

Makale Türü: Araştırma Makalesi

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİNİ ÜZERİNE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Derya KOCADAĞ¹, Süleyman ŞAHİN²

Öz

Uluslararası hukukla korunan temel bir insan hakkı olan sağlık hakkının bireylere adil ve etkin dağıtılabilmesi kıt kaynakların adil ve en etkin seviyede kullanılması ile mümkün olur. Adil ve etkin organize edilmiş sağlık hizmetleri sunumundan bahsedebilmek için ihtiyaçların doğru tespiti, işgücü tahmini, stok kontrolü, maliyet yönetimi ya da malzeme temini gibi çeşitli alanlarda sağlık hizmetlerine olan talebin tespiti en önemli ihtiyaçtır. Talep tahminleri de bu ihtiyacın giderilmesi noktasında sağlık ekonomisi biliminin ve bilimsel tekniklerin desteği ile karar vericilere destek olmaktadır. Çalışmamızda sağlık sektörü odağında yapılan talep tahmini çalışmalarının ve tahminlemede kullanılan yöntem ve tekniklerin bir kısmının özeti niteliğinde olup, yerli ve yabancı literatürün incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan literatür taraması neticesinde ulaşım, imalat, gıda, sağlık gibi çok çeşitli sektörlerde talep tahmin yöntemlerini içeren çalışmaların varlığı görülmüştür. Kullanılan teknikler açısından incelendiğinde hareketli ortalamalar ve üssel düzgülendirme başta olmak üzere zaman serileri analizi ve regresyon analizi yardımıyla yapılan öngörülerin nispeten daha çok tercih edildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmini, Regresyon, Zaman Serisi Analizi, Sağlık

LITERATURE REVIEW ON DEMAND ESTIMATION IN HEALTH SECTOR

Abstract

The right to health, which is a fundamental human right protected by international law, can be distributed fairly and effectively to individuals through fair and most effective use of scarce resources. Determining the demand for health services such as accurate identification of needs, labor forecasting, inventory control, cost management or material supply is the most important need in order to talk about the provision of fair and effective organized health services. Demand forecasts support the decision makers with the help of health economics science and scientific techniques in order to meet this need. In this study, it is aimed to summarize the demand forecast studies conducted in the focus of health sector and some of the methods and techniques used in forecasting. As a result of the literature review, it is seen that there are studies about forecasting methods and demand forecasts in various sectors such as transportation, manufacturing, food and health. When the techniques used were examined, it was observed that the predictions made with the help of time series analysis and regression analysis, especially moving averages and exponential smoothing, were more preferred.

Keywords: Demand Forecasting, Regression, Time Series Analysis, Health

1. Giriş

Tahmin; bilinmeyen bir parametre değerinin, bilinen parametreler kullanılarak, gelecekteki durumun öngörülmesidir (Yiğit, 2016: 210). Talep tahmini ise işletmenin üretimini planladığı veya yaptığı mal veya hizmete, piyasada gelecek dönemde gerçekleşecek talebin tahmin edilmesine denilmektedir. Tahmin yapılırken, bir değişkene ait geçmiş zaman dilimlerinde elde edilen verilerden yararlanılarak, gelecekte neler olacağına dair ipuçları aranır (Demez, 2016: 47). Talep tahminleri, geleceğe yönelik planları yapma aşamasında karar birimlerine doğru kararlar vermesine

¹Doktora Öğrencisi, Bolu Abant İzzet baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Programı, deryadurankocadag@gmail.com, orcid: 0000000261443433

² Dr. Öğr. Ü., Bolu Abant İzzet baysal Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü, suleymansahin@ibu.edu.tr, 000000019621430X

Bu Yayıma Atıfta Bulunmak İçin: Kocadağ, D., Şahin, S., (2020), Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Literatür Araştırması, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 99-113

desteklemekte ve gelecekte karşılaşılabilecek koşullara karşı şimdiden hazırlıklı olmayı ve kaynakların en etkili biçimde kullanmayı amaçlamaktadır (Yiğit, 2016: 210).

Talep tahmini çalışmaları, istatistik ve operasyon yönetimi literatüründe önemli yer tutmakla birlikte son yıllarda sağlık sektöründe çeşitli branşlarda yapılan talep tahmini çalışmaları yükselen bir ivme göstermektedir. (Sarıyer, 2017). Stok maliyetlerinin hesaplanması, ilaç giderlerinin tahminlenmesi, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sıralanmasında belirleyici faktörlerden olan sağlık göstergelerinin tahmini (hastanın ortalama kalış günü, sağlık kuruluşlarına başvuru sayıları, bebek ölüm oranları vb.) gibi çok çeşitli alanlarda; kaynakların etkin ve verimli kullanımı, tasarruf, maliyet minimizasyonu ya da sunulan hizmetlerin verimlilik ve kalitesinde değer yaratılması, geleceğe yönelik düzenleyici ve önleyici tedbirlerin alınması gibi amaçlarla sağlık sektöründe de tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Bilimsel tahmin yöntemlerinden destek alınarak yapılan öngörüler ile daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde edildiği de tartışılmaz bir gerçektir.

Bu sebeple çalışmamızda sağlık sektöründe yapılan talep tahmini çalışmalarının ve tahminlemede kullanılan yöntemlerin bir özeti niteliğinde; sağlık sektörü odağında ilk etapta Türkiye literatüründe tahmin yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların ve kullanılan tekniklerin bir kısmının özetlenmesi daha sonra da yabancı literatürde tahmin yöntemlerinin kullanım alanlarının ve kullanılan tekniklerin özetlenmesi şeklinde literatür araştırması amaçlanmıştır.

2. Talep Tahmin Yöntemleri

Tahmin yöntemleri kalitatif ve kantitatif tahmin yöntemleri olmak üzere 2 ana grupta incelenebilmektedir. Kalitatif yöntemler daha çok şahsi görüşlere dayanırlar bu sebeple sübjektiftirler. Kişisel yani yargısal olarak yapılan tahminler olup verilere dayalı bilimsel yöntemler kullanmadığı için tahmin performansı düşüktür. Kantitatif yöntemler ise geçmiş verileri kullanarak gelecekteki verilerin tahminlerini matematiksel olarak hesaplayabilmemizi sağlar (Ergün ve Şahin, 2017: 475). Çalışmamızda matematiksel hesaplara dayanan kantitatif yöntemler ile yapılan talep tahmini çalışmalarına odaklanılmış olup ilerleyen başlıklarda bu teknikler kısaca açıklanmıştır.

2.1. Zaman Serileri Analizi

Zaman serilerinin dayandığı varsayım geçmişte olan bir değişme biçiminin gelecekte de benzer şekilde devam edeceğini öngörür. Bir zaman serisinde daima bağımlı değişken (Y) zamana (X) göre değerleri incelenir. En çok kullanılan zaman serileri hareketli ortalamalar, eksponensiyel düzleştirme ve trend analizleridir (Kobu, 2017: 116). Zaman serileri analizi ise, belirli zaman aralıklarında gözlenen bir olay hakkında, gözlenen serinin yapısını veren stokastik süreci modellemeyi ve geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geleceğe yönelik tahminler yapmayı amaçlayan bir metottur (Kaynar ve Taştan, 2009: 162). Zaman serileri analizinde literatürde yer alan birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bazıları hareketli ortalamalar yöntemi, üstel düzleştirme yöntemleri ve Box-Jenkins modelleridir (Ataseven, 2013: 106).

2.1.1. Hareketli Ortalamalar (Moving Averages)

Bu yöntemin amacı tesadüfi etkenlerin (kontrol edilemeyen değişkenler) neden olduğu değişimleri bir ölçüde elimine etmektir. Belirli bir periyoda ait hareketli ortalama tahmin, o periyottan daha önceki son iki veya daha fazla periyodun aritmetik ortalamasını alarak hesaplanır. Bu metotta asıl problem en duyarlı tahminleri veren n değerinin seçimidir. Denenen n değerleri arasında en düşük ortalama sapmayı veren seçilir (Kobu, 2017: 123).

2.1.2. Eksponansiyel Düzleştirme (Exponential Smoothing)

Bu yöntemde basit aritmetik ortalama yerine son gerçek ve tahmini değerlere uygun ağırlıklar verilerek bir çeşit tartılı ortalama alınır. Bunun için önce 0 ile 1 arasında değişen α =Düzgünleştirme katsayısı (smoothing constant) seçilir (Kobu, 2017: 124). İleriki dönemler, temel olarak üstel olarak azalan bir mantıkla geçmiş değerlerin ortalamalarıyla hesaplanır. Hareketli ortalama yönteminde olduğu gibi model, mevsimsellik ve trend içeren veriyi çok iyi ele alamamaktadır. Bir sonraki dönem değeri (t+1 dönemi), üstel düzleştirme yöntemi ile tahmin edilmek istendiğinde, bu dönemin (t dönemi) gerçek değeriyle yine bu dönemin (t dönemi) daha önceden öngörülen değeri farklı ağırlıklar verilerek toplanmaktadır. Burada α değerini belirlemede kullanıcı en az hata veren değeri kullanmaya çalışacaktır (Soysal ve Ömürgönülşen, 2010: 131).

2.1.3. Box-Jenkins Modelleri

Zaman serileri kesikli, doğrusal ve stokastik süreç içeriyorsa Box-Jenkins veya ARIMA modeli olarak adlandırılır. Anılan modeller doğrusal filtreleme modelleri olarak da bilinmektedir. Otoregresif (AR-AutoRegressive), hareketli ortalama (MA-Moving Average), AR ve MA modellerinin karışımı olan Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA-Auto Regressive Moving Average) modelleri en genel doğrusal durağan Box-Jenkins modelleridir. Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağanlaştırılan serilere uygulanan modellere Birleştirilmiş Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA-Auto Regressive Integrated Moving Average) modeli adı verilir. ARIMA modeli Box-Jenkins tekniği olarak adlandırılır. Box-Jenkins modellerinde amaç; zaman serisine en iyi uyan, en az parametre içeren doğrusal modelin belirlenmesidir. Model belirleme aşamasında, zaman serisinin otokovaryans, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına başvurulur (Ataseven, 2013: 106).

2.1.4. Holt Yöntemi

Bu yöntem hareketli ortalama ve basit üstel düzleştirme yöntemlerine göre daha karmaşıktır; çünkü bu yöntem diğer iki yöntemden farklı olarak verideki trendi de ele alabilmektedir. Model içinde iki tane katsayı kullanılmaktadır. Bunlar, α değeri düzleştirme katsayısı ve β değeri trend tahmini için düzleştirme katsayısıdır (Soysal ve Ömürgönülşen, 2010: 132).

2.1.5. Winters Üstel Düzeltme Yöntemi:

Bu yöntemde geçmiş dönem değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak gelecek dönem tahmin değeri olarak kullanılmakta olup yakın geçmiş verilerinin geleceğe etkisi eski döneme göre daha fazladır. Yani yakın geçmişteki dönemden eski döneme gidildikçe üstel azalan ağırlıklar verilmektedir. Holt'un α ve β 'dan oluşan iki parametresine, mevsimsellik tahmini için düzleştirme katsayısı olan γ 'nın eklenmesiyle oluşmuştur. Bu yüzden Holt-Winters yöntemi diye de adlandırılır (Özger v.dğr., 2019: 110).

Bu yöntemde düzleştirme katsayı değerlerinin belirlenmesi çok önem arz etmektedir. Bu katsayıların belirlenmesindeki gaye; bu yöntemin hata kareleri ortalamalarını en küçük yapacak düzleştirme değerlerini elde etmektir (Özger v.dğr., 2019: 110). Eğer verilerin varyansı zamanla değişmekteyse Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi, değişmemekteyse Toplamsal Holt-Winters Yöntemi kullanılmaktadır (Demir v.dğr., 2018: 136).

2.2. Regresyon Analizi

Herhangi bir değişkenin (bağımlı değişken) vir veya birden fazla değişkenle (bağımsız-açıklayıcı değişken) arasındaki ilişkinin $Y=a+bx$ formunda matematiksel bir fonksiyon şeklinde

yazılmasıdır. Regresyon denklemi yardımıyla açıklayıcı değişkenlerin çeşitli değerlerin karşılık bağımlı değişkenin ulaşacağı değer tahmin edilir. Regresyon analizi, bağımsız değişken sayısına göre basit regresyon analizi (tek bağımsız değişken) ve çoklu regresyon analizi (birden çok bağımsız değişken) olmak üzere 2 grupta; fonksiyon tipine göre ise doğrusal regresyon analizi ve doğrusal olmayan regresyon analizi olmak üzere 2 grupta toplanır (Orhunbilge, 2017: 2).

2.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları, insan beyninin fonksiyonları olan öğrenme, kavrama ve tecrübe edinme yolu ile yeni bilgiler ortaya çıkarma gibi özelliklerini otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Yapay sinir ağları sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı ve paralel yapısının fonksiyonlarıyla birlikte bilgisayar ortamında modellenmesidir ve paralel olarak birbirlerine bağlanmış katmanlardan oluşur. Bu katmanlar insan beynindeki sinir sistemine göre benzetilmiş bir yapıdır. Yapay sinir ağları, girdi katmanı, bir veya birden fazla gizli katman ve çıktı katmanı dahil toplam üç katmandan oluşur. Ağın fonksiyonunu bu katmanlar arasındaki bağlantılar oluşturmaktadır. Katmanların birbirleriyle bağlandıkları ağırlık değerlerinin ayarlanarak belirli bir fonksiyonun gerçekleşmesi için ağın eğitilmesi sağlanır. Böylece ağda bir girdiye karşılık bir çıktı üretilir. Bir nöron girdisi başka bir nöronun çıktısıdır. Çıktılar sinaps bağlantılarıyla iletilir. Sinaptik bağlantı ağırlıkları sayısal değerlerle ifade edilir (Türk ve Kıanı, 2019: 33).

Yapay sinir ağı modelinin tasarım ve tahmin süreci; model tasarımı ile başlamakta, sonrasında eğitim metodu ile gizli katman sayısının belirlenmesi, kurulan modelin eğitilmesi ve kullanılan test verilerinin sonucunda talep tahminlerinin üretimi ile devam etmektedir. Tahminlerin hata testleri ise genellikle hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleriyle ölçülmektedir (Ulucan ve Kızılırmak, 2018: 93).

3. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmamızda sağlık sektöründe yapılan talep tahmini çalışmalarının ve tahminlemede kullanılan yöntemlerin bir özeti niteliğinde; sağlık sektörü odağında ilk etapta Türkiye literatüründe tahmin yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların ve kullanılan tekniklerin bir kısmının özetlenmesi daha sonra da yabancı literatürde tahmin yöntemlerinin kullanım alanlarının ve kullanılan tekniklerin özetlenmesi şeklinde literatür araştırması amaçlanmıştır.

4. Sağlık Sektöründe Talep Tahmin Yöntemleri

4.1. Türkçe Literatürde Sağlık Sektöründeki Talep Tahmin Yöntemleri

Regresyon analizi ile yapılmış çalışmalar

Tokat (1985) çalışmasında regresyon yöntemi ile sağlık sektöründe hasta yatağı talep projeksiyonu yapmayı amaçlamıştır. 1964-1983 yılları için nüfus ve yatarak tedavi gören hasta sayılarını kullanarak Türkiye’de 1990 ve 2000 yıllarında ihtiyaç duyulacak toplam hasta yatak sayısını regresyon yöntemi ile tahminlemiştir. Toplam yatak ihtiyacının 1990 yılı için 154.624; 2000 yılı için 217.445 olacağını öngörmüştür.

Ceydeli (2006) çalışmasında, bir üniversite hastanesinde bilgisayarlı tomografi cihazı için yapılacak yenileme yatırımlarının değerlendirilmesinde, Haziran 2004-Mayıs 2005 dönemi verilerini kullanarak mevcut bilgisayarlı tomografi cihazının kapasite kullanım oranını % 75 olarak hesaplamış ve en küçük kareler yöntemi (doğrusal, parabolik ve yarı logaritmik (üssel)) ile Haziran 2005-Mayıs 2006 gelecek dönemi için tetkik talep tahmini yapmıştır. Daha sonra mevcut kapasite kullanım oranı ile öngördüğü talep arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve yatırımın gerekliliğini incelemiş, son aşamada ise yatırımın geri dönüş oranı, net şimdiki değer analizi, nakit akım değeri gibi finansal analizler kullanarak söz konusu yatırımın kârlılığını değerlendirmiştir. Doğrusal

eşitlikle yapılan tetkik talebi 24.774 olarak öngörülmüş ve standart hata 455,017 olarak hesaplanmış; parabolik eşitlikle yapılan tetkik talebi 26.019 olarak öngörülmüş ve standart hata 562,59 olarak hesaplanmış ve son olarak yarı logaritmik (üssel) eşitlikle yapılan tetkik talebi 24.789 olarak öngörülerek standart hata 766,22 olarak hesaplanmıştır. Doğrusal eşitlikle yapılan öngörülerin standart hatası en küçük bulunduğu için tetkik talep tahmininde en güvenilir sonucu veren yöntem olarak kabul edilmiştir. Daha sonra doğrusal eşitlikle yapılan tetkik talebi Haziran 2007-Mayıs 2008 dönemi için 26.658; Haziran 2009-Mayıs 2010 dönemi için 28.542; Haziran 2010-Mayıs 2011 dönemi için 29.484 olarak öngörülmüştür. İlgili cihazın yıllık teorik kapasitesi 13.949 hasta olarak bulunmuştur. % 75 olan kapasite kullanım oranının artırılması için personel sayısının artırılması, iş süreçlerinde revizyonlar yapılması, hizmet içi eğitimler verilerek hasta hazırlık sürelerinin kısaltılması vb. düzenlemelerle sağlanabileceği yönünde önerilerde bulunmuştur.

Sakaoğlu (2010) çalışmasında, İstanbul'da hizmet veren bir eğitim ve araştırma hastanesinde Manyetik Rezonans (MR) cihazı için Haziran 2009- Mayıs 2010 dönemi radyoloji verilerini kullanarak mevcut durumda kapasite ölçümünü yapmış ve gelecek yıl için (Haziran 2010-Mayıs 2011) regresyon analizi yöntemi ile talep tahmini yapmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Sağlık Bakanlığı istatistikleri, Devlet İstatistik Enstitüsü verileri ve hastane veri tabanlarından elde edilmiştir. MR cihazının günlük teorik kapasitesi 149,85; kapasite kullanım oranı ise % 76 olarak hesaplanmıştır. Doğrusal, parabolik, yarı logaritmik (üssel) en küçük kareler tahmin yöntemleri ile MR cihazı tetkik talebini yapmıştır. Daha sonra mevcut kapasite kullanım oranı ile öngördüğü talep arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Doğrusal eşitlikle yapılan tetkik talebi 47.878 olarak öngörülmüş ve standart hata 2.352 olarak hesaplanmış; parabolik eşitlikle yapılan tetkik talebi 61.456 olarak öngörülmüş ve standart hata 0 olarak hesaplanmış ve son olarak yarı logaritmik (üssel) eşitlikle yapılan tetkik talebi 51.334 olarak öngörülerek standart hata 1.777 olarak hesaplanmıştır. Parabolik eşitlikle yapılan öngörülerin standart hatası en küçük bulunduğu için tetkik talep tahmininde en güvenilir sonucu veren yöntem olarak kabul edilmiştir. Daha sonra parabolik eşitlikle yapılan tetkik talebi Haziran 2011-Mayıs 2012 dönemi için 90.111; Haziran 2012-Mayıs 2013 dönemi için 126.913; Haziran 2013-Mayıs 2014 dönemi için 171.862 olarak öngörülmüştür. Kapasite kullanım oranı ile talep tahmininin ilişkilendirilmesi sonucunda, şu anda kullanılmakta olan MR cihazının %76 olan kapasite kullanım oranının artırılması halinde bile ileriki yıllardaki talebin karşılanamayacağı vurgulanmıştır.

Ayyıldız ve Özkan (2011) çalışmalarında, çoklu regresyon yöntemi ve devamında ridge regresyon yöntemi ile ilaç endüstrisi satış tahminini yapmayı amaçlamıştır. Bağımlı değişken olarak toplam ilaç tüketimi olup bağımsız değişkenler ise nüfus, ortalama yaşam süresi, sağlık kapsamındaki nüfus oranı, kişi başına gelir, şehirleşme oranı, bebek ölüm oranı, doktor başına nüfus, eczacı başına nüfus, yatak başına nüfus olarak kabul edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler devlet planlama teşkilatı (DPT), ilaç endüstrisi işverenler sendikası'nın internet sitesinden ve 1985-2003 yıllarını kapsayan ilaç broşürlerinden elde edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen regresyon modeli anlamlı olmasına rağmen katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığı için ($p > \alpha = 0,05$) ve VIF (varyans arttırıcı faktör) ve CI (koşullu indeks) değerlerini sınırlarının çok üzerinde çıktığı için çoklu bağıntı sorunu olduğunu ifade etmişler ve bu sorunun ortadan kalkması için ridge regresyon analizi ile devam etmişlerdir. Birinci ridge regresyon analizinde modeli anlamlı ancak katsayıları yine anlamsız çıktığı için ikinci ridge regresyon analizini yapmışlar ve sonuçta toplam ilaç tüketiminin şehirleşme oranı, eczacı başına düşen nüfus, yatak başına düşen nüfus ve nüfus değişkenleri ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer bağımsız değişkenler anlamsız çıktığı için modele dahil edilmemiştir. Belirlilik katsayısı $R^2 = 0,9135$ çıkmıştır.

Yaylalı, Kaynak ve Karaca (2012) çalışmalarında, tüketicilerin sağlık hizmetleri talep etme olasılıklarının yaş, gelir, eğitim düzeyi, medeni durum ve ailedeki birey sayısı ile doğru orantılı

olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacı tarafından hazırlanan anket logit bir model olup SPSS ve LIMPED paket programlarından destek almışlardır.

Özer ve Erkilet (2012) çalışmalarında, Ankara İli'nde özel bir hastaneden hizmet alan hastaların profilini belirlemek amacıyla 2009 Ekim-2010 Ekim dönemleri arasında 270 hasta ile çalışmışlardır. Uygulama için ihtiyaç duyulan veriler ilgili sağlık kuruluşunun kendi bünyesinde yapmış olduğu memnuniyet anketlerinden ve elektronik hasta kayıtlarından temin edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde ki-kare testini kullanmışlardır. Sonuç olarak, bir sonraki sağlık sorunlarında hastaneyi tercih etme durumu ile hastaların eğitim durumları arasında anlamlı bir ilişki yok iken hastaların meslekleri ile anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Demez (2016) çalışmasında, İstanbul'da hizmet veren bir eğitim ve araştırma hastanesinde Girişimsel Radyoloji Anjiyografi (GRA) bölümünün Mayıs 2013-Nisan 2016 dönemi verilerini kullanarak mevcut durumda kapasite ölçümünü yapmış ve gelecek yıl için (Mayıs 2016-Nisan 2017) regresyon analizi yöntemi ile talep tahmini yapmıştır. Sağlık talep tahmini kestiriminde ise bağımlı değişken olarak hasta başvuru sayısı; bağımsız değişkenler olarak ise işlem yapılan hasta sayısı, yapılan işlem sayısı işlem toplam süresi ve mesai süresi kabul edilmiştir. Mevcut işgücü ve cihazla talebin karşılanma durumunu öngörmüş ve önerilerde bulunmuştur. Hasta sayısı talep tahmini 1.591, işlem sayısı ise 2276,3 olarak tahminlenmiştir.

İlarslan ve Bıyıklı (2018) çalışmalarında, Türkiye'de hizmet veren bir ilaç firmasının 1994-2016 dönemi yıllık verileri kullanarak firmanın Ar-Ge harcamalarının finansal performansına etkisini, regresyon analizi modellerden birisi olan gecikmesi dağıtılmış modellerden Almon Modeli (Polinomal Gecikmesi Dağıtılmış Model) ile araştırmıştır. Bağımlı değişken brüt kâr marjı, bağımsız değişken ise Ar-Ge harcamaları olarak kabul edilmiştir. Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Farklı gecikme uzunluklarında AIC değerleri hesaplandığında en küçük AIC değeri 6 gecikme uzunluğunda elde edilmiştir. Bu da Ar-Ge harcamalarının yoğunluğu değişkeninin brüt kâr oranına etkisi 6 yıldan sonra sıfır olduğunu anlamına gelmektedir. Ayrıca $k(\text{gecikme uzunluğu})=6$ ve $r(\text{polinom derecesi})=2$ olarak kabul edildiğinde modelin açıklama gücünü temsil eden ayarlanmış determinasyon katsayısı (Adj. R^2) 0,6589 olarak elde edilmiş olup brüt kâr marjında meydana gelen değişmelerin % 65,89'unun Ar-Ge harcamaları tarafından açıklanabileceğini söylemişlerdir. Almon modeli sonuçlarına göre brüt kâr marjının geçmiş 6 yıldaki Ar-Ge harcamaları yoğunluğundan pozitif olarak etkilendiği ifade etmişlerdir.

Atasever, Karaca, Sanisoğlu, Alkan ve Bağcı (2018) çalışmalarında 2002-2015 yıllarını baz alarak Türkiye'de sağlık hizmetlerinden memnuniyet oranı, katastrofik sağlık harcaması yapan hane oranı ve cepten yapılan sağlık harcamalarının toplam sağlık harcaması içindeki payı arasındaki ilişkiyi Pearson korelasyon analiz ve doğrusal regresyon analizi ile araştırmışlardır. Sonuçta; katastrofik sağlık harcaması yapan hane oranı ile sağlık hizmetlerinden memnuniyet oranı arasında kuvvetli negatif bir ilişki olduğunu; katastrofik sağlık harcaması yapan hane oranında % 0,1 oranında bir azalışın, memnuniyet oranında % 4,89'luk bir artış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda cepten yapılan sağlık harcamasının toplam sağlık harcaması içindeki payı ile memnuniyet arasında negatif bir ilişki olduğu ve bu payın %1 oranında azalması memnuniyet oranında % 2,75'lik bir artışa sebep olacağını ifade etmişlerdir.

Zaman serileri analizi ile yapılmış çalışmalar

Erzengin, Sümbüloğlu ve Karakaş (2006) çalışmalarında EEG temelli olay-ilişki beyin dalgalarını (beynin olay ilişki aktivesinin alfa osilasyonlarını) zaman serisi modelleri ile açıklamaya çalışmışlardır. 17 kişi üzerinde yürütülen çalışmada her katılımcının alfa tepkisi ayrı ayrı

analiz edilmiş ve katılımcıların omitted stimulus paradigması için alfa tepkilerinin en iyi şekilde öngören modelin ARIMA (0,2,1) zaman serisi ile modellendiğini ifade etmişlerdir.

Irmak, Köksal ve Asilkan (2012) çalışmalarında özel bir hastanenin hasta yoğunluklarını tahmin etmek amacıyla üstel düzgünleştirme (Winters Additive), yapay sinir ağları ve ARIMA modellerini kullanmışlardır. Her yöntemin kendi içinde çeşitli kombinasyonları ile tahminler yapmış olup üstel düzgünleştirme yöntemlerinden Winters Additive modeli, yapay sinir ağları yöntemlerinden Prune yöntemi ve ARIMA yöntemlerinden ARIMA(3,1,0)(1,0,0)₁₂ modeli ile elde edilen model en iyi sonuçları vermiştir. Ancak bu 3 yöntem içinden hasta yoğunluklarını tahmin etmede en iyi tahmini veren ve gerçeğe en yakın tahminler üreten modelin Winters Additive üstel düzgünleştirme modeli olduğunu belirlemiştir. Verilerin temininde hastane veri tabanından yararlanmışlardır.

Akar (2014) çalışmasında, Türkiye’de reçete başına ortalama maliyetin tahmin edilmesi amacıyla ARIMA (Oto-regresif Bütünleşik Hareketli Ortalama) modelini kullanmıştır. Ocak 2009-Haziran 2013 dönemini kapsayan verileri kullanarak yapılan tahminlerde, reçete başına maliyetin gelecek dönemlerini tahmin etmede en başarılı sonuçlar veren modelin ARIMA (2,1,2) olduğunu ifade etmiştir.

Aydemir vd. (2014) çalışmalarında, Isparta İli 112 Acil Çağrı Merkezi’ne gelebilecek çağrı sayılarını tahmin etmek amacıyla yapay sinir ağları modeli geliştirmişlerdir. Modelde gelecek dönemler için muhtemel çağrı sayısını tahminleme modeli için kurulan ağı eğitilmesinde momentum ve adatif öğrenme oranı kullanan ileri beslemeli geri yayımlı en dik iniş algoritması kullanılmıştır. Uygulamada, geçmiş bir aylık verilerin %80’i öğrenme ve %20’si test amacıyla kullanılmıştır. Test süreci sonunda ortalama mutlak yüzdelik hata (OMYH) oranı % 4,5 olarak elde edilmiş ve modelin test edilmesi uygun görülmüştür. Ayrıca, gelecek bir ay için OMYH oranı YSA modeli için % 2,65; trend analizi modeli için % 6,40 ve oto-regresif entegreli hareketli ortalama (ARIMA) modeli için % 5,24 olacak şekilde çağrı türlerine göre çağrı sayıları her gün için elde edilmiştir. Sonuçta, YSA kullanılarak yapılan tahminleme ile trend analizi ve ARIMA (1,1,1) modeline göre daha düşük OMYH oranına sahip olduğunu ifade etmiştir.

Özüdoğru ve Görener (2015) çalışmasında hastanelerdeki maliyet kavramından yola çıkarak stok maliyetlerinin kontrol altında tutulabilmesi için özel bir hastanenin medikal malzeme alımlarında 2010-2014 yılları arasındaki gerçek verilerini kullanarak Minitab17 istatistik programı ile 2015 yılı aylar itibarıyla enjektör, anjioket, flaster ve eldiven örnekleri için tahmin yapmışlardır. Ancak çalışmada sadece 5 cc.lik enjektör örneği üzerinden uygulama adımlarını açıklamışlardır. Tahmin için 3 aylık ve 5 aylık hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi ($\alpha=0,2, 0,5$ ve $0,8$ katsayıları ile), toplamsal dönemli Holt-Winters yöntemi, çarpımsal dönemli Holt-Winters yöntemi, Holt’un doğrusal yöntemi ve doğrusal regresyon yöntemlerini kullanmışlar; bu yöntemleri de ortalama mutlak hata (OMH), hata karelerinin ortalaması (HKO), ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY) hata ölçütlerine göre karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak MAPE değeri 33 ile 5 aylık hareketli ortalama yönteminde en küçük; MAE değeri 2.419 değeri ile Toplamsal Holt-Winters yönteminde en düşük ve MSE değeri 8.423.603 ile 5 aylık hareketli ortalama yönteminde en küçük olarak bulunmuştur. 2015 yılı aylık tahminlerini her iki yöntemle de yapmışlar ancak çıkan sonuçlar birbirinden farklı olduğu için ortalama değerler alınarak ya da ağırlıklandırma yaparak ulaşılan değerlerin kullanılmasının uygun olacağı konusunda öneride bulunmuşlardır.

Sevgen (2015) çalışmasında, 3 aylık hareketli ortalama, 6 aylık hareketli ortalama ve üstel düzgünleştirme ($\alpha=0,01, 0,05$ ve $0,1$ katsayıları ile) yöntemlerini kullanarak Adana ilinde özel bir hastanenin ortopedi servisinde sağlık hizmetleri talebini belirlemek için uygulama yapmıştır. Söz konusu yöntemlerden elde edilen tahminler, Ortalama Mutlak Sapma (MAD), Hata Karelerinin Ortalaması (MSE) ve Ortalama Sapma (BIAS) ölçütlerine göre incelenmiştir. 3 aylık hareketli ortalama yöntemiyle elde edilen tahminin en az hataya sahip olduğu için bu yöntemle elde edilen

tahminin kullanılması uygun görülmüştür. 2009-2014 dönem aralığındaki aylık verilerden yararlanarak 2014 yılı Aralık ayı için muayene sayısını 474 olarak tahmin etmiştir.

Yiğit (2016) araştırmasında serum seti tüketiminin tahmin yöntemleri ile analiz ederek en uygun tahmin yöntemini belirlemeye çalışmış ve gelecek dönemler için beklenen serum seti tahminini yapmaya çalışmıştır. Çalışmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt-Winters ve doğrusal regresyon tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin hangisinin talep tahminini tahmin etmede en başarılı olduğunu tespit etmek için yöntemler arası karşılaştırma yapmış ve Holt-Winter yönteminin MAPE değeri 5 ile en küçük ve MAD değeri 971 ile en düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sonuç olarak hastanenin gelecek 12 aylık dönemde serum seti tüketiminin 335.556 adet olabileceği tahmin edilmiştir.

Dirican vd. (2017) çalışmalarında, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kardiyoloji bölümüne müracaat eden 1278 hiperlipidemi hastasının toplam kolesterol, LDL, trigliserit, HDL seviyelerinin yaşa göre değişimini farklı regresyon modelleriyle tahminlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri ile analiz yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler ilgili hastanenin veri tabanlarından ve hasta dosyalarından elde edilmiştir. Kadın hastalarda; kolesterol değerleri için en iyi büyüme modelinin Kuadratik model, Trigliserit için Lojistik model, LDL için Gompertz model, HDL için Üstel model olduğuna karar vermişlerdir. Erkek hastalarda ise; kolesterol değerleri için en iyi büyüme modeli Gompertz model, Trigliserit için Üstel model, LDL için Doğrusal model, HDL için Doğrusal model olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Büyüme eğrilerinin uyumunun incelenmesinde Hata Kareler Ortalaması (HKO), açıklayıcılık katsayısı (R^2), Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) değerleri dikkate alınmıştır.

Sarıyer (2018) çalışmasında, İzmir İli'nde eğitim hastanesi olarak hizmet veren bir sağlık kuruluşunun acil servislerine olan talebi zaman serileri modelleri ile tahmin etmeyi amaçlamıştır. Tahminleme aşamasında, kış aylarının grip ve benzeri salgın hastalıklar sebebi ile hasta yoğunluğu açısından belirleyici olduğu düşünüldüğü için özellikle kış aylarına odaklanılmış ve ilgili hastanenin kendi veri tabanlarından Aralık 2016-Şubat 2017 dönemi için acil servise yapılan müracaat sayıları temin edilmiştir. 1 Aralık-14 Şubat dönemi arasındaki 76 günlük veri ARIMA-otoregresif entegre (bütünlenen) hareketli ortalama ve SARIMA-mevsimsel otoregresif entegre hareketli ortalama modellerinin uygunluk ve test edilmesinde kullanılırken, kalan 14 günlük veri de uygun modellerin performanslarının karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Performans değerlendirmesinde MAPE (ortalama mutlak yüzde hata) istatistiğinden yararlanılmıştır. Günlük ve periyodik (8-saat aralıkları) tahminler elde edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak acil servislerde hizmet alacak hasta sayısının öngörülmesinde zaman serileri modellerinin uygun olduğu ve 8 saatlik periyotlar için üretilen tahminlerin günlük talep tahminlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği sonuçlarına ulaşmıştır. Bu sebeple günü bir bütün olarak düşünmek yerine çalışma vardiya saatlerine göre değerlendirmenin daha verimli olacağı şeklinde öneride bulunmuştur.

Yapay sinir ağları ile yapılmış çalışmalar

Gül ve Güneri (2015) çalışmalarında, bir üniversite hastanesinin Ekim 2010-Kasım 2010 dönemi için cinsiyet, yaş, muayene ünitesi, hastaneye varış türü gibi belirleyici değişkenleri kullanarak acil serviste hasta kalış uzunluğunu tahmin etmek için Yapay sinir ağları modelini kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan 1.500 hastaya ilişkin veriler ilgili sağlık kuruluşunun veri tabanlarından, hasta kayıtlarından ve sağlık personeli görüşlerinden elde edilmiştir. Hasta kalış uzunluğu ile yüksek korelasyon ilişkisi bulunan değişkenlerin modelde kullanılmasını önermişlerdir.

Demirdöğen, Erdal ve Akbaba (2017) çalışmalarında, yeniden hastane tercih etme davranışlarının tahmini için uygun makine öğrenmesi yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla yaygın

olarak kullanılan 10 adet makine öğrenmesi yönteminin (lojistik regresyon, yapay sinir ağı, destek vektör makineleri, IBk algoritması, KStar algoritması, lokal ağırlıklandırılmış öğrenme algoritması, decisionstump karar ağacı, C4.5. karar ağacı, rastgele ağaç algoritması ve indirgenmiş hata budama karar ağacı) performanslarını karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Deney sonuçlarına göre C4.5. karar ağacı, en yüksek ortalama doğruluk oranı (95.24%) ile çok düşük Tip-I ve Tip-II hata oranları elde edilmesi nedeniyle en uygun tahminleme modeli olarak belirlenmiştir.

Yılancıoğlu (2017) çalışmasında, yapay sinir ağı modeli yardımıyla regresyon analizi yöntemi kullanılarak motor, toplam BPHDÖ klinik sonuçları ve vocal kord ölçümleri kullanılarak Parkinson Hastalığı için tanısal bir model elde edilmeye çalışılmıştır. Bulgular: Analiz sonucunda öngörülen BPHDÖ (Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği) motor sonucu ile klinik ortamda değerlendirilen BPHDÖ motor sonuçları arasındaki korelasyon değeri % 97 bulunmuştur.

4.2. Yabancı Literatürde Sağlık Sektöründe Talep Tahmin Yöntemleri

Regresyon analizi ile yapılmış çalışmalar

Cahow (2004) yaptığı çalışmada, evde tedavi edilen kronik hastalara bakan hemşirelere olan talebi, Çoklu Regresyon ve Monte Carlo simülasyon metotlarını kullanarak tahminlemiştir. Çalışmada kullanılan veriler sağlık ve emeklilik anketlerinden elde edilen elde edilmiştir. Analiz sonunda 2025 yılına kadar Amerika'da evde bakım hizmetine olan ihtiyacın artacağını öngörmüşlerdir.

Koh, Asaria, Cookson ve Griffin (2015) çalışmalarında İngiltere'de yaşam beklentisinin tahmin edilmesi için 2010, 2011 ve 2012 yılları boyunca sağlık araştırması anketi ile 35.062 kişilik bir araştırma grubu oluşturmuştur. Sağlıkla ilgili yaşam kalitesini; cinsiyet, yaş, sosyo ekonomik statünün tahmin fonksiyonu olarak regresyon modeli ile modellemiştir. Ulusal İstatistik Ofisi'nden temin edilen ölüm oranlarını yaş-cinsiyet ve sosyo ekonomik statüye göre tablolar oluşturmak için kullanmışlardır. Kayıp veriler analiz dışı bırakılarak standart hataların kestirimi için Monte-Carlo simülasyonu kullanmıştır.

Zaman serileri analizi ile yapılmış çalışmalar

Gorelick, Yen ve Yun (2005) çalışmalarında pediatrik (çocuk) acil serviste kalış süresi ile ilişkili faktörleri belirleyip; her bir değişken acil servislerde oda içi kayıt sisteminin acil serviste kalış süresine etkisini ARIMA modelleri ile tahmin etmişlerdir. Çalışma Ocak 2000 ve Aralık 2003 dönemini kapsamakta olup öncesi-sonrası şeklinde bir çalışma yürütülmüştür. Haziran 2003'ten sonra, acil servise gelen hastaları triyajdan sonra doğrudan bir odaya yerleştirilerek kayıt işleminin doktor değerlendirmesinden sonra tamamlanması için oda içi kayıt sistemi başlatılmıştır. Çalışma süresi boyunca ortalama kalış süresi 2,2 saat ile 3,8 saat arasında değişmiştir. Oda içi kayıt sistemi ile acil servislerde kalış süresinde 15 dakikalık (% 9,3'lük) bir azalma olduğu ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Acil serviste kalış süresi ile ilişkili olduğu düşünülen değişkenleri günlük ortalama acil servis başvuru sayısı, acil servisten hastaneye yatış sayısı, hastane doluluk oranı, doktorların çalışma saatleri ve yılın hangi ayında bulunduğu olarak ifade etmişlerdir. Daha sonra bu değişkenlerin her biri ile acil serviste kalış süresi arasındaki ilişkiyi ARIMA modelleri ile tahmin etmişlerdir.

Rathlev vd. (2007) çalışmalarında acil servilerde günlük ortalama hasta başına kalış süresi ile çeşitli bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi Nisan 2002 ve Aralık 2003 dönemi verileri kullanılarak ARIMA (1,0,1) modeli ile tahmin etmişlerdir.

Kam, Sung ve Park (2010) çalışmalarında zaman serisi analizi kullanarak Kore'de bir hastanenin acil tıp merkezi için günlük hasta sayısının tahmininde ARIMA modellerini kullanmışlardır. Ocak 2007-Aralık 2008 dönemine ait veriler hastane veri tabanlarından elde

edilmiştir. Hareketli ortalama MA(2), tek değişkenli otoregresif hareketli ortalama SARIMA(1,0,1)(0,1,1)₇ ve çok değişkenli SARIMA(1,0,2)(0,1,1)₇ modelleri ile ayrı ayrı tahminler yapmışlardır. Çok değişkenli SARIMA modeli ile yapılan tahmin değerlerinin MAPE değeri % 7,4 ile en küçük çıktığı için en uygun tahmin modeli olduğuna karar vermişlerdir.

Jalalpour, Gel ve Levin (2015) çalışmalarında, sağlık hizmetlerinde talep tahmini için MATLAB programı aracılığıyla bir araç kutusu geliştirmişlerdir. Araç kutusu, ayrık değerli dağılımlara sahip yeni geliştirilen genelleştirilmiş otoregresif hareketli ortalama (GARMA) modelleri ile MATLAB ortamında uygulanabilir olduğunu ve geleneksel Gauss modellerine kıyasla matematiksel olarak daha tutarlı bir şekilde ele aldığını ve daha iyi bir performans gösterdiğini ifade etmişlerdir. Model parametrelerini tahmin etmek için maksimum olabilirlik yöntemini kullanmışlardır.

Khaliq, Batool, Chaudry (2015) çalışmalarında Pakistan'ın Lahor kentinde 2006'dan 2013 arası yeni teşhis edilen pulmoner tüberküloz vakalarının aylık verilerini kullanarak Holt-Winters yöntemi ile öngörü yapmayı amaçlamışlardır. Analizler için SPSS 21 programı kullanılmıştır. Sıcaklık ile TB insidansı ile anlamlı olarak ilişkili ($p= 0.006$ ve $r= 0.477$ $\alpha= 0.01$ seviyesinde) bulunmuştur. Otokorelasyon fonksiyonu ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu, tüberküloz serisinin mevsimsel bir bileşeni olarak 4.gecikmede önemli bir zirve göstermiştir.

Imai, Armstrong, Chalabi, Mangtani ve Hashizume (2015) çalışmalarında bulaşıcı hastalıklar ve hava durumu arasındaki ilişkiyi zaman serisi modelleri (ARIMA) ile açıklamaya çalışmıştır.

Cheng, Chiang ve Chen (2016) çalışmalarında tıbbi malzeme tüketimini tahmin etme amacıyla üçüncü basamak bir pediatrik yoğun bakım ünitesinde çalışmışlardır. Tek üstel düzeltme yöntemi ve Basit Hareketli ortalama (SMA) yöntemlerin ile öngörülerde bulunmuşlar ve yöntemleri birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Öngörülerin sağlık kurumlarında hasta güvenliğini arttırmada ve envanter yönetimi maliyetlerini azaltmada rol oynayabileceği şeklinde öneride bulunmuşlardır.

Sharafi, Gheam, Tabatabaee ve Faramarzi (2017) çalışmalarında İran'ın Fars eyaletinin güneyinde bulunan zoonotik kutanöz leishmaniasis vakası sayı ile hava trendi arasındaki ilişkiyi mevsimsel ARIMA (SARIMA) zaman serisi yöntemi ile tahmin edilmesini amaçlamışlardır. Çalışmaya ilişkin veriler Ocak 2010-Mart 2016 dönemine ait aylık veriler olup Minitab programı ile analizler yapılmıştır. Akaike bilgi kriterlerinin (AIC) ve Bayes bilgi kriterlerinin (BIC) baz alınarak en uygun modelin SARIMA(4,1,4)(0,1,0)₁₂ olduğunu belirtmişler ve modelin uygunluğu, artıkların dağılımının normalligi, öngörü ve gerçek miktarlar arasındaki uyumu değerlendirmişlerdir.

Ebhuoma, Gebreslasie ve Magubane (2018) çalışmalarında Güney Afrika'nın KwaZulu-Natal şehrindeki aylık sıtma vakalarını tahmin etmek için Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (SARIMA) yaklaşımını kullanmışlardır. Ocak 2005-Aralık 2013 geçmiş dönemi verileri kullanarak Ocak-Aralık 2014 dönemi sıtma vaka sayılarını tahmin etmek için üç model belirlemişler ve SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ modelinin en uygun tahmin modeli olduğunu belirtmişlerdir. Belirlenen bu modelin 2014 yılı gerçek sıtma vaka sayıları ile uyumlu olduğunu ifade etmişlerdir.

Keerqinfu, Zhang, Yan ve He (2018) çalışmalarında Pekin'deki akciğer tüberkülozu (PTB) vakaları ile mevsimsel meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi doğrulamayı ve var olan ilişkiyi SARIMA modeli ile tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 2004-2011 dönemi verileri kullanılmış olup bulgulara göre akciğer tüberkülozu oluşumunun meteorolojik faktörler ile ilişkili olduğunu ifade etmişler ve bu ilişkiyi açıklayan en uygun modelin SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₁₂ ile modellemişler ve 2012 yılı vaka sayısını tahmin etmişlerdir.

Carvalho-Silva, Monteiro, Sa-Soares ve Nobrega (2018) çalışmalarında Portekiz'de Braga Hastanesi acil servisine gelen hastalar için tahmin modelleri oluşturmuşlardır. 2012-2013

döneminde gelen hasta sayılarını baz alarak 2014 dönemini ARIMA modelleri ile tahmin etmişler ve 2014 yılı gerçek verileri ile tahminlerini karşılaştırmışlardır. Analizler için Forecast Pro yazılımını kullanmışlardır.

He ve Tao (2018) çalışmalarında Çin'in Wuhan şehrinde çocuklar arasında influenza virüslerinin pozitif oranlı epidemiyolojisini incelemişler ve gelecekte farklı tipte influenza virüslerinin pozitif oranını öngörmeyi amaçlamışlardır. Şehrin 2 farklı çocuk hastanesinde 15 yaş altı 10.232 çocuk üzerinde influenza A ve B tiplerini incelemişlerdir. Araştırma dönemi 2007-2015 yıllarını kapsayan 9 yıllık dönem olup 2016 yılı ilk 6 aylık dönemin öngörülerini B(Victoria) tipi için ARIMA(0,0,11); B(Yamagata) tipi için SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₁₂, A(H1N1) tipi için ARIMA(0,0,1) ve A(H3N2) tipi için SARIMA(0,0,1)(1,0,1)₁₂ modelleri ile yapmışlardır.

Mao, Zhang, Yan ve Cheng (2018) çalışmalarında mevsimsel otoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMA) modelini kullanarak Çin'de tüberküloz insidansını tahmin etmek istemişlerdir. Veriler Ocak 2004 - Aralık 2015 tarihleri arasında aylık veriler kullanılarak en uygun modelin SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₁₂ modelinin en uygunu olduğunu ifade etmişlerdir.

Khaldi, El Afia ve Chiheb (2019), çalışmalarında Fas'ın Fez şehrinde bir üniversite hastanesinin 2010-2016 dönemi haftalık acil servise başvuran hasta sayısını kullanarak geleceğe dönük öngörü yapmayı amaçlamıştır. Bu amaçla Yapay Sinir Ağlarını (YSA), EEMD (Ensemble Empirical Mode Decomposition) ayrıştırması adlı bir sinyal ayrıştırma tekniği ile birleştirerek entegre bir model kullanmıştır. Veri serisi birkaç alt gruba ayrıştırılmış ve her bir alt grup için bir YSA modeli kullanılarak sinyal ayrışmasız YSA, ayrık dalgacık dönüşümlü (DWT-Discrete wavelet Transform) YSA ve ARIMA yöntemleri ile farklı modeller belirlenmiş ve modelleri birbiri ile karşılaştırmıştır.

Whitt ve Zhang (2019) çalışmalarında acil servislere varış ve doluluk seviyelerini tahmin etmek için İsrail Haifa'daki 1000 yataklı Rambam Hastanesi için 200 haftalık veri seti ile uygulama yapmışlardır. Tahminlemede yapay sinir ağları ve mevsimsel otoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMAX) modellerini kullanmışlardır. SARIMAX modelinin öngörülerde daha başarılı olduğunu ifade etmişlerdir.

Dewi Hernández-Montoya, Antonio Soriano-Flores, Marcelino Esparza-Aguilar, Corina Benjetve Nathaly Llanes (2019) çalışmalarında 2003-2013 dönemi verilerini baz alarak erken ve geç ergenlik döneminde Meksikalı ergenlerde Tip 2 diabetes mellitus'un kümülatif insidansındaki (CI) görülme sıklığı değişimini zaman serileri analizi ile incelemişlerdir. CI değerinin genç ergenlerde yaşlı ergenlere göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Erken ergenlik döneminde kadınların değişimi ARIMA (2,0,2) ve erkeklerin değişimi ARIMA (1,0,1) modelleri ile açıklanmaktadır. Geç ergenlik döneminde kadınların CI değeri erkeklerden daha yüksek bulunmuş olup kadınların CI değerleri daha yüksek bir doğrusal artış göstermektedir. Geç ergenlik döneminde kadınların değişimi ARIMA (1,1,2) ve erkeklerin değişimi ARIMA (1,0,1) modelleri ile açıklanabilmektedir.

Mishra, Sahana ve Manikandan (2019) çalışmalarında Hindistan'da bebek ölüm oranlarının 2017-2025 yılları arasında tahmin etmek için ARIMA modellerini kullanmışlardır. 1971-2016 yıllarını kapsayan geçmiş dönem verilerini Hindistan hükümetinin resmi internet sitesinden temin ettiklerini ifade etmişlerdir. Öngörüler için en uygun modelin ARIMA (2,1,1) modeli olduğu sonucuna ulaşarak bebek ölüm oranının 2017-2025 döneminde düşüş eğiliminde olduğunu ve 2017 yılı tahminini % 33 (1000 canlı doğumda); 2025 yılı tahminini % 15 (1000 canlı doğumda) olarak tahmin etmişlerdir.

Wang, Xu, Zhang, Yang, Wang, Zhu ve Yuan (2019) çalışmalarında, Çin'de el-ayak-ağız hastalığı insidansında mevsimsellik ve eğilimleri modellemek için mevsimsel ARIMA (SARIMA) modellerini ve doğrusal olmayan yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. 2008-2018 dönemi verileri

baz alınarak yapılan tahminlerin hata kareler ortalaması, ortalama mutlak hata, ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerini de incelemiştir.

5. Sonuç

Yerli literatür ve yabancı literatür incelendiğinde ulaşım, imalat, gıda, sağlık gibi çok çeşitli sektörlerde tahmin yöntemleri ve talep tahminleri ile ilgili çalışmalar olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise talep tahmini yöntemlerinin sağlık sektöründe kullanım alanlarını açıklayan bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.

En temel insan hakkı olan ve sağlık profesyonellerince sunulan sağlık hizmetinden tüm bireylerin hakkaniyetli ve etkin fayda sağlayabilmesi için belirsizlik ve değişen koşullar altında karar vericilerin objektif kararlar verebilmesi, aynı zamanda kaynakların etkin ve verimli kullanılarak kaynak israfının da önüne geçilebilmesi için sezgisel kararlar yerine bilimsel tekniklerin kullanılmasının daha güvenilir veri elde etme noktasındaki başarısı gözlemlenmiştir.

Sağlık sektöründe tahmin yöntemlerinin, maliyet öngörüsünden hasta sayısı tahminine ya da vaka sayısı tahmininden cihaz sayısı tahminine kadar çok farklı dallarda gelecek dönem tahmininde kullanıldığı gözlemlenmiştir. İncelenen çalışmalarda tahmin yöntemlerinin sağlık sektöründe kullanımının ne denli önemli ve yol gösterici olduğu her çalışmada yer bulmuş olup özellikle bilimsel tahmin yöntemlerinden ve bilgisayar destekli sistemlerden destek alınarak yapılan gelecek dönem tahminlerinin gerçek dönem verileri ile karşılaştırılarak öngörülen modellerin yeterliliğine ve sonuçların doğru ve tutarlılığına vurgu yapılmıştır.

Sağlık sektörü için talep tahmin yöntemleri kullanılarak yapılması planlanan öngörülerde, sağlık sektörünün multidisipliner yapısı göz önünde tutularak birden fazla değişkenin değişkenin aynı anda modele dahil edilebildiği çok değişkenli regresyon analizi, yapay sinir ağları gibi çok değişkenli teknikler öncelikli olarak tercih edilebilir.

Kaynakça

- Aasia Khaliq, Syeda Aadila Batool, M. Nawaz Chaudhry (2015). "Seasonality and trend analysis oftuberculosis in Lahore, Pakistan from 2006 to 2013". *Journal of Epidemiology and Global Health*. 5: 397-403.
- Burçin Ataseven (2016). "Yapay Sinir Ağları İle Öngörü Modellemesi". *Öneri Dergisi*. 10(39): 101-115.
- Bülent Kobu, (2017). "Üretim Yönetimi." 18. Baskı. İstanbul:Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Cahow, Eric E. (2004). "Forecast of demand for chronic care nursing home services: 2005- 2025", Brandeis University, Waltham Massachusetts, USA.
- Cheng CY, Chiang KL, Chen MY (2016). "Intermittent Demand Forecasting in a Tertiary Pediatric Intensive Care Unit." *Journal of Medical Systems*. 40(10).
- Chisato Imai, Ben Armstrong, Zaid Chalabi, Punam Mangtani, Masahiro Hashizume (2015). "Time series regression model for infectious disease and weather". *Environmental Research*. 142: 319-327.
- Dewi Hernández-Montoya, Antonio Soriano-Flores, Marcelino Esparza-Aguilar, Corina Benjetve Nathaly Llanes (2019). "Variation in incidence of type 2 diabetes mellitus: ime series of Mexican adolescents". *Annals Epidemiology*. 30: 15-21.
- Ebhuoma O, Gebreslasie M, Magubane L. (2018). "A Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) forecasting model to predict monthly malaria cases in KwaZulu-Natal, South Africa". *S Afr Med J*. 108(7): 573-578.

- Ebru Ulucan ve İsmail Kızılırmak (2018). “Konaklama İşletmelerinde Talep Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları İle İlgili Bir Araştırma.” *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi/Journal of Travel and Hospitality Management*. 15(1): 89-101.
- Emre Dirican, Cemil Çolak, Zeki Akkuş (2017). “Toplam Kolesterol, Ldl, Hdl ve Trigliserit Seviyelerinin Yaşa Göre Değişiminin Farklı Regresyon Modelleriyle İncelenmesi”. *Dicle Tıp Dergisi / Dicle Medical Journal* 44 (1) : 81 - 89.
- Emre Türk ve Farzad Kıanı (2019). “Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini Yapma: Beyaz Eşya Üretim Planlaması için YSA Uygulaması.” *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 1(1): 30-37.
- Erdal Aydemir, Meltem Karaatlı, Gökhan Yılmaz, Serdar Aksoy (2014). “112 Acil Çağrı Merkezine Gelen Çağrı Sayılarını Belirleyebilmek İçin Bir Yapay Sinir Ağları Tahminleme Modeli Geliştirilmesi”. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(5): 145-149.
- Fatma Demez (2016). *Hastanelerde Kapasite Ölçümü Talep Tahmin Yöntemleri Ve Bir Araştırma*. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Gorelick MH, Yen K ve Yun HJ. (2005). “The effect of in-room registration on emergency department length of stay”. *Ann Emerg Med*. 45(2): 128-133.
- Göksu Özüdoğru ve Ali Görener (2015). “Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama” *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, Yıl:14 Sayı:27 Bahar 2015 s.37-53.
- Görkem Sarıyer (2018). “Acil Servislerde Talebin Zaman Serileri Modelleri ile Tahmin Edilmesi”. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi-International Journal of Engineering Research and Development*. 10(1): 66-77.
- Hasan Ayyıldız ve Kürşat Özkan (2011). “Türkiye İlaç Endüstrisi Satış Tahmini Araştırması”. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*. 6(1): 71-102.
- Hüseyin Hakan Sakaoğlu (2010). “Sağlık Kurumlarında Yenileme Yatırımları: Bir Eğitim ve Araştırma Hastanesi’nde Uygulama”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Hye Jin Kam, Jin Ok Sung ve Rae Woong Park (2010). “Prediction of Daily Patient Numbers for a Regional Emergency Medical Center using Time Series Analysis”. *Health Inform Research*. 16(3): 158-165.
- İbrahim Demir, Tuğçe Genç, Hasan Aykut Karaboğa (2018). “Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Altın Rezervinin Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi ve Yapay Sinir Ağları İle İncelenmesi.” *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi International Journal of Economics, Business and Politics*. 2 (1): 131-146.
- Kaan Yılcıoğlu (2017). “Parkinson Hastalığı Seviyesi Tahmininde Vokal Kord Ölçümü Tabanlı Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı”. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*. 8(2): 8-11.
- Keerqinfu, Qiming Zhang, Long Yan, Juan He (2018). “Time series analysis of correlativity between pulmonary tuberculosis and seasonal meteorological factors based on theory of Human-Environmental Inter Relation”. *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*. 5(2): 119-127.
- Kenan İlarıslan ve Fatih Bıyıklı (2018). “Araştırma-Geliştirme Harcamalarının İşletmelerin Finansal Performansına Etkisinin Ekonometrik Analizi: İlaç Sektöründen Bir Uygulama.” *Avrasya*

- Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)/Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE). 5(3): 122-137.
- Love-Koh J., Asaria M., Cookson R. ve Griffin S. (2015). "The Social Distribution of Health: Estimating Quality-Adjusted Life Expectancy in England". *Value Health*. 18(5): 655-662.
- Mehmet Atasever, Zafer Karaca, Selim Yavuz Sanisoğlu, Afra Alkan ve Hasan Bağcı (2018). "Türkiye'de Katastrofik Sağlık Harcamaları ve Sağlık Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı ile İlişkisi". *Ankara Medical Journal*. 18(1): 22-30.
- Mehmet Tokat (1985). "Sağlık Sektöründe Hasta Yatağı Talep Projeksiyonu". *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 3(1-2): 387-391.
- Mehdi Jalalpour, Yulia Gel, Scott Levin (2015). "Forecasting demand for health services: Development of a publicly available toolbox". *Operations Research for Health Care*. 5: 1-9
- Mehdi Sharafi, Haleh Ghaem, Hamid Reza Tabatabaee, HosseinFaramarzi (2017). "Forecasting the number of zoonotic cutaneous leishmaniasis cases in south of Fars province, Iran using seasonal ARIMA time series method". *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 10(1): 79-86.
- Mehmet Soysal ve Mine Ömürganülşen (2010). "Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama." *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*. Prof. Dr. Hasan Işın Dener Özel Sayısı. 21(1): 128-136.
- Miguel Carvalho-Silva, M. Teresa T. Monteiro, Filipe de Sá-Soares, Sónia Dória-Nóbrega. "Assessment of forecasting models for patients arrival at Emergency Department". *Operations Research for Health Care*, 18: 112-118.
- Mishra AK, Sahanaa C, Manikandan M. (2019). "Forecasting Indian infant mortality rate: An application of autoregressive integrated moving average model". *J Family Community Med*. 26(2):123-126.
- Muammer Yaylalı, Selahattin Kaynak ve Zeynep Karaca (2012). "Sağlık Hizmetleri Talebi: Erzurum İlinde Bir Araştırma, Health Services Demand: A Study in Erzurum". *Ege Akademik Bakış Dergisi*. Cilt: 12 Sayı: 4 s.563-573
- Muhammet Gül ve Ali Fuat Güneri (2015). "Forecasting Patient Length Of Stay In An Emergency Department By Artificial Neural Networks-Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Acil Servis Hasta Kalış Süresinin Tahmini." *Journal Of Aeronautics And Space Technologies*. 8(2): 43-48.
- Nergis Ceydeli (2006). "Hastane İşletmelerinde Yenileme Yatırım Kararları ve Bir Üniversite Hastanesi Radyoloji Bölümünde Uygulama". *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Neyran Orhunbilge (2017). "Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi." *Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 3. Basım*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Oğuz Kaynar ve Serkan Taştan (2009). "Zaman Serisi Analizinde Mlp Yapay Sinir Ağları Ve Arama Modelinin Karşılaştırılması." *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. (33): 161-172.
- Osman Demirdöğen, Hamit Erdal ve Ahmet İlker Akbaba (2017). "Comparing Various Machine Learning Methods For Prediction Of Patient Revısit Intention: A Case Study - Yeniden Hastane Tercih Etme Davranışının Tahmini İçin Çeşitli Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Bir Uygulama". *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 5(4): 386-401.

- Ömer Utku Erzenin, Vildan Sümbüloğlu ve Sirel Karakaş (2006). “EEG temelli olay-ilişki beyin dalgalarının istatistiksel zaman serileri ile modellenmesi”. *Marmara Medical Journal*. 19(1): 6-12.
- Özger, Yunus, Emre, Akpınar, Mustafa, Musayev, Zabit, Yaz, Mustafa (2019). “Elektrik Yükünün Genetik Algoritma Temelli Holt-Winters Üstel Düzeltme Yöntemiyle Tahmini.” *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*. 2(2): 108-123.
- Özlem Özer ve Merve Erkilet (2012). “Talep Analizi Ve Talep Öngörüsü: Bir Özel Hastanede Uygulama”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 14(3): 127-142.
- Qiang Mao, Kai Zhang, Wu Yan, Chaonan Cheng (2018). “Forecasting the incidence of tuberculosis in China using the seasonal auto-regressive integrated moving average (SARIMA) model”. *Journal of Infection and Public Health*. 11(5): 707-712.
- Rathlev NK, Chessare J, Olshaker J, Obendorfer D, Mehta SD, Rothenhaus T, Crespo S, Magauran B, Davidson K, Shemin R, Lewis K, Becker JM, Fisher L, Guy L, Cooper A, Litvak E. (2007). “Time series analysis of variables associated with daily mean emergency department length of stay”. *Ann Emerg Med*. 49(3): 265-71.
- Rohaifa Khaldi, Abdellatif El Afia, Raddouane Chiheb (2019). “Forecasting of weekly patient visits to emergency department: real case study”. *Procedia Computer Science*. s.532-541.
- Sevda Akar (2014). “Türkiye’de Reçete Başına Ortalama Maliyet Serisinin Zaman Serisi Modelleriyle Öngörüsü ve Öngörü Performanslarının Karşılaştırılması”. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*. 4(2):176-192.
- Serhan Sevgen (2015). Sağlık Hizmetleri Talep Tahmini: Adana İli Hastane Uygulaması. Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Programı, Yüksel Lisans Tezi.
- Sevgi Ergün ve Süleyman Şahin (2017). “İşletme Talep Tahmini Üzerine Literatür Araştırması.” *Ulakbilge*. 5(10): 469-487.
- Sezgin Irmak, Can Deniz Köksal, Özcan Asilkan (2012). “Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi”. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 4(1): 101-114.
- Vahit Yiğit (2016). “Hastanelerde Tıbbi Malzeme Talep Tahmini: Serum Seti Tüketimi Üzerinde Örnek Bir Uygulama”. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi Cilt: 5 Sayı: 4*
- Ward Whitt, Xiaopei Zhang (2019). “Forecasting arrivals and occupancy levels in an emergency department”. *Operations Research for Health Care*. 21: 1-18.
- Wang Y., Xu C., Zhang S., Yang L., Wang Z., Zhu Y. ve Yuan J. (2019). “Development and evaluation of a deep learning approach for modeling seasonality and trends in hand-foot-mouth disease incidence in mainland China”. *Sci Rep*. 9(1): 8046.
- Zhirui He, Hongbing Tao (2018). “Epidemiology and ARIMA model of positive-rate of influenza viruses among children in Wuhan, China: A nine-year retrospective study”. *International Journal of Infectious Diseases*. 74: 61-70.