



HASTANELERDE TIBBİ MALZEME TALEP TAHMİNİ: SERUM SETİ TÜKETİMİ ÜZERİNDE ÖRNEK BİR UYGULAMA

Yrd. Doç. Dr. Vahit YİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Sağlık Yönetimi Bölümü, Hastane İşletmeciliği Anabilim Dalı

yigitv@hotmail.com

Öz

Bu araştırmanın amacı Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesinin serum seti tüketiminin kantitatif tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin modelinin belirlenerek gelecek dönemlere ait serum seti tüketimi tahmininin yapılmasıdır. Araştırmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt- Winters ve doğrusal regresyon tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Tahmin sonuçlarının doğruluğunun ölçümünde ortalama mutlak hata yüzdesi (Mean Absolute Percent Error-MAPE) ve ortalama mutlak hata (Mean Absolute Deviation-MAD) kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada serum seti tüketiminde en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre en düşük MAPE değeri 5 ve en düşük MAD değeri 971 olarak Holt-Winter'ın toplamsal tahmin yönteminde gerçekleşmiştir. Bu yöntemle göre yapılan analizde hastanenin gelecek 12 aylık dönemde serum seti tüketiminin 335.556 adet olabileceği tahmin edilmiştir. Hastane yöneticileri ilaç ve tıbbi malzeme ihtiyaç tahmini yaparken kalitatif tahmin yöntemleri yanında mutlaka kantitatif tahmin yöntemlerinden de yararlanmalıdır. Böylece tıbbi malzeme ve ilaç ihtiyaçları daha doğru tahmin edilerek hastanenin verimliliği, kârlılığı, finansal performansı ve sürdürülebilirliği üzerinde olumlu etki sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tahmin, Serum Seti, Tıbbi Malzeme, Hastane

FORECASTING DEMAND OF MEDICAL MATERIAL AT HOSPITALS: AN EXAMPLE APPLICATION OF CONSUMPTION ON SERUM SET

Abstract

The aim of this study is to analyse consumption of serum set by quantitative estimating method at Suleyman Demirel University Hospital and to estimate the consumption of serum set by determining the most appropriate forecasting model. In this study, moving average, exponential smoothing, Winters Holt- and linear regression forecasting methods that are demand estimate have been used. Mean Absolute Percent Error(MAPE) and Mean Absolute Deviation (MAD) have been used for the measurement of the accuracy of forecast results. Also, in the study comparisons have been made among methods in order to determine the method that estimates best at serum set consumption. According to research results, the lowest MAPE is value of 5 and the lowest MAD is value of 971 as occurred in Holt-Winter's additive method. According to this method and the analysis, it has been estimated that the next 12 months serum set consumption could be of 335.556 units at the hospital. When hospital managers estimate the need of medicines and medical supplies, they must certainly benefit from the quantitative forecasting methods besides qualitative forecasting methods. Thus, by more accurately estimating medical materials and medication needs, it is going to be positive impact on the hospital's efficiency, profitability, financial performance and sustainability.

Key words: Estimate, Serum Set, Medical Material, Hospital.

1. Giriş

Hastanelerde gelecek dönemler için satın alınacak tıbbi malzeme miktarının doğru tespit edilmesi hem tıbbi malzemelere olan yatırımlarının minimize edilmesi hem de hastane kaynaklarının etkili ve verimli kullanımı açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Özellikle klinik, poliklinik ve tetkik ve tedavi merkezlerinde kullanılacak ilaç ve tıbbi malzeme ihtiyacının önceden bilinmesi günümüz rekabet ortamında hastanelerin finansal sürdürülebilirliği açısından artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Hastane işletmelerinin gider bütçesinin yaklaşık üçte birinden fazlası ilaç ve tıbbi malzeme giderleri oluşturması, tıbbi malzemelerin kaynak israfına neden olmadan etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini ve iyi bir tıbbi malzeme planlamasını zorunlu kılmaktadır (Yiğit, 2014: 105). Tıbbi malzeme giderlerinden sağlanacak düşük tasarruflar hastane verimliliği, kârlılığı, finansal performansı ve sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir artış sağlayabilmektedir. Ayrıca hastanelerde tıbbi malzemelerin doğru tahmin edilmesiyle kıt olan kaynaklar etkili ve verimli kullanılmış olacaktır (Cheng, Wang ve Li, 2008: 2568).

Hastane işletmelerinde malzeme ihtiyaç planlamasının en önemli işlevi gelecek dönemler için satın alınacak tıbbi malzeme, ilaç ve diğer malzeme ihtiyaçlarını doğru tahmin etmek ve bu malzemelerin istenilen yer, zaman, miktar ve kalitede temin ederek sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülmesine destek olmaktır. Hastanelerde gelecek dönemlerde kullanılacak tıbbi malzeme ihtiyaç tahmini genellikle geçmiş tecrübeler, uzman görüşü ve geçmiş yıl alınan miktara belli bir yüzde eklemek suretiyle tahmin edilmektedir. Bu tahminler bazen malzemenin ya talep fazlası olarak depoda âtıl beklemesine veya miadı dolarak atılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca eksik miktarda tahmin edildiği için sağlık hizmetlerinde aksamalara da sebep olabilmektedir. Bu nedenle satın alınacak tıbbi malzemelerin tahmininde nitel kalitatif tahmin yöntemleri yanında mutlaka kantitatif tahmin yöntemleri kullanılmalıdır. Bu sayede hem stok maliyetleri düşecek hem de sağlık hizmetlerinin sürekliliği açısından özellikle hayati öneme haiz tıbbi malzemelerin doğru tahmini yapılarak hastanenin finansal sürdürülebilirliği, rekabet üstünlüğü kaynakların etkin ve verimli kullanıma katkı sağlayacaktır.

Bu araştırmanın amacı Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesinin serum seti tüketiminin kantitatif tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin modelinin belirlenerek gelecek döneme ait serum seti tüketimi miktarının tahmin edilmesidir.

2. Hastanelerde Tıbbi Malzeme Talep Tahmi

Karar vericiler başta olmak üzere hemen hemen her alanda geleceğe ilişkin tahminde bulunması gerekmektedir (Benli ve Yıldız, 2014: 213). Bu alanlardan biri de sağlık sektörüdür. Son yıllarda sağlık hizmetlerinde dramatik değişimler yaşanması (McGowan et all. 2007: 869) sağlık kuruluşlarının gelecekte ihtiyaç duyulacak sağlık hizmetlerini doğru tahmin etmek için stratejik planlama yapmalarını gerekli kılmaktadır (Mai vd., 2015: 16). Ancak sağlık hizmetleri, sağlık sorunları ile ihtiyaç ve beklentilerin ülkeden ülkeye hatta bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmesi nedeniyle en zor planlanan hizmetlerin başında gelmektedir (Akdağ vd., 2011).

Hastanelerde çok çeşitli tıbbi türde tıbbi malzeme kullanılmaktadır. Bu malzemelerin her birinin gelecekte ne kadar kullanılacağını tahmin etmek oldukça zordur. Bu durum stratejik kararların verilmesinde hastane yöneticilerinin tahmin yöntemlerinden yararlanmasını (Hadavandi et all. 2012: 700) zorunlu kılmaktadır. Bir hastanenin sağlık hizmetleri talebini; hastanenin hizmet sunduğu bölgenin genişliği, nüfus yoğunluğu, coğrafik yapısı, gelir düzeyi, eğitim düzeyi, sigortalı nüfus, demografik ve epidemiyolojik özellikleri, sağlık kuruluşunun bina, yatak, uzman hekim, nitelikli sağlık personeli ve ileri teknolojiye sahip olması, ülkenin sağlık sistemi, (Tengilimoğlu 1996: 26-27; Çelik, 2011: 99-100) geri ödeme sistemi, sağlık politikası ve planlamaları ve hastalıklara yönelik tutum ve davranışlar etkilemektedir.

Hastane yöneticileri stratejik düzeyden operasyonel düzeye kadar çeşitlenen geniş bir yelpazede kısa, orta, uzun dönemli kararlar vermektedirler. Hastane yöneticileri öngöründe bulunmak için doğru tahmin teknikleri kullandığında belirsizlik azalacak ve tıbbi malzeme ihtiyaçları gerçekçi bir şekilde saptanmış olacaktır (Filho et all., 2013: 565; Ulucan, 2012: 35). Ancak hastaneye başvuracak hasta sayısı, hastane şartları ve günlük alabileceği maksimum hasta sayısını dikkate alınarak tahmin edilmesi gerekecektir (Kusters ve Groot, 1996: 428). Bu nedenle tıbbi malzeme ihtiyaç plânlamasında poliklinik, yatan ve günübirlik hasta sayısının mevsimsel artış ve azalışlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Tengilimoğlu ve Yiğit, 2013). Ayrıca sağlık hizmetlerinin fiyatı arttığı zaman, talep miktarının azaldığı, hizmet kalitesinin arttığı zaman ise talebin de artacağı (Mielczarek, 2014: 287) dikkate alınarak tıbbi malzeme talep tahmini yapılmalıdır.

Tahmin; bilinmeyen bir parametre değerinin, bilinen parametreler kullanılarak, gelecekteki durumun öngörülmesidir (Karaatli vd., 2012: 89). İşletmelerin malzeme ihtiyaçlarını saptamada temel verisi talep tahminleridir (Kobu, 2006: 87). Ancak belirsizlik ve buna bağlı riskler, yöneticiler için karar alma sürecini zorlaştıran en önemli faktördür. Gelecekle ilgili kararlar alınırken karar sürecindeki riskleri azaltmak için talep tahmini yapılmaktadır (Erkan, 2008: 1). Hastanelerde talep tahmini, hastaların gelecek dönemlerde ne kadar miktar ilaç, tıbbi malzeme ve sağlık hizmeti talep edeceklerinin öngörülmesidir. Hastaların bu malzemeleri ne miktar talep edecekleri ve bu talebin çoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşme olasılığının bulunduğu (Tek, 1999: 296; Kobu, 2006: 87-88) talep tahminleri ile tespit edilmektedir. Talep tahminleri, geleceğe yönelik planları yapma aşamasında karar birimlerine doğru kararlar vermesine desteklemekte ve gelecekte karşılaşılabilecek koşullara karşı şimdiden hazırlıklı olmayı ve kaynakların en etkili biçimde kullanmayı amaçlamaktadır (Soysal ve Ömürgönülşen, 2010: 130; Hadavandi et all., 2012: 700).

Sağlık hizmetlerinde tıbbi malzemenin tedarik edilmesini beklemek veya malzeme eksikliği tıp dünyasının en önemli problemlerindedir (Antelo, Santias ve Calvo, 2015: 118). Bu durum kaliteli ve maliyet etkin sağlık hizmetlerine erişebilmeyi engellemekte (Mai et all.; 2015: 16), kaynakların atıl kalmasına ve hastanenin tam kapasite ile çalışmamasına neden olmaktadır (Garson et all., 2008: 9; Yi et all., 2010: 151). Bu nedenle tıbbi malzeme tahmini yapılırken düzenli ve düzensiz (acil) talepler göz önünde bulundurulması (Filho, Cezarino ve Salviano, 2012: 1498) tahminin hata payını düşürebilecektir. Talep bilinmeden herhangi bir malzeme planlaması yapılması (Kobu, 2006: 111) tahminin hatalı yapılmasına neden olabilecektir. Hastane işletmelerinde tıbbi malzeme tahmini yapılırken tahminlerin kapsadığı hasta grubu, zaman aralığı ve süresi, malzemenin maliyeti, mevsimsel değişiklikler, emniyet stoku (Tengilimoğlu ve Yiğit, 2013), ortalama yatış süresi, hastanelere uygulanan geri ödeme yöntemlerinin tıbbi malzeme ile ilgili fiyat ve tedarik politikaları, acil sağlık hizmetleri vb. birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca talep tahminleri yapılırken göz önüne alınacak prensiplerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kobu, 2006: 89);

- Miktar veya çeşit bakımından büyük olan gruplar için yapılan tahminler duyarlıdır.
- Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı kıaldıkça duyarlık artar.
- Tahminde sapmaları belirleyecek hata hesaplamaları yer almalıdır.

- Herhangi bir talep tahmin araştırmasının sonuçlarını uygulamaya geçmeden önce kullanılan yöntemin geçerlilik (validity) testi yapılmalıdır.

Tahmin yapmak amacıyla kullanılacak çok sayıda tahmin yöntemi bulunmaktadır. Bunlar kalitatif (nitel-sayısal olmayan), kişisel görüş ve yargıya dayalı tahmin yöntemleri ile kantitatif (sayısal-nicel) tahmin yöntemleri olarak iki ana grupta toplanabilmektedir (Filho et all., 2013: 565; Akmut, vd.1999: 3;Kobu, 2010: 91-103). Kalitatif tahmin yöntemleri daha çok tecrübe, kişisel yargı ve sezgiye dayanan subjektif yargılara bağlı olarak gerçekleştirilen tahminlerdir (Yüksel, 2009: 95; Kobu, 2006: 90; Özcan, 2009). Geçmişe ait yeterli ve sağlıklı verilerin olmaması durumunda bu yöntemler kullanılmaktadır (Sezgin, 1976: 73). Bu yöntemlerden en çok kullanılanları; Delphi tekniği, kolektif düşünce yöntemi, pazar araştırması, yöneticilerin düşünceleri yöntemi, talebin geçmiş deneyimler yoluyla tahmini yöntemidir (Özcan, 2009: 13; Krajewski, Ritzman, and Malhotra, 2013: 466; Demir ve Gümüšoğlu, 2003: 497).

Hastanelerde tahmin yapılırken; kişisel yargılardan etkilenmeyen, bilimsel temellere dayanan objektif tahminler geliştirilebilmesi doğru kararlar verilebilmesinde önemli avantajlar sağlayabilmektedir (Üreten, 2005: 122). Talebi etkileyen faktörlerin çokluğu ve bunlar arasındaki ilişkilerin karmaşıklığı, tecrübe ve sezgiye dayanan yöntemleri geçersiz değilse bile yetersiz kılabilir. Talep tahmininde kullanılan kantitatif yöntemler ile geçmiş yıllara ait verilerden yararlanarak gelecekteki talep seviyesi simule edilmektedir (Kobu, 2010). Kantitatif tahmin yöntemlerini ise iki ana grupta incelemek mümkündür. Bunlar; zaman serisi analizi yöntemi (hareketli ortalamalar, trend analizi, üstel düzeltme) ve karma modeller (regresyon analizi, yapay sinir ağları vb. ekonomik modeller) kullanılmaktadır (Kobu, 2010: 91-103; Özcan, 2009; Demir ve Gümüšoğlu, 2003: 497).

Bu çalışmada serum setinin 5 yıllık zaman periyodunda nasıl bir trend sergilediği tespit edilecektir. Bu nedenle zaman serileri analizleri hakkında bilgi vermek faydalı olacaktır. Zaman serileri analizi, geçmiş dönemlere ilişkin veriler yardımıyla geleceğe yönelik değerleri tahmin edebilmek için kullanılan yöntemler olarak tanımlanmaktadır. (Kaynar ve Taştan, 2009: 162). Bu analiz işletmelerde taktik, stratejik, ve operasyonel planlama ve yönetim uygulamalarında sıklıkla kullanılan bir tahmin yöntemidir (Aboagye-Sarfo et all., 2015: 62). Zaman serileri çalışmasında modelin iyi belirlenmesi ve belirlenen modelin veriye uygunluğu önemlidir(Çelik, 2013: 44).

3. Gereç ve Yöntem

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesinin serum seti tüketiminin kantitatif tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin modelinin belirlenerek gelecek 12 aylık döneme ait serum seti tüketimi tahmininin yapılmasıdır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini 2011 Ocak -2016 Mayıs döneminde aylık kullanılan serum seti malzeme tüketimi oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem çekilmemiş, bu dönemlerde tüketilen bütün serum setleri araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmada serum setinin seçilmesinin nedeni ise, serum seti yaklaşık yıllık 281.824 adet ile hastanede en fazla tüketilen, her bölüm tarafından kullanılan tıbbi malzemeler arasında yer almasıdır.

Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli yasal izin Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesi Başhekimliği'nden alınmıştır. Araştırmanın verileri ise hastane otomasyon sistemi stok kayıtlarından elde edilen verilerden toplanmıştır. Araştırmanın zaman dilimi olarak sonuçlarının gerçeği yansıtabilmesi için 65 aylık serum seti tüketimleri alınmıştır. Araştırmanın tahmin sürecinde; tahmin amacının belirlenmesi, tahminin yapılacağı zaman diliminin belirlenmesi, verilerin toplanması, verilerin değerlendirilmesi, tahmin yönteminin seçilmesi ve test edilmesi, tahminin yapılması, tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması aşamaları takip edilmiştir.

Araştırmada verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel ve Minitab 17 istatistik programını kullanılmıştır. Araştırmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi, Winters yöntemi ve doğrusal regresyon yöntemleri kullanılmış ve en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tahmin sonuçlarının doğruluğunun ölçümünde ortalama mutlak hata (Mean Absolute Deviation-MAD) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (Mean Absolute Percent Error-MAPE) kullanılmıştır. Bu ölçütlerin kullanılmasının nedeni ise yapılan analizlerin güvenilirliğini artırmak ve hangi yöntemin daha az tahmin hatası yaptığını (Bergs, Heerinckx ve Verelst, 2014: 113; Jones et al., 2008: 160) tespit etmektir. MAD ve MAPE ağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Özcan, 2009: 59):

$$MAD = \frac{\sum [Gerçek - Tahmin]}{n}$$

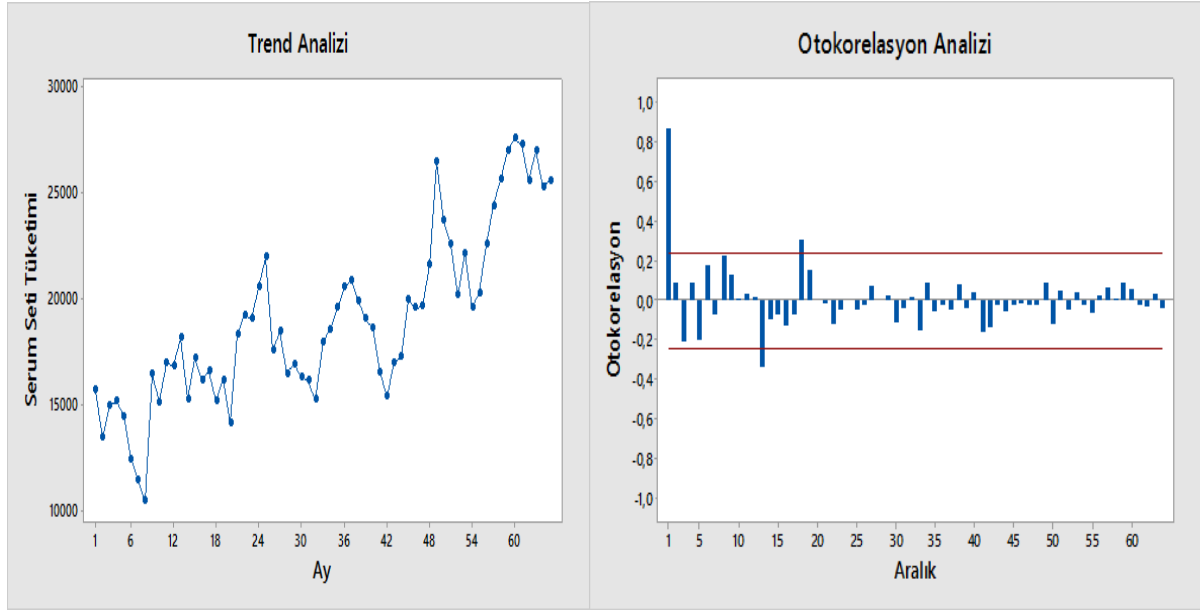
$$MAPE = \frac{\sum [Gerçek - Tahmin]}{\sum Gerçek}$$

Literatürde yapılan tahmin hatalarını yüzde ölçmede yaygın olarak kullanılan daha çok kabul gören MAPE istatistiğidir (Karahana, 2015: 205.) MAPE değerleri % 10'un altında ise tahmin modellerini "yüksek doğruluk", % 10-20 arasında ise "doğru" % 20-50 arasında "kabul edilebilir" ve %50'nin üzerinde ise "yanlış veya hatalı" olarak sınıflandırılmaktadır (Witt and Witt 2000: 25 Lewis 2002: 59).

4. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada tahmin yöntemlerinin hangisinin başarılı olabileceğini tespit edebilmek için serum seti verisinin hangi özelliklere sahip olduğu Microsoft Excel programı ve Minitab 17 programı ile trend ve otokorelasyon analizi yapılmıştır. Şekil 1'de trend analizi grafiğinde x eksenini ayları, y eksenini ise serum seti tüketimini ifade etmektedir. Yapılan trend analizine göre serum setinin tüketimi sabit olmadığı belli aylar düştüğü belli aylar arttığı tespit edilmiş ve yıllar bazında serum seti tüketiminin sürekli artan bir trend gösterdiği saptanmıştır.

Otokorelasyon analizinde ise x eksenini aralıkları (lag); y eksenini ise otokorelasyon katsayısını göstermektedir. Analize göre serum seti tüketiminin 12 aylık aralıkta birbirine benzer özellikler gösterdiği görülmektedir. Bu durum hastaneye başvuran hasta sayısının yüksek olduğu aylarda (kış) yüksek, hasta başvurularının düşük olduğu aylarda ise (yaz) düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna göre otokorelasyon analizinin sonucunda serum seti kullanımını hasta başvurusuna göre mevsimsellik bir veri içerdiği ve pozitif yönlü artan doğrusal bir trende sahip olduğu görülmektedir. Mevsimsel farkı alınmış serinin otokorelasyon fonksiyonu Şekil 1'de verilmiştir.

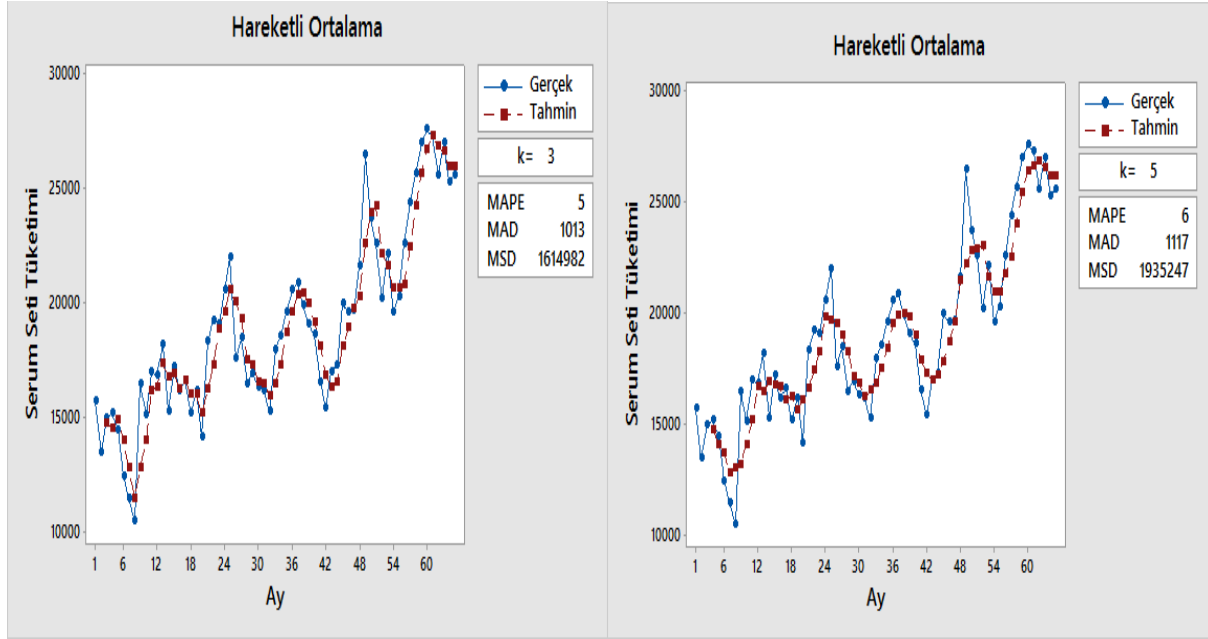


Şekil 1. Serum Seti Tüketiminin Trend ve Otokorelasyon Analizi

Hareketli Ortalama Yöntemleri ile Tahmin

Bir zaman serisi trendinin belirlenmesinde hareketli ortalamalar tekniğinin kullanılabilmesi için; trendi doğrusal olmalı, dalga uzunlukları eşit olmalı, dalga şiddetleri aynı olmalıdır (Atlas, 2013: 146). Yöntem, geçmiş dönemlere ait talep miktarlarının aritmetik ortalamalarını gelecek dönem tahmini olarak kullanır. Hareketli ortalama tahmin yönteminin en önemli dezavantajı mevsimsel verilere dayalı tahminlerde çok iyi değerlendiremediği ifade edilmektedir (Ulucan, 2012: 36-37; Demir ve Gümüšoğlu, 2003: 499). Bu nedenle diğer tahmin yöntemleri test edilerek karar verilmelidir.

Serum seti ihtiyacını belirlemek için hareketli ortalama yöntemine göre yapılan analizlerde, k değerine (ortalamaya girecek ay sayısı) rassal olarak 3 alındığında MAPE: 5, MAD: 1013 hata değeri tespit edilmiştir. Ortalamaya girecek k sayısı 5 alındığında ise MAPE: 6, MAD: 1117 değeri almıştır. Bu durumda k değeri arttıkça hata oranının da arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu artışın, verinin mevsimsellik ve trend içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

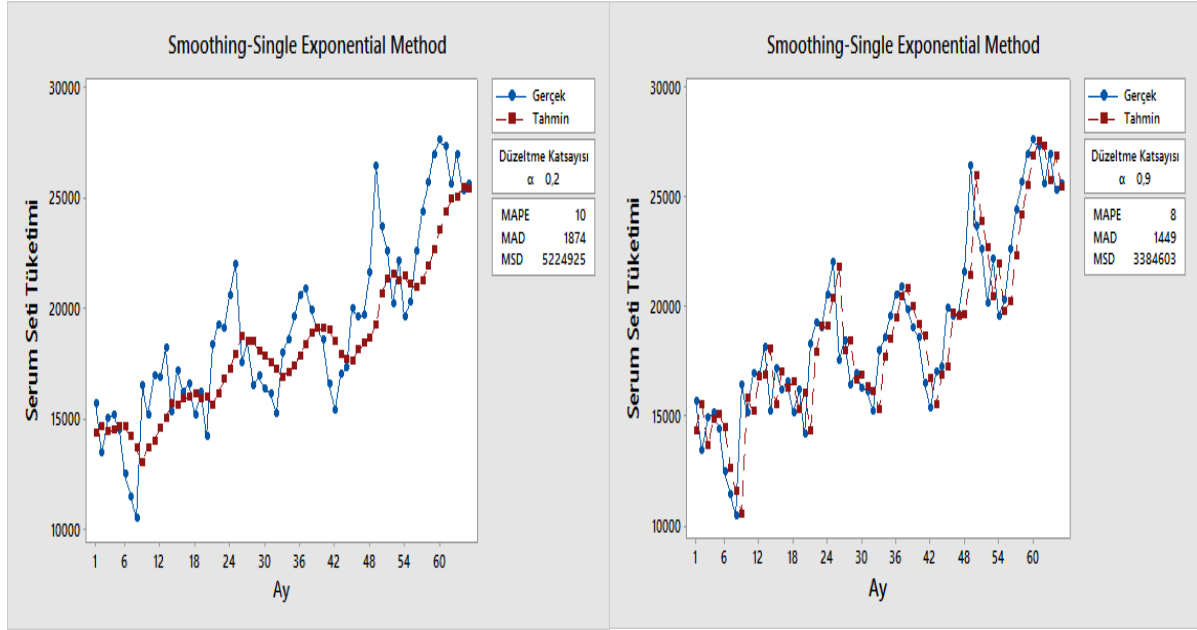


Şekil 2. Serum Seti Tüketiminin Hareketli Ortalama Yöntemi ile Tahmini

Basit Üstel Düzeltme Yöntemi (Exponential Smoothing Method)

Basit üstel düzeltme yöntemlerindeki temel varsayım, geçmişte gözlemlenen yapının gelecekte de devam edeceğidir. Bu yapıdan sapmalar, hata paylarının α katsayısıyla düzgünleştirilerek modele dahil edilerek ve hata değerlerini minimize eden değer tespit edilmektedir (Benli ve Yıldız, 2014: 214-218).

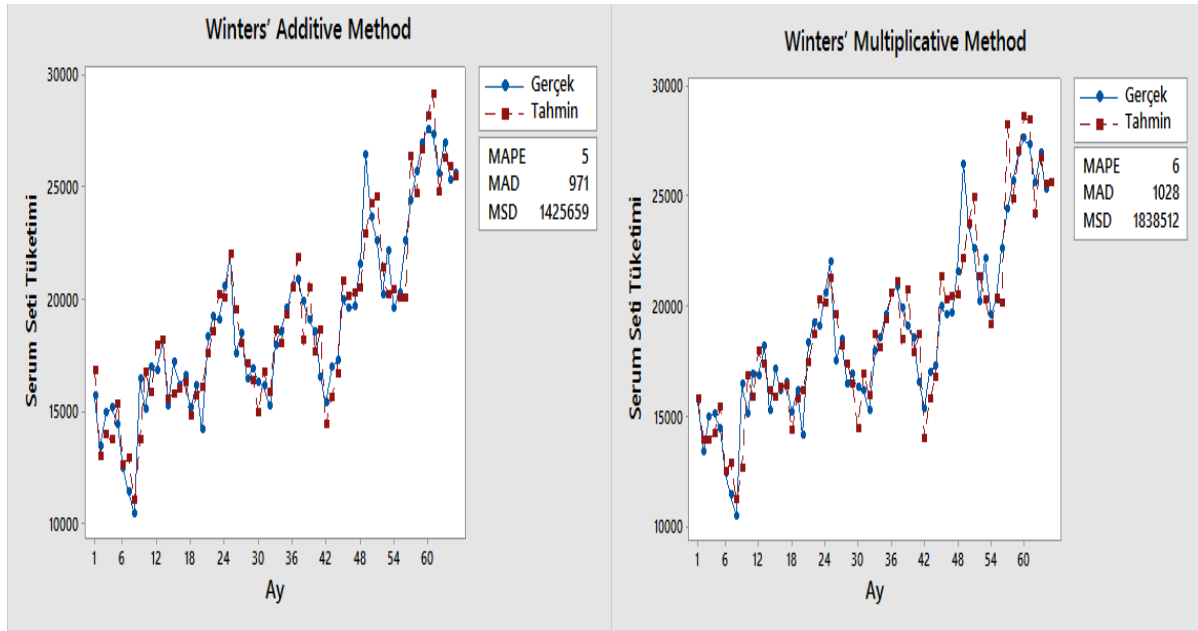
Basit üstel düzeltme yönetiminde ise düzeltme katsayısı $\alpha=0.2$ ve 0.9 olarak serum seti tüketimi tahmin edilmeye çalışılmıştır. $\alpha=0.2$ alındığında MAPE 10, MAD 1874 değer aldığı tespit edilmiştir. Serum seti tüketimi tahmin etmek için $\alpha=0.9$ alındığında ise MAPE 8, MAD 1449 değer saptanmıştır. Bu durumda α değeri arttıkça hata oranının da düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Serum Seti Tüketiminin Basit Üstel Düzleştirme Yöntemine Göre Tahmini

Winters Yöntemi

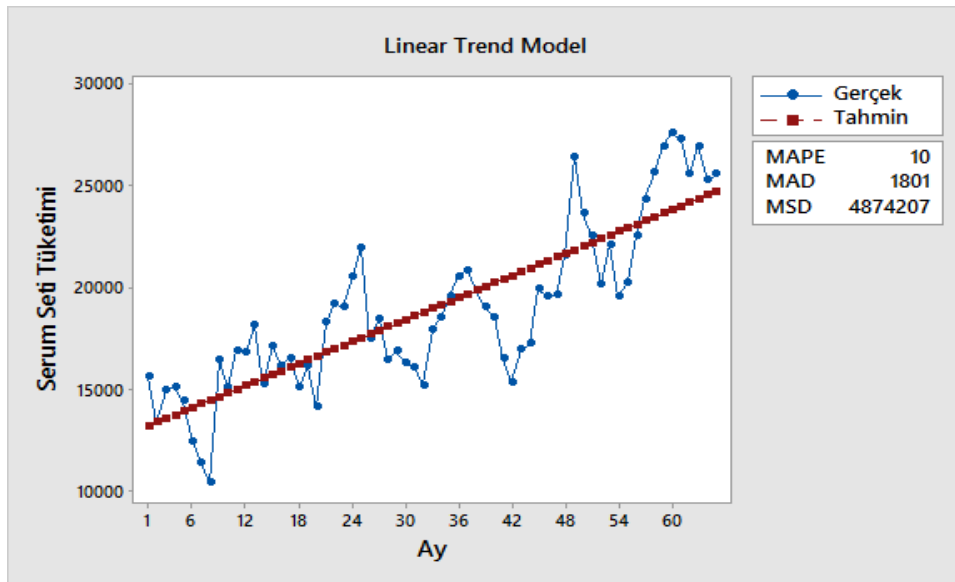
Araştırmada serum seti tüketimine ait verilerin hasta başvurusuna göre mevsimsellik bir veri içermesi ve pozitif yönlü artan doğrusal bir trende sahip olmasından dolayı Winters'ın toplamsal ve çarpımsal modelleri ile malzeme ihtiyacı tahmin edilmiştir. Düzleştirme sabitlerinin, tahmin hatasını minimum yapacak şekilde belirlenebilmesi için α : 1, β : 0,9 ve γ : 0,2 değerlerine 0 ile 1 arasında değişen değerler verilmiş ve en küçük hata kareleri toplamının elde edildiği değerleri modelin düzleştirme katsayıları olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda toplamsal modelde MAPE 5, MAD 971 değer almış, çarpımsal modelde ise MAPE 6, MAD 1028 değer tespit edilmiştir. Araştırmada en düşük MAPE ve MAD değerine sahip Winter'ın Toplamsal modeli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Serum Seti Tüketiminin Holt-Winters'ın Toplamsal ve Çarpımsal Modelleri Göre Tahmini

Linear Trend Modeli

Son olarak ise linear trend modeli ile serum seti ihtiyacı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analize göre modelde MAPE 10, MAD 1801 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: Serum Seti Tüketiminin Linear Trend Modeline Göre Tahmini

Araştırmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi, Winters yöntemi ve doğrusal regresyon yöntemleri ile serum seti tahmin edilmiş ve en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar

yapılmıştır. Yapılan araştırmanın güvenilirliğini artırmak ve hangi yöntemin daha az tahmin hatası yaptığını ve tahmin sonuçlarının doğruluğunu tespit etmek için ortalama mutlak hata (MAD) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE)'ne göre tahmin yöntemleri karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Araştırma sonucunda serum seti için en uygun tahmin yönteminin toplamsal Winters yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Talep Tahmin Yöntemlerine Göre Hata Ölçütleri Değerleri

Yöntemler	MAPE	MAD	MSD
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi	5	971	1425659
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi	6	1028	1838512
Hareketli Ortalama Yöntemi (k=5)	6	1102	1919927
Tek Üstel Düzeltme Yöntemi ($\alpha=0,9$)	8	1441	3375052
Hareketli Ortalama Yöntemi (k=3)	10	1752	4564509
Doğrusal Regresyon Yöntemi	10	1781	4776181
Tek Üstel Düzeltme Yöntemi($\alpha=0,2$)	10	1856	5116406

Yapılan karşılaştırmalar, en iyi talep tahmin yöntemi olarak Winters ve hareketli ortalama yöntemi geleceğe yönelik 12 aylık serum seti tüketimi tahmini edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2: Geleceğe Yönelik Seti Tüketimi Tahmini

Dönem	Toplamsal Winters Yöntemi	Çarpımsal Winters Yöntemi	Hareketli Ortalama Yöntemi (k=5)
2016/6	23.818	22.073	26.124
2016/7	24.336	22.841	26.124
2016/8	24.156	22.587	26.124
2016/9	27.715	27.843	26.124
2016/10	28.021	28.359	26.124
2016/11	28.915	29.772	26.124
2016/12	29.978	31.432	26.124
2017/1	31.458	32.458	26.124
2017/2	29.034	28.887	26.124
2017/3	29.759	30.107	26.124
2017/4	28.613	28.471	26.124
2017/5	28.763	28.758	26.124
Toplam	334.566	333.588	313.488

Tıbbi malzeme ihtiyaç talebi ile ilgili literatürde çok az sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir. Özüdoğru ve Görener (2015) enjektör tıbbi malzemesinin 12 aylık ihtiyaç tahmini yapmış ve tahmin yöntemlerinden en düşük MAPE değeri olarak hareketli ortalama yöntemi (k=5) olduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmacıların eldiven üzerine yaptıkları araştırmada ise MAPE değeri en düşük toplamsal holt winters yöntemi olduğu tespit edilmiştir (Özüdoğru ve Görener, 2016: 32).

Sonuç

Araştırmadan elde edilen bilgilere göre kantitatif tahmin modelleri kullanılarak hastanelerde tıbbi malzeme ihtiyaçlarının tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır. Hastane yöneticileri ve tıbbi malzeme planlayıcıları geleceğe yönelik tıbbi malzeme planlama aşamasında kalitatif tahmin yöntemlerine ilaveten kantitatif tahmin yöntemlerini de kullanmalıdırlar. Yapılan çalışmada geçmiş 65 aylık dönemle ilgili serum seti tüketimleri yapılarak, gelecek 12 aylık dönem için tahminler yapılmıştır. Farklı tahmin yöntemleri denenmiş ve hepsinin MAPE değeri sonuçları %10 altında gerçekleşmiştir. Literatürde tahmin hatalarını ölçmede yaygın olarak kullanılan MAPE değerinin de %10'un altında olması “yüksek doğruluk ve güvenilirlik” düzeyinde olduğu ifade edilmektedir. Buna göre hastaneler tıbbi malzeme planlamalarını doğru yapabilmek ve gelecekte ne miktarda tıbbi malzemeye ihtiyaç duyacağını önceden öngörerek gerekli satın alma işlemlerini daha sağlıklı yapabilecektir.

Tıbbi teknoloji olarak tıbbi malzemeler hastalıkların önlenmesi, tanısı ve tedavisi için olduğu kadar hastaların rehabilitasyonu için de son derece önemlidir (Yiğit ve Erdem, 2016: 213). Tıbbi malzeme alımının hatalı tespit edilmesi yapılacak ameliyatların ertelenmesine, kaynakların atıl kalmasına (yatak, personel), gelirlerin azalmasına, sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülmesine, hasta ve çalışanların memnuniyetlerinin düşmesine neden olabilecektir (McGowan et al., 2007: 865). Bu nedenle tıbbi malzeme stok yönetiminde çağdaş stok kontrolü yöntemleri uygulanması, hasta bazlı stok yönetimi uygulaması yapılması ve stok tedarikinin en fazla üç aylık ihtiyaca göre gerçekleştirilmesinin sağlanması hem finansal sürdürülebilirliği olumlu yönde etkileyecektir (Yiğit ve Yiğit, 2016: 268) hem de talep tahmininin doğru yapılmasını sağlayacaktır.

Türkiye’de 4735 sayılı Kanun’un 24. maddesinde birim fiyat teklif almak suretiyle ihale edilen mal ve hizmet alımı ihaleleri sonucunda imzalanan kamu ihale sözleşmelerinde iş artışı ve iş eksilişine ilişkin olarak Kamu İhale Genel Tebliği’nin, Mal ve Hizmet alımlarında iş artışı ve iş eksilişi başlıklı 26. maddesinde “*birim fiyat teklif almak suretiyle ihale edilen mal ve hizmet alımları sözleşmelerinde sözleşmeye esas proje içinde kalınması ve idareyi külfete sokmaksızın asıl işten ayrılmasının teknik veya ekonomik olarak mümkün olmaması durumunda sözleşme bedelinin yüzde 20’ sine kadar oran dâhilinde süre hariç sözleşme ve ihale dokümanındaki hükümler çerçevesinde aynı yükleniciye işin yaptırılabilceği*” hükmü yer almaktadır (KİK, 2016).. Buna göre hastanelerin yapacağı tahmin yöntemlerinin asgari MAPE değeri 20 olmalıdır. Bu oranın üzerinde yapılan hataların maliyetine hastane yönetimi katlanmak zorunda kalacaktır.

Hastanelerde başarılı tıbbi malzeme yönetiminin; doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru fiyattan, doğru kalitede ve doğru kaynaktan tedarik edilmesi en önemli fonksiyonlarıdır. Bu fonksiyonlardan en önemlisi ihtiyaç duyulacak tıbbi malzemenin doğru tespit edilmesidir. Bu nedenle hastane işletmelerinde malzeme ihtiyaç planlamasının en önemli işlevi gelecek dönemler için satın alınacak tıbbi malzeme, ilaç ve diğer malzeme ihtiyaçlarını doğru tahmin etmek ve sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülmesine destek olmaktır.

Kaynakça

- Aboagye-Sarfo, P., Mai, Q., Sanfilippo, F. M., Preen, D. B., Stewart, L. M. ve Fatovich, D. M. (2015). A comparison of multivariate and univariate time series approaches to modelling and forecasting emergency department demand in Western Australia. *Journal of Biomedical Informatics*, 57, 62–73.
- Akdağ, R., Tosun, N., Çinal, A., Yeşilyurt, H., Şencan, İ., Koç, O. ve Vd. (2011). Türkiye’de Özellikli Planlama Gerektiren Sağlık Hizmetleri: 2011-2023. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 836, Ankara.
- Akmüt Ö., Aktaş R. Binay, S. (1999) Öngörü Teknikleri Ve Finans Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını: 584, Ankara
- Antelo, M., Santias, F. R. ve Calvo, A. M. (2015). Bed capacity and surgical waiting lists: a simulation analysis. *European Journal of Government and Economics*, 4(2), 118–133.
- Benli, Y. K. ve Yıldız, A. (2014). Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 42(2), 213–224.
- Bergs, J., Heerinckx, P. ve Verelst, S. (2014). Knowing what to expect, forecasting monthly emergency department visits: A time-series analysis. *International Emergency Nursing*, 22(2), 112–115.
- Cheng, C.-H., Wang, J.-W. ve Li, C.-H. (2008). Forecasting the number of outpatient visits using a new fuzzy time series based on weighted-transitional matrix. *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2568–2575.
- Çelik Y. (2011). Sağlık Ekonomisi, Siyasal Kitabevi, Ankara
- Çelik, Ş. (2013). Zaman Serileri Analizi ve Trafik Kazası Verilerine Uygulanması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(4), 43–51.
- Demir, M.H., Gümüsoğlu S. (2003). Üretim Yönetimi, Beta Bas. Yay. Dağ. A.Ş., İstanbul.
- Filho, O. S. S., Carvalho, M. A., Cezarino, W., Silva, R. ve Salviano, G. (2013). Demand Forecasting for Blood Components Distribution of a Blood Supply Chain. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), 565–571.
- Filho, O. S. S., Cezarino, W. ve Salviano, G. R. (2012). A Decision-making Tool for Demand Forecasting of Blood Components. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(6), 1499–1504.
- Garson, C., Hollander, J. E., Rhodes, K. V., Shofer, F. S., Baxt, W. G. ve Pines, J. M. (2008). Emergency Department Patient Preferences for Boarding Locations When Hospitals Are at Full Capacity. *Annals of Emergency Medicine*, 51(1), 9–12.e3.
- Hadavandi, E., Shavandi, H., Ghanbari, A. ve Abbasian-Naghneh, S. (2012). Developing a hybrid artificial intelligence model for outpatient visits forecasting in hospitals. *Applied Soft Computing*, 12(2), 700–711.

- Jones, S. S., Thomas, A., Evans, R. S., Welch, S. J., Haug, P. J. ve Snow, G. L. (2008). Forecasting daily patient volumes in the emergency department. *Academic Emergency Medicine*, 15(2), 159–170.
- Karaatli, M., Helvacioğlu, C., Ömürbek, N. ve Tokgöz, G. (2012). Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Otomobil Satış Tahmini. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(17), 87–100.
- Karahan, M. (2015). Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmin Edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 195–209.
- Kaynar, O. ve Taştan, S. (2009). Zaman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modelinin karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 161–172.
- KİK, 2016. Kamu İhale Genel Tebliği, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?> Erişim tarihi 01.05.2016
- Kobu B. (2006). Üretim Yönetimi, Beta Basım Yayım Dağıtım A.S., İstanbul.
- Kobu, B., (2010). Üretim Yönetimi, Beta Basım Yayım Dağıtım A.S., İstanbul
- Krajewski L.J., Ritzman, L.P., Malhotra, M. K. (2013). *Operation Management: Processes and Supply Chains*, Prentice Hall, Çeviri Editörü: Semra Birgün, 9. Baskı, Nobel Yayın, Ankara
- Kusters, R. J. ve Groot, P. M. A. (1996). Modelling resource availability in general hospitals design and implementation of a decision support model. *European Journal of Operational Research* (C. 88). doi: 10.1016/0377-2217(95)00201-4
- Lewis, C.D. (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods*. Londra: Butterworths Publishing
- Mai, Q., Aboagye-Sarfo, P., Sanfilippo, F. M., Preen, D. B. ve Fatovich, D. M. (2015). Predicting the number of emergency department presentations in Western Australia: A population-based time series analysis. *EMA - Emergency Medicine Australasia*, 27(1), 16–21. doi: 10.1111/1742-6723.12344
- McGowan, J. E., Truwit, J. D., Cipriano, P., Howell, R. E., VanBree, M., Garson, A. ve Hanks, J. B. (2007). Operating Room Efficiency and Hospital Capacity: Factors Affecting Operating Room Use During Maximum Hospital Census. *Journal of the American College of Surgeons*, 204(5), 865–871.
- Mielczarek, B. (2014). Simulation modelling for contracting hospital emergency services at the regional level. *European Journal of Operational Research*, 235(1), 287–299.
- Özcan, Yaşar.A. (2009). *Quantitative Methods in Health Care Management: Techniques And Applications*. Usa: Jossey – Bass.
- Özudoğru, A. G. ve Görener, A. (2015). Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, 14(27), 37–53.
- Özudoğru, A. G. ve Görener, A. (2016). Method Selection for Demand Forecasting : Application in a Private Hospital. *International Journal of Decision Sciences & Applications*, 1(1), 22–34.
- Sezgin, A. (1976). İşletmelerde Malzeme Akış Sistemi Analiz Ve Simülasyon Uygulaması, A.İ.T.İ.A. Yayın No.114, Ankara.
- Soysal, M. ve Ömürgönülşen, M. (2010). Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama. *Turizm Araştırmaları Dergisi*, 21(1), 128–136.
- Tek, Ö.B. (1999). *Pazarlama İlkeleri Global Yönetimsel Yaklaşım Türkiye Uygulamaları*, İstanbul, Beta Yayıncılık
- Tengilimoğlu, D. (1996). *Hastanelerde Malzeme Yönetim Teknikleri*, Sader., Özkan Matbaası, Ankara.

- Tengilimoğlu, D. ve Yiğit, V. (2013). Sağlık İşletmelerinde Tedarik Zinciri ve Malzeme Yönetimi (2. bs.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. şti.
- Ulucan, A., (2012). Sağlık Kurumlarında Operasyon Yönetimi, Sağlık Yönetiminde Öngörü, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Üreten, S. (2005). Üretim/İşlemler Yönetimi, 5. Baskı Gazi Kitapevi, Ankara.
- Witt, S.F., Witt, C.A. (2000), Modeling and Forecasting Demand in Tourism, Academic Press, Londra.
- Yi, P., George, S. K., Paul, J. A. ve Lin, L. (2010). Hospital capacity planning for disaster emergency management. Socio-Economic Planning Sciences, 44(3), 151–160. doi: 10.1016/j.seps.2009.11.002
- Yiğit, A. ve Erdem, R. (2016). Sağlık Teknolojisi Değerlendirme: Kavramsal Bir Çerçeve. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (23), 213–248.
- Yiğit, V. (2014). Hastanelerde Stok Kontrol Analizi: Akdeniz Üniversitesi Hastanesinde Bir Uygulama. *Sayıştay Dergisi*, 93(Nisan-Haziran), 105–128.
- Yiğit, V. ve Yiğit, A. (2016). Üniversite Hastanelerinin Finansal Sürdürülebilirliği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16), 253. doi: 10.20875/sb.84868
- Yüksel, H. (2009). Üretim/İşlemler Yönetimi: Temel Kavramlar, Nobel Yayın Dağ. Tic. Ltd. şti. Ankara.
- Zeren, F. ve Ergüzel, O.ř. (2014). “Forecast Share Prices With Artificial Neural Network in Crisis Periods”, *Journal of Business Research-Türk*, 6/3(2014): 16-28.