

## SAĞLIK İŞLETMELERİNDE MALZEME YÖNETİMİNDE UYGUN TALEP TAHMİN YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA<sup>1</sup>

**Zehra TORUN**

Doktora Öğrencisi

Sakarya Üniversitesi

zhrtorun@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3446-5431

**Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DESTE**

İnönü Üniversitesi

mustafa.deste@inonu.edu.tr

ORCID: 0000-0001-5781-6543

### ÖZ

**Amaç-** Samsun ilinde bulunan bir devlet hastanesinin ortopedi bölümünün tedavi sürecinde kullandığı medikal malzemelerin talebinin nicel tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin yönteminin belirlenmesidir.

**Yöntem-** Araştırmada talep tahmini yöntemlerinden 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, Tek Üstel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Doğrusal Yöntemi, Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi, Toplamsal Holt-Winters Yöntemi ve Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılması ve en uygun tahmin yönteminin belirlenebilmesi için Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY) ve Hata Kareleri Ortalaması (HKO) gibi hata ölçütleri dikkate alınmıştır.

**Bulgular-** Uygulama sonucunda her bir malzeme için en ideal talep tahmini yöntemi farklı olmakla birlikte genel olarak Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi ve Toplamsal Holt-Winters Yöntemlerinin (0,2-0,2-0,2) en uygun talep tahmini yöntemleri olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç-** Bu çalışma sonucunda, hastanenin satın alma departmanının tıbbi malzeme planlamalarını daha etkin yapabilmesi için uygun bir yöntem önerilmiştir. Böylece hastanede stok maliyetlerinin azaltılması ve israfların önlenmesi mümkün olabilecektir.

<sup>1</sup> Bu çalışma İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde hazırlanan "Sağlık İşletmelerinde Malzeme Yönetimine Uygun Talep Tahmin Yönteminin Belirlenmesine Yönelik Bir Uygulama" başlıklı Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir

**Anahtar Kelimeler:** *Tedarik Zinciri Yönetimi, Malzeme Yönetimi, Talep Tahmini, Zaman Serileri*

**JEL Kodu:** M10, M11, C13

---

**AN APPLICATION FOR DETERMINING THE APPROPRIATE DEMAND  
FORECASTING METHOD IN MATERIAL MANAGEMENT IN HEALTHCARE  
ENTERPRISES**

**ABSTRACT**

**Purpose** - To analyze the demand for medical supplies used by the orthopedics department of a state hospital in Samsun province by quantitative estimation methods and to determine the most appropriate estimation method.

**Methodology** – 3 Month Moving Average Method, 5 Month Moving Average Method, Single Exponential Correction Method, Holt's Linear Method, Multiplicative Holt-Winters Method, Additive Holt-Winters Method and Simple Linear Regression Method were used in the research. In order to compare the methods and determine the most accurate estimation method, error criteria such as Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percent Error (MAPE) and Mean Square Error (MSE) were taken into consideration.

**Findings** – As a result of the application, although the most ideal demand estimation method for each material is different, it has been determined that the Simple Linear Regression Method and Additive Holt-Winters Methods (0.2-0.2-0.2) are the most suitable demand forecasting methods in general.

**Conclusions**– As a result of this study, a suitable method has been proposed for the procurement department of the hospital to make medical equipment planning more effectively. Thus, it will be possible to reduce the inventory costs and prevent waste in the hospital.

**Keywords:** *Supply Chain Management, Materials Management, Demand Forecasting, Time Series*

**JEL Code:** M10, M11, C13

---

**GİRİŞ**

Hizmet sektörünün önemli bir parçası olan ve karmaşık bir yapıda etkinlik gösteren sağlık kurumları, topluma kusursuz ve kaliteli sağlık hizmeti sunabilmek için daima planlı bir şekilde faaliyet göstermektedirler. Sağlık yöneticileri de kurumlarını hedeflenen amaçlarına ulaştırabilmek için bu planlar doğrultusunda modern talep tahmin yöntemlerini kullanırlar. Ancak, sağlık yöneticileri hangi talep tahmin yöntemini kullanılırsa kullansın tahmin hatalarının ortaya çıkması kaçınılmazdır. Sağlık kurumları yöneticileri bu tahmin hatalarını etkili karar vermek için analiz etmesi ve değerlendirmesi gerekmektedir (Yıldırım, Yıldırım ve Arı, 2014: 77-92).

Talep tahminlerinin hatasız ve güvenilir olması hizmet sektörü olan hastanelerin verimliliğini olumlu yönde etkilemektedir. Bu sebeple talep tahmin yöntemleri konusu diğer kurumlar için

önemli olduğu gibi sağlık kurumları için de önemlidir. Hastane yönetimleri, toplumun sağlık seviyesini korumak ve yükseltmek için çalışırken, geleceğe ait belirsizlikleri minimum seviyede tutmak amacıyla tahmin yöntemlerinden yararlanmaktadır. Hastanelerde kullanılacak olan tıbbi malzeme ihtiyaç tahmini ağırlıklı olarak geçmiş deneyimler, alanında uzman kişilerin görüşü ve geçmiş yıl alınan miktara belli bir yüzde eklemek şeklinde tahmin edilmektedir. Eğer yapılan tahminler sonucunda malzeme fazla talep edildiye depoda atıl beklemesine veya miadı dolarak atılmasına sebep olabilmektedir. Bunun yanında malzeme miktarı eksik tahmin edildiğinde ise sağlık hizmetlerinde aksaklıklara da neden olabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı satın alınacak tıbbi malzemelerin tahmininde kalitatif tahmin yöntemlerine ek olarak kesinlikle sayısal tahmin yöntemleri de kullanılmalıdır. Bu sayede hem stok maliyetleri optimize edilmiş olmakta hem de tıbbi malzemelerin tahmini doğru bir şekilde yapılarak hastanenin verimliliği, mali sürdürülebilirliği, kaynakların aktif ve verimli kullanımına etkisi olmaktadır (Yiğit, 2016: 208).

Doğru bir talep tahmini, her bir sağlık kliniği için her ilacın ne kadarına ihtiyaç duyulduğunu tahmin eder- bu, etkili bir tedarik zincirini sürdürürken temel sağlık ürünlerinin yüksek kullanılabilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Bu sebeple bu çalışmada B rolü hastane grubu olan Samsun'da bir Kamu Hastanesinde ortopedi bölümünde en çok kullanılan dokuz çeşit malzemenin 2015-2018 dönemleri arasında gerçekleşen aylık talep verileri kullanılarak her bir tıbbi malzeme için en ideal talep tahmini yöntemi, Ortalama Mutlak Hata (OMH-MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY-MAPE), Hata Kareleri Ortalaması (HKO-MSE) ölçütleri dikkate alınarak Minitab 18 istatistik programı yardımıyla saptanmaya çalışılmıştır.

## 1.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Talep belirli bir zaman diliminde belli bir fiyat seviyesinde tüketicilerin pazardan alabileceği mal miktarıdır. Talep, ürünün ücreti, tüketicilerin gelir dağılımları ve gelir seviyeleri, mevsimsel etkenler, bütünleyici ürünlerin ücreti, tüketicilerin alışkanlıkları, tercihleri ve zevkleri, fiyatlarla ve gelirlerle alakalı beklentilerden etkilenebilmektedir (Bulut, 2006: 6). Talep tahmini, gelen müşteri ihtiyaçlarının tahminini istatistiksel ve matematiksel yöntemlere dayandıran sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Tahmin dağıtım ve satış planını kapsar ve iş planının tüm parçaları için temel oluşturur (Martin ve Velky, 2004).

Talep tahmini; stok dönüşleri, teslim süresi ve stok miktarı açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Talep tahminlemede ürün talebi bakımından bilimsel ve doğru çıkarımlar yapmak için istatistik kullanımı ve araştırma önem arz etmektedir. Ürün talebi çoğunlukla belli bir süre içinde, belli bir pazar çeşitliliğini ve tüketicilerin ürüne olan talep miktarını kapsamaktadır. Talep tahmini sonuçları, şirketlerin hammadde ve ürün stok miktarını belirleme, ihtiyaç olan hammaddeyi elde etme, stok maliyetlerini kısıtlama ve işletmelerin rekabet gücünü arttırmaya yardımcı olmaktadır (Xi ve Sha, 2014: 687691).

Hastaneler çok sayıda farklı ürünü/malzemeyi muhafaza etmektedir. Ürün/malzeme çeşitlerindeki bu büyük değişkenlik, hastanenin hastalara sunduğu çeşitli sağlık hizmetlerinden kaynaklanmaktadır. Sağlık hizmetleri sistemindeki tıbbi malzeme talep miktarlarını doğru bir şekilde tahmin etmek için talep tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Hastanelerde talep

tahmini, bireylerin/hastaların ne kadar sağlık hizmeti talep edeceğini ve ne kadar tıbbi malzeme ve ilaç talep edeceğini öngörmektir.

Talep tahminleriyle hangi ürünün üretilebileceği, bu üründen tüketicilerin ihtiyaçlarının hangi ölçüde olacağı ve bu talebin genellikle hangi tarihlerde meydana geleceği değerlendirilir (Tanyaş ve Baskak, 2017:68). Bunlara dikkat edildiği takdirde, gelecek dönemlerdeki tahminler konusunda verimli sonuçlar elde edilmektedir (Demirci, 2015: 12). Mühim olan az hatalı sonuç veren yöntemin bulunmasıdır. Dolayısıyla çeşitli yöntemlerin geçmiş veri grubu üzerinde denenmesi ve bu veri grubu için en iyi sonuç veren yöntemin seçilmesi yolu takip edilmelidir (Tanyaş ve Baskak, 2017:69).

Talep tahmin yöntemleri hata oranlarını azaltmak, yeni ihtiyaçlara cevap verebilmek ve yeni kısıtların etkilerini hesaplayabilmek için devamlı bir gelişim göstermektedir. Bu gelişimin neticesi olarak da tahmin yöntemleri genel kapsamlardan çıkıp özelleşmeye başlamıştır. Bundan dolayı bu zamana kadar pek çok tahmin metodu oluşturulmuş ve değişik biçimlerde sınıflandırılmıştır. Tahmin yöntemleri zaman periyotlarına, mevcut durumdaki karar kriterlerine, ulaşılabilir veriye ve birçok kritere göre artmaktadır (Aksoy,2008: 13).

Çeşitli talep tahmin yöntemi sınıflandırılması yapılmakla birlikte talep tahmin yöntemleri genellikle nitel(kalitatif) ve nicel(kantitatif) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Nitel yöntemler; geçmişe yönelik yeterli bilgi elde edilmediği durumlarda, bilimsel metotlar yerine karar vericilerin inisiyatiflerini, duygularını, tecrübelerini, kişisel bilgilerini kapsayan yöntemlerdir (Demez, 2016: 53). Nicel yöntemler zaman serileri metotları ve ekonometri ya da nedensel (causal) metotlar olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. (Daniel, Ngozi vd., 2014: 185). Hareketli ortalamalar ve üstel düzeltme gibi matematiksel teknikler, zaman serisi verilerine dayanan tahminler oluşturmak için kullanılır.

Sağlık hizmetleri sistemindeki tıbbi malzeme talep miktarlarını doğru bir şekilde tahmin etmek, karar vericilerin hizmet ihtiyacını öngörmelerini ve zaman içinde kaynakları yönetme ve sarf malzemelerini satın alma konusunda bilinçli kararlar almalarını sağlar. Literatürde sağlık kurumlarında malzeme talep yöntemi ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda talep tahmin yöntemlerinden zaman serisi analizleri kullanılarak yapılmıştır.

## LİTERATÜR İNCELEMESİ

Özüdoğru, çalışmasında İstanbul'da bir hastaneden aldığı verilerle temel medikal malzemelerin gerçek talep verileri ile talep tahmini uygulaması yapmıştır. Kullanılan malzemeler de sırasıyla enjektör, eldiven, anjioker ve flasterdir. Çalışmada Ocak 2010- Aralık 2014 yıllarındaki 5 yıllık veriler kullanılarak 2015 yılı için belirlenen medikal malzemeler için tahminler yapılmıştır. Tahminleme yaparken Hareketli Ortalama, Tek Üstel Düzeltme, Holt'un Doğrusal Yöntemi, Holt-Winters ve Regresyon yöntemlerinden yararlanmıştır. Bu yöntemleri karşılaştırmak için Ortalama Mutlak Hata, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ve Hata Kareleri Ortalaması gibi hata ölçütleri dikkate alınmıştır. Belirlenen medikal malzemeler için eldiven adlı medikal malzeme hariç en iyi yöntem 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Eldiven için en iyi yöntem ise Toplamsal Holt-Winters Yöntemi olarak belirlenmiştir (Özüdoğru, 2015).

Demez çalışmasında sağlık hizmet talebinin zaman serisi yöntemlerinden regresyon analiziyle yapılması amaçlanmıştır. Çalışmasında İstanbul'da bir Eğitim Araştırma Hastanesinin Girişimsel Radyoloji Anjiyografi Bölümü ele alınmıştır. Araştırmada Mayıs 2015- Nisan 2016 tarihleri arası çalışma ve kapasite kullanım oranları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda talebi etkileyen değişkenleri belirlemek için Mayıs 2013- Temmuz 2016 dönemlerindeki 39 aylık veriler ele alınarak regresyon analiz yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda hastanenin var olan iş hacmiyle ve tıbbi cihazla talebi karşılamada sıkıntı yaşayacağı belirlenmiş bu kapsamda bölümde uzmanlaşmış sağlık personelinin arttırılmasına, cihazın yeterli olmadığı takdirde vardiyalı sistemle çalışılması sonucuna varılmıştır (Demez, 2016).

Yiğit, Süleyman Demirel Üniversitesi Hastanesi'nin serum seti tüketim talebini konu aldığı çalışmasında hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi, holtwinters yöntemi ve doğrusal regresyon yöntemlerini kullanmıştır. Bu çalışmasında hastanenin geçmiş 65 aylık serum seti tüketimi verilerinden yararlanmıştır. Talep tahmini sonuçlarına bakıldığında serum seti için en iyi yöntem toplamsal holt-winters yöntemidir. Araştırmadan elde edilen bilgilere göre sayısal tahmin yöntemleri aracılığı ile hastanelerde tıbbi malzeme ihtiyaçlarının tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır (Yiğit, 2016).

Uçakkuş ve Koçyiğit, Çalışmalarında Gazi Üniversitesi yoğun bakım ünitesinde cerrahi gazlı bez tüketiminin 2013-2018 yılları arasında tüketim miktarları incelenerek geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Araştırmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt- Winters tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Talep tahmin sonuçlarına bakıldığında en az hata payı hareketli ortalama yönteminde bulunmuştur (Uçakkuş ve Koçyiğit, 2019).

### 3.YÖNTEM VE TEORİK ÇERÇEVE

Bu araştırmanın amacı, Samsun ilinde bulunan bir devlet hastanesinin ortopedi bölümünün tedavi sürecinde kullandığı medikal malzemelerin talebinin nicel tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin yönteminin belirlenmesidir. Araştırmanın kapsamını 2015-2018 döneminde ortopedi bölümünde tedavi sürecinde kullanılan malzeme tüketimi oluşturmaktadır. Araştırmada malzemelerin fazlalığı sebebiyle en sık kullanılan Eldiven, Steril Spanç, Enjektör, Serum Seti, Şeker Stripi, EKG Elektrodu, Branül, Böbrek Küveti ve Ven Valfi'den oluşan dokuz malzeme tüketimi seçilmiştir. Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli yasal izin Sağlık Bakanlığı Samsun İl Sağlık Müdürlüğü'nden alınmıştır. Araştırmanın verilerine ise hastane otomasyon sistemi aracılığı ile ulaşılmıştır. Araştırmanın sonuçlarının gerçeği yansıtabilmesi için zaman aralığı olarak 48 aylık ortopedi bölümünde kullanılan malzeme tüketimleri alınmıştır.

Elde edilen verilere Minitab 18 istatistik paket programı yardımıyla talep tahmin yöntemlerinden 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, Tek Üstel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Doğrusal Yöntemi, Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi, Toplamsal Holt-Winters Yöntemi ve Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi uygulanmış ve en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Yöntemleri karşılaştırmak için Ortalama Mutlak Hata (OMH-MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY-MAPE), Hata Kareleri Ortalaması (HKO-MSE) ölçütleri dikkate alınmıştır.

### 3.1 Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli Ortalama Yöntemi sabit sayıda periyot alır ve her bir dönemden sonra en eski zamana ait veriler atılır ve en son geçmiş dönem dahil edilir. Seçilen süre ne olursa olsun, sabit tutulmalıdır, karar verildikten sonra üç, dört veya yirmi periyot olabilir. Hareketli ortalama yöntemi; n tane en son gözlemin ortalamasının alındığı tahmin yöntemidir (Yüksel, 2013: 106).

$$F_t = (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}) / n$$

$F_t$ : t dönem için tahmin değeri (2.4)

$D_{t-1}$ : t-n dönem için gerçekleşen değer

$n$ : Hareketli ortalamaya alınan dönem sayısı

### 3.2 Üstel Düzeltme Yöntemleri

Üstel düzeltme, sabit zaman serileri için iyi kullanılan bir başka tahmin yöntemidir. “Mevcut tahmin, son tahminin ağırlıklı ortalaması ve talebin mevcut değeridir.” Daha yeni deneyimler göz önüne alındığında bir tahminin sürekli olarak gözden geçirilmesi için iyi bir tekniktir. Başka bir deyişle, son gözlemlere bir tahminde daha eski gözlemlerden daha fazla ağırlık verilir. (Klimsova ve Lobban, 2008: 32). Düzeltme (düzleştirme) yöntemlerinin kolay uygulanabilir ve düşük maliyetli oluşları yöntemin en önemli özelliğidir. Bir başka özelliği de her gerçekleşen yeni dönem verilerinin yöntemde dâhil edilebilmesi ve yeni dönemlerin tahminlerine hemen yardım edebilmeleridir (Demirbaş, 2011: 19).

#### 3.2.1 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi

Bu yöntem, ağırlıklar katlanarak azalır ve en son veriler daha yüksek ağırlıktadır. Satış tahminleri için, önceki dönemlerin ortalama talep / satış değerleri, gelecek dönemleri tahmin etmek için katlanarak tartılır. Amaç, mevcut talebi daha fazla ağırlıklandırmak ve önceki talebe daha düşük ağırlıklar atamaktır. Tek üstel düzeltme yöntemi (Benli ve Yıldız, 2014: 215);

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha) F_t$$

$F_t$ : Dönemdeki tahmin değeri

$F_{t+1}$ : Bir sonraki dönem tahmin değeri

$D_t$ : t dönemde gerçekleşen değer

$\alpha$ : Düzleştirme katsayısı

$\alpha=0$  ile 1 arasında bir sayıdır. Alfa değerinin doğru belirlenmesi önemlidir. Alfa değeri artarsa zaman serisinde değişimlere hızlı cevap verilebilir. Zaman serisi trend bir yapı gösteriyorsa alfa değeri artırılmalıdır (Benli ve Yıldız, 2014: 215).

### 3.2.2 Holt'un Doğrusal Yöntemi

Holt tarafından 1957'de formüllendirilip yöntemin adı yapılan ve zaman serisinde mevsimsel bileşenin olmadığı fakat trendin olduğu durumlarda kullanılan modeldir. Yöntemde basit üstel düzeltmeye ek olarak trend etmeni geliştirilmiştir (Aksoy, 2008: 28-29).

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$D_{t+m} = L_t + b_t m$$

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

$\alpha$ : düzeltme etmeni, ( $0 < \alpha < 1$ )

$\beta$ : trend (eğim) düzeltme etmeni, ( $0 < \beta < 1$ )

$L_t$ : t anındaki düzey, geçmiş dönemin trend değerini içerir.

$b_t$ : t anındaki trend (eğim)

$m$ : t anından itibaren hesaplanan periyod

$D_{t+m}$ : t+m sürede düzey ve trendin düzeltilmiş hâliyle oluşan talep

Trend faktörünün yapısı gereği, elde edilen sonuçlar, doğrusal olarak artan ya da azalan bir yapı gösterecektir (Aksoy, 2008: 28-29).

### 3.2.3 Holt-Winters Yöntemi

Anlatılan diğer metotlarda (ortalamalar ve üssel düzeltme yöntemleri) mevsimselliği olmayan veriler ile işlemler gerçekleştirilmiştir. Zaman serisinde mevsimsellikle alakalı bir durum ortaya çıktığında bu metotlarla elverişli neticeler elde edilmemektedir. Holt'un Doğrusal Yöntemi, mevsimselliğin de yönetime ilave edilmesiyle Winters tarafından geliştirilmiştir ve mevsimsel veriler için elverişli düzeye getirilmiştir. Winter'ın yöntemi önceki Holt yöntemine dayanır ve üç düzeltme parametresi kullanarak zaman serisi tabanı, eğilim ve mevsimsel davranışları ele almak için tasarlanmıştır. Bu yöntem, yeni veriler alındıkça güncellenmenin kolay olması açısından bir avantaj sağlar. Holt-Winters yönteminin uygulamasında iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar çarpımsal ve toplamsal modellerdir (Klimsova ve Lobban, 2008: 34).

Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi'nde kullanılan temel eşitlikler;

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

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

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

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

$s$ : sezonun uzunluğu

$S_t$ : t dönemine ait mevsimsel indeks

$t$ : dönem

$L_t$ : t dönemi için temel değer

$L_{t-1}$ : t-1 dönemi için temel değer

$Y_t$ : t döneminde gerçekleşen gözlem değeri

$\alpha$ : temel değer düzeltme katsayısı ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$b_{t-1}$ : t-1 dönem trend değeri

$b_t$ : t dönemi trend değeri

$\beta$ : trend için düzeltme katsayısıdır ( $0 \leq \beta \leq 1$ )

$\gamma$ : mevsimsel indeksler için düzeltme katsayısı ( $0 \leq \gamma \leq 1$ )

$F_{t+m}$ : m dönem sonraki trend ve mevsimsel ayarlamalı tahmin değeri

$m$ : tahmini yapılacak ileri bir dönemin dönem numarasıdır.

Toplamsal Holt-Winters Yöntemi'nde kullanılan temel eşitlikler;

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

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

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$$

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

### 3.3 Regresyon Analizi

Bu yöntem literatürde en küçük kareler yöntemi olarak da anılır (Yeşil, 2007:5). Tahmin yaparken bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri analiz edip ortaya koyan, geçmiş verilerden faydalanılan ve sık kullanılan yöntemlerden biridir. Regresyon analizi, geçmiş dönem verisi olan bağımsız değişken ile buna bağlı olarak gelecekteki dönem tahmini yapılan bağımlı değişken arasındaki ilişkinin, bir doğru ya da eğriyi oluşturan denklemle ifade edilmesidir. Basit bir doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki formülle anlatılmaktadır (Demirci, 2015: 35-36):

$$Y' = a + b \cdot X$$

Y': Bağımlı değişken

X: Bağımsız değişken

Regresyon denkleminde yer alan a ve b parametrelerini bulmak için En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, gözlenen fiilî değerler ile tahminî değerler arasındaki sapmanın kareleri toplamını en küçükleyen doğruyu ya da eğriyi bulmayı amaçlar. En Küçük Kareler Yöntemi, aşağıdaki denklemle anlatılmaktadır (Demirci, 2015: 35-36):

$$u = Y - Y'$$

Y: Gerçekleşen (fiili) değer

Y': Tahmini değer

u: Hata değeri

Amaç, hata değerinin kareleri toplamını enazlamaktır.

$$\Sigma u^2 = \Sigma (Y - a - bX)^2$$



En Küçük Kareler Yöntemi sonucunda hesaplanan a ve b parametreleri aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır (Demirci, 2015: 35-36):

$$b = \frac{[n \times \Sigma(X \times Y) - \Sigma X \times \Sigma Y]}{[n \times \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2]}$$

$$a = \Sigma Y / n - b \times (\Sigma X / n)$$

n: talebin geçmiş dönem sayısı

### 3.4 Talep Hata Ölçütleri

Talep hata ölçütü, bir miktarın ölçülen değeri ile gerçek değeri arasındaki farktır (Bulut, 2006: 69).

#### 3.4.1 Ortalama Mutlak Hata

Ortalama mutlak hata, tahmindeki ortalama hatayı bulmak için mutlak değerleri kullanmaktır. Ortalama mutlak sapma, izleme sinyallerini elde etmedeki basitliği ve kullanım uygunluğu sebebiyle son zamanlarda tercih edilmektedir (Demirci, 2015: 55).

$$OMH = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n}$$

t: Dönem sayısı

D<sub>t</sub>: T döneminde gerçekleşen değer

F<sub>t</sub>: T dönemi için tahmin

n: Kapsanan dönem sayısı

#### 3.4.2 Hata Kareleri Ortalaması

Pozitif (+) veya negatif (-) hataların birbirlerini tesir altına almaması için kare alma (HKO-MSE) yolu yeğlendiği için, hata derecesi büyük sayılarla tanımlanır. Hata karelerinin ortalaması, hataların karesini elde ettiğinden daha büyük olan hataların değerini arttırmakta ve böylece daha büyük hataları bir anlamda cezalandırmış olmaktadır. Hata kareleri ortalaması değeri daha düşük olan tahmin yöntemi en iyi yöntem olarak seçilir (Özüdoğru, 2015: 41).

$$HKO = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n}$$

T: Dönem sayısı

D<sub>t</sub>: T döneminde gerçekleşen değer

F<sub>t</sub>: T dönemi için tahmin değeri

n: Kapsanan dönem sayısı

#### 3.4.3 Ortalama Mutlak Yüzde Hata

Ortalama mutlak hata yüzdesinde (OMHY-MAPE), meydana gelen değerler ile tahminler arasındaki fark olan hata değerlerinin mutlak değeri alınarak ait olduğu periyottaki meydana gelen değere bölünür. Böylece hata % olarak ifade edilir. Bu yöntem bize hatanın yönüyle ilgili

fikir vermez. Çünkü bu yöntemde hataların mutlak değerleri kullanılır. Ancak oransal olarak hatayı göstermesi yönüyle elverişlidir (Özsoy, 2006: 50-51).

$$OMHY = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{\sum_{t=1}^n D_t} \times 100$$

t: Dönem sayısı

D<sub>t</sub>: T döneminde gerçekleşen değer

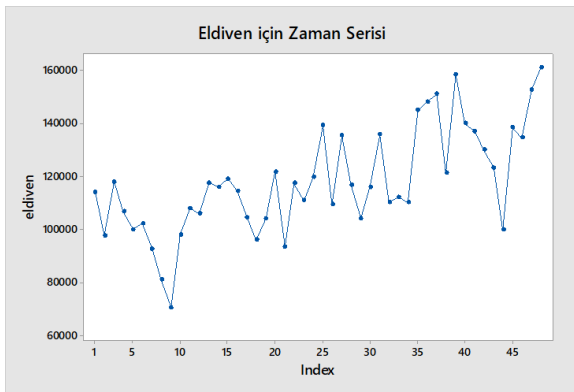
F<sub>t</sub>: T dönemi için tahmin

n: Kapsanan dönem sayısı

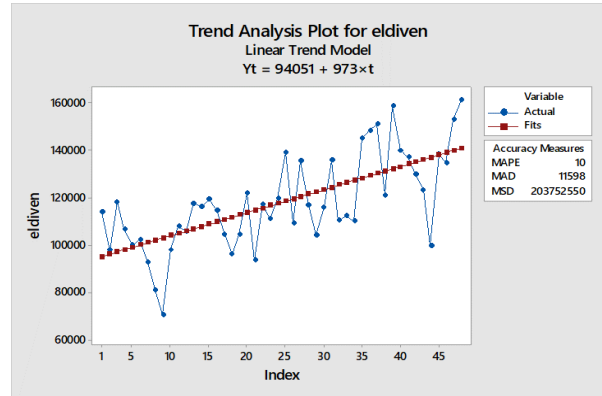
Literatürde yapılan tahmin hatalarını yüzde ölçmede yaygın olarak kullanılan daha çok kabul gören MAPE istatistiğidir. OMHY(MAPE) değerleri %10'un altında ise tahmin modellerini "yüksek doğruluk", %10-20 arasında ise "doğru" %20-50 arasında "kabul edilebilir" ve %50'nin üzerinde ise "yanlış veya hatalı" olarak sınıflandırılmaktadır (Lewis 2002: 59; akt. Yiğit, 2016: 213).

#### 4.BULGULAR

Araştırmada kullanılan malzemelere uygulanan talep tahmin yöntemlerinin analizleri bu bölüm başlığı altında incelenmiştir. Eldiven adlı malzemeye ilişkin bulgular ayrıntılı bir şekilde verildikten sonra diğer medikal malzemeler için sadece hata ölçütleri verilmiştir.



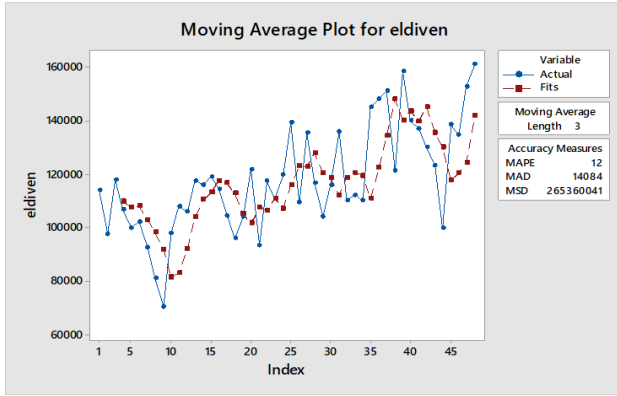
Şekil 1. Eldiven için Zaman Serisi Grafiği



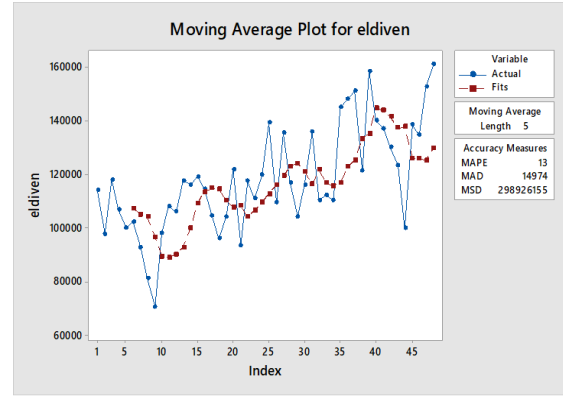
Şekil 2. Eldiven için Trend Analizi

#### Eldiven

Şekil 1'de Minitab 18 istatistik programı yardımıyla elde edilen zaman serisi grafiği gösterilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi eldivenin talep miktarları bazı aylarda azalma bazı aylarda artma göstermektedir. Bu azalma ve artmanın verinin mevsimsellik ve trend içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Eldivene en düşük talep 2015 Eylül ayındadır.

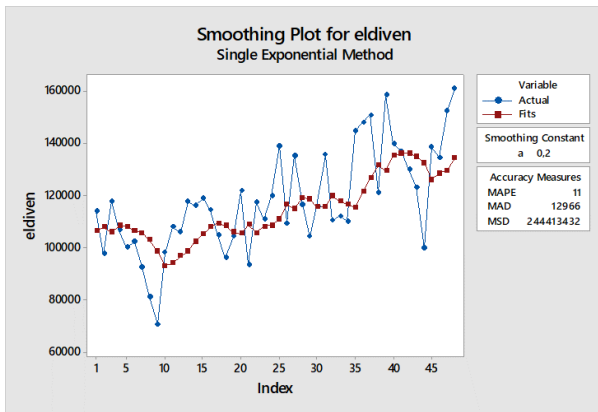


**Şekil 3.** Eldiven için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

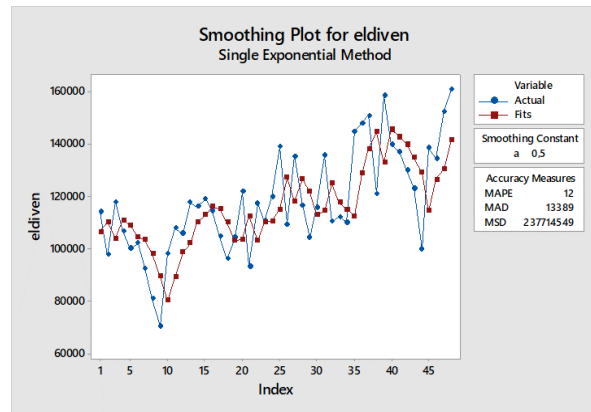


**Şekil 4.** Eldiven için 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

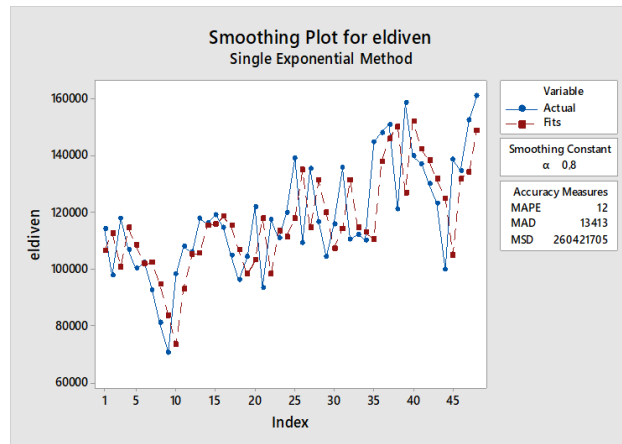
Eldiven için Minitab 18 programı yardımıyla, 3 Aylık Hareketli Ortalama ve 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi uygulanmıştır.  $n$  değeri (ortalamaya girecek ay sayısı) 3 olarak alındığında MAPE- OMHY değeri 12, MAD- OMH değeri 14084 olarak tespit edilmiştir. Ortalamaya girecek  $n$  değeri 5 olarak alındığında MAPE- OMHY değeri 13, MAD- OMH değeri 14974 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda  $n$  değeri arttıkça MAPE ve MAD değerlerinin arttığı görülmektedir (Şekil 3 ve Şekil 4).



**Şekil 5.** Eldiven için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)

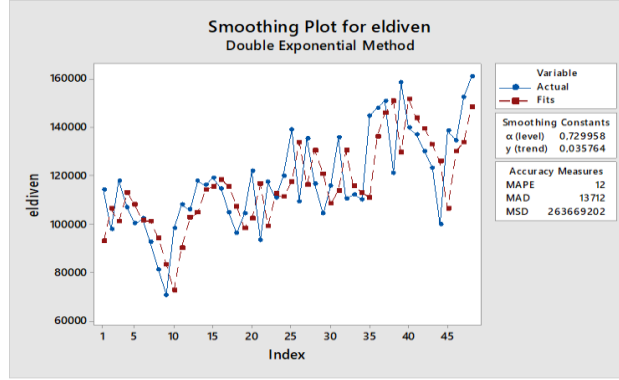


**Şekil 6.** Eldiven için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)



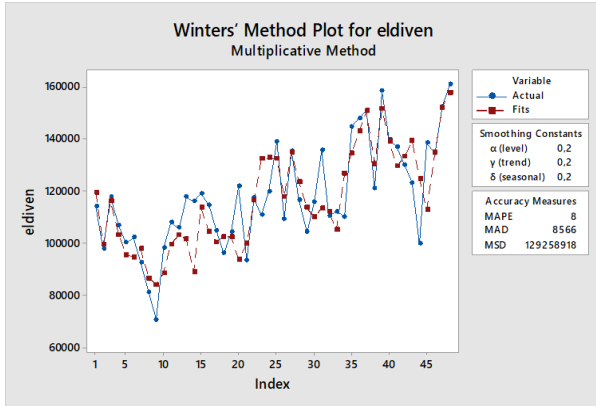
**Şekil 7.** Eldiven için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için gerekli düzgünleştirme katsayısının değeri Minitab 18 istatistik programında 0,2 – 0,5 ve 0,8 olarak standart bir şekilde seçilmiştir ve eldiven adlı malzemeye uygulanmıştır.  $\alpha = 0,2$  için MAPE değeri 11, MAD değeri 12966 olarak tespit edilmiştir.  $\alpha = 0,5$  olarak alındığında MAPE= 12, MAD= 13389,  $\alpha = 0,8$  olarak alındığında MAPE değeri 12, MAD değeri 13413 olarak saptanmıştır. Bu durumda  $\alpha$  değeri arttıkça MAD değerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7).

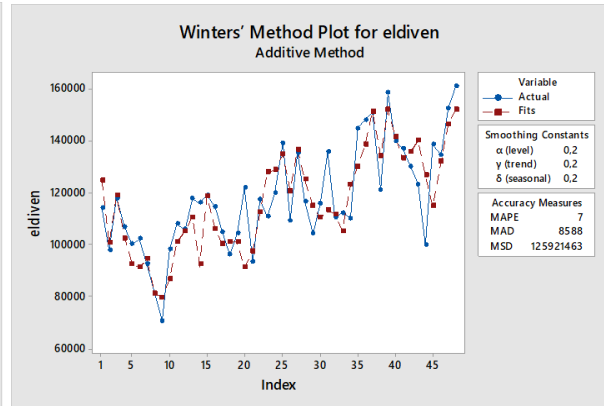


Şekil 8. Eldiven için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği

Eldiven için başka bir tahmin yöntemi olan Holt'un Doğrusal Yöntemi yani Çift Üstel Düzeltme yöntemi uygulanmıştır. Basit üssel düzgünleştirme yönteminin geliştirilmiş halidir. Analiz sonucuna göre MAPE=12, MAD=13712 değerleri saptanmıştır (Şekil 8).

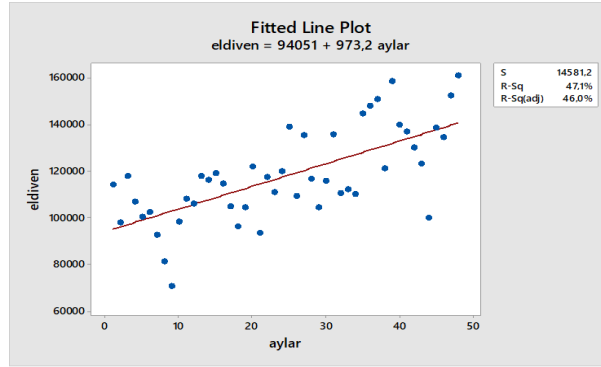


Şekil 9. Eldiven için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



Şekil 10. Eldiven için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Araştırmada Winters'in çarpımsal ve toplamsal modelleri ile malzeme ihtiyacı tahmin edilmiştir. Düzleştirme sabitlerinin, tahmin hatasını minimum yapacak şekilde belirlenebilmesi için  $\alpha=0,2$   $\beta=0,2$   $\delta=0,2$  standart değerleri verilmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda çarpımsal modelde MAPE: 8, MAE=8566 değerlerini almış ve toplamsal modelde ise MAPE=7, MAE=8588 değerleri tespit edilmiştir (Şekil 9 ve Şekil 10).



Şekil 11. Eldiven için Basit Doğrusal Regresyon Grafiği

Son olarak elde edilen verilere basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre, MAPE=10 MAE=11598 değerleri tespit edilmiştir (Şekil 11).

Uygulanan tüm talep tahmin yöntemlerinden elde edilen Ortalama Mutlak Hata (OMH), Hata Kareleri Ortalaması (HKO), ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY) değerleri en uygun yöntemin tespit edilmesi amacıyla Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Eldivenin Hata Ölçütleri

Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	12	14084	265360041
5 Aylık Hareketli Ortalama	13	14974	298926155
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	11	12966	244413432
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	12	13389	237714549
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	12	13413	260421705
Holt’un Doğrusal Yöntemi	12	13712	263669202
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	8	<b>8566</b>	129258918
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>7</b>	8588	<b>125921463</b>
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	10	11598	203752550

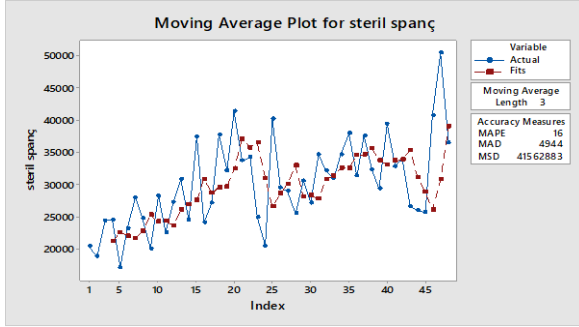
Tablo 1 incelendiğinde Eldiven için Toplamsal Holt-Winters Yönteminin talep tahmini için en uygun yöntem olduğunu göstermektedir. En uygun yöntemin OMHY değerinin 7 olduğu görülmektedir. Bu yöntemde OMHY (MAPE) değerinin %10’un altında olması tahminin «yüksek doğruluk» derecesinde olduğunu göstermektedir.

Eldiven için talep tahmin yöntemleri uygulanarak en uygun yöntemler seçildikten sonra diğer malzemeler için de aynı analizler yapılmıştır. Diğer malzemeler için ayrıntılı olarak analizler verilmeyip sadece hata ölçütleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

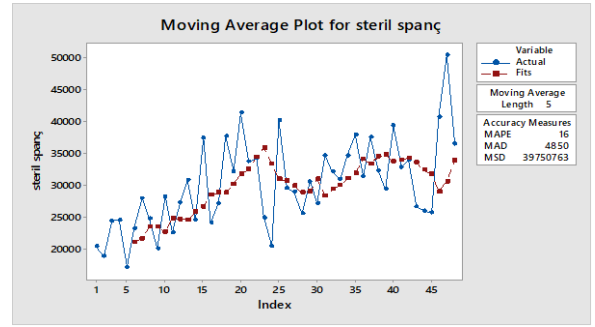
### Steril Spanç

Şekil 12’de Steril spanç için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 2’de ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

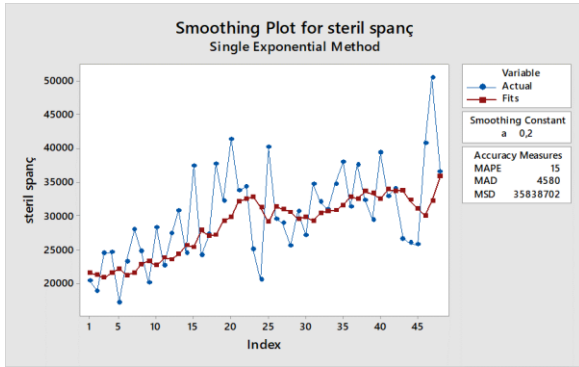
## Şekil 12. Steril Spanç İçin Talep Tahmin Yöntemleri



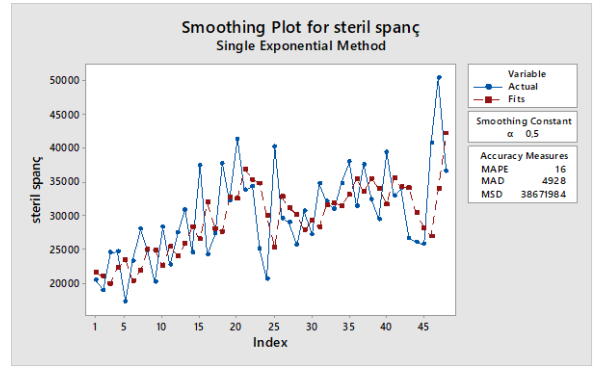
a. Steril Spanç için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



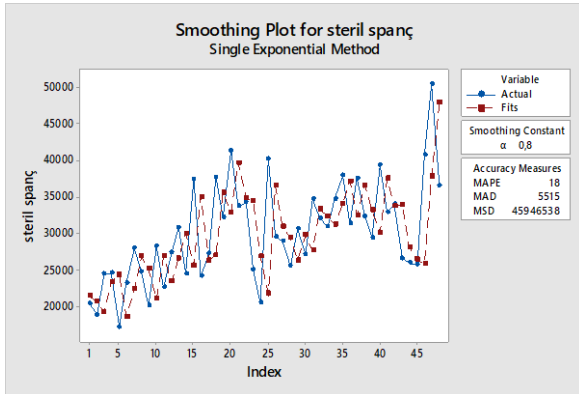
b. Steril Spanç İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



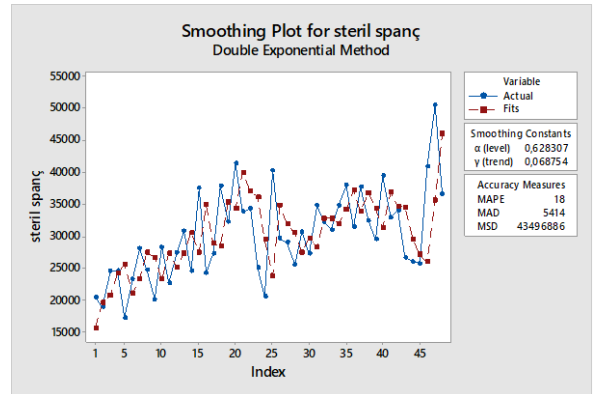
c. Steril Spanç için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)



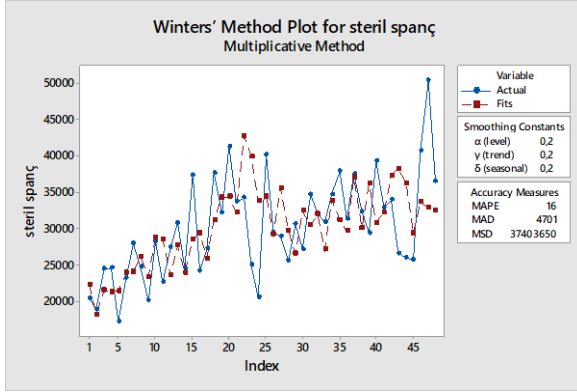
d. Steril Spanç için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)



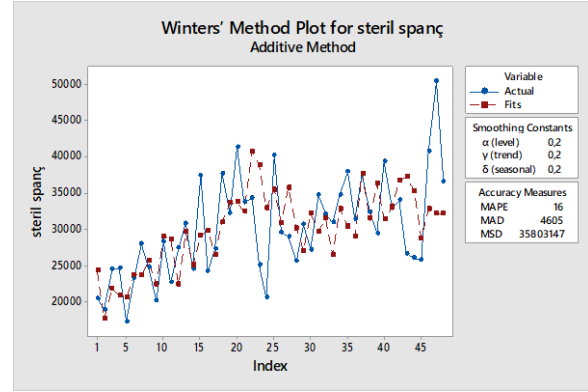
e. Steril Spanç için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)



f. Steril Spanç için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



**g.** Steril Spanç için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



**h.** Steril Spanç için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 2’de Steril Spanç için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 2.** Steril Spançın Hata Ölçütleri

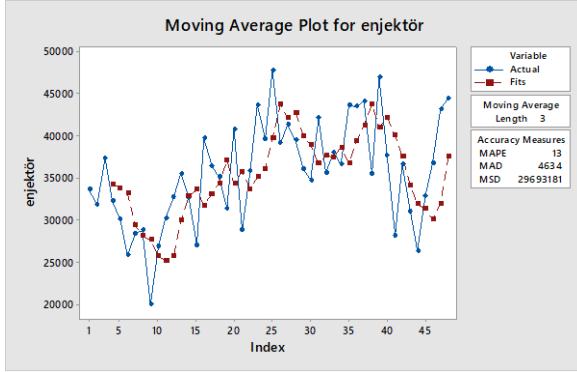
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	16	4944	41562883
5 Aylık Hareketli Ortalama	16	4850	39750763
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	<b>15</b>	4580	35838702
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	16	4928	38671984
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	18	5515	45946538
Holt’un Doğrusal Yöntemi	18	5414	43496886
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	16	4701	37403650
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	16	4605	35803147
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	<b>15</b>	<b>4291</b>	<b>30403601</b>

Steril Spanç için hata ölçütlerine baktığımızda en uygun talep tahmini yönteminin Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi olduğunu görmekteyiz. Bu yöntemin OMHY değeri 15’tir. OMHY (MAPE) değerinin %10-%20 arasında olması tahminin «doğruluk» derecesinde olduğunu göstermektedir.

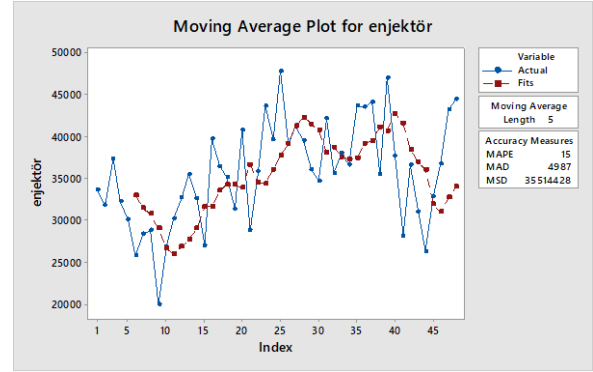
### **Enjektör**

Şekil 13’te Enjektör için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 3’te ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

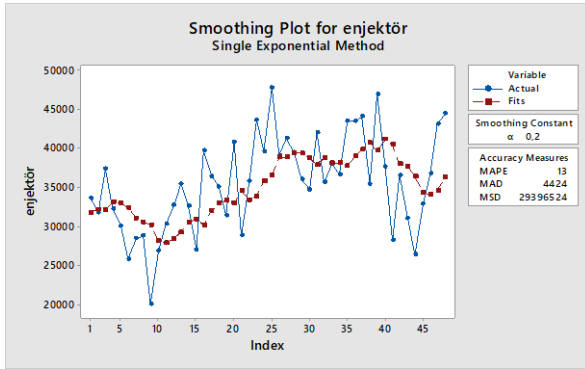
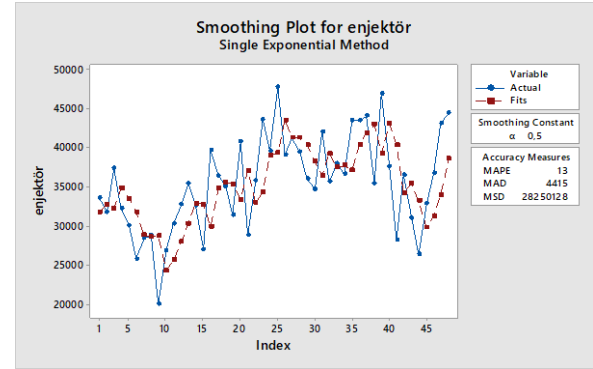
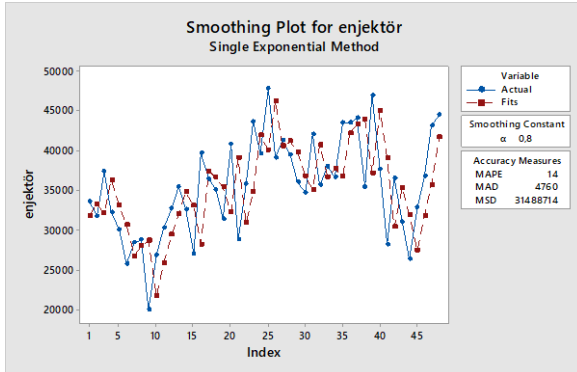
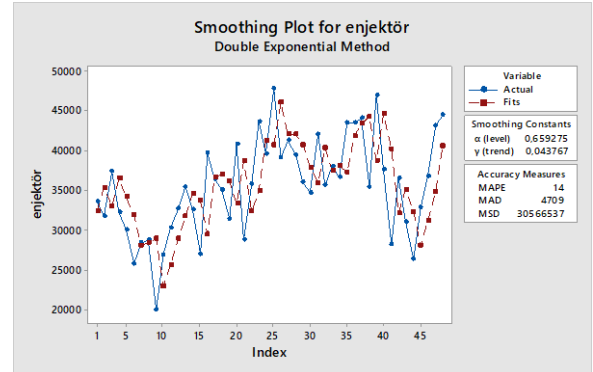
Şekil 13. Enjektör İçin Talep Tahmin Yöntemleri



a. Enjektör için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

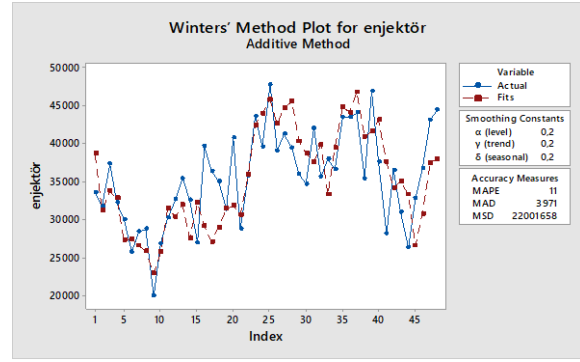
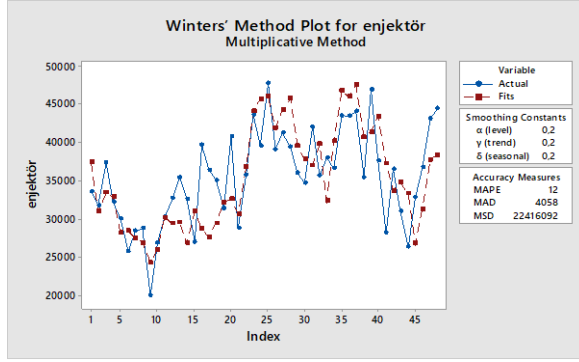


b. Enjektör İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. Enjektör için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Enjektör için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Enjektör için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Enjektör için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği





### g. Steril Spanç için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

### h. Steril Spanç için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 3'te Enjektör için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Enjektörün Hata Ölçütleri

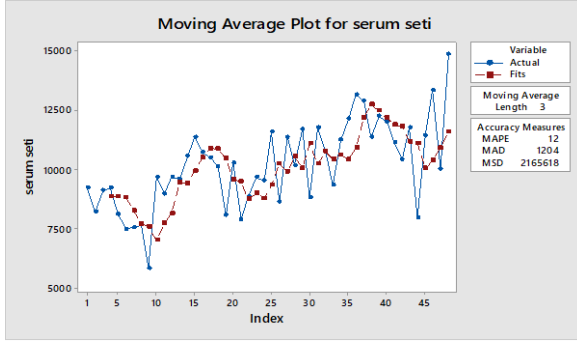
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	13	4634	29693181
5 Aylık Hareketli Ortalama	15	4987	35514428
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	13	4424	29396524
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	13	4415	28250128
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	14	4760	31488714
Holt'un Doğrusal Yöntemi	14	4709	30566537
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	12	4058	22416092
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>11</b>	<b>3971</b>	<b>22001658</b>
Basit Doğrusal Regresyon Analizi	13	4368	29705695

Enjektör için OMHY (MAPE), OMH (MAE) ve HKO (MSE) hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Toplamsal Holt-Winters Yöntemidir. En uygun talep tahmin yönteminin OMHY değeri 11 olarak bulunmuştur. OMHY (MAPE) değerinin %10-%20 arasında olması tahminin «doğruluk» derecesinde olduğunu göstermektedir.

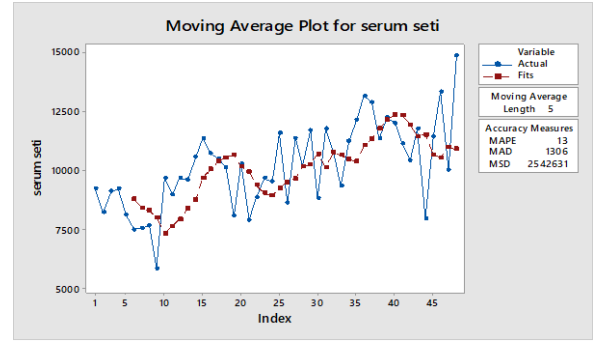
### Serum Seti

Şekil 14'te Enjektör için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 4'te ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

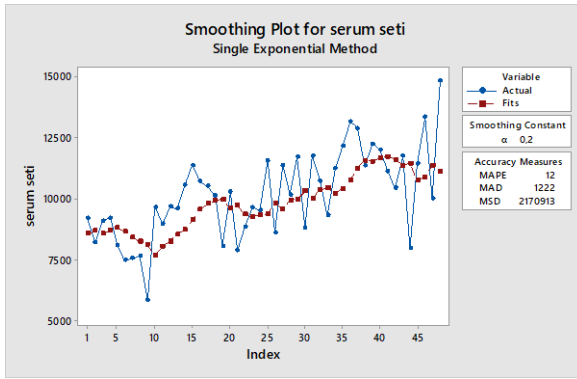
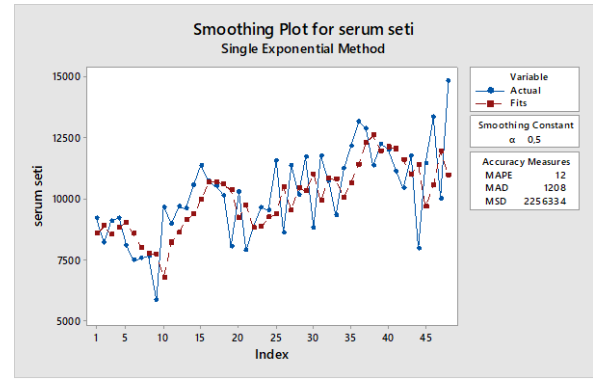
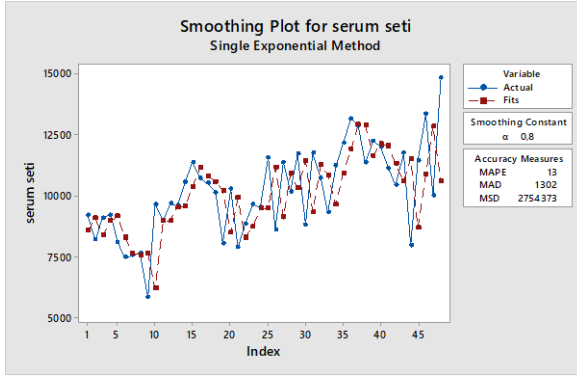
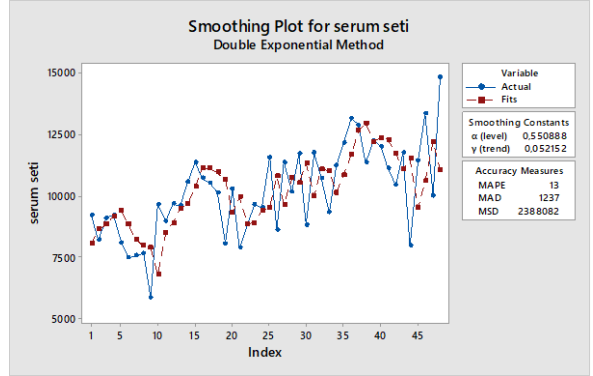
## Şekil 14. Serum Seti İçin Talep Tahmin Yöntemleri



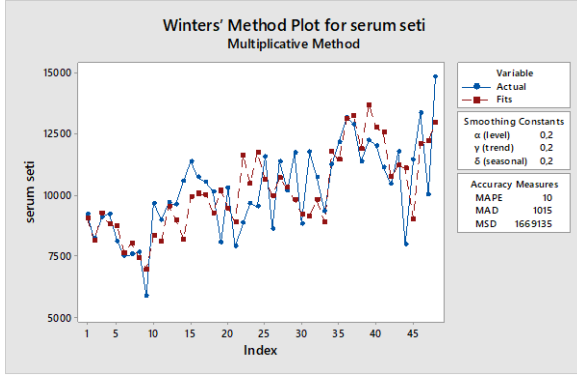
a. Serum Seti için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



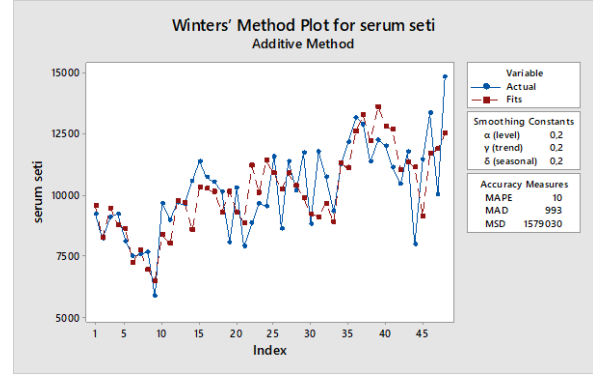
b. Serum Seti İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. Serum Seti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Serum Seti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Serum Seti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Serum Seti için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



g. Serum Seti için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



h. Serum Seti için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 4'te Serum Seti için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Serum Setinin Hata Ölçütleri

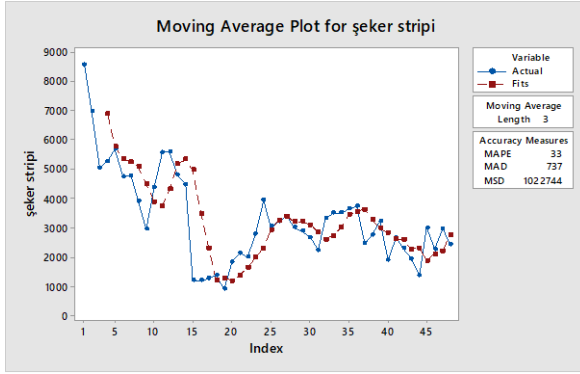
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	12	1204	2165618
5 Aylık Hareketli Ortalama	13	1306	2542631
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	12	1222	2170913
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	12	1208	2256334
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	13	1302	2754373
Holt'un Doğrusal Yöntemi	13	1237	2388082
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>10</b>	1015	1669135
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>10</b>	<b>993</b>	<b>1579030</b>
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	11	1082	1799947

Serum seti için hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Toplamsal Holt-Winters Yöntemidir. Bu yöntemle göre OMHY değeri 10'dur. OMHY(MAPE) değerinin %10-%20 arasında olması tahminin «doğruluk» derecesinde olduğunu göstermektedir.

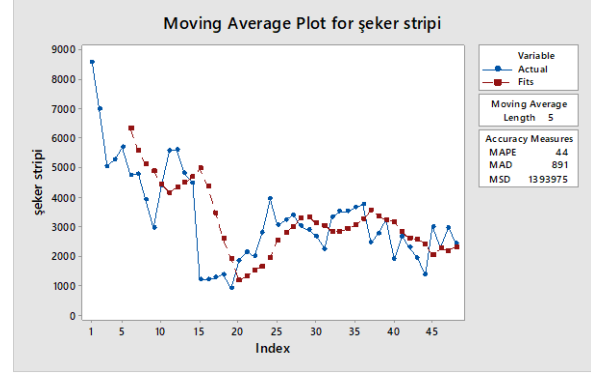
### **Şeker Stripi**

Şekil 15'te Şeker Stripi için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 5'te ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

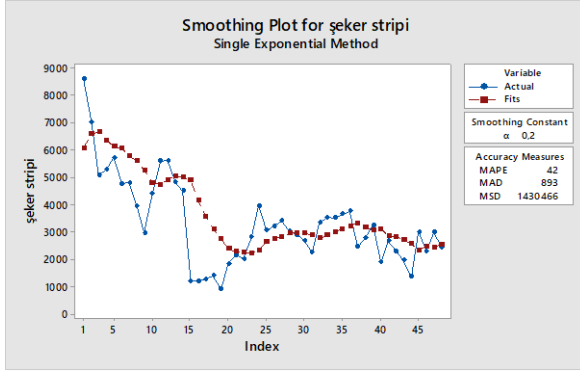
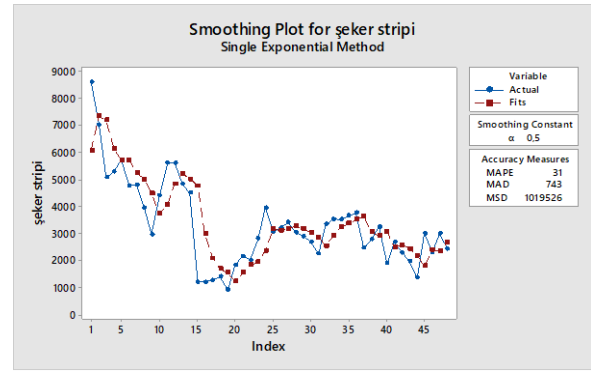
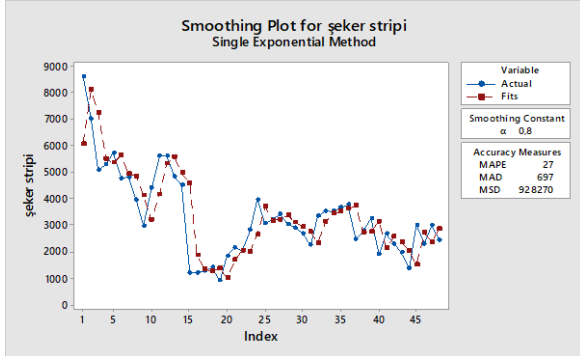
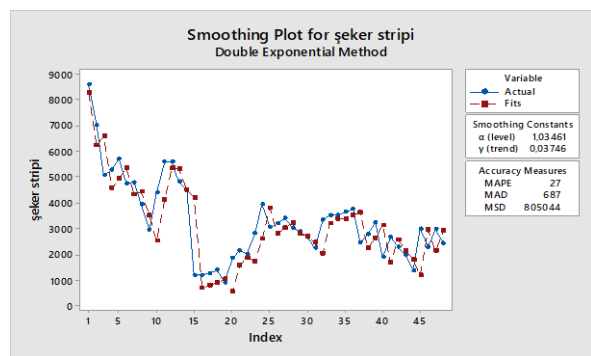
Şekil 15. Şeker Stripi İçin Talep Tahmin Yöntemleri



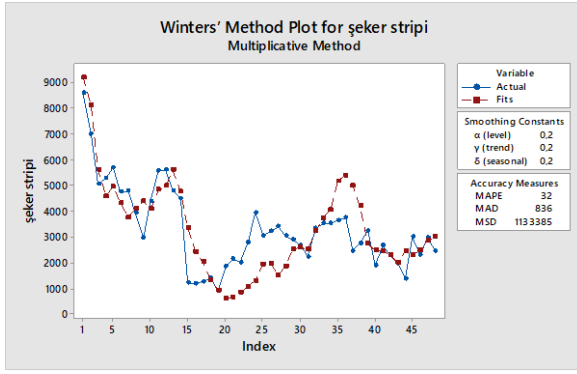
a. Şeker Stripi için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



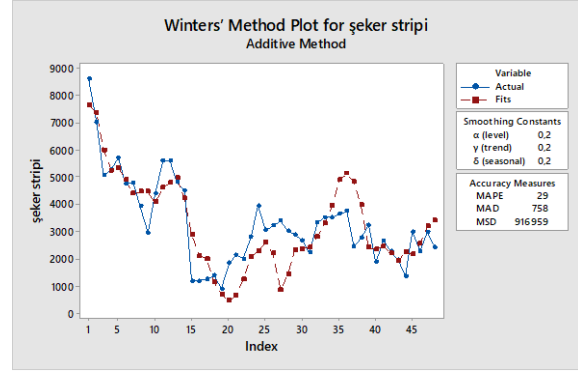
b. Şeker Stripi İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. Şeker Stripi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Şeker Stripi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Şeker Stripi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Şeker Stripi için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



g. Şeker Stripi için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



h. Şeker Stripi için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 5’de Şeker Stripi için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 5.** Şeker Stripinin Hata Ölçütleri

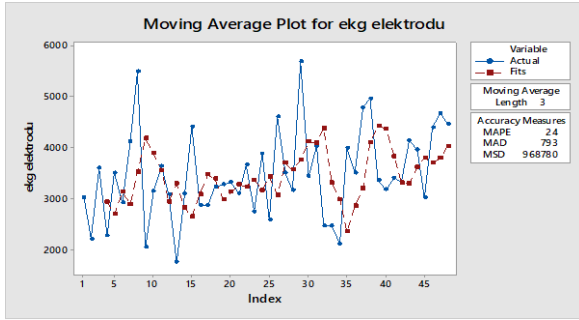
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	33	737	1022744
5 Aylık Hareketli Ortalama	44	891	1393975
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	42	893	1430466
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	31	743	1019526
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	<b>27</b>	697	928270
Holt’un Doğrusal Yöntemi	<b>27</b>	<b>687</b>	<b>805044</b>
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	32	836	1133385
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	29	758	916959
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	44	954	1656404

Şeker stripi için hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Holt’un Doğrusal Yöntemidir. En uygun talep tahmini yönteminin OMHY değeri 27 olarak bulunmuştur. OMHY (MAPE) değerinin %20-%50 arasında olması tahminin «kabul edilebilir» derecesinde olduğunu göstermektedir.

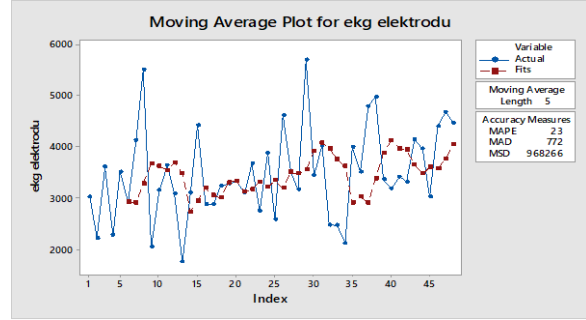
### **EKG Elektrodu**

Şekil 16’da EKG Elektrodu için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 6’da ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

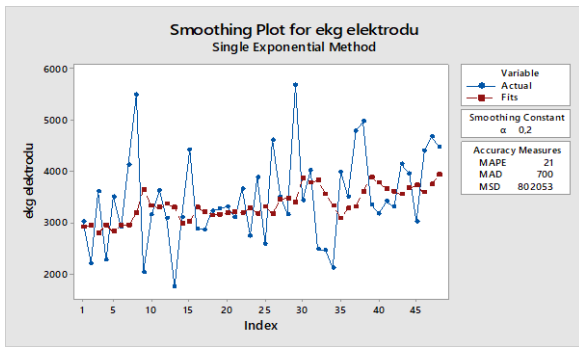
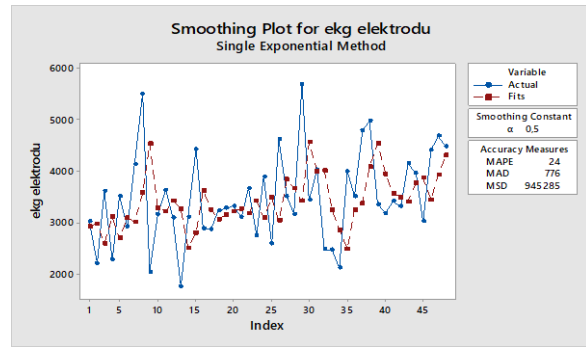
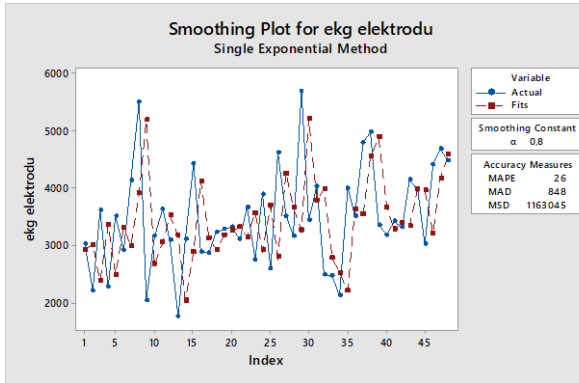
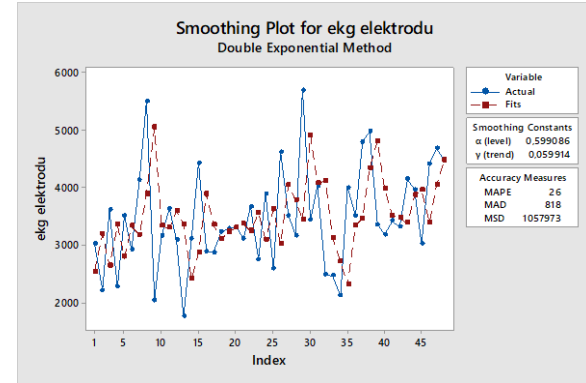
## Şekil 16. EKG Elektrodu İçin Talep Tahmin Yöntemleri



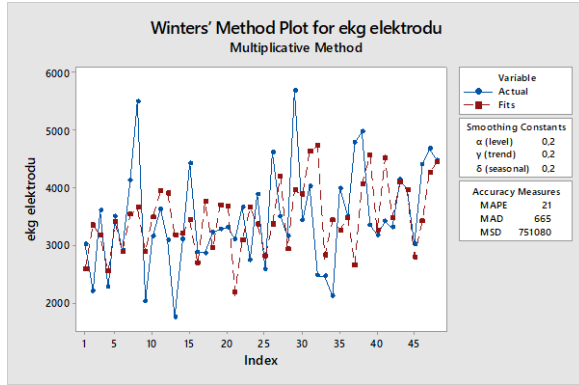
a. EKG Elektrodu için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



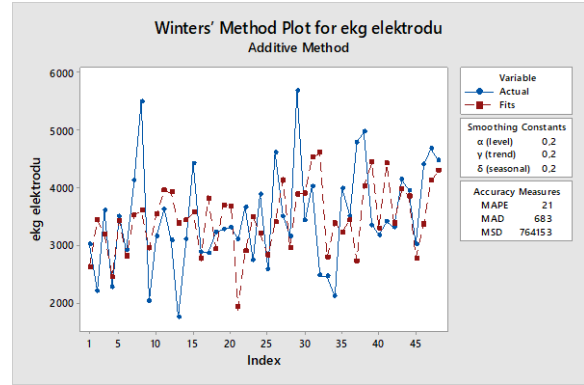
b. EKG Elektrodu için 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. EKG Elektrodu için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. EKG Elektrodu için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. EKG Elektrodu için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. EKG Elektrodu için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



**g.** EKG Elektrodu için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



**h.** EKG Elektrodu için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 6’da EKG için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 6.** EKG Elektrodunun Hata Ölçütleri

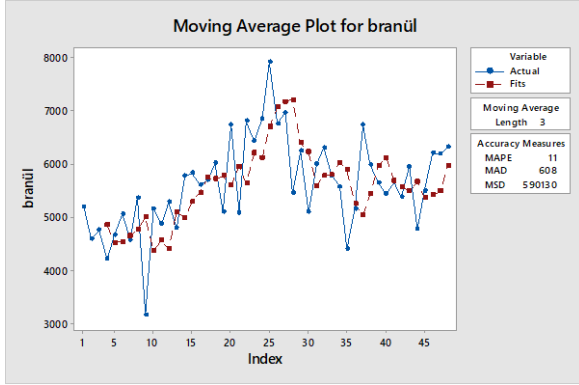
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	24	793	968780
5 Aylık Hareketli Ortalama	23	772	968266
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	21	700	802053
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	24	776	945285
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	26	848	1163045
Holt’un Doğrusal Yöntemi	26	818	1057973
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	21	665	751080
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	21	683	764153
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	<b>20</b>	<b>628</b>	<b>671770</b>

EKG Elektrodu için OMHY (MAPE), OMH (MAE) ve HKO (MSE) hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Basit Doğrusal Regresyon Yöntemidir. OMHY (MAPE) değerinin %20-%50 arasında olması tahminin «kabul edilebilir» derecesinde olduğunu göstermektedir.

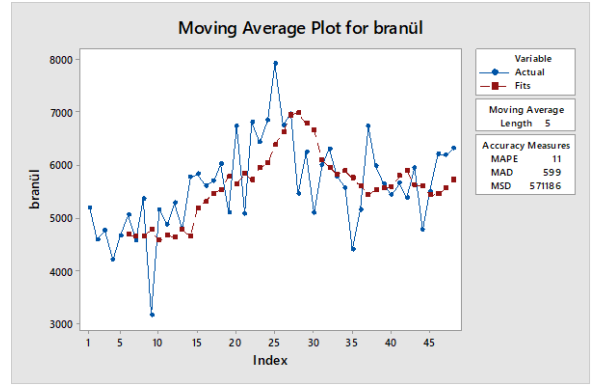
### **Branül**

Şekil 17’de Branül için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 7’de ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

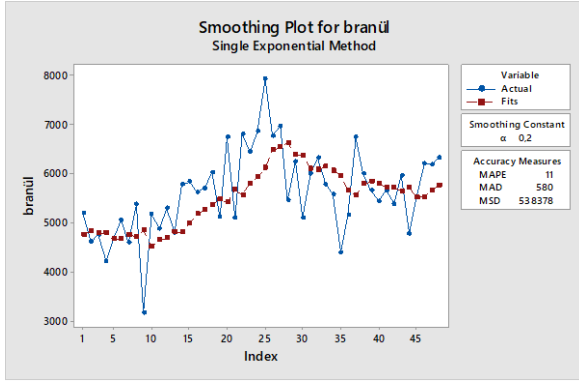
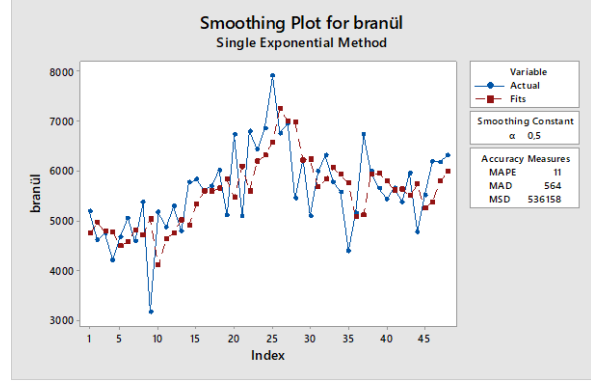
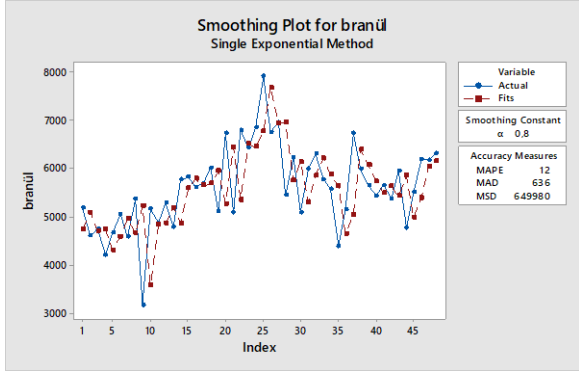
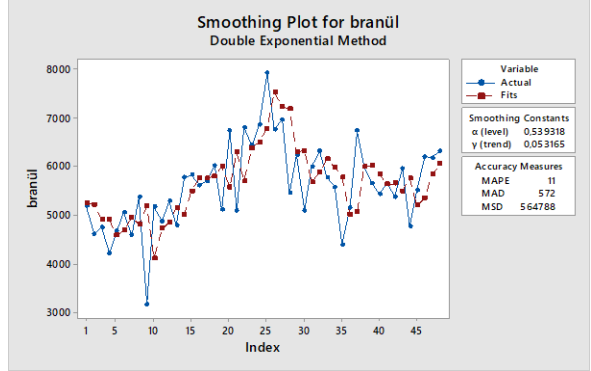
Şekil 17. Branül İçin Talep Tahmin Yöntemleri



a. Branül için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

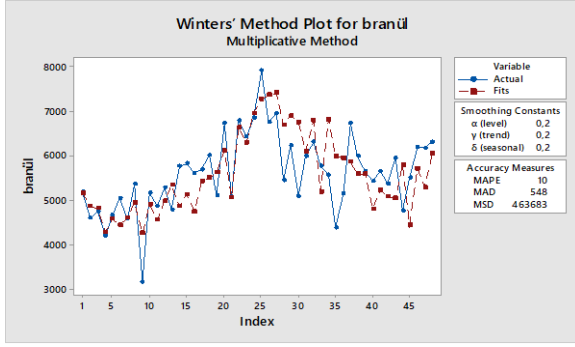


b. Branül için 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

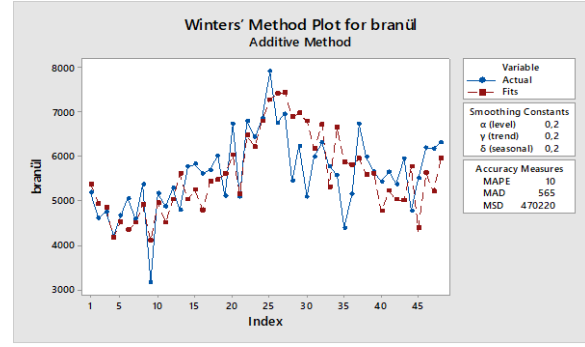
c. Branül için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Branül için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Branül için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Branül için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği





**g.** Branül için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



**h.** Branül için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 7’de branül için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

Branül için hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Çarpımsal Holt-Winters Yöntemidir. OMHY (MAPE) değerinin %10-%20 arasında olması tahminin «doğruluk» derecesinde olduğunu göstermektedir.

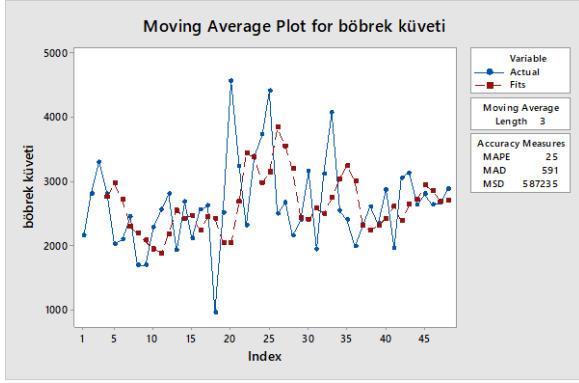
**Tablo 7.** Branülün Hata Ölçütleri

Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	11	608	590130
5 Aylık Hareketli Ortalama	11	599	571186
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	11	580	538378
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	11	564	536158
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	12	636	649980
Holt’un Doğrusal Yöntemi	11	572	564788
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>10</b>	<b>548</b>	<b>463683</b>
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	<b>10</b>	565	470220
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	11	584	602887

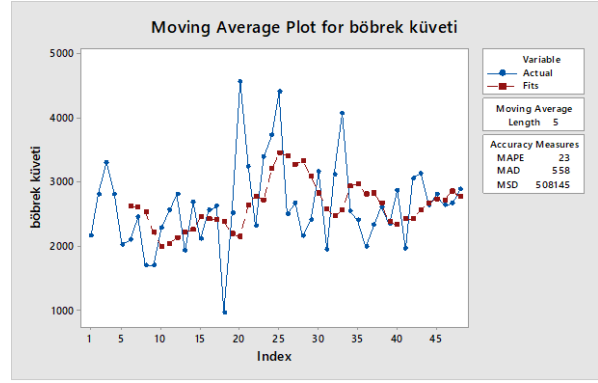
### **Böbrek Küveti**

Şekil 18’de Branül için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 8’de ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

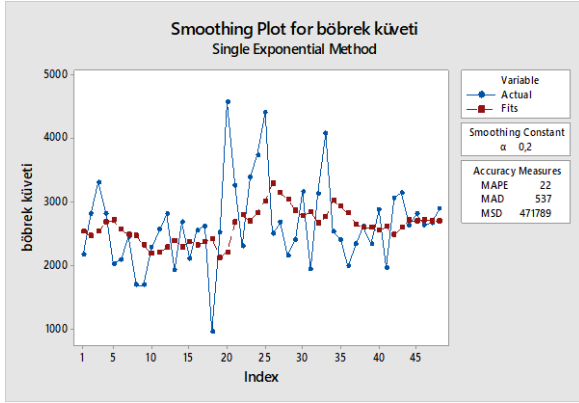
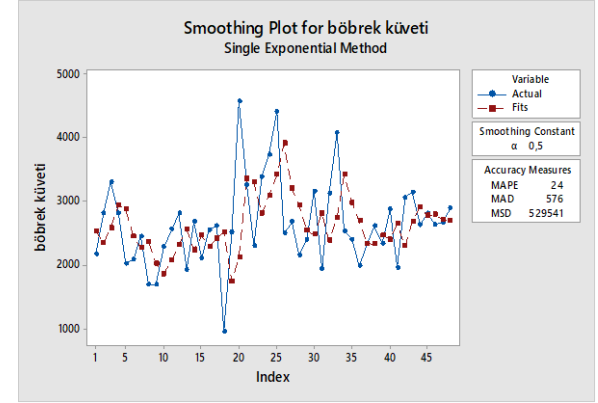
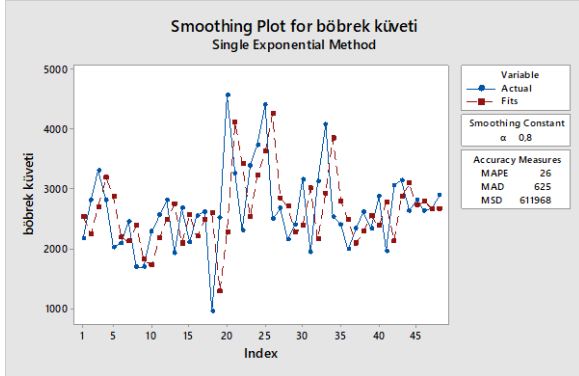
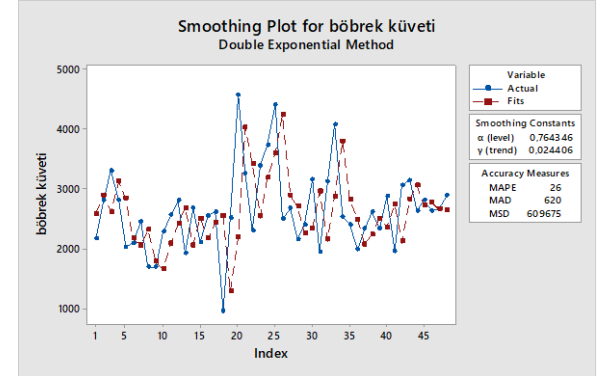
Şekil 18. Böbrek Küveti İçin Talep Tahmin Yöntemleri



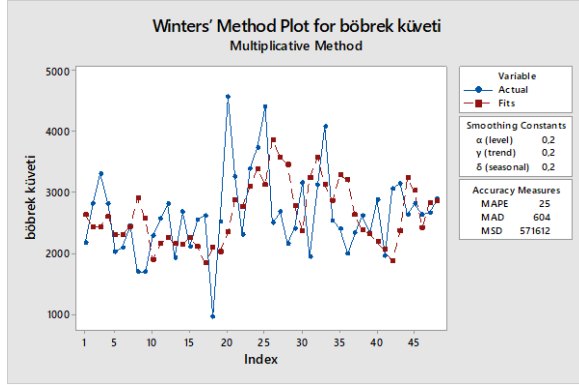
a. Böbrek Küveti için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



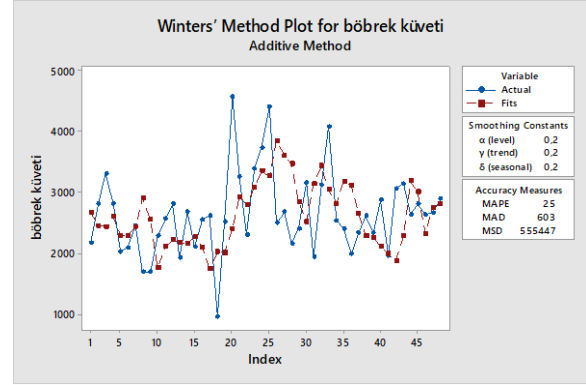
b. Böbrek Küveti İçin 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. Böbrek Küveti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Böbrek Küveti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Böbrek Küveti için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Böbrek Küveti için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



**g.** Böbrek Küveti için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



**h.** Böbrek Küveti için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 8’de böbrek küveti için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 8.** Böbrek Küvetinin Hata Ölçütleri

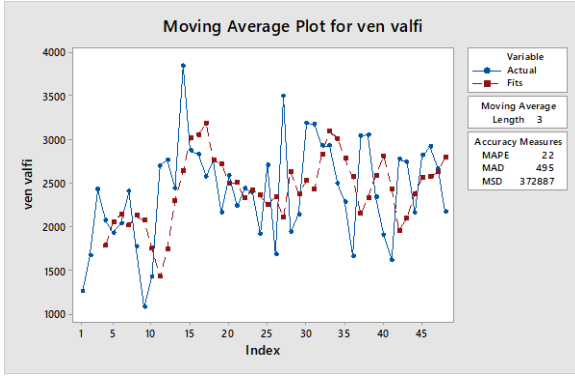
Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	25	591	587235
5 Aylık Hareketli Ortalama	23	558	508145
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	22	537	471789
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	24	576	529541
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	26	625	611968
Holt’un Doğrusal Yöntemi	26	620	609675
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	25	604	571612
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	25	603	555447
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	<b>20</b>	<b>473</b>	<b>430727</b>

Böbrek küveti için OMHY (MAPE), OMH (MAE) ve HKO (MSE) hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Basit Doğrusal Regresyon Yöntemidir. OMHY (MAPE) değerinin %20-%50 arasında olması tahminin «kabul edilebilir» derecesinde olduğunu göstermektedir.

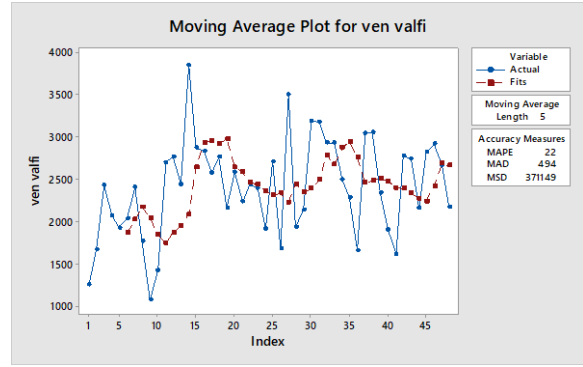
### **Ven Valfi**

Şekil 19’da Ven Valfi için talep tahmin grafikleri gösterilmiştir. Tablo 9’da ise grafiklerin hata ölçütleri verilip yorumlanmıştır.

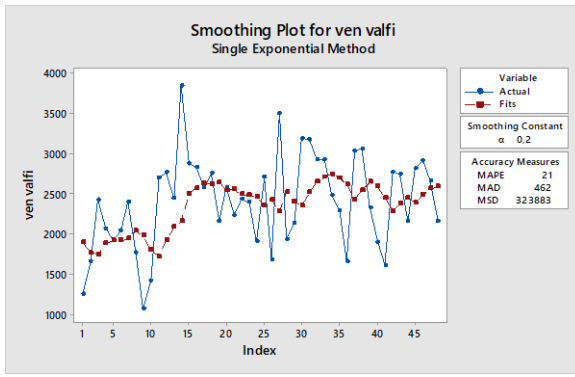
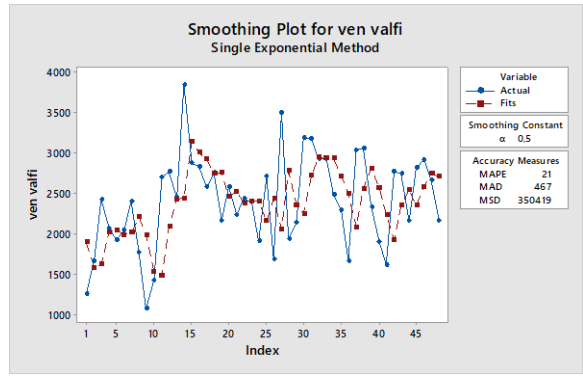
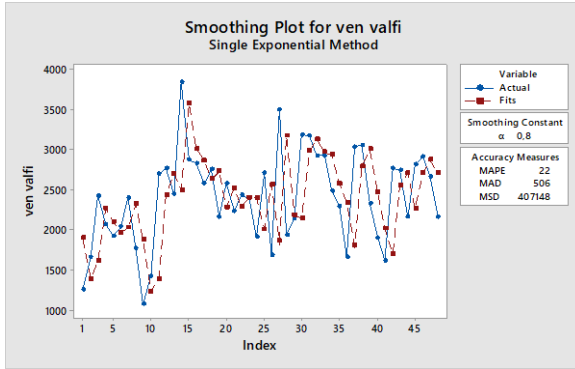
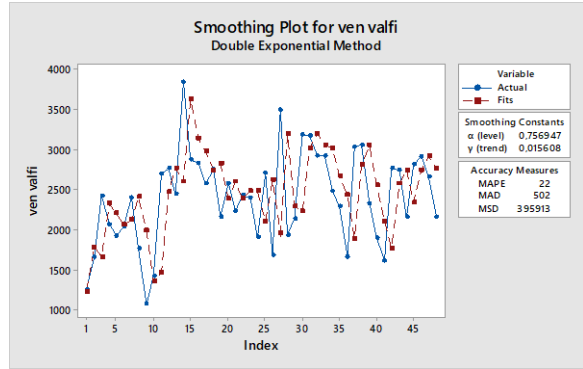
Şekil 19. Ven Valfi İçin Talep Tahmin Yöntemleri



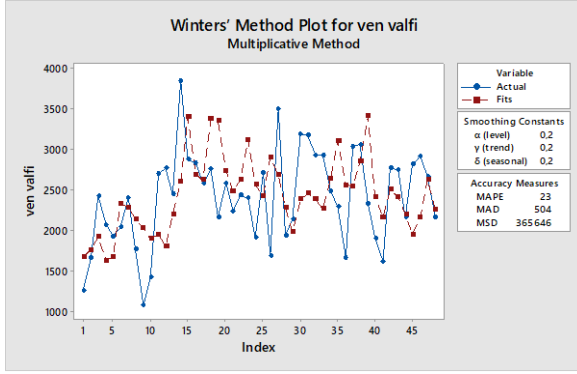
a. Ven Valfi için 3 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği



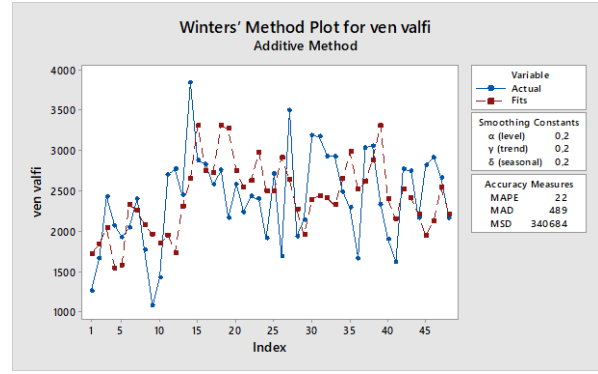
b. Ven Valfi için 5 Aylık Hareketli Ortalama Grafiği

c. Ven Valfi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,2$  için)d. Ven Valfi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,5$  için)e. Ven Valfi için Tek Üstel Düzeltme Grafiği ( $\alpha = 0,8$  için)

f. Ven Valfi için Holt'un Doğrusal Yöntemi Grafiği



**g.** Ven Valfi için Çarpımsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği



**h.** Ven Valfi için Toplamsal Holt – Winters Yöntemi Grafiği

Tablo 9’da Ven Valfi için uygulanan talep tahmin yöntemlerinin sonunda elde edilen hata ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 9.** Ven Valfinin Hata Ölçütleri

Talep Tahmin Yöntemleri	OMHY (MAPE)	OMH (MAE)	HKO (MSE)
3 Aylık Hareketli Ortalama	22	495	372887
5 Aylık Hareketli Ortalama	22	494	371149
Tek Üstel Düzeltme (0,2)	21	462	323883
Tek Üstel Düzeltme (0,5)	21	467	350419
Tek Üstel Düzeltme (0,8)	22	506	407148
Holt’un Doğrusal Yöntemi	22	502	395913
Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	23	504	365646
Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2)	22	489	340684
Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi	<b>21</b>	<b>442</b>	<b>300220</b>

Ven Valfi için OMHY (MAPE), OMH (MAE) ve HKO (MSE) hata ölçütlerine göre en uygun talep tahmini yöntemi Basit Doğrusal Regresyon Yöntemidir. OMHY (MAPE) değerinin %20-%50 arasında olması tahminin «kabul edilebilir» derecesinde olduğunu göstermektedir.

## SONUÇ

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 (Yiğit, 2016; 220).

Sağlık hizmetleri sistemindeki tıbbi malzeme talep miktarlarını doğru bir şekilde tahmin etmek, karar vericilerin hizmet ihtiyacını öngörmelerini ve zaman içinde kaynakları yönetme ve sarf malzemelerini satın alma konusunda bilinçli kararlar almalarını sağlar.

Talep tahmini yöntemleri ile ilgili yapılan bu tez çalışmasında; ayrıntılı olarak ele alınan yöntemler, zaman serisi yöntemleridir. Çalışmada B rolü hastane grubu olan Samsun'da bir Kamu Hastanesinde ortopedi bölümünde en çok kullanılan dokuz adet malzemenin 2015-2018 dönemleri arasında gerçekleşen aylık talep verileri kullanılarak her bir tıbbi malzeme için en ideal talep tahmini yöntemi, Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY), Hata Kareleri Ortalaması (HKO) ölçütleri dikkate alınarak saptanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada ele alınan ilk malzeme Eldiven'dir. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata değerini Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2), Hata Kareleri Ortalamasında ise en düşük değeri Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Eldiven için en ideal yöntemin Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmada ikinci malzeme Steril Spanç'tır. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Tek Üstel Düzeltme (0,2) ve Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata değerini Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi, Hata Kareleri Ortalamasında ise en düşük değeri Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Steril Spanç için en ideal yöntemin Tek Üstel Düzeltme (0,2) ve Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Araştırmada üçüncü malzeme Enjektör'dür. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi, Ortalama Mutlak Hata ve Hata Kareleri Ortalaması değeri Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Enjektör için en ideal yöntemin Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmada dördüncü malzeme Serum Seti'dir. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) ve Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata ve Hata Kareleri Ortalaması değerini Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Serum Seti için en ideal yöntemin Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) olduğuna karar verilmiştir. Araştırmada beşinci malzeme Şeker Stripi'dir. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Tek Üstel Düzeltme (0,8) ve Holt'un Doğrusal Yöntemi vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata değerini Holt'un Doğrusal Yöntemi, Hata Kareleri Ortalamasında ise en düşük değeri Holt'un Doğrusal Yöntemi vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Şeker Stripi için en ideal yöntemin Holt'un Doğrusal Yöntemi olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmada altıncı malzeme EKG Elektrodu'dur. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Basit Doğrusal Regresyon

Yöntemi vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata değerini Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi, Hata Kareleri Ortalamasında ise en düşük değeri Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde EKG Elektrodu için en ideal yöntemin Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Araştırmada yedinci malzeme Branül'dür. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değerini Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2), Toplamsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) ve Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi vermiştir. En düşük Ortalama Mutlak Hata ve Hata Kareleri Ortalaması değerini Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Branül için en ideal yöntemin Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi (0,2-0,2-0,2) olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmada sekizinci malzeme Böbrek Küveti'dir. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ve Ortalama Mutlak Hata değerini Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi vermiştir. En düşük Hata Kareleri Ortalaması değerini Tek Üstel Düzeltme (0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Böbrek Küveti için en ideal yöntemin Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Araştırmada dokuzuncu malzeme Ven Valfi'dir. Yapılan tahminlerle hata ölçütlerine bakıldığında en düşük Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ve Ortalama Mutlak Hata değerini Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi vermiştir. En düşük Hata Kareleri Ortalaması değerini Tek Üstel Düzeltme (0,2) vermiştir. Bu değerler incelendiğinde Böbrek Küveti için en ideal yöntemin Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi olduğuna karar verilmiştir.

Uygulama sonucunda her bir malzeme için en ideal talep tahmini yöntemi farklı olmakla birlikte genel olarak Basit Doğrusal Regresyon Yöntemi ve Toplamsal Holt-Winters Yöntemlerinin (0,2-0,2-0,2) en uygun talep tahmini yöntemleri olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmalara baktığımızda her bir çalışmada farklı talep tahmin yöntemlerinin en uygun yöntem olduğu görülmektedir (Özödoru, 2015; Demez, 2016; Yiğit, 2016; Uçakkuş ve Koçyiğit, 2019).

Literatürde yapılan tahmin hatalarını yüzde ölçmede daha çok kabul gören Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (OMHY)'dir. Farklı tahmin yöntemleri denenmiş ve hepsinin OMHY(MAPE) değeri sonuçları %50'nin altında gerçekleşmiştir. Literatürde tahmin hatalarını ölçmede yaygın olarak kullanılan OMHY (MAPE) değerinin de %50'nin altında olması tahminlemenin "kabul edilebilir" düzeyde olduğunu ifade etmektedir.

Bu çalışma kapsamında ortaya çıkan bulgular ışığında, hastanenin satın alma departmanının tıbbi malzeme planlamalarını yapabilme ve önlerini görebilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Aynı şekilde talep tahminleri geleceğe ışık tutarak hastanenin kendi süreçlerine uygun bir yol çizmesine yardımcı olmaktadır. Böylece hastane karlılığı artırılıp israf önlenir, stok maliyetleri azaltılabilir. Ayrıca hastane kaynak yönetimini iyileştirebilir ve dolayısıyla sistemin genel verimliliğini artırabilir.

Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde ülkemizde talep tahmini yöntemlerinin özellikle tıbbi malzemelerde çok az kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu anlamda yapılan bu araştırmanın ileride yapılacak diğer çalışmalara yol gösterici bir nitelik taşıdığına inanılmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda, literatürde kullanılmış olan farklı talep tahmini yöntemleriyle

uygulamalar yapılabilir. Ortaya çıkacak sonuçlar karşılaştırılarak hatası daha düşük tahminler elde edilebilir. Bu sayede daha iyi bir malzeme yönetimi sağlanarak stok maliyetleri azaltılabilir.

### KAYNAKÇA

- Aksoy, Z. S. (2008). Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımlarında Talep Tahmin Yöntemleri ve Uygulamaları. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Benli, Y. K. ve Yıldız, A. (2014). Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42(2), 213–224.
- Bulut, Ş. (2006). Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması. Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Daniel, E. C., Ngozi, U. M., & Potrick, O. U. (2014). Application of Forecasting Methods for the Estimation of Production Demand . International Journal of Science, Engineering and Technology Research, 184-202.
- Demez, F. (2016). Hastanelerde Kapasite Ölçümü Talep Tahmin Yöntemleri ve Bir Araştırma. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Demirbaş, F.P. (2011). Kombi Üretiminde Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirci, N. (2015). Cam Sektöründe Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması ve Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Klimsova, H., & Lobban, S. (2008). Demand Forecasting - A Study at Alfa Laval in Lund. Vaxjo University School of Management.
- Lewis, C. (1992). Industrial and Business Forecasting Methods. Londra: Butterworths Publishing.
- Martin, K., & Velky, S. (2004). Demand Forecasting As A Tool For Precise Production Planning And Inventory Control, 1th International Workshop “Advanced Methods And Trends In Production Engineering”, North University Of Baia Mare.
- Meydan, Y. A. (2007). Talep Tahmin Yöntemleri ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özsoy, E. (2006). Talep Tahminine Dayalı Müşteri Odaklı Üretim Planının Oluşturulması ve Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Özüdoğru, A. (2015). Hizmet Sektöründe Talep Tahmini: Sağlık İşletmelerinde Bir Uygulama. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tanyaş, M., & Baskak, M. (2017). Üretim Planlama ve Kontrol. İstanbul: İrfan Yayıncılık.



- Uçakkuş, P., Koçyiğit, S., Ç. (2019) Sağlık Kurumlarında Talep Tahmini: Cerrahi Gazlı Bez Üzerine Uygulama, İşletme Araştırmaları Dergisi, 11 (4), 3421-3429.
- Xi, J., & Sha, P.B. (2014). Research on Optimization of Inventory Management Based on Demand Forecasting. Applied Mechanics and Materials Vols. 687-691.
- Yeşil, A. (2007). Stoğa Üretim Yapan Bir İşletmede Zaman Serisi ve Yeni Nesil Talep Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, C., Yıldırım, S., & Arı, H. O. (2014). Sağlık Kurumlarında Öngörü Yöntemleri. Sağlıkta Kalite ve Performans Dergisi, 77-92.
- Yiğit, V. (2016). Hastanelerde Tıbbi Malzeme Talep Tahmini: Serum Seti Tüketimi. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 208-222.
- Yüksel, Hilmi. Üretim ve İşlemler Yönetimi Temel Kavramlar. Ankara: Nobel Yayıncılık. 2013.