İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi Yıl:14 Sayı:27 Bahar 2015 s. 37-53

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİNİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

A. Göksu ÖZÜDOĞRU[1] , Ali GÖRENER[2]

ÖZET

Doğru ve güvenilir talep tahminleri işletmelerin verimliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır. Her sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de talep tahminleri konusu önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle medikal malzeme alımlarının temel bir maliyet kalemi olduğu hastane gibi kurumlarda, stok maliyetlerinin kontrolü için iyi bir talep tahmini yapılmalıdır. Bu çalışmada, İstanbul'da bir hastaneden alınan verilerle, kullanılan temel medikal malzemelerin 2010-2014 yıllarındaki gerçek talep verileri ile bir talep tahmini uygulaması yapılmıştır. Minitab17 istatistik programı kullanılarak mevcut verilere zaman serisi yöntemleri uygulanıp, en uygun tahmin yönteminin tespiti amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Sağlık Sektörü, Talep Tahmini, Zaman Serileri*

A FORECASTING APPLICATION IN HEALTHCARE INDUSTRY

ABSTRACT

Enterprises provide accurate and reliable productivity with demand forecasts. The demand forecasts in the health sector is very important, as in every sector. Especially in hospitals, the importance of purchasing medical supplies is increasing demand forecasts. Because businesses do not want to encounter such a situation would be faced with more costs than when the stock cost. In this study, selected from a hospital in Istanbul and medical supplies were made with actual demand data set for research in 2010-2014. Minitab 17 statistical programme and time series methods applied, then compared with each of the methods has been investigated most appropriate estimation method.

Keywords: *Healtcare Industry, Forecasting, Time Series*

[1] *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eminönü-İstanbul*
[2] *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Küçükyalı-İstanbul*

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri; işletmelerin üretimde kullanacağı hammaddelerin teminini yaptığı, hammaddeleri yarı mamül veya nihai ürün haline getirip bu mamülleri son kullanıcıya ulaştırdığı süreçleri kapsamaktadır (Mangan vd., 2008). Tedarik zincirleri, müşteri ihtiyaçlarını doğrudan ya da dolaylı olarak karşılayan tüm kesimleri içeren bütünleşik yapılardır. Bu yapılar içerisinde müşteriler, perakendeciler, toptancılar/distribütörler, imalatçılar ve girdi sağlayan tedarikçiler olabilmektedir. Tedarik zincirinde, zincir boyunca birimler arasındaki bilgi/ürün ve fon akışları söz konusudur (Uzun ve Karataş, 2012; Acar ve Köseoğlu, 2014).

Tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin müşteri hizmet seviyesi gereksinimlerini karşılamak amacıyla doğru miktarda, yerde ve zamanda olacak şekilde üretim ve dağıtımının yapılması için perakendecilerin, toptancıların, üreticilerin ve tedarikçilerin entegre edilmesi için bir dizi yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Ungan, 2011).

Tedarik zincirinin önemli bir parçası olan, satın alma ise; mal ve hizmetlerin, tedarikçiden temin edilmesi ve bu alışveriş süreci ile ilgili faaliyetleri (sipariş, teslimat, ödeme vb.) yerine getirmek anlamına gelmektedir (Nebol vd., 2014). Satın alma üretim için gerekli olan her çeşit malzeme teçhizat ve servislerin temin edilmesiyle ve/veya kiralanmasıyla ilgili faaliyetlerin sorumluluğunu taşıyan ve malzeme yönetiminin pazar ile olan ilişkisini icraata dönüştüren bir fonksiyondur. Satın alma birçok işletmede malzeme yönetiminin esas fonksiyonu olarak kabul edilmektedir (Tengilimoğlu ve Yiğit, 2013). Satın alınacak miktarın doğru belirlenmesi, işletmenin karlılığını, özellikle de stoklara bağlı maliyetleri doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilmesi gereken talep tahminleri, karar vericilere yol göstermesi açısından oldukça önemlidir.

Sağlık hizmetlerinin etkinliği, kişilerin yaşamlarını refah içinde sürdürebilmesi açısından oldukça önemlidir. Hastaneler, bir ülkenin sağlığa verdiği önemi gösteren yerlerdir. Bu nedenle Türkiye'deki hastanelerin etkin ve verimli çalışabilmesi, kaliteli sağlık hizmeti sunması önem taşımaktadır (Taşlıyan ve Gök, 2012). Sağlık alanında, çeşitli hizmetlerin hızlı bir şekilde tüketicilere sunulabilmesi için malzeme ve ekipmanların çok büyük önemi vardır. İhtiyaç olduğunda elde bulunmayan bir ekipman ciddi probleme neden olurken, fazla miktarda stoklanan malzemelerde maliyetleri olumsuz yönde etkilemektedir.

Çalışmanın amacı, İstanbul'da bulunan bir özel hastanenin hizmetlerinde kullandığı bazı medikal malzemelerin 2015 yılı için talebinin aylar itibariyle tahmin edilmesidir. Geçmişteki veriler aylık bazda bulunduğundan, zaman serileri kullanılarak aynı periyot kapsamında tahmin yapılması uygun görülmüştür. Yapılacak çalışma ile işletmenin stok planlarına ışık tutulması, göreceli olarak az sayıda çalışmanın yapılmış olduğu sağlık sektöründe tedarik zinciri literatürüne katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. TALEP TAHMİNİ

Talep tahmini, işletme kararlarının büyük ölçüde öngörüye dayanması bakımından oldukça önemlidir. Hangi pazarlara girileceği, hangi ürünlerin üretileceği, ne kadar satın alma yapılacağı, elde ne kadar stok bulundurulacağı ve ne kadar personel istihdam edileceği gibi kararlar bir tahmin yapılmasını gerektirir (Ersoy ve Ersoy, 2011). Talep tahminlerinin başarılı olması hedeflenen maliyetlerin tutturulmasında, amaçlanan kârın elde edilmesinde ve sonuçta sistemden faydalanan paydaşların memnuniyetinde önemli rol oynamaktadır (Yaman, 2011).

Tahminler kısa, orta ve uzun vadeli olarak sınıflandırılabilir. Kısa dönem tahminler, altı aydan az bir süreyi kapsamaktadır. Satın alma kararları, iş çizelgeleme, işgücü düzeyleri ve üretim düzeyleri için kullanılabilir. Orta dönem tahminler, altı aydan iki yıla kadar olan süreyi kapsar ve işgücü, malzeme ve stok planlaması amacına hizmet eder. İki yıl veya daha uzun bir süreyi kapsayan tahminler ise uzun dönemlidirler. Tesislerin genişletilmesi, yeni ürünlerin planlanması, sermaye fonlarının durumu gibi konulara ilişkin veri sağlama amacı taşır ve genellikle üst düzey yönetim tarafından gerçekleştirilir (Yenersoy, 2011; Yüksel, 2013).

2.1 Tahmin Yöntemleri

Talep tahminleri kapsamındaki literatür incelendiğinde sayısal ve sayısal olmayan yöntemleri görmek mümkündür.

Delphi Yöntemi: İstatistiksel modeller geliştirmek için geçmişe ait veri olmadığında veya işletme içerisindeki yöneticilerin, gerçekleştirilecek tahminlere ilişkin deneyimleri olmadığında yararlanılabilecek bir yöntemdir. Delphi yöntemi, ürün talebinin uzun dönemli tahmininde ve yeni ürünün satış tahminlerinde kullanılabilir (Yüksel, 2013).

Pazar Araştırması: Hipotezlerin, anket ile toplanan veriler kullanılmak suretiyle test edilerek, müşterilerin bir ürün veya hizmete ilişkin ilgilerinin sistematik bir yaklaşımla belirlenmesidir (Yüksel, 2013).

Yaşam Eğrisi Modeli: Ürün yaşam eğrisi modeli, bir mal veya hizmetin pazar ömrü tahmin edilmek amacı ile geliştirilmiş bir planlama aracıdır. Ürünün yaşamı boyunca karşılaşacağı pazarlama sorunlarına çözüm bulmak, uygun pazarlama stratejilerini saptamak için kullanılır. Ayrıca işletmeler talep tahmini yaparken, diğer benzer ürünlerin ürün yaşam eğrisine bakarak tahmin yapabilmektedirler (Karafakioğlu, 2012).

Uzman Görüşleri: Uzmanların veya üst düzey yönetici görüşlerinin belirtilmesiyle yapılan tahminlerdir.

Zaman Serileri: Zaman serisi; incelemesi amaçlanan konudaki gözlem sonuçlarının belirli bir zaman dönemi (gün, hafta, ay, yıl vb.) dikkate alınarak düzenlenmesiyle gerçekleştirilen tahmin süreçlerini kapsamaktadır (Altaş, 2013).

Gözlem sonuçlarının zamana bağlı olarak elde edilip düzenlenmesiyle elde edilen sayı dizisine, zaman serisi denir. Yıllara göre ithalat ve ihracat değerleri, bir işletmenin aylık satışları, bir işletmedeki haftalık veya günlük nakit girişleri, borsada oluşan fiyatlar vb. birer zaman serisi olarak ifade edilebilir (Turanlı ve Güriş, 2008; Bozkurt, 2013). Zaman serilerinin analizinde kullanılan bir çok yöntem mevcuttur. Bunlardan bazıları; basit ortalama, hareketli ortalama yöntemleri, üstel düzeltme, Holt-Winters yöntemleri olarak ifade edilebilir.

Regresyon: Regresyon, en az iki değişken arasındaki ilişkinin bir denklem ile açıklanmasını sağlayan bir yöntemdir. Değişkenler arasındaki ilişki denklem ile ifade edilebilirse, bilinen değişken değerleri yardımıyla bilinmeyen değişken değerleri tahmin edilebilir (Çil, 2013).

Ekonometrik Modeller: Ekonometrik modeller geniş bir ekonomik faaliyet alanıyla ilgili çoklu regresyon denklemlerinin birlikte çözülmesiyle tahminde bulunulmasına olanak sağlanmaktadır (Yüksel, 2013).

Simülasyon: Geçmiş dönemlerde ortaya çıkan sonuçların olasılık değerleri dikkate alınarak rastgele sayılar vasıtasıyla geleceğe yönelik tahmin oluşturmada kullanılabilecek bir yöntemdir.

Talep tahminine yönelik çalışmalar incelendiğinde genellikle zaman serileri analizinin kullanıldığı görülmektedir.

Tanrıtanır (1995), bir mobilya fabrikasında talep tahmini çalışmasında 1990-1992 yılındaki satış miktarlarına regresyon yöntemini uygulayarak 1993 yılı değerlerini tahmin etmiştir. Akbay, Aktaş ve Koç (1999) yaptıkları araştırmada konsantre meyve suyu tüketimi ve tüketimi etkileyen sosyo-ekonomik değişkenlerin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada Adana'da 1997 yılında hane halkının meyvesuyu tüketimini belirtmek için yapılan anketlerden sağlanan veriler kullanılmıştır. Gavcar, Şen ve Aytekin (1999) yapmış oldukları talep tahmini çalışmasında, Türkiye'de kullanılan kağıt-karton türlerinden sekiz farklı kağıt türünün talep tahminini yapmışlardır.

Patır ve Yıldız (2003) bir sanayi işletmesinde 2002 yılı satış miktarını Monte Carlo simülasyonu uygulaması ile tahmin etmiştir. Soysal ve Ömürgönülşen (2010) turizm sektöründe talep tahmini üzerine yaptıkları çalışmalarında 2000-2007 yılları arasında işletme belgesine sahip tesislere gelen yerli ve yabancı turist sayılarına ilişkin verileri kullanarak 2008 yılının ilk altı ayı için tahmin gerçekleştirmişlerdir. Tahmin yaparken zaman serisi yöntemlerinden Hareketli Ortalama, Basit Üstel Düzeltme ve Holt-Winters yöntemlerinin performanslarını karşılaştırmışlardır. Sabır ve Batuk (2013), tekstil boya terbiye işletmelerinde zaman serisi yöntemlerini

kullanılarak talep tahmini yapmıştır. Araştırmacılar talep tahmini yaparken, üstel düzeltme yöntemleri ve Winters modelini kullanmışlardır. Solak (2013) yaptığı çalışmada Türkiye'nin toplam petrol talebini ve ulaştırma sektörü petrol talebini tahmin etmek için Box-Jenkins yöntemlerini kullanmıştır. Araştırmada, 1970-2011 yılını kapsayan 42 yıllık verileri kullanmış ve 2012-2020 dönemi için tahmin yapmıştır. Çuhadar (2014), Muğla ilinde dış turizm talebinin tahminine yönelik bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmasında talebin ölçüsü olarak gelen turist sayısı, geceleme sayıları, turizm gelirleri, otel doluluk oranlarını ve ziyaretçi harcamalarını kullanmıştır. Belirtilen veriler kullanılarak üstel düzeltme ve Box-Jenkins yöntemlerini uygulamıştır.

2.2 Tahmin Yönteminin Belirlenmesi

Kullanılacak tahmin yöntemleri, tahmin edilecek periyodun uzunluğuna, istenen hassasiyet derecesine, ayırılan bütçeye göre farklılık gösterebilmektedir. Veri setlerinin tahmin yöntemleri ile analizinden sonra hata ölçütleri kapsamında değerlendirilmesi önemlidir. Hata ölçütleri, zaman serisinin gerçek davranışı ile tahmini değerler arasındaki ilişkileri yorumlamamızı sağlar. Talep tahminlerinde en çok kullanılan hata ölçütleri; ortalama hata, ortalama mutlak hata, hata kareleri ortalaması ve hata yüzdesi değerleridir.

Ortalama hata (OH-ME), tahminlerin ortalama olarak talebin ne kadar altında veya ne kadar üstünde kaldığını ifade etmektedir. Bazı periyotlardaki pozitif hatalar diğer periyotların negatif hataları ile söndürülüyorsa OH oldukça küçük değerler alır veya sıfıra yaklaşır. Bu sonuç hatanın normal dağılımından kaynaklanan doğal bir gelişmedir ve tahminin yansız/tarafsız olmasını tanımlar. Ortalama mutlak hata (OMH-MAE) hesabında ise hatanın büyüklüğünün negatif ve pozitif olmasına bakılmaz. Ortalama mutlak hata tahmin ve gerçekleşen değer arasındaki farkın ortalamasıdır. Ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY-MAPE) değeri ile de mutlak hata, dönem başına değil, gerçekleşen değerin yüzdesi olarak dikkate alınır.

Pozitif (+) veya negatif (-) hataların birbirlerini etkilememesi için kare alma yolu tercih edilirse, hata mertebesi büyük sayılarla tanımlanmaktadır. Hata karelerinin ortalaması (HKO-MSE) ile, hataların karesi alındığından daha büyük olan hataların değeri büyümekte ve böylece büyük hatalar bir anlamda cezalandırmış olmaktadır. Değerlendirme aşamasında HKO değeri daha düşük olan tahmin yöntemi, veri seti için en uygun yöntem olarak seçilmektedir (Ersoy ve Ersoy, 2011; Yenersoy, 2011).

3. UYGULAMA

Günümüzde sağlık sektörü ekonomide büyük bir paya sahip olmasının yanı sıra, Türkiye'de önemli bir hizmet endüstrisi haline gelmiştir. Ülkemizde sağlık sektöründeki işletmelerin sayısının hızlı nüfus artışını karşılamadığı bir gerçektir. Sağlık işletmelerinin sayısının az oluşu, hastanelerde çalışan doktor ve hemşire sayılarının eksikliği, malzeme ve ekipmanların tüketicilerin ihtiyaçlarını

karşılamadaki yetersizliği sağlık sektöründe düzeltici önlemlerin alınmasını ve hizmet kalitesinin yükseltilmesini gerekli kılmaktadır (Tutar ve Kılınç, 2007).

Sağlık sektörünün temel yapıtaşlarından biri olan hastaneler, günde yüzlerce hastanın tedavi edildiği önemli birimlerdir. Bu birimlerde tedavi amaçlı kullanılan malzemelerin bulunurluğu dikkatli biçimde ele alınmalıdır. Fazla malzeme bulundurmanın ortaya çıkaracağı stok tabanlı maliyet problemlerinin yanı sıra malzemenin olmaması durumunda ortaya çıkabilecek olumsuzluklarda göz önünde bulundurulmalıdır.

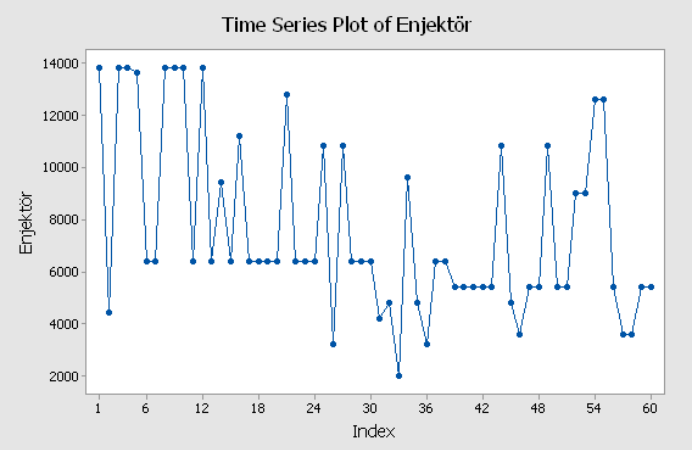
Çalışmanın amacı, İstanbul'da bulunan bir özel hastanenin hizmetlerinde kullandığı önemli medikal malzemelerin 2015 yılı için talebinin aylar itibariyle tahmin edilmesidir. Araştırma için verilerinden yararlanılan hastane, 2600 adet yatak kapasitesi olan bir hastanedir. Bu hastanede dört adet ameliyathane ve dört adet yoğun bakım ünitesi bulunmaktadır. Yoğun bakımlar; cerrahi yoğun bakım, genel yoğun bakım, koroner yoğun bakım, yeni doğan yoğun bakımdır. Hastanenin satın alma departmanı; genel satın alma, medikal satın alma ve ilaç (eczane) satın alma olarak üçe ayrılmıştır. Medikal satın alma tüm medikal malzemeleri satın alan ve yaklaşık yirmi beş tedarikçiye sahip olan bir bölümdür.

Hastanede sıklıkla kullanılan dört farklı medikal malzemenin beş yıllık (ay bazında) satın alma verileri kullanılarak bir sonraki yılın talebi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Minitab 17 istatistik programı yardımıyla 3 ve 5 aylık hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi, Holt'un doğrusal yöntemi, çarpımsal dönemli Holt-Winters yöntemi, toplamsal dönemli Holt-Winters yöntemi ve regresyon yöntemleri uygulanarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Yöntemleri karşılaştırmak için Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (OMHY) ve Hata Karelerinin Ortalaması (HKO) gibi hata ölçütlerinin değerleri tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında sadece 5cc'lik Enjektör ürününe ilişkin analizler sunulmuştur. Tablo 1'de, 5cc'lik Enjektör isimli ürüne ait 2010-2014 yıllarındaki talep miktarları gösterilmiştir.

Tablo 1. Enjektörün 2010-2014 Yılları Arasındaki Talep Miktarları (adet)

	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Ocak	13800	6400	10800	6400	10800
Şubat	4400	9400	3200	6400	5400
Mart	13800	6400	10800	5400	5400
Nisan	13800	11200	6400	5400	9000
Mayıs	13600	6400	6400	5400	9000
Haziran	6400	6400	6400	5400	12600
Temmuz	6400	6400	4200	5400	12600
Ağustos	13800	6400	4800	10800	5400
Eylül	13800	12800	2000	4800	3600
Ekim	13800	6400	9600	3600	3600
Kasım	6400	6400	4800	5400	5400
Aralık	13800	6400	3200	5400	5400

Hastanede 5cc'lik enjektöre en fazla talep yoğun bakım, acil servis, genel biyokimya ve laboratuvar birimlerinden gelmektedir. Verilere göre, 5cc'lik enjektöre en fazla talep 2010 yılında gerçekleşmiştir. 2010 yılında 12 ay boyunca 133800 adet enjektör talebi olmuştur. 2011 yılında 91000 adet, 2012 yılında 72600 adet, 2013 yılında 69800 adet, 2014 yılında 88200 adet talep gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Enjektör İçin Talep Grafiği

3.1 Hareketli Ortalama Yöntemleri ile Tahmin

Enjektör için belirtilen talep miktarları dikkate alınarak, öncelikle 3 aylık ve 5 aylık hareketli ortalama ile tahmin yapılmıştır. Tablo 2 ve 3'te sayfa sorunu nedeniyle 5 yıllık verilerin sadece son yılı gösterilmiştir. Hesaplamalar 5 yıl dikkate alınarak yapılmıştır. 3 aylık ve 5 aylık hareketli ortalama uygulanması ile ortaya çıkan tahmin değerleri, tahmin hataları ve hata ölçütleri ifade edilmiştir.

Tablo 2. Enjektör İçin 3 Aylık Hareketli Ortalama ile Tahmin Sonuçları

Aylar	**Gerçekleşen Talep**	**3'lü Hareketli Ortalama**	**Tahmin**	**Tahmin Hatası**
Ocak	10800	7200	4800	6000
Şubat	5400	7200	7200	-1800
Mart	5400	7200	7200	-1800
Nisan	9000	6600	7200	1800
Mayıs	9000	7800	6600	2400
Haziran	12600	10200	7800	4800
Temmuz	12600	11400	10200	2400
Ağustos	5400	10200	11400	-6000
Eylül	3600	7200	10200	-6600

Ekim	3600	4200	7200	-3600
Kasım	5400	4200	4200	1200
Aralık	5400	4800	4200	1200
OMHY (MAPE)		37		
OMH (MAE)		2682		
HKO (MSE)		11333567		

Tablo 3. Enjektör İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama ile Tahmin Sonuçları

Aylar	**Gerçekleşen Talep**	**5'li Hareketli Ortalama**	**Tahmin**	**Tahmin Hatası**
Ocak	10800	6000	6000	4.800
Şubat	5400	6120	6000	-600
Mart	5400	6480	6120	-720
Nisan	9000	7200	6480	2520
Mayıs	9000	7920	7200	1800
Haziran	12600	8280	7920	4680
Temmuz	12600	9720	8280	4320
Ağustos	5400	9720	9720	-4320
Eylül	3600	8640	9720	-6120
Ekim	3600	7560	8640	-5040
Kasım	5400	6120	7560	-2160
Aralık	5400	4680	6120	-720
OMHY (MAPE)		33		
OMH (MAE)		2498		
HKO (MSE)		8423603		

3.2 Üstel Düzeltme Yöntemi ile Tahmin

İkinci aşamada literatürde sıklıkla karşılaşılan, üstel düzeltme yöntemi ile tahmin yapılmıştır. Üstel düzeltme yöntemi için gerekli düzgünleştirme katsayıları 0,2, 0,5 ve 0,8 olarak seçilmiştir. Bu değerlerin belirlenmesinde literatürdeki bilgiler kullanılmıştır. 0,2 değeri kullanılarak oluşan sonuçlar Tablo 4'te ifade edilmiştir. Tüm sonuçlara ilişkin değerler ise Tablo 9 ve 10'da bir arada sunulmuştur.

Tablo 4. Enjektör İçin Üstel Düzeltme Yöntemi ile Tahmin Sonuçları

Aylar	**Gerçekleşen Talep**	**Üstel Düzeltme**	**Tahmin**	**Tahmin Hatası**
Ocak	10800	6665	6060	4740
Şubat	5400	6503	6665	-1265
Mart	5400	6363	6503	-1103
Nisan	9000	6699	6363	2637
Mayıs	9000	6993	6699	2301
Haziran	12600	7708	6993	5607
Temmuz	12600	8332	7708	4892
Ağustos	5400	7958	8332	-2932
Eylül	3600	7402	7958	-4358
Ekim	3600	6917	7402	-3802

Kasım	5400	6723	6917	-1517
Aralık	5400	6555	6723	-1323
OMHY (MAPE)		38		
OMH (MAE)		2713		
HKO (MSE)		9299133		

3.3 Holt'un Doğrusal Yöntemi ile Tahmin

Holt'un doğrusal yöntemi, zaman serisinin ortalama ve büyüme oranı değiştiğinde kullanılabilecek bir yöntemdir. Talepte azalma veya artma şeklinde bir trend söz konusu olabilir. Trendi belirlemek için ilk aşamada yeni bir temel bir düzey oluşturmak amacıyla üstel düzeltme yapılır. Trendin temel düzeyini belirlemek için kullanılacak denklem şu şekildedir (Bulut, 2006; Benli ve Yıldız, 2014):

$$L_t = \propto Y_t + (1-\propto)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$F_{t+n} = L_t + nT_t \quad (2)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (3)$$

L_t: t dönemindeki beklenen düzeyi
$\propto$: Düzeyin düzgünleştirme katsayısı
Y_t: Dönemdeki gerçekleşen değer
T_t: t dönemindeki trendi
β: Trendin düzgünleştirme katsayısı
n: Öngörülecek dönem sayısı

Belirtilen eşitlikler kullanılarak, yöntem uygulanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Holt'un Doğrusal Yöntemi ile Tahmin Sonuçları

Aylar	**Gerçekleşen Talep**	**Üstel Düzeltme**	**Temel Düzey**	**Trend**	**Tahmin Talebi**	**Tahmin Hatası**
Ocak	10800	9581	9581	-18	5303	5497
Şubat	5400	6323	6323	-24	9563	-4163
Mart	5400	5600	5600	-25	6300	-900
Nisan	9000	8240	8240	-20	5575	3425
Mayıs	9000	8827	8827	-19	8220	780
Haziran	12600	11759	11759	-14	8808	3792
Temmuz	12600	12411	12411	-12	11746	854
Ağustos	5400	6952	6952	-22	12398	-6998
Eylül	3600	4339	4339	-27	6930	-3330

Ekim	3600	3758	3758	-28	4312	-712
Kasım	5400	5030	5030	-26	3730	1670
Aralık	5400	5312	5312	-25	5004	396
OMHY (MAPE)			35			
OMH (MAE)			2738			
HKO (MSE)			16322095			

3.4 Holt-Winters Yöntemleri ile Tahmin

Holt-Winters üstel düzeltme yöntemleri, seride bulunabilecek trend ve mevsimselliği dikkate alır ve serinin her bir bileşeni ayrı bir denklem kullanılarak tahmin edilir (Şen ve Kaba, 2009). Mevsimsel zaman serileri için en yaygın kullanılan yöntemler; toplamsal mevsimsellik için olan toplamsal Holt-Winters yöntemi, çarpımsal mevsimsellik için önerilen çarpımsal Holt-Winters yöntemidir (Irmak vd., 2012). Holt-Winters'ın üstel düzelme yöntemleri üç eşitliğe dayanmaktadır. Birincisi serinin t dönemindeki seviyesini belirlemek, ikincisi trendi belirlemek, üçüncüsü ise mevsimsel bileşeni belirlemek için kullanılır. Çarpımsal yöntem için eşitlikler şu şekilde ifade edilebilir (Çuhadar, 2014):

$$L_t = a\frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-a).(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (4)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (5)$$

$$S_t = \gamma\frac{Y_t}{L_t} + (1-\gamma)S_t \quad (6)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (7)$$

L_t= Serinin t dönemindeki genel seviyesi
Y_t: Gözlem değeri
S_t: Mevsimsel bileşen
b_t: Trend bileşen
a: Düzey düzeltme sabiti
β: Trend düzeltme sabiti
γ: Mevsim düzeltme sabiti
F_{t+m}: m ileri dönem için tahmin değeri

Holt- Winters'ın çarpımsal üstel düzeltme yönteminde mevsimsel dalgalanmanın büyüklüğü serinin uzunluğuna göre değişirken toplumsal yöntemde sabittir. Toplamsal üstel düzeltme yönteminin eşitlikleri şu şekilde formüle edilmektedir (Çuhadar, 2014);

$$L_t = a(Y_t - S_{t-s}) + (1-a)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (9)$$

$$S_t = \gamma_t(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (10)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (11)$$

Eşitlikler kullanılarak her iki yöntem, veri setine ayrı ayrı uygulanmıştır. Parametrelerin belirlenmesi noktasında, literatürdeki veriler ışığında Minitab 17 istatistik paket programından faydalanılmıştır.

Tablo 6. Enjektör için Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi Sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Talep	Üstel Düzeltme	Temel Düzey	Trend	Sezon İndeksi	Talep Tahmini	Tahmin Hatası
Ocak	10800	5425	6462	110	1	5315	5845
Şubat	5400	5841	6452	86	1	5941	-541
Mart	5400	5787	6435	66	1	5864	-464
Nisan	9000	7810	6684	102	1	7890	1110
Mayıs	9000	6420	7303	206	1	6518	2482
Haziran	12600	6415	8876	479	1	6596	6004
Temmuz	12600	7940	10301	668	1	8368	4232
Ağustos	5400	12176	9689	412	1	12966	-7566
Eylül	3600	12565	8637	119	1	13099	-9499
Ekim	3600	7457	7839	-64	1	7560	-3960
Kasım	5400	6435	7535	-112	1	6382	-982
Aralık	5400	7293	7054	-184	1	7185	-1785
OMHY (MAPE)			35				
OMH (MAE)			2430				
HKO (MSE)			10591531				

Tablo 7. Enjektör için Toplamsal Holt-Winters Yöntemi Sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Talep	Üstel Düzeltme	Temel Düzey	Trend	Sezon İndeksi	Talep Tahmini	Tahmin Hatası
Ocak	10800	4973	6262	100	721	4835	5965
Şubat	5400	5191	6384	105	-1053	5292	108
Mart	5400	5533	6441	95	-887	5638	-238
Nisan	9000	8214	6674	123	1884	8309	691
Mayıs	9000	6418	7289	221	137	6541	2459
Haziran	12600	6164	8753	470	-130	6385	6215
Temmuz	12600	7798	10089	643	-261	8268	4332
Ağustos	5400	11433	9397	376	276	12076	-6676
Eylül	3600	11861	8045	30	1083	12237	-8637

Ekim	3600	7389	7312	-122	-1267	7419	-3819
Kasım	5400	5959	7102	-138	-1422	5837	-437
Aralık	5400	7205	6629	-206	-162	7065	-1665
OMHY (MAPE)			35				
OMH (MAE)			2419				
HKO (MSE)			10161126				

3.5 Doğrusal Regresyon ile Tahmin

Regresyon yönteminde, kullanılacak katsayıları bulmak için bağımlı ve bağımsız değişkenlerle ilgili gözlemlere gerek duyulur. İki değişken arasındaki bir doğrusal regresyon denklemi şu şekilde ifade edilebilir (Serper, 2010: Altaş, 2013):

$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ (Ana kütle regresyon yöntemi) (10)
$\acute{Y} = a + bX + e_i$ (Örnek regresyon yöntemi) (11)

Y: Bağımlı değişken
X: Bağımsız değişken
Ý: Tahmini değer
$\beta_0$veβ_1: Regresyon denkleminin parametreleri
a ve b: Tahmini regresyon denkleminin katsayıları($\beta_0$ve β_1'in tahmincileri)
ε: Hata terimi, e: Hata teriminin tahmincisi

Tablo 8. Enjektör için Basit Doğrusal Regresyon Sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Talep	Talep Tahmini	Tahmin Hatası
Ocak	10800	6434	4366
Şubat	5400	6355	-955
Mart	5400	6275	-875
Nisan	9000	6196	2804
Mayıs	9000	6117	2883
Haziran	12600	6038	6562
Temmuz	12600	5959	6641
Ağustos	5400	5880	-480
Eylül	3600	5801	-2201
Ekim	3600	5722	-2122
Kasım	5400	5643	-243
Aralık	5400	5564	-164

OMHY (MAPE)	40
OMH (MAE)	2629
HKO (MSE)	414541241

Tablo 9. Enjektör için gerçekleşen talepler ve talep tahmin yöntemleri ile elde edilen değerler

Aylar	Gerçekleşen Talep	3 Aylık H.O.Y.	5 Aylık H.O.Y.	Basit Ü.D.Y (0,2)	Basit Ü.D.Y (0,5)	Basit Ü.D.Y (0,8)	Holt'un Ü.D.Y.	Çarpımsal H.W.Y.	Toplamsal H.W.Y.	Doğrusal R.Y
Ocak	10800	4800	6000	6060	5307	5346	5303	5315	4835	6434
Şubat	5400	7200	6000	6665	8053	9709	9563	5941	5292	6355
Mart	5400	7200	6120	6503	6727	6262	6300	5864	5638	6275
Nisan	9000	7200	6480	6363	6063	5572	5575	7890	8309	6196
Mayıs	9000	6600	7200	6699	7532	8315	8220	6518	6541	6117
Haziran	12600	7800	7920	6693	8266	8863	8808	6596	6385	6038
Temmuz	12600	10200	8280	7708	10433	11853	11746	8368	8268	5959
Ağustos	5400	11400	9720	8332	11517	12451	12398	12966	12076	5880
Eylül	3600	10200	9720	7958	8458	6810	6930	13099	12237	5801
Ekim	3600	7200	8640	7402	6029	4242	4312	7560	7419	5722
Kasım	5400	4200	7560	6917	4815	3728	3730	6382	5837	5643
Aralık	5400	4200	6120	6723	5107	5066	5004	7185	7065	5564

Tabloda Enjektörün son 12 ay için tahmin yöntemleri ile elde edilen sonuçları gösterilmiştir. Hesaplamalar 60 aylık verilerle yapılmıştır.

Tablo 10. Hata Ölçütleri Değerleri

Talep Tahmin Yöntemleri	**OMHY (MAPE)**	**OMH (MAE)**	**HKO (MSE)**
3 Aylık Hareketli Ortalama Y.	37	2682	11333567
5 Aylık Hareketli Ortalama Y.	**33**	2498	**8423603**
Tek Üstel Düzeltme (α =0,2) Y.	38	2713	9299133
Tek Üstel Düzeltme (α =0,5) Y.	43	2760	11908603
Tek Üstel Düzeltme (α =0,8) Y.	44	2900	14899793
Holt'un Doğrusal Yöntemi	35	2738	16322095
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi	35	2430	10591531
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi	35	**2419**	10161126
Doğrusal Regresyon Yöntemi	40	2629	414541241

Talep tahmini yapılan enjektör isimli ürün için elde edilen hata değerlerine bakıldığında en düşük değerlerin, üç hata ölçütünden ikisinde 5 Aylık Hareketli Ortalama yöntemiyle, ölçütlerden birinde de Toplamsal Holt-Winters yöntemi ile sağlandığı görülmektedir. Elde edilen bilgiler ışığında, gelecek yılın tahmini her iki yöntem kullanılarak yapılmış, Tablo 11'de ifade edilmiştir. Oluşan değerler birbirinden farklı olduğundan, hangi yöntemin uygulanacağı noktasında ortalama değerlerin alınması veya ağırlıklandırma yapılarak elde edilen değerlerin kullanılması uygun olacaktır.

Tablo 11. Gelecek Yılın Tahmini

Aylar	**5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi**	**Toplamsal Holt-Winters Yöntemi**
Ocak	4680	8557
Şubat	4680	4494
Mart	4680	6509
Nisan	4680	7272
Mayıs	4680	6245
Haziran	4680	5770
Temmuz	4680	5002
Ağustos	4680	5448
Eylül	4680	4242
Ekim	4680	4420
Kasım	4680	3139
Aralık	4680	3886

Enjektör için gerçekleştirilen tüm hesaplamalar, diğer üç medikal malzeme için de gerçekleştirilerek tahmin yöntemlerinin hata değerleri belirlenmiştir. Makaledeki sayfa sınırı açısından benzer işlemler olması dolayısıyla bu kısımda yer verilmemiştir.

5. SONUÇ

Sağlık sektörü, insan yaşamı için çok önemli bir alan olmasının yanı sıra, hizmet sektörü içerisindeki payı giderek artan bir iş koludur. Sağlık hizmetlerinin verimli ve etkin bir şekilde sağlanması, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin temel bir göstergesidir. Bu hizmeti veren işletmeler, artan rekabet nedeniyle aynı pazarda faaliyet gösteren işletmelerle hizmet kalitesi açısından ciddi bir yarış içerisindedir. Kaliteli hizmet sağlanırken sunulacak imkânlar, doğal olarak maliyetleri etkilemektedir. Maliyetlerin istenen seviyelerde tutulmasına ilişkin ilk aşama, iyi planlanmış tedarik süreçleridir.

Talep tahmini, tedarik planlama açısından işletmeler için büyük bir öneme sahiptir. Kuruluşlar, bir sonraki aşamada ne kadar malzemeye ihtiyaçları olacağını, ne kadar personele gereksinim duyulacağını, ne ölçüde cihaz yatırımının yapılması gerektiği gibi konuları öngörebilirlerse, üretim planlama ve tedarik zinciri yönetimi açısından ciddi avantaj sağlayabilmektedirler. Bu avantajların başında fazla stok tutma gereksiniminin belli oranda ortadan kalkması neticesinde maliyet avantajı ve stoksuzluk nedeniyle imalat veya hizmet süreçlerinin duraksamaması gelmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul'da bir hastanede en sık kullanılan dört farklı medikal malzemenin (enjektör, anjioket, flaster, eldiven) 2009-2014 yılları arasında talep miktarları incelenerek geleceğe yönelik tahmin yapılmıştır. Enjektör dışındaki malzemeler için yapılan işlem ve sonuçlar, sayfa kısıtı nedeniyle aktarılamamıştır. Farklı tahmin yöntemleri karşılaştırtılarak veri setleri kapsamında en az hata oluşturan yöntemler tespit edilmiştir. Seçilen yöntemle, bir sonraki yıl için tahmin gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan bulgular ışığında, hastanenin satın alma departmanının planlamalarında güncelleme yapılabilme imkanı doğmuştur. İlerleyen çalışmalarda, literatürde var olan farklı tahmin yöntemleri kullanılarak hata değerleri analiz edilebilir. Ayrıca fazla sayıda tahmin yöntemi olması nedeniyle, uygulama kolaylığı vb. ölçütlerde dikkate alınarak tahmin yönteminin seçimine ilişkin çok ölçütlü bir model oluşturulabilir.

6. KAYNAKÇA

Acar, Z., Köseoğlu, A. M. (2014), Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Akbay, A. Ö., Aktaş, E, Koç, A (1999), "Analysis of Concentrated Fruit Juice Demand Using The Tobit Model", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 3(5), 493-499.

Altaş, D. (2013), İstatistiksel Analiz, İstanbul: Beta Yayınları.

Bozkurt, H. Y. (2013), Zaman Serileri Analizi, Bursa: Ekin Yayınevi.

Bulut, Ş. (2006), "Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması". Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.

Çil, B. (2013), İstatistik, Ankara: Detay Yayıncılık.

Çuhadar, M. (2014), "Muğla İline Yönelik Dış Turizm Talebinin Modellenmesi ve 2012-2013 Yılları İçin Tahminlenmesi", Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 12, 1-22.

Ersoy, M. S., Ersoy, A. (2011), Üretim ve İşlemler Yönetimi, Ankara: İmaj Yayınevi, 2011.

Gavcar, E., Şen, S., Aytekin, A. (1999), "Prediction Forecasting of the Papers used in Turkey". Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 3 (2), 203-211.

Göktaş, Ö. (2005), Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi. İstanbul: Beşir Kitabevi.

Irmak, S., Köksal, C. D., Asilkan, Ö., (2012), "Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi", Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 4(1), 101-114.

Karafakioğlu, M. (2012), Pazarlama İlkeleri. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Mangan, J., Lalwoni, C., Butcher, T. (2008), Global Logistics and Supply Chain Management, England: John Wiley and Sons.

Nebol, E., Uslu, T., Uzel E. (2014), Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi, İstanbul: Beta Yayınları.

Patır, S., Yıldız, S. (2003), "Talep Tahmininde Monte Carlo Simülasyonu'nun Uygulanması". Erzurum: Ekev Akademi Dergisi, 17, 327-336.

Sabır, E. C., Batuk, E. (2013), "Demand Forecasting Withof Using Time Series Models In Textile Dyeing-Finishing Mills", Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 23(2), 143-151.

Serper, Ö. (2010), Uygulamalı İstatistik. Bursa: Ezgi Kitabevi.

Solak, A. O. (2013),"Türkiye'nin Toplam Petrol Talebi ve Ulaştırma Sektörü Petrol Talebinin Arıma Modeli İle Tahmin Edilmesi", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18 (3), 131-142.

Soysal, M., Ömürgönülşen, M. (2010), "Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama", Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi, 21(1), 128-136.

Şen, A. B., Kaba, G. (2009), "Öncü Göstergeler Kullanımının Tahminin Doğruluğuna Etkisi: Türk Otomotiv Pazarı Üzerine Bir Araştırma", Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27(2), 397-411.

Tanrıtanır, E. (1995), "Bir Mobilya Fabrikasında Talebin Tahmini", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 45(1), 45-62.

Taşlıyan, M., Gök, S. (2012), "Kamu ve Özel Hastanelerde Hasta Memnuniyeti: Kahramanmaraş'ta Bir Alan Çalışması", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(1), 69-94.

Tengilimoğlu, D., Işık, O., Akbolat, M. (2009), Sağlık İşletmeleri Yönetimi, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Tengilimoğlu, D. Yiğit, V. (2013), Sağlık İşletmelerinde Tedarik Zinciri ve Malzeme Yönetimi, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Turanlı, M., Güriş, S. (2008), İşletmelerde Uygulamalı İstatistik, Alfa Yayınları.

Tutar, F., Kılınç, N. (2007), "Türkiye'nin Sağlık Sektöründeki Ekonomik Gelişmişlik Potansiyeli ve Farklı Ülke Örnekleriyle Mukayesesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 9 (1), 31-54.

Türk, M., Şeker, M. (2011), "Stratejik Stok Yönetimi: Bir Kamu Hastanesi Örneği". Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 8 (1), 713-727.

Ungan, M. C. (2011), "En İyi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Bir Saha Çalışması", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 16 (2), 307-322.

Uzun, A., Karataş, E. (2012), "Tedarikçi- Müşteri İlişkilerinin Stoklar Açısından Tedarik Zinciri Performansına Etkisi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26, 257-272.

Yaman, R. (2011), Üretim Planlama ve Kontrol, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yenersoy, G. (2011), Üretim Planlama Kontrol, İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Yüksel, H. (2013), Üretim ve İşlemler Yönetimi: Temel Kavramlar, Ankara: Nobel Yayıncılık.