturulmuştur. Bingöl ilinde 2013-2023 yıllarını kapsayan 11 yıllık hasta sayıları aylık olarak alınarak, hasta sayıları tahmin edilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. Makine öğrenmesiyle kurulacak doğrusal regresyon modeli ile doğru tahmin yapabilmek için 2013-2023 yıllarında Bingöl ilinde acil servis hasta sayılarına etki edebilecek (doktor sayısı, il nüfusu, cinsiyet yapısı, genç nüfus sayısı, yetişkin nüfus sayısı, yaşlı nüfus sayısı, kişi başı gelir, okuma yazma oranları, ÜFE ve TÜFE, kişi başına düşen sağlık harcaması ve kamu sağlık harcaması oranı) 13 faktör değişken olarak seçilmiştir. Belirlenen değişkenler doğrusal regresyon modelinin bağımsız(girdi) değişkenini, toplam hasta sayısı ise modelin bağımlı(çıktı) değişkenini oluşturacaktır. Veriler, Sağlık Bakanlığının izni ile Bingöl İl Sağlık Müdürlüğünden temin edilmiş ve aşağıdaki Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Bingöl Devlet Hastanesinin Acil Hasta sayılarının Aylara Göre Dağılımı

Yıllar	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay	7.Ay	8.Ay	9.Ay	10.Ay	11.Ay	12.Ay
2013	14430	12123	14189	14047	14557	13557	12272	14064	12367	13353	12610	13218
2014	15909	11571	14613	14221	15171	15703	14178	14974	13642	15522	15497	17248
2015	14974	14241	19257	17682	16132	14310	16266	14067	14034	16288	15888	16435
2016	27632	12696	14587	14223	15283	13262	30698	21235	15904	16523	14753	16203
2017	15828	14355	20775	19508	18961	14453	17088	19043	16816	17234	15127	16345
2018	15850	16238	18853	17229	17236	17345	19219	21526	17681	18025	18416	19152
2019	19899	17060	19606	19094	18298	20092	19308	20406	19226	19048	17583	21689
2020	23575	15958	14226	5704	7824	10740	12191	16845	15320	14709	18305	12584
2021	10310	10881	15221	18431	16310	17613	24370	29383	22405	21464	26400	19427
2022	22706	14450	16695	14246	18552	16871	24498	19815	16162	19525	19754	23288
2023	24281	12948	19040	17889	21063	20536	22643	22007	21191	22298	19441	23026

Yukarıda 2013-2023 yılları arasında Bingöl Devlet Hastanesine giriş yapan hasta sayıları tablo şeklinde gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere hasta sayılarında orantılı bir şekilde düşüş veya yükseliş görülmemektedir. Bingöl Devlet Hastanesi acil servis hasta sayılarının 2013-2023 yılları arasındaki aylık verileri incelendiğinde, 2016 ve 2017 yıllarında hasta sayılarında ani artışlar görülürken, 2020 yılında COVID-19 pandemisinin etkisiyle belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Pandemi sonrası hasta sayıları yeniden artışa geçmiş ve 2021 yılında yüksek seviyelere ulaşmıştır. Veriler, hasta sayılarında mevsimsel dalgalanmaların olduğunu göstermektedir.

4. Doğrusal Regresyon Modelinin Kurulması ve En Uygun Modelin Seçilmesi

Doğrusal regresyon modelinin kurulması ve en uygun modelin seçilmesi, veri analitiği ve makine öğrenimi alanlarında önemli bir adımdır. Bu süreç, karmaşık veri setlerinden anlamlı bilgiler elde etmek için kullanılan güçlü bir araçtır. Bu çalışmada, doğrusal regresyon modelinin temelleri incelenmiş ve nasıl uygulanacağı adım adım açıklanmıştır. İlk olarak, veri hazırlığı ve görselleştirme aşamalarıyla başlanmış, doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve modelin uygunluğu çeşitli istatistiksel metriklerle değerlendirilmiştir. Ardından, modelin doğrulanması ve ayarlanması süreci ele alınmış ve en uygun modelin seçilmesi için kriterler belirlenmiştir. Aşağıda tablo 2’de regresyon modellerinin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 2: Regresyon Model Sonuçları

MODEL	RMSE
Quadratic SVM	0.17399
Cubic SVM	0.44092
Fine Gaussian SVM	0.14083
Medium Gaussian SVM	0.13286
Course Gaussian SVM	0.14045
Boosted Trees	0.13918
Bagged Trees	0.13119
Squared Exponential GPR	0.13998
Matern 5/2 GPR	0.13836
Exponential GPR	0.13498
Rational Quadratic GPR	0.13390

Bu aşama, modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırarak, analizin sonuçlarının daha sağlam olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, lineer regresyon analizinde en iyi modelin seçilmesi, analizin temel bir parçasıdır ve doğru kararların verilmesi için dikkatli bir değerlendirme gerektirmektedir. Bu analizde, veri setindeki değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade etmek için bir doğrusal model oluşturulmuştur. Bingöl devlet hastanesine gelen toplam hasta sayıları aylık olarak bağımlı değişken ve buna etki eden 13 faktör bağımsız değişken olarak alınmıştır. En iyi modelin seçildiği bu aşamada, modelin uygunluğu değerlendirilmiş ve farklı modeller arasında karşılaştırma yapılmıştır. Modellerin RMSE değerleri ölçüt alınarak karşılaştırma yapılmıştır. En iyi modelin seçilmesi, en düşük RMSE değerine sahip olan modelin tercih edilmesini içermektedir.

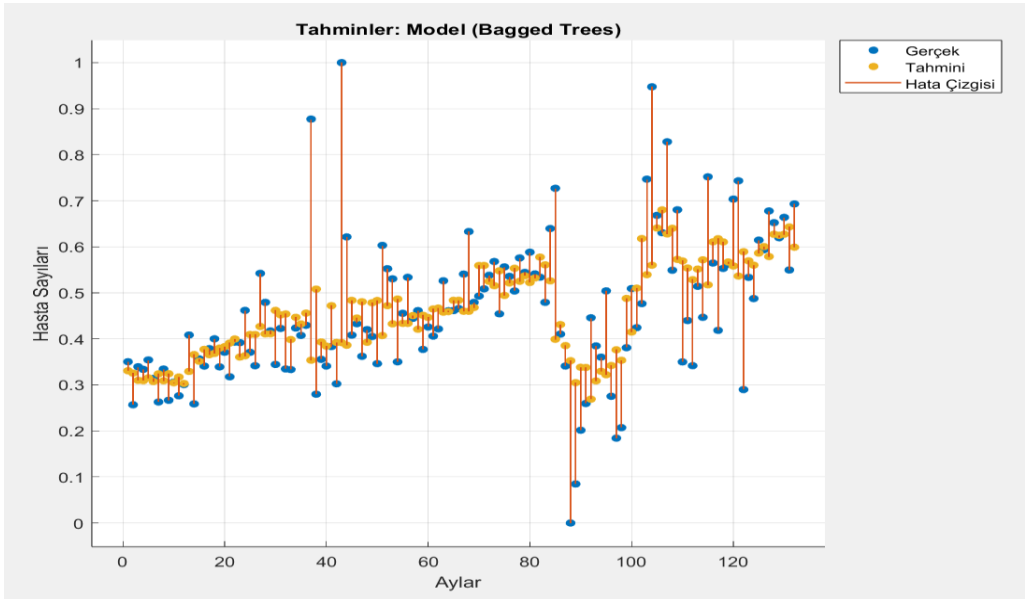
Tablo 2, farklı makine öğrenimi ve regresyon tekniklerinin bir dizi veri kümesine uygulanmasıyla elde edilen kök ortalama kare hatası (RMSE) sonuçlarını göstermektedir. RMSE, bir modelin tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar sapma gösterdiğini ölçen bir metrik olarak kullanılmaktadır ve daha düşük bir RMSE değeri, daha iyi bir tahmin performansını işaret etmektedir. Tablodaki farklı modellerin performansı incelendiğinde, Boosted Trees ve Exponential GPR gibi modellerin düşük RMSE değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Öte yandan, Cubic SVM ve Fine Gaussian SVM gibi modellerin RMSE değerleri biraz daha yüksektir, bu da bu modellerin daha az doğrulukla tahminlerde bulunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, Bagged Trees(0.13119) modelinin en düşük RMSE değerine sahip olduğu görülmektedir. Model sonuçları aşağıda tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Doğrusal Regresyon(Bagged Trees) Sonuçları

RMSE (Karekök Ortalama Kare Hata)	0.13119
R-Kare	0.31
MSE (Ortalama Kare Hata)	0.017211
MAE (Ortalama Mutlak Hata)	0.089906
Tahmin hızı	1900 gözlem/sn
Eğitim süresi	3.71 sn

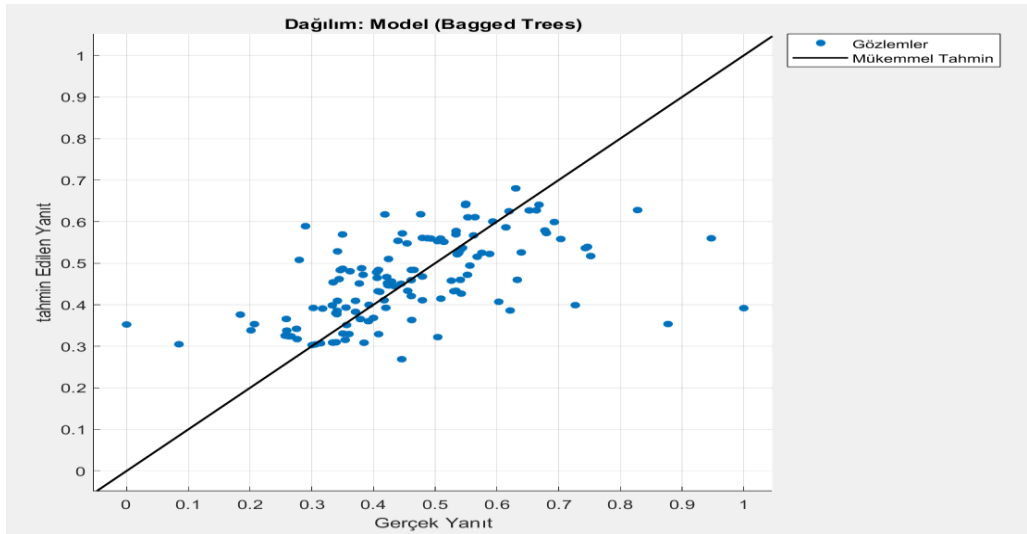
Tablo 3'te, doğrusal regresyon modelinin tahmin performansı ve yapılandırmasını özetleyen bir makine öğrenmesi yazılım sonuçları gösterilmektedir. Tabloda, eğitilmiş bir makine öğrenme modelinin performansı ve yapılandırması detaylı bir şekilde incelenmiştir. Modelin RMSE, R-Kare, MSE ve MAE gibi önemli metrikler üzerindeki performansı değerlendirilmiş ve modelin tahmin hızı ile eğitim süresi hakkında bilgi verilmiştir. RMSE değeri 0.13119 olarak belirlenmiştir, bu modelin tahminlerinin gerçek değerlerden ortalama olarak 0.131 birim sapma gösterdiğini gösterirken, R-Kare değeri 0.31 olarak belirtilmiştir, bu da modelin bağımsız değişkenlerin %31'inin bağımlı değişkendeki varyansı açıkladığını göstermektedir. Ayrıca, MSE değeri 0.017211 olarak belirlenmiştir ve MAE değeri 0.089906 olarak belirtilmiştir. Tahmin hızı yaklaşık olarak 1900 gözlem/saniye olarak tahmin edilirken, modelin eğitimi için gerekli süre 3.71 saniyedir. Bu metrikler, modelin tahmin performansı, doğruluğu ve hesaplama hızı hakkında önemli bilgiler sağlamakta ve modelin pratik uygulanabilirliği ve güvenilirliği hakkında temel oluşturmaktadır.

Grafik 1: Kaynak Sayısı Tahminleri



Grafik 1, Bingöl Devlet Hastanesi acil servisine yönelik bir analiz sunmaktadır. 2013-2023 yıllarını kapsayan geniş bir zaman diliminde gerçek hasta sayıları ile doğrusal regresyon modeli tarafından yapılan tahminler arasındaki karşılaştırmayı görsel olarak sunmaktadır. Grafikte, zamana bağlı olarak hastane acil servisine giriş yapan hasta sayıları, mavi noktalarla vurgulanmış ve her bir noktanın etrafında yer alan turuncu hata çubukları, verilerin belirsizlik aralığını yansıtmaktadır. Ayrıca, doğrusal regresyon modeli tarafından yapılan tahminlerin temsil edildiği turuncu noktalar, veri noktalarının genel eğilimini ve gelecekteki eğilimleri öngörme kabiliyetini göstermektedir. Bingöl Devlet Hastanesi'nin acil servisine ilişkin bu analiz, gelecekteki talepleri öngörmek ve etkin bir şekilde hizmet sunmak için kritik bir araç olabilecektir. Ayrıca, doğrusal regresyon modeli tarafından yapılan tahminlerin gerçek verilerle karşılaştırılması, modelin gelecekteki hasta sayılarını tahmin etme doğruluğunu değerlendirmek adına önemli bir referans noktası sunmaktadır. Bu analiz, hastane yöneticilerine gelecekteki talepleri öngörmek ve acil servis hizmetlerini etkin bir şekilde planlamak için değerli bir perspektif sunmaktadır. Bu verilerin kullanılması, hastane kaynaklarının verimli bir şekilde yönetilmesine ve acil servis kalitesinin artırılmasına katkı sağlayabilecektir.

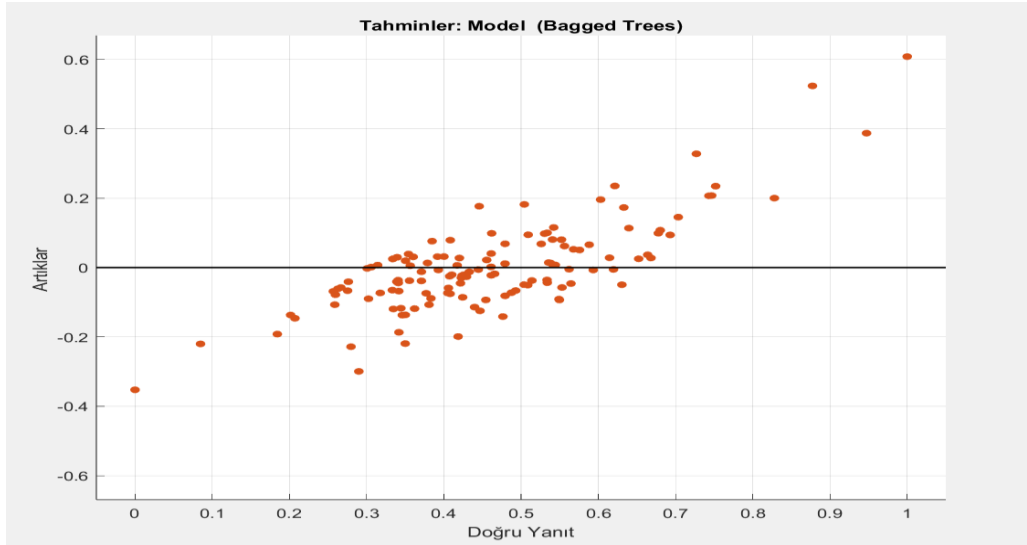
Grafik 2: Dağılım Grafiği



Dağılım grafiği, gerçek yanıtlar ile modelin tahmin ettiği yanıtlar arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Grafikte, X eksenini gerçek yanıtları temsil ederken, Y eksenini ise modelin tahmin ettiği yanıtları göstermektedir. Mavi renkteki noktalar, her bir veri noktasını temsil ederken, bu noktaların mükemmel tahmin çizgisine olan uzaklıkları, modelin doğruluğu ve hassasiyeti hakkında önemli ipuçları vermektedir. Mükemmel tahmin çizgisi, ideal durumu temsil etmektedir ve modelin tam olarak doğru tahmin yaptığı durumu göstermektedir. Grafikteki noktaların bu çizgiye ne kadar yakın veya uzak olduğu, modelin ne kadar doğru tahminler yaptığını ve tahmin hatalarının boyutunu göstermektedir. Veri

noktaları genellikle çizgi etrafında yoğunlaşmış durumda, bu da modelin tahminlerinin makul bir doğruluk seviyesine sahip olduğunu göstermektedir.

Grafik 3: Değişim Oranları Grafiği



Grafik 3'te, X eksenini "Gerçek yanıt" olarak 0 ile 1 arasında değiştirmektedir, y eksenini ise "Artıklar" olarak yaklaşık -0.6 ile 0.6 arasında değiştirmektedir. Grafik, çoğunlukla -0.2 ile 0.2 arasında y eksenini üzerinde dağılmış birçok turuncu noktadan oluşmaktadır, bu durum çoğu tahminin artıklarının bu aralıkta olduğunu göstermektedir. Ayrıca, $y=0$ noktasında mükemmel bir eşleşme sağlayacak olan yatay siyah bir çizgi bulunmaktadır, bu da tahmin edilen değerlerin gerçek değerlerle tam olarak eşleştiği noktayı temsil etmektedir ve artık hata olmadığını göstermektedir. Veri noktaları, grafiğin merkezi etrafında daha yoğun bir şekilde yer almaktadır, bu da gerçek yanıtın aralığın ortasında olduğunda kalıntıların daha küçük olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, modelin tahminlerinin oldukça doğru olduğunu gösteren bir desen vardır ve kalıntılar deseninden sistemli bir sapma gözlenmemektedir. Bu durum, modelin tahminlerinin genellikle doğru olduğunu ve hata dağılımının rastgele olduğunu göstermektedir.

Tablo 4: Gerçek Veri Ve Tahmini Verilerin Karşılaştırılması

Aylar	Veri	Tahmin	Aylar	Veri	Tahmin	Aylar	Veri	Tahmin
1	14460	13750	45	15904	16697	89	7824	8002
2	12123	14247	46	16523	16063	90	10740	12123
3	14189	12627	47	14753	15404	91	12191	13480
4	14047	15986	48	16203	16595	92	16845	14799
5	14557	12446	49	15828	16143	93	15320	14057
6	13557	13458	50	14355	15472	94	14709	15164
7	12272	13052	51	20775	18786	95	18305	14054

8	14064	13750	52	19508	19328	96	12584	14982
9	12367	12567	53	18961	18194	97	10310	10946
10	13353	13661	54	14453	15757	98	10881	11751
11	12610	13170	55	17088	17699	99	15221	16270
12	13218	13815	56	19043	17879	100	18431	16341
13	15909	15632	57	16816	17042	101	16310	17893
14	12171	13493	58	17234	16766	102	17613	17815
15	14613	14402	59	15127	15820	103	24370	22339
16	14221	13784	60	16345	16730	104	29383	24157
17	15171	15150	61	15850	17193	105	22405	21850
18	15703	15732	62	16238	16684	106	21464	21468
19	14178	14641	63	18853	17059	107	26400	22653
20	14974	14791	64	17229	17266	108	19427	20308
21	13642	14402	65	17236	17347	109	22706	19833
22	15522	15612	66	17345	17393	110	14450	16207
23	15497	15642	67	19219	21934	111	16695	16220
24	17248	16856	68	21526	17527	112	14246	15510
25	14974	15640	69	17681	18080	113	18552	17825
26	14241	15750	70	18025	18186	114	16871	17815
27	19257	17019	71	18416	18228	115	24498	21446
28	17682	16814	72	19152	18965	116	19815	19958
29	16132	15768	73	19899	18616	117	16162	17228
30	14310	15106	74	17060	18501	118	19525	19265
31	16266	15223	75	19606	19636	119	19754	20518
32	14067	17366	76	19094	18523	120	23288	20738
33	14034	15044	77	18298	19010	121	24281	20932
34	16288	12760	78	20092	19665	122	12948	15007
35	15888	16443	79	19308	19147	123	19040	18239
36	16435	16237	80	20406	19663	124	17889	18746
37	27632	21510	81	19226	19249	125	21063	20217
38	12696	13865	82	19048	18266	126	20536	20641
39	14587	15945	83	17683	18030	127	22643	21478
40	14223	15021	84	21689	20206	128	22007	21433
41	15283	16225	85	23875	18332	129	21191	20966
42	13262	14053	86	15958	17216	130	22298	20807
43	30698	19262	87	14226	15452	131	19441	21255
44	21235	22403	88	5704	6949	132	23026	20822

Tablo 4'te, 2013 yılından 1. aydan başlayarak 2023 yılına kadar toplamda 132 aylık dönemde Bingöl Devlet Hastanesine giriş yapan acil hasta sayılarının gerçek

verileri ile makine öğrenmesi tabanlı doğrusal regresyonla tahmin edilen sonuçlar yer almaktadır. Veriler incelendiğinde, genel olarak gerçek ve tahmini değerler arasında bir uyum gözlemlenmektedir. Regresyon modeli, genellikle gerçek verilere oldukça yakın tahminler yapmıştır. Ancak bazı aylarda gerçek ve tahmini değerler arasında belirgin farklılıklar da gözlemlenmektedir. Bu durum, regresyon modelinin belirli dönemlerde daha az doğru tahminler yapabildiğini göstermektedir. Özellikle pandemi dönemi olarak kabul edilen ayları detaylı olarak incelediğimizde, 84. aydan sonra pandemi etkisiyle acil hasta sayılarında belirgin değişiklikler yaşandığı görülmektedir. Ancak genel olarak, modelin hastane acil servisine olan talebi doğru bir şekilde öngörebildiği ve gerçek verilere oldukça yakın tahminler yaptığı söylenebilmektedir. Bu verilerin analizi, hastane yöneticilerine gelecekteki hasta yükünü daha iyi planlama ve kaynakları etkin bir şekilde yönetme konusunda önemli bir rehberlik sağlayabilir. Regresyon modelinin başarısı ve doğruluğu, hastane acil servisinin verimliliğini artırmak için stratejik kararlar alınmasına yardımcı olabilir.

5. Sonuç ve Öneri

Çalışmada, Bingöl ilinde 2013-2023 yılları arasında devlet hastanesine başvuran acil hasta sayıları veri seti kullanılarak doğrusal regresyon yöntemiyle tahmin yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler arasında doktor sayısı, il nüfusu, cinsiyet yapısı, genç nüfus sayısı, yetişkin nüfus sayısı, yaşlı nüfus sayısı, kişi başı gelir, okuma yazma oranları, ÜFE ve TÜFE, kişi başına düşen sağlık harcaması ve kamu sağlık harcaması oranı gibi faktörler yer almaktadır. Bu faktörler doğrusal regresyon modelinin bağımsız değişkenlerini oluşturmuş ve toplam hasta sayısı ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Matlab programı kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, geçmiş veriler analiz edilerek geleceğe yönelik güvenilir tahminler elde edilmiştir.

Sağlık sektöründe talep tahmini önemli bir konu olup, geleceğe yönelik planlama ve stratejik kararlar için kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, Bingöl Devlet Hastanesi acil hasta sayılarına yönelik talep tahmini yapılmasının amacı, sağlık hizmetlerinin etkin bir şekilde planlanması ve yönetilmesine katkı sağlamaktır. Bu çalışma, sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetilmesinde yapay zeka tabanlı tahmin modellerinin etkin bir şekilde kullanılmasının önemini vurgulamaktadır.

Çalışmanın en temel bulgusu, Bagged Trees regresyon modelinin Bingöl Devlet Hastanesi'nin acil servis hasta sayılarını tahmin etmede en iyi performansı gösterdiğidir. Modelin RMSE değerinin 0,1319 olması, tahminlerin gerçek verilerle oldukça uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, R-kare değeri 0,31 olarak hesaplanmış, bu da modelin bağımsız değişkenlerin %31'ini açıklayabildiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, sağlık kurumlarının acil hasta talebini daha doğru tahmin edebilmesi ve kaynaklarını daha etkin yönetebilmesi açısından oldukça değerlidir. Acil servis hasta sayılarının doğru öngörülmesi, personel planlaması, ilaç ve tıbbi malzeme stoklarının yönetimi,

kapasite planlama gibi kritik alanlarda sağlık kurumlarına önemli katkılar sağlayabilecektir.

Analizler sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, Bingöl ilindeki devlet hastanesine başvuran acil hasta sayılarındaki değişimlerin belirlenmesi ve gelecekteki taleplerin öngörülmesi için doğrusal regresyon modelinin etkili bir araç olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan değişkenler arasında doktor sayısı, il nüfusu, cinsiyet yapısı, yaş gruplarına göre nüfus dağılımı, ekonomik göstergeler ve sağlık harcamaları gibi faktörlerin acil hasta sayıları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre, Bingöl Devlet Hastanesi acil hasta sayılarındaki değişimlerin belirli faktörlere bağlı olarak tahmin edilebileceği görülmüştür. Özellikle il nüfusu, ekonomik göstergeler ve sağlık harcamaları gibi faktörlerin acil hasta sayıları üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörlerin gelecekteki talepleri tahmin etmede önemli bir rol oynadığı ve doğru stratejik planlama yapılmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada kullanılan doğrusal regresyon modelinin, diğer sağlık kurumlarına da uyarlanarak test edilmesi önemlidir. Böylece modelin genellenebilirliği artırılabilir. Gelecekte, hasta talebi üzerinde etkili olabilecek ek değişkenlerin modele dahil edilmesi, tahmin performansını daha da iyileştirebilecektir. Hasta talebinin mevsimsel ve günlük değişimlerinin de dikkate alındığı daha sofistike zaman serisi modellerinin kullanılması, öngörü kalitesini artırabilecektir. Elde edilen tahmin sonuçlarının, sağlık kurumlarının stratejik planlama ve karar verme süreçlerine entegre edilmesi gerekebilir. Elde edilen tahminlerin sağlık politikalarının oluşturulmasında ve sağlık hizmetlerinin planlanmasında kullanılması önemlidir. Talep tahminlerinin stratejik karar alma süreçlerinde etkin bir şekilde değerlendirilmesi sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir. Bu önerilerin dikkate alınması, sağlık sektöründe talep tahmini çalışmalarının daha etkili ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlayabilir ve sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma sağlık sektöründe talep tahmini konusunda önemli bir referans noktası oluşturmaktadır. Önerilen doğrusal regresyon modelinin, Bingöl Devlet Hastanesi başta olmak üzere diğer sağlık kurumlarına da uygulanması, onlara gelecekteki hasta taleplerini daha doğru öngörme imkanı sunacaktır. Bingöl Devlet Hastanesi acil hasta sayıları için yapılan doğrusal regresyon analizi, sağlık sektöründe talep tahmininin önemini vurgulamakta ve geleceğe yönelik planlamaların daha etkin bir şekilde yapılmasına katkı sağlamaktadır. Bu tür analizlerin sağlık hizmetlerinin kalitesini artırma, kaynakların verimli kullanılmasını sağlama ve toplum sağlığını iyileştirme açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı veri setleri ve farklı analiz yöntemleri kullanılarak daha detaylı tahminlerin yapılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Akpınar, M. (2017). *İstatistik ve Yapay Zeka Teknikleri ile Enerji Tüketiminin Tahmini:Sakarya Doğalgaz Tüketiminin Tahmini*. (YÖK Tez Merkezi, Doktora) Sakarya Üniversitesi.
- Akyurt, İ. Z. (2015). Talep Tahmininin Yapay Sinir Ağlarıyla Modellenmesi: Yerli Otomobil Örneği . *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 23, 147-157.
- Amirkolaii, K. N. (2017). Demand Forecasting for Irregular Demands in Business Aircraft Spare Parts Supply Chains by using Artificial Intelligence (AI). *IFAC-PapersOnLine*, 15221-15226.
- Aslan, M., & Sığıncı, H. (2022). Pazarlama Harcamalarının Firma Karlılık ve Büyüme Performansına Etkisi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 311-327.
- Benli, Y., & Yıldız, A. (2014). Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 42(2), 213-224.
- Benton, W. (2018). *Satın Alma Ve Tedarik Zincir Yönetimi*. Çeviren: Ahmet T. Savaş- Murat Düzgün. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.sayfa,28
- Chawla, A. S. (2018). Demand Forecasting Using Artificial Neural Networks—A Case Study of American Retail Corporation. *Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering*, 79-89.
- Çiftçi, S. & Batur Sir, G.D. (2022). Acil Servise Başvuru Sayısının Zaman Serisi Analiz ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Tahmin Edilmesine Yönelik Bir Uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. doi: 10.5505/pajes.2022.18488, 1-13.
- Dang, H. S., Huang, Y. F., Wang, C. N., & Nguyen, T. M. (2016). An Application of the Short-Term Forecasting in the Healthcare Traveling Industry. *Sustainability*, 1-14.
- Dedeoğlu, T., & Çetin, O. (2021). Sağlık Sektöründe Hasta Talebinin Tahmini. *Trakya Üniversitesi İ.İ.B.F E-Dergi*, 10(1), 25-38.

Barut, M. N. & Patır, S. (2024). Demand Forecast for the Number of Emergency Patients with Linear Regression: An Application on Bingöl State Hospital. *Equinox, Journal of Economics, Business & Political Studies*, 11 (2). 19-36. doi: 10.48064/equinox.1485338.

Efendigil, T., & Eminler, Ö. E. (2017). Havacılık Sektöründe Talep Tahminin Önemi: Yolcu Talebi Üzerine Bir Tahmin Modeli. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 12, 14-30.

Karahan, M. (2015). Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 15(2), 165-172.

Karakaş, E. (2019). Çocuk Yoğun Bakım Ünitesine Olan Talebin Zaman Serisi Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 454-462.

Kartal, S. (2023). Prophet Modeli ile Ürün Talep Tahmini [Sözel bildiri özeti]. 3. *Küresel Mühendislik Araştırmaları Konferansı Bildiri Kitabı* içinde (s.84-90), www.globcer.org/_files/ugd/e04d41_b7b1ub3300894770a3418db3872d3826.pdf

Kavuncubaşı, Ş. (2010). *Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Kochak, A. S. (2015). Demand Forecastı Ng Usı Ng Neural Network For Supply Chain Management . *Int. J. Mech. Eng. & Rob. Res.*, 96-104.

Koyuncugil, A. S., & Özgülbaş, N. (2009). Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2(2), 21-32.

Öztürk, M. (1989). *Ruh Sağlığı ve Bozuklukları*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapları.

Şahin, T. (2019). Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Poliklinikliğine Olan Talebin Zaman Serileri Modelleri İle Tahmini. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(4), 749-764.

Sariyer, G. (2018). Acil Servislerde Talebin Zaman Serileri Modelleri ile Tahmin Edilmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 10(1), 66-77.

Yiğit, V. (2016). Hastanelerde Tıbbi Malzeme Talep Tahmini: Serum Seti Tüketimi Üzerinde Örnek Bir Uygulama. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(4), 207-222.