

# Klasik talep tahmin yöntemleri ile bulanık zaman serileri yöntemlerinin büyük ölçekli yapı sektöründe uygulaması

*Application of classic demand forecasting methods and fuzzy time series methods in large-scale building sector*

Ramazan Yıldız<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Öğr. Gör., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yenice, Çanakkale / TÜRKİYE  
E-mail: ramazanyildizahmet@gmail.com

## Öz

Talep tahmini tedarik zinciri yönetiminin birçok aşamalarında kullanıldığından güncelliğini korumaya devam etmektedir. Talep tahmini, işletmelerin maliyetlerini ve karlılıklarını doğrudan etkiledikleri için, geçmişten günümüze bilimsel araştırmalar yapılmaktadır. Birçok talep tahmin yöntemleri olmasına rağmen, bu yöntemlerin o işletme koşullarına göre en iyi olanın belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; yapı sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli bir işletmenin envanterler yönetiminde, hangi talep tahmin yöntemi veya yöntemlerinin daha uygun olabileceğinin belirlenmesi çalışmalarıdır. İşletmenin geçmişteki kayıtlı verileri alınarak; trend analizi, basit üstel düzeltme, çift üstel düzeltme, çarpımsal winters ve toplamsal winters yöntemleri ve ayrıca bulanık zaman serisi yöntemi kullanılarak talep tahmin analizleri yapılmıştır. Hesaplamanın doğru sonuca ulaşılması için hata analizleri yapılmıştır. Bulunan sonuçlar kıyaslandığında işletme için en uygun talep tahmin yöntemi, en düşük ortalama mutlak yüzde hata değerine (%3,6) sahip olan Toplamsal Holt-Winters yöntemidir.

**Anahrar kelimeler:** Tedarik Zinciri Yönetimi, Envanter Yönetimi, Talep Tahmini, Bulanık Mantık, Zaman Serseri Analizleri

**Citation/Atıf:** YILDIZ, R. (2021). Klasik Talep Tahmin Yöntemleri ile Bulanık Zaman Serileri Yöntemlerinin Büyük Ölçekli Yapı Sektöründe Uygulaması. Journal of Original Studies. 2(1), 01-10, DOI: 10.47243/jos.2.1.01

**Corresponding Author/ Sorumlu Yazar:**  
Ramazan Yıldız  
E-mail: ramazanyildizahmet@gmail.com



Bu derginin içeriği Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Uluslararası Lisansı altında lisanslanmıştır.

Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## Abstract

Demand forecasting continues to be up to date as it is used in many stages of supply chain management. Since the demand forecasting directly affects the costs and profitability of the enterprises, scientific researches are carried out from the past to the present. Although there are many demand forecasting methods, it is necessary to determine the best of these methods according to the operating conditions. The aim of this study is; It is the study of determining which demand estimation method or methods would be more appropriate in the inventory management of a large-scale enterprise operating in the building sector. By taking the past recorded data of the business; Demand forecasting analysis has been done using trend analysis, simple exponential correction, double exponential correction, multiplicative winters and additive winters methods and also fuzzy time series method. Error analysis has been made in order to reach the correct result of the calculation. When the results are compared, the most appropriate demand estimation method for the enterprise is the Additive Holt-Winters method, which has the lowest average absolute percentage error value (3.6%).

**Keywords:** Supply Chain Management, Inventory Management, Demand Forecasting, Fuzzy Logic, Time Series Analysis

## 1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknolojiye bağlı olarak işletmeler arasında kıyasıya bir rekabet ortamı oluşmaktadır. Bu ortamda şirketler gelecekle ilgili kararlarını etkin, verimli, doğru ve hızlı bir şekilde almak zorunda kalmışlardır. Talep tahmin çalışmaları tedarik zincirinin birçok aşamalarında yapılabilmektedir. Tedarik zinciri yönetiminin sağlıklı yapılabilmesi, envanter yönetimi ile ilişkili olmaktadır. Tedarik zincirinin birçok aşamalarında (tedarikte, üretimde, dağıtımda vb.) envanter bulunmaktadır. Envanterlereler, işletmelerin maliyetini etkilemekte olup iyi bir şekilde yönetilmediği zaman maliyetlerini arttırmaktadırlar. İyi bir envanter yönetiminin yapılabilmesi, ihtiyaç duyulacak olan ürünlerin önceden tahmin edilmesine bağlı olmaktadır. Talep tahmini, yapılacak envanter yönetiminin ilk adımını oluşturmaktadır. İlk adım yanlış olması durumunda sonradan gelecek olan adımlar da yanlış olmaktadır.

Talep tahmini ile ilgili literatürde yapılmış birçok çalışmalar bulunmaktadır. Ertuğrul ve Öztaş (2016)'da talep tahmini ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, sıklıkla kullanılan nicel yöntemlerden regresyon analizi, yalın yöntem, hareketli ortalamalar, üstel düzleştirme ve trend analizi gibi yöntemlerin yanında bulanık mantık ve zaman serileri kavramlarının birlikte kullanılmaktadırlar. Muğla iline ait dış turizm talebinin belirlenmesi için (Çuhadar 2014) üstel düzleştirme, Box-Jenkins yöntemleri ile Holt-Winters'ın mevsimsel üstel düzleştirme yöntemlerini kullanılmaktadırlar.

Tüzemen ve Yıldız (2017), yılında Türkiye'deki işsizlik tahmin oranlarını belirlemek için Toplamsal ve Çarpımsal-Mevsimsel Holt- Winters yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışmada, toplamsal

Holt- Winters yönteminin daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur. Türk otomotiv pazarı tahmini üzerinde Şen ve Kaba(2009)'nın yapmış olduğu çalışmada, Holt-Winters ve mevsimsel ARIMA modelleri kullanmışlardır. Bu çalışmada ise en iyi tahmin sonucu veren Holt-Winters üstel düzleştirme yöntemi olduğu belirlenmiştir. Bir işletmede bulanık zaman serilerini kullanarak talep tahmini çalışmalarını yapan Ertuğrul ve Öztaş (2016) ise; üstel düzleştirme, hareketli ortalamalar, yalın yöntem, trend analizi, Hwang vd. (1998), AR(2), Chen (2002), Chen (1996) yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada ise Chen (2002) yönteminin talep tahmininde daha uygun olduğu görülmektedir. Akcan (2017), rüzgar hızının zaman serisi analizleri ile tahmin edilmesine yönelik bir çalışmada; hareketli ortalama metodu, üstel düzeltme yöntemi, trend metoduyla üstel düzleştirme ve trend ve mevsimsellik yöntemiyle üstel düzleştirme tahminlerini kullanılmıştır. Bu çalışmada, en iyi tahmin değerini veren, trend ve mevsimsel model ile üstel düzleştirme olduğu belirlenmektedir.

Bir çimento fabrikasında dönemsel satış miktarının tahmini için zaman serisi ile bulanık zaman serisi analizleri kullanılmaktadır (Sofyaloğlu ve Öztürk 2013:161). Hastanelerdeki tıbbi malzemelerin talep tahmininin belirlenmesi için, Yiğit (2016)'da hareketli ortalama yöntemleri, tek üstel düzeltme yöntemi, Winters yöntemi ve doğrusal regresyon yöntemlerini kullanmaktadır.

İşletmeler müşteri istek ve ihtiyaçlarını en iyi şekilde gerçekleştirmesi için alacakları kararları belirlemede talep tahminlerini kilit rol oynamaktadır. Talep sonucu gerçeğe ne kadar yakın olursa, atılacak olan adımlarda o kadar gerçekçi ve doğru olmaktadır. Alınan yanlış

kararların işletmelere olan zararları büyük olmaktadır. Talep tahmin faaliyetleri ve uygulamaları işletmelerin iç ve dış çevre şartlarına göre değişebildiği için bu çalışma diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu çalışmanın amacı yapı sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli bir işletmenin hangi talep tahmin yönteminin daha uygun olabileceğini ortaya çıkarma çalışmasıdır.

Bu çalışmada, Ertuğrul ve Öztaş'ın (2016) yapmış olduğu çalışmadan farklı olarak, ele alınan veriler normalleştirilmeden ham veri olarak kullanılmış ve ayrıca bazı analizler ile beraber Çarpımsal Holt-Winters ve Toplamsal Holt-Winters yöntemleri uygulanmıştır.

Bu çalışmada, yapı sektöründe faaliyet gösteren büyük bir işletmenin 2015,2016 ve 2017 yıllarında kullanmış oldukları envanter değerleri alınmaktadır. Rekabet koşullarından dolayı işletmenin ismi gizlenmiştir ve envanter değerleri belirli bir ölçekte (hesaplamalarda hata oluşturmayacak şekilde bir oranla) değiştirilmiştir. Malzemeler arasında en önemli olarak görülen ürünü belirlemek için pareto (ABC) analizi yapılmış, bu analizde "A" grubu ürünler arasında en fazla öneme sahip olan bir ürünün talep tahmin çalışmaları yapılmıştır. Ürünle ilgili talep tahmin yöntemlerinde sıklıkla kullanılan nicel yöntemlerden; trend analizi, basit üstel düzeltme, çift üstel düzeltme, Çarpımsal Holt-Winters, Toplamsal Holt-Winters uygulanmıştır. Bu yöntemlerden farklı olarak, Chen'in 1996 yılında önerdiği bulanık zaman serisi analizi yapılmıştır. Verilerin analizlerinde Minitab ve Microsoft Excel programları kullanılmıştır.

## 2. TALEP TAHMİNİ

Talep tahmin analizlerinde kullanılan kalitatif ve kantitatif yöntemler bulunmaktadır. Kantitatif yöntemlerde zaman serisi analizleri ve karma yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zaman serisi analizlerinde geçmişteki durumlardan yararlanarak gelecekle ilgili tahminlerin yapılmasında kullanılmaktadır. Bu analizde; üstel düzeltme tekniği ve trend analizleri gibi yöntemler kullanılmaktadır (Çekerol, 2013:37-40).

Zamansal veriler eksik veya belirsiz olduğu durumda klasik zaman serisi modelleri genellikle doğru tahmin sonucunu vermemektedir. Bu durumda bulanık zaman serileri kavramı geliştirilmiştir. Bu kavram; eksik, belirsiz ve bulanık verileri etkili bir şekilde ele almaktadır. Bulanık zaman serilerini iki tür içine, yani zaman değişkeni ve zaman değişmezine

bölünmektedir. Bunların farkı, t zamanı ile önceki zaman t - 1 arasında aynı ilişkinin olup olmadığına bağlı olmaktadır. İlişkiler hepsi aynı ise, zamanla değişmeyen bulanık zaman serileri olmaktadır, aksi durumda zaman değişken olmaktadır (Liu vd., 2010:6310).

### 2.1. Talep Tahmini Kavramları

Talep tahmini gelecekte olabilecek talep miktarlarını önceden belirleyebilmektir. Gelecek ile ilgili talebi belirleyebilmek için, geçmişteki verilerden, uzman görüşlerinden, deneyimlerden ve çıkarımlardan yararlanılarak bilimsel ve ölçülebilir tekniklerden yararlanılmaktadır (Adalı, 2020: 26).

İşletmeler müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için mal ve hizmet üretmek üzere pazara sunmaktadır. Talep ise tüketicinin belirli bir fiyat karşılığında mal ve hizmeti alma isteğidir (Şenbaş, 2020: 36).

Tahmin, müşteri istek ve ihtiyaçlarının zamanında karşılanması için, gelecekte ne kadar üretim veya hizmet sunacağına rasyonel verilerle tespit edilmesidir. İşletmeler, bu tahminler doğrultusunda üretim için kaynaklarını önceden hazırlar ve zamanında müşterilere ürünlerini teslim edebilmektedirler. Tahminin doğru bir şekilde yapılması işletmelerin maliyetlerinin azaltmasında etkili olmaktadır. İhtiyaç duyulandan az miktarda envanterin sağlanması, müşteri isteklerinin tam olarak karşılanmaması anlamına gelebileceği gibi, fazla miktarda envanterlerin işletmede bulundurulması envanter maliyetlerini arttırmaktadır. Optimum envanter yönetiminin yapılabilmesi için doğru talep tahmininin yapılmasına bağlı olmaktadır Girgin 2019: 3-4).

### 2.2. Talep Tahminin Önemi

Talep tahmini tedarik zincirinin tüm aşamalarında uygulanabildiği gibi, işletmelerin yönetim, üretim, finans, muhasebe, pazarlama, insan kaynakları, depo ve envanter yönetimi gibi birçok alanlarda uygulanmaktadır (Saatçioğlu, 2016:3).

Talep tahmini işletmelerde, üretim planlama ve envanter yönetiminde temel teşkil etmektedir. İyi bir tahmin ile ürünler müşterilere zamanında, eksiksiz ve doğru bir şekilde ulaşması sağlanabilmektedir. Envanter yönetiminde fazla ve yetersiz stokların zararlarından kaçınmak için de talep tahminine ihtiyaç bulunmaktadır. İyi bir envanter yönetimin faydaları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Karaibrahim, 2016: 33).

- ✓ İşletmelerde atık kapasiteler azalır
- ✓ Verimlilik artar
- ✓ Fazla stok maliyeti azalır
- ✓ Müşteri memnuniyeti artar
- ✓ Kaynakların israfı azalır
- ✓ Ürünlerin sevkiyatı zamanında ve doğru olarak gerçekleştirilir
- ✓ İşletme operasyonlarının optimum yapılmasını sağlar
- ✓ Etkinliği ve üretkenliği artırır
- ✓ Toplam maliyetleri azaltır
- ✓ İşletme karlılıklarını artırır

### 2.3. Tahmin Yöntemleri Ve Sınıflandırılması

Makridakis ve Wheelright pazarlama ve diğer alanlarda yaptığı çalışmalarda tahmin yöntemlerini nicel ve nitel olmak üzere iki ana gruba sınıflandırmaktadırlar. Bu iki

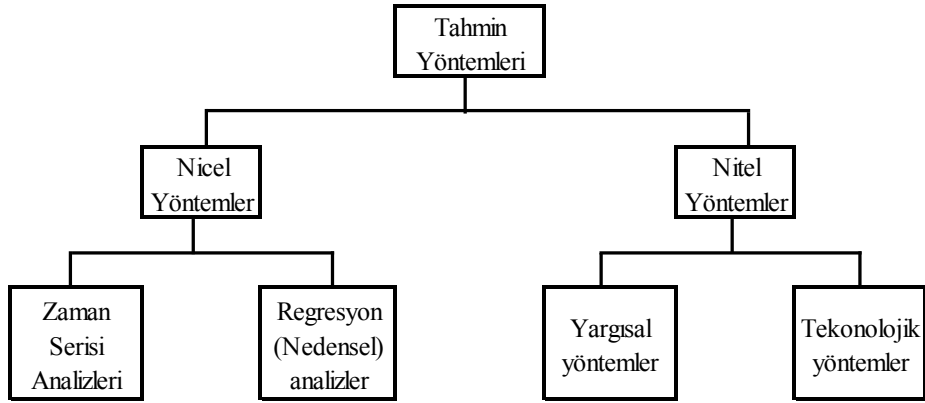
grup diğer bir ifade ile kalitatif ve kantitatif yöntemler olarak isimlendirilmektedir. Kantitatif yöntemler, yeterli matematiksel veriler kullanılarak yapılırken, kalitatif yöntemler ise kişinin düşüncesine bağlı olarak kullanılan yöntemlerdir (Karaatlı ve diğ. 2012:89).

Talep tahmini için en sık kullanılan yöntem zaman serileri analizleridir. Geçmişteki verilerle gelecekle ilgili tahmin yapmakta kullanılmaktadır. Bu yöntemde veriler, geçmişte gerçekleşen olaylardan alındığı için veri güvenilirlikleri yüksektir (Görçün 2010: 85).

Literatürde bulunan tahmin yöntem grupları Şekil 1'de olduğu gibi nicel ve nitel olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadırlar.

Araştırmada yer alan nicel yöntemlerden zaman serisi analizleri aşağıda açıklamaları bulunmaktadır.

Şekil 1. Tahmin Yöntemlerinin Grupları



Kaynak: Eyigün, 2019: 57.

#### 2.3.1. Trend Analizi

Bu analizde en önemli faktörlerden birisi, önceki verilerin göstermiş olduğu eğilimlerdir. Eğilimler

talepteki sapmaların ne derecede olduğunu ortaya koymaktadır. Bu analiz yönteminde mümkün olduğunca tahmin hatalarını minimum tutmaya

yöneliktir. Minimum tutmak için değişkenler arasındaki ilişkinin lineer bir fonksiyon olduğu varsayılmaktadır. Bu analize ilişkin formül aşağıda verilmektedir. (Görçün, 2013: 53).

$$\underline{a} (t_m)_i = a + (b x_i) \quad (1)$$

$$\underline{b} = \left( \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \right) \quad (2)$$

$$\underline{a} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) \quad (3)$$

Taleplere ilişkin durumlar için a ve b eğrilerinin kesişim noktaları muhtemel talep eğrilerini tanımlar (Görçün, 2013:53).

### 2.3.2. Basit Üstel Düzeltme

Talep tahminlerde sık kullanılan yöntemlerden birisi de basit üstel düzeltme yaklaşımıdır. Bu yöntemle yapılan tahmin değeri en son talep etkisi altında kalmaktadır. Yöntemle ilgili matematiksel ifade aşağıda verilmektedir (Yaman 2011: 38).

Tahmin =  $\alpha$  (şuandaki talep) +  $(1-\alpha)$  (son tahmin) şeklinde ifade edilir.

$F_t$  = Yeni tahmin

A = Düzeltme katsayısı ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$F_{t-1}$  = Önceki döneme ait tahmin

$D_{t-1}$  = Önceki döneme ait gerçekleşen talep

$$F_t = F_{t-1} - \alpha (F_{t-1} - D_{t-1}) \quad (4)$$

$F_t = F_{t-1} - \alpha e_{t-1}$  olarak ifade edilir.

Burada herhangi bir "t" zamanındaki talep tahmini t-1 zamanındaki hatanın çıkarılması ile ifade edilmektedir. Bu yaklaşıma göre t-1 den bir önceki dönem t-2 ile;  $F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha (1-\alpha) D_{t-2} + (1-\alpha)^2 F_{t-2}$  formülü elde edilmektedir (Yaman 2011: 38-39).

### 2.3.3. İkili Üstel Düzeltme

İkili üstel düzeltme temelli tahmin, türev serbest hareket modellerine sahip daha yaygın olan uygulanabilir bir alternatif model olmaktadır. Bu model, y-kesişme ve eğimin zaman içinde yavaşça değiştiği, basit bir doğrusal regresyon denklemi sayesinde elde edilen zaman serileridir. Verilerin ağırlıkları eşit şekilde dağıtılarak, parametrelere zaman içinde katlanarak azalır, bundan dolayı yeni değerleri için önceki verilerden daha yüksek bir ağırlık alınmaktadır (Joseph ve LaViola 2003:1087).

Çift Üstel Düzeltme Metodu olarak da ifade edilen bu yöntemde hem trend ortaya konmakta hem de üstel düzeltme yapılmaktadır. Kullanılan formül aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Uysal vd. 2016:1296).

$$\text{Ortalama: } A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

$$\text{Mevcut trend: } CT_t = A_t - A_{t-1} \quad (6)$$

$$\text{Ortalama trend: } T_t = \beta CT_t + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (7)$$

$$\text{Tahmin: } F_{t+1} = A_t + T_t \quad (8)$$

Yukardaki verilen eşitliklerde ; t dönemdeki veriye ait üstel olarak düzenlenmiş ortalamayı vermekte, ; t dönemdeki mevcut trendi vermekte, ; t dönemde üstel olarak düzenlenmiş trendi vermekte, ; gelecek dönem için tahmini vermekte,  $\alpha$ ; 0 ile 1 arasında değişen ortalamaya ait düzenleme faktörünü vermekte,  $\beta$ ; 0 ile 1 arasında değişen trend için düzeltme faktörlerini ifade etmektedir.

### 2.3.4. Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi

Zaman serisindeki veriler farklılık göstereceğinden, bu verilerin yapılarına bağlı olarak mevsimsellik veya trend olmak üzere değişiklik gösterebilmektedir. Verilerin değişiklik durumlarına göre Holt-Winters üstel düzleme yöntemi, çarpımsal ve toplamsal olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Verilerin varyansları zamanla değişiyorsa çarpımsal, değişmiyor ise toplamsal yöntem kullanılmaktadır (Temuçin ve Temiz 2016: 942).

#### 2.3.4.1. Çarpımsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi

Holt-Winters üstel düzleme yönteminin birincisi çarpımsal olanıdır. Bu yöntemde kullanılan denklemler aşağıda verilmektedir (Tüzemen ve Yıldız (2017: 8).

$$\text{Seviye: } t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + B_{t-1}) \quad (9)$$

$$\text{Eğilim: } b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (10)$$

$$\text{Mevsimsel: } S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad (11)$$

$$\text{Tahmin: } F_{t+m} = (L_t - b_t m) S_{t-s+m} \quad (12)$$

$\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$ : Düzeltim parametreleridir.

t : Zaman periyodudur.

$Y_t$ : Olağan gözlem değerleridir.

S : Mevsimsel uzunluktur.

$L_t$ : Seviye bileşendir.

$b_t$ : Eğilim bileşendir.

$S_t$ : Mevsimsel bileşendir.

$F_{t+m}$ : m dönemdeki F tahmin değeridir.



### 2.3.4.2. Toplamsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi

Holt-Winters üstel düzleme yönteminin bir diğeri de Toplamsal Holt-Winters üstel düzleme yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel denklem aşağıdaki gibi verilmektedir (Temuçin ve Deniz, 2016: 943).

$$\underline{L}_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (13)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (14)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (15)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_{t+m})S_{t-s+m} \quad (16)$$

Çarpımsal ile toplamsal yöntem arasındaki fark; mevsimsel indeksler toplamsal teknikte toplanır veya çıkarılırken, çarpımsal teknikte çarpılır veya oranlanmaktadır (Temuçin ve Deniz, 2016: 943).

### 2.3.5. Bulanık Zaman Serisi Analizi

Chen, 1996 yılında geliştirdiği bulanık zaman serisi analizinin, Song ve Chissom'un 1993 yılında ortaya atmış olduğu karmaşık matris yöntemine göre daha etkili olduğunu belirtmektedir. Önerilen yöntemin sadece iyi bir tahmin yapmadığını aynı zamanda tarihsel verilerin doğru olmadığında sağlam tahminlerin yapılabildiğini kanıtlamaktadır (Chen 1996:311).

Bulanık zaman serisi ile geleneksel zaman serisi arasındaki temel fark; bulanık zaman serisinde veriler bulanıklaştırılarak kümelendirken, geleneksel de veriler gerçek değerlerdir.

U verilerin evrenini oluşturur.  $U = [u_1, u_2, \dots, u_n]$  iken U'nun bulanık bir kümesi "A" tarafından tanımlanmaktadır.  $A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_n)/u_n$

$f_A$  ise A'nın üyelik fonksiyonudur.  $f_A: U \rightarrow [0,1]$  ve  $f_A(u_i)$ , A'daki  $u_i$  üyeliğinin derecesini gösterir.  $f_A(u_i) \in [0,1]$  ve  $1 \leq i \leq n$  aralığındadır (Chen 1996:312).

$f_i(t)$ , ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) bulanık kümeleri temsil eden,  $F_{(t)}$ 'nin bir dilsel değişkeni olarak kabul edilir. F(t)'nin zamanın bir fonksiyonu olduğunu da söyleyebiliriz, yani F(t)'nin değerleri farklı zamanlarda farklı olabilir, çünkü söylem evreninin farklı zamanlarda farklı olması mümkün olmaktadır. Eğer F(t) sadece F(t-1)'den kaynaklanıyorsa, bu ilişki  $F(t-1) \rightarrow F(t)$  ile temsil edilir (Chen 1996:312).

Ele alınan verilerin en büyüğü ile en küçüğünü belirlenerek bir evrensel küme oluşturulmaktadır.  $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$  eşitliğinde,  $D_{min}$  en küçük artışı gösterirken,  $D_{max}$  en büyük artışı

göstermektedir. Veri aralıkları belirlendikten sonra, değişim değerleri bulanıklaştırılmaktadır. Bulanık küme oluşturulurken kayıt sayısındaki değişime göre adlandırılmaktadır (Ertuğrul ve Öztaş, 2016: 137).

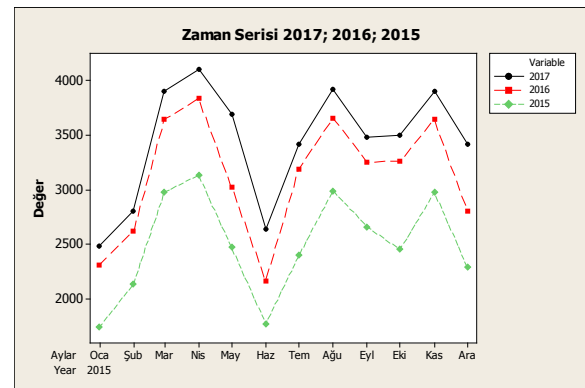
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İşletmeden alınan verilerin dağılım oranlarına bakıldıktan sonra zaman serisi analizleri ve bulanık zaman serisi analizi sonuçları hesaplanmaktadır.

Şekil 2'de görüldüğü üzere verilerin belirli aylarda artmakta ve belirli aylarda da azalma olduğunu görmekteyiz. Bu artma ve azalmalar yıllara göre birbirine benzemektedirler. İhtiyaç duyulan ihtiyaç miktarın her yıl biraz daha arttığı görülmektedir.

Her analizin tahmin sonuçları bulunmaktadır. Bu tahminler arasından işletme için en uygun olanın belirlenmesi için tahmin hata analiz sonuçlarına bakılmıştır. Hata analizi yapılırken MAD (ortalama mutlak hata), MSD (Ortalama Kare Sapma) ve MAPE (ortalama mutlak yüzde hata) oranlarına bakılmıştır. Bu hata oranlarında en düşük hataya sahip olan analiz yöntemi önerilmektedir.

Şekil 2. Analizlerde kullanılacak verilerin aylar ve yıllara göre dağılımları



### 3.1. Bulanık Zaman Serisi Analizi Sonuçları

Bulanık zaman serisi analizi için Tablo 1'deki 2015,2016 ve 2017 verileri kullanılmıştır. Chen'in 1996 yılında önerdiği yöntemle bulanık zaman serisi analizini yapabilmemiz için ürüne ait maksimum ve minimum değerleri öncelikle tespit ettikten sonra evrensel küme belirlenir. Burada gözlemlenen en küçük değer 1742, en büyük değer ise 4106 olduğundan;  $D_1 = 140$ ,  $D_2 = 196$  keyfi pozitif tamsayılar için evrensel küme,  $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$  eşitliğinden yola çıkarak [1602;4302] olarak ele alınır. Evrensel kümeyi 450 aralık genişliğinde 6 aralığa bölünmüş hali aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Ürünle ilgili 2015, 2016 ve 2017 yıllarındaki veriler

	2015	2016	2017
<b>Ocak</b>	1.742	2.317	2.482
<b>Şubat</b>	2.142	2.620	2.806
<b>Mart</b>	2.977	3.641	3.900
<b>Nisan</b>	3.134	3.833	4.106
<b>Mayıs</b>	2.473	3.024	3.686
<b>Haziran</b>	1.774	2.170	2.645
<b>Temmuz</b>	2.400	3.191	3.418
<b>Ağustos</b>	2.991	3.658	3.918
<b>Eylül</b>	2.660	3.253	3.485
<b>Ekim</b>	2.455	3.265	3.497
<b>Kasım</b>	2.977	3.641	3.900
<b>Aralık</b>	2.291	2.802	3.416

$$u_1 = [1602, 2052]$$

$$u_2 = [2052, 2502]$$

$$u_3 = [2502, 2952]$$

$$u_4 = [2952, 3402]$$

$$u_5 = [3402, 3852]$$

$$u_6 = [3852, 4302]$$

Belirtilen aralıklar yardımıyla bulanık küme oluşturulduğunda  $A_1$  bulanık kümesi "çok aşırı değil",  $A_2$  bulanık kümesi "çok değil",  $A_3$  bulanık kümesi "çok",  $A_4$  bulanık kümesi "çok fazla",  $A_5$  bulanık

kümesi "çok çok fazla",  $A_6$  bulanık kümesi "çok aşırı fazla" dilsel değişkenlerle ifade edilebilir. Aralıklara ait üyelik dereceleri ile oluşturulan bulanık kümeler aşağıda gösterilmiştir.

$$A1 = 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A2 = 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A3 = 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A4 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6$$

$$A5 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6$$

$$A6 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6$$

Tablo 2. Talep miktarlarına bağlı oluşan bulanık kümeler

	2015		2016		2017	
	Talep Miktarı	Bulanık Küme	Talep Miktarı	Bulanık Küme	Talep Miktarı	Bulanık Küme
<b>Ocak</b>	1.742	A1	2.317	A2	2.482	A2
<b>Şubat</b>	2.142	A2	2.620	A3	2.806	A3
<b>Mart</b>	2.977	A4	3.641	A5	3.900	A6
<b>Nisan</b>	3.134	A4	3.833	A5	4.106	A6
<b>Mayıs</b>	2.473	A2	3.024	A4	3.686	A5
<b>Haziran</b>	1.774	A1	2.170	A2	2.645	A3
<b>Temmuz</b>	2.400	A2	3.191	A4	3.418	A5
<b>Ağustos</b>	2.991	A4	3.658	A5	3.918	A6
<b>Eylül</b>	2.660	A3	3.253	A4	3.485	A5
<b>Ekim</b>	2.455	A2	3.265	A4	3.497	A5
<b>Kasım</b>	2.977	A4	3.641	A5	3.900	A6
<b>Aralık</b>	2.291	A2	2.802	A3	3.416	A5

Tablo 2'de belirlenen bulanık kümeye göre  $i$  yılından  $i+1$  yılına geçişler gruplandırıldığında tablo 3 eldeki sonuçlar elde edilecektir.

Tablo 3. Bulanık ilişkilerin gruplandırılması

<b>Grup 1</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>						
<b>Grup 2</b>	<b>A2</b>	<b>A4</b>	<b>A2</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Grup 3</b>	<b>A3</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A5</b>	<b>A3</b>	<b>A6</b>		
<b>Grup 4</b>	<b>A4</b>	<b>A4</b>	<b>A4</b>	<b>A2</b>	<b>A4</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
<b>Grup 5</b>	<b>A5</b>	<b>A5</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A3</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>
<b>Grup 6</b>	<b>A6</b>	<b>A6</b>	<b>A6</b>	<b>A5</b>				

Talep tahmin hesaplamasının yapılabilmesi için Chen'in önerdiği yöntemle göre bulanık ilişkilerden yararlanılacaktır. Tablo 3'deki değerler üzerinden bir örnek ile gösterecek olursak;  $A_j \rightarrow A_k$  bulanık ilişkide sol yanındaki değer  $A_j$  ise,  $A_1 \rightarrow A_2$  ilişkilerinin sağ

yanındaki  $A_2$  kümelerinin maksimum üyeliğe sahip  $u_1$  ve  $u_2$  aralıklarının orta noktasının ortalamalarına eşittir. Tablo 4'de bu duruma ait talep tahmin değerleri bulunmaktadır.

Tablo 4. Chen'in Önerdiği Yönteme Göre Talep Tahminin Sonuçları

	2015		2016		2017	
	Talep Miktarı	Tahmin	Talep Miktarı	Tahmin	Talep Miktarı	Tahmin
<b>Ocak</b>	1.742		2.317	2.502	2.482	3.177
<b>Şubat</b>	2.142	2.052	2.620	2.502	2.806	2.502
<b>Mart</b>	2.977	2.502	3.641	3.177	3.900	3.177
<b>Nisan</b>	3.134	2.952	3.833	3.402	4.106	3.852
<b>Mayıs</b>	2.473	2.952	3.024	3.402	3.686	3.852
<b>Haziran</b>	1.774	2.502	2.170	2.952	2.645	3.402
<b>Temmuz</b>	2.400	2.052	3.191	2.502	3.418	3.177
<b>Ağustos</b>	2.991	2.502	3.658	2.952	3.918	3.402
<b>Eylül</b>	2.660	2.952	3.253	3.402	3.485	3.852
<b>Ekim</b>	2.455	3.177	3.265	2.952	3.497	3.402
<b>Kasım</b>	2.977	2.502	3.641	2.952	3.900	3.402
<b>Aralık</b>	2.291	2.952	2.802	3.402	3.416	3.852

### 3.2. Toplamsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi Sonuçları

Bu yöntem için Minitab programı kullanılmıştır. Toplamsal Holt-Winters yönteminin hata oranı,

diğer analiz yöntemlerine göre en düşük olanıdır. Bu yöntemle göre talep tahmin sonucu tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. Toplamsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi'ne göre talep tahmin sonucu

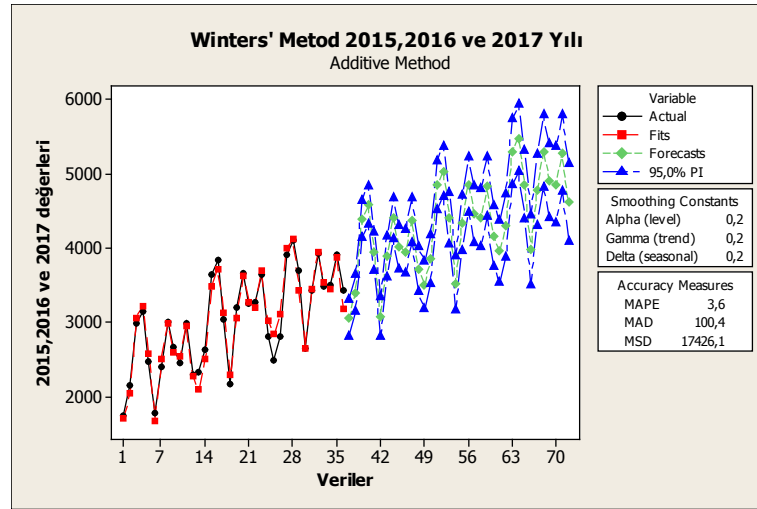
	2015		2016		2017	
	Talep Miktarı	Tahmin	Talep Miktarı	Tahmin	Talep Miktarı	Tahmin
<b>Ocak</b>	1.742	3.050	2.317	3.500	2.482	3.951
<b>Şubat</b>	2.142	3.394	2.620	3.845	2.806	4.296
<b>Mart</b>	2.977	4.387	3.641	4.838	3.900	5.288
<b>Nisan</b>	3.134	4.573	3.833	5.024	4.106	5.475
<b>Mayıs</b>	2.473	3.948	3.024	4.399	3.686	4.849
<b>Haziran</b>	1.774	3.071	2.170	3.521	2.645	3.972
<b>Temmuz</b>	2.400	3.880	3.191	4.331	3.418	4.781
<b>Ağustos</b>	2.991	4.395	3.658	4.845	3.918	5.296
<b>Eylül</b>	2.660	4.002	3.253	4.452	3.485	4.903
<b>Ekim</b>	2.455	3.946	3.265	4.396	3.497	4.847
<b>Kasım</b>	2.977	4.374	3.641	4.824	3.900	5.275
<b>Aralık</b>	2.291	3.707	2.802	4.157	3.416	4.608

Şekil 3'teki grafikte görüldüğü üzere Toplamsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemine göre hata oranı

3,6 olarak bulunmuştur. Bu değere; alpha, gamma ve deltanın 0,2 olduğunda en iyi sonuç olarak ulaşılmıştır.



Şekil 3. Toplamsal Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemine göre hata oranı



Tablo 6'daki verilere bakıldığında, hata oranı en düşük değer %3,6 olarak bulunan, Toplamsal Holt-Winters

analizidir. Bu çalışmada üretim işletmesi için en uygun talep tahmin metodu Toplamsal Holt-Winters yöntemidir.

Tablo 6. Kullanılan Talep Tahmin Yöntemlerinin Hata Analiz Sonuçları

Kullanılan Analiz Yöntemleri	MAD	MSD	MAPE
Trend Analzi	388	225494	14%
Basit Üstel Düzeltme	471	332521	16%
İkili Üstel Düzeltme	490	347728	17%
Chen'in Bulanık Zaman Serisi Analizi	443	241670	15,38%
Çarpımsal Holt- Winters	133	25306	4,60%
Toplamsal Holt- Winters	100,4	17426,1	3,60%

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Talep tahmin için en çok kullanılan yöntem, verilerin geçmişten alınmasına bağlı olarak yapılan zaman serisi analizleridir. Bu analizler arasında işletme için en uygun olan analiz şeklinin de belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü her işletmenin kendi politika ve yapı gereği, talep miktarları da çeşitlilik göstermektedir.

Tablo 6'da üretim işletmesinin talep tahmini ile ilgili sonuçlara ait hata değerleri bulunmaktadır.

- Trend analizi sonuçlarına göre hata oranı %14 bulunmuştur.
- Basit üstel düzeltme yönetenine göre analiz sonucundaki hata oranı %16 hesaplanmıştır.
- Çift üstel düzeltme yöntemindeki hata oranı %17'dir.

- Chen'in bulanık Zaman serisi analizi yöntemine göre hata oranı %15,38 bulunmuştur.
- Çarpımsal Holt-Winters yöntemine göre hata oranı %4,6 hesaplanmıştır.
- Toplamsal Holt-Winters yönteminde hata oranı %3,6 olarak bulunmuştur.

Yapılan farklı analizler sonucunda hata oranı en düşük olan Toplamsal Holt-Winters yöntemidir. Bu yöntem, Chen (1996)'in geliştirmiş olduğu bulanık zaman serisi yönteminden daha iyi bir sonuç vermektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, Holt-Winters tahmin yönetiminin yapı sektöründeki büyük bir işletmenin envanter yönetimi için uygun olduğu görülmektedir. İşletme, envanter yönetimi için talep tahmin çalışmalarında bu yöntemle önem vermesi gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- ADALI, E. (2020). *Makina İmalat Sanayiinde Talep Tahmini: Elektromekanik Sanayiinde Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. T.C. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- AKCAN, S. (2017). Wind Speed Forecasting Using Time Series Analysis Methods. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2), 161-172.
- CHEN, S. M. (1996). Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series. *Elsevier Fuzzy Sets and Systems*, 81(3), 311-319.
- ÇEKEROL, G.S. (2013). *Lojistik Yönetimi*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2823, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1781.
- ÇUHADAR, M. (2014). Muğla İline Yönelik Dış Turizm Talebinin Modellenmesi ve 2012 - 2013 Yılları İçin Tahminlenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(12), 1-22.
- ERTUĞRUL, İ. & ÖZTAŞ, T., (2016). Talep Tahminlerinde Bulanık Zaman Serilerinin Kullanılmasına Yönelik İşletme Uygulaması. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18(30), 135-149.
- EYİĞÜN, İ. (2019). Örgütsel Öğrenmenin Talep Tahmini Üzerine Etkisi: Kaotik Yapının Düzenleyici Rolü, Yüksek Lisans Tezi. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Genel İşletmecilik Yüksek Lisans Programı.
- GİRGİN, M. (2019). *Talep Tahminine Bağlı Kapasite Planlama*. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü MBA.
- GÖRÇÜN, Ö.F. (2010a). *Örnek Olay ve Uygulamalarla Tedarik Zinciri Yönetimi*. Beta Yayın Basım, 1. Baskı, ISBN: 978-605-377-353-5.
- GÖRÇÜN, Ö.F. (2013b). *Depo ve Envanter Yönetimi*. Beta Yayın Basım, 1. Baskı, ISBN 978-605-377-887-5.
- JOSEPH J., & LAVIOLA, JR. (2003). An Experiment Comparing Double Exponential Smoothing And Kalman Filter-Based Predictive Tracking Algorithms. *Proceedings of the Workshop on Virtual Environments*, 8(3), 199-206.
- KARAATLI, M., HELVACIOĞLU, C., ÖMÜRBEK, N., & TOKGÖZ, G., (2012). Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Otomobil Satış Tahmini. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(17), 87-100.
- KARAIBRAHİM, M. (2016). *Yedek Parça Tedarikinde Kullanılabilecek Talep Tahmini Yöntemlerinin İncelenmesi: Bir İşletme Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Denizcilik İşletmeleri Ana Bilim Dalı Lojistik Yönetimi Programı.
- LIU, H. T., & WEI, M. L., (2010). An Improved Fuzzy Forecasting Method For Seasonal Time Series. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6310-6318.
- SAATÇIOĞLU, D. (2016). *Aralıklı Talep Yapısına Sahip Ürünlerin Talep Tahmininde Makine Öğrenme Yöntemlerinin Uygulanması*, Doktora Tezi, T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Üretim Yönetimi Bilim Dalı.
- SOFYALIOĞLU, Ç., & ÖZTÜRK, Ş. (2013). Bir çimento firması için dönemsel satış miktarlarının tahmininde bulanık zaman serisi modellerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 161-186.
- ŞEN, A.B., & KABA, G. (2009). Öncü Göstergeler Kullanımının Tahminin Doğruluğuna Etkisi: Türk Otomotiv Pazarı Üzerine Bir Araştırma. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 27(2), 397-412.
- ŞENBAŞ, T. (2020). *Lojistik Sektöründe Talep Tahmini Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Yönetimi.
- TEMUÇİN, T. & TEMİZ, İ. (2016). Türkiye Dış Ticaret İhracat Hacminin Projeksiyonu: Holt-Winters ve Box-Jenkins Modellerinin Bir Kıyaslaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(3), 937-960.
- TÜZEMEN, A. & YILDIZ, Ç. (2018). Holt-Winters Tahminleme Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye İşsizlik Oranları Uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(1), 1-19.
- UYSAL, C., AĞIRBAŞ, N. & SANER, G. (2016). Türkiye'de Sofralık Üzüm Üretim Ve Dış Satımına Yönelik Projeksiyonlar Ve Değerlendirmeler (1293-1300). *12. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü*.
- YAMAN, R. (2011). *Üretim Planlama: Kontrol ve Bütünleştirme*. Ankara: Nobel Yayınevi, 25-180.
- YİÇİT, V. (2016). Hastanelerde Tıbbi Malzeme Talep Tahmini: Serum Seti Tüketimi Üzerinde Örnek Bir Uygulama. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(4), 207-222.