

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ VE
ORTA ÖLÇEKLİ BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI**

Yusuf Ali MEYDAN

FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zafer UTLU

İSTANBUL, 2007

Yusuf Ali MEYDAN

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	i
Şekiller Listesi.....	v
Çizelgeler Listesi	vii
Özet	viii
Abstract	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Araştırması	5
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Talep ve Talep Tahmini	8
2.2. Talep Tahminlerinin Üretim Planlamadaki Önemi	9
2.3. Talep Tahmininin Önemi	11
2.3.1. Yatırım Projesi Hazırlanmasındaki Önemi	11
2.3.2. Pazar Araştırmasında Önemi	13
2.4. Tahmin Çeşitleri	14
2.4.1. Yönetimsel Tahmin Çeşitleri	14
2.4.1.1. Pazar Tahmini	14
2.4.1.2. Finansal Tahmin	14
2.4.1.3. Satış Tahmini	14
2.4.1.4. Üretim Tahmini	14
2.4.2. Zaman Aralığına Göre Tahmin Çeşitleri	15
2.4.2.1. Kısa Vadeli Tahminler	15

2.4.2.2. Orta Vadeli Tahminler	15
2.4.2.3. Uzun Vadeli Tahminler	16
2.5. Talep Tahmin İlkeleri	16
2.6. Tahmin Sürecinin Aşamaları	18
2.6.1. Bilgi Toplanması	18
2.6.2. Talep Tahmin Döneminin Tespiti	19
2.6.3. Tahmin Yönteminin Seçimi ve Hata Hesabının Yapılması	19
2.6.4. Tahmin Sonuçlarının Geçerliğinin Araştırılması	19
2.7. Tahmin Yöntemleri	20
2.7.1. Sayısal Olmayan Tahmin Yöntemleri	21
2.7.1.1. Satış Gücü Grupları Yöntemi	21
2.7.1.2. Yönetici Görüşleri Yöntemi	22
2.7.1.3. Satış Elemanları ve Ürün Hattı Yöneticileri	22
2.7.1.4. Delphi Yöntemi	22
2.7.1.5. Nominal Grup Yöntemi	24
2.7.1.6. Pazar Araştırması Yöntemi	24
2.7.1.7. Tarihi Analog Yöntemi	24
2.7.2. Sayısal Tahmin Yöntemleri	24
2.8. Zaman Serileri ve Zaman Serilerinin Tahmin Teorisi İçindeki Yeri	25
2.9. Zaman Serileri Analizi	26
2.10. Zaman Serisi Çeşitleri	28
2.10.1. Ekonomik Zaman Serileri	28
2.10.2. Fiziksel Zaman Serileri	28
2.10.3. İşletme Zaman Serileri	29

2.10.4. Demografik Zaman Serileri	29
2.10.5. Süreç Kontrol Serileri	29
2.10.6. İkili Süreç Serileri	30
2.10.7. Nokta Süreç Serileri	30
2.11. Zaman Serilerinin Elemanları	32
2.12. Zaman Serisi Kalıpları	33
2.12.1. Rassal Zaman Serisi Kalıpları	38
2.12.2. Trend Yapan Zaman Serisi Kalıpları	39
2.12.3. Mevsimsel Zaman Serisi Kalıpları	41
2.12.4. Konjonktürel Zaman Serisi Kalıpları	44
2.12.5. Otokorelasyonlu Zaman Serisi Kalıpları	45
2.12.6. Sapan Değerli Zaman Serisi Kalıpları	47
2.13. Zaman Serisi Analizi Aşamaları	49
2.14. Zaman Serileri Analizi Yöntemleri	50
2.14.1. Naive Yöntemi	51
2.14.2. Ortalama Yöntemleri	52
2.14.2.1. Basit Ortalama Yöntemi	52
2.14.2.2. Hareketli Ortalama Yöntemi	53
2.14.2.3. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi	57
2.14.3. Üssel Düzeltme Yöntemleri	58
2.14.3.1. Tek Üssel Düzeltme Yöntemi	58
2.14.3.2. Holt'un Doğrusal Yöntemi	61
2.14.3.3. Holt-Winters Yöntemi	64
2.14.3.3.1. Çarpımlı Dönemsellik	65
2.14.3.3.2. Toplamlı Dönemsellik	68

2.14.3.4. Pegel'in Sınıflandırması	69
2.14.4. Trend analiz	72
2.14.4.1. Elle Çizme Yöntemi	74
2.14.4.2. Yarım Ortalama Yöntemi	74
2.14.4.3. En Küçük Kareler (Regresyon) Yöntemi	76
2.14.4.3.1. Tahminin Standart Hatası	83
2.14.4.3.2. Determinasyon ve Korelasyon	84
2.14.4.3.3. En Küçük Kareler Yöntemi'nin Fayda ve Sakıncaları	86
2.15. Tahmin Hataları	87
2.15.1. Tahmin Hataları İçin Standart İstatistiksel Ölçüler	87
2.15.2. Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması	91
2.15.2.1. Naive Forecast Yöntemi	91
2.15.2.2. Theil'in U İstatistiği	92
2.16. İzleme Sinyali	94
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	96
3.1. Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması	96
4. SONUÇ	118
KAYNAKÇA	120

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL

2.1. Süreç kontrol serisi grafiği	30
2.2. İkili süreç serisi grafiği	31
2.3. Nokta süreç serisi grafiği	31
2.4. Bir zaman serisi değişkenine ait zaman yolu grafiği	35
2.5. Bir zaman serisi değişkeninin farklı bileşenlere ayırımı	37
2.6. Rassal dalgalanmalar içeren zaman serisi grafiği	38
2.7. Doğrusal trend gösteren zaman serisi grafiği	40
2.8. Doğrusal olmayan trend gösteren zaman serisi grafiği	40
2.9. Eğrisel ve doğrusal trend şekilleri	41
2.10. Mevsimsel dalgalar içeren zaman serisi grafiği	42
2.11. Mevsimsel dalgalanmalı serilerde dalga şiddeti ve uzunluğu	43
2.12. Konjonktürel dalgalanmalar içeren zaman serisi grafiği	45
2.13. Durağan dışı otokorelasyonlu zaman serisi grafiği	46
2.14. Pozitif otokorelasyonlu zaman serisi grafiği	47
2.15. Sapan değerli zaman serisi grafiği	48
2.16. Ortalamaların farklı yöntemler üzerindeki etkisi	60
2.17. Trend içeren serilerde trend ayarlaması grafiği	64
2.18. Pegel'in sınıflandırdığı zaman serileri	69
2.19. Elle çizme yöntemi grafiği	74
2.20. Yarım ortalama yöntemi grafiği	75
2.21. En küçük kareler yöntemi	77

3.1. Ürün için zaman serisi grafiği	99
3.2 Ürün için 3 aylık hareketli ortalama grafiği.....	99
3.3. Ürün için 5 aylık hareketli ortalama grafiği	101
3.4 Ürün için ağırlıklı aylık hareketli ortalama grafiği.....	103
3.5. Ürün için tek üssel düzeltme grafiği	104
3.6. Ürün için Holt'un doğrusal yöntemi grafiği	106
3.7. Ürün için Holt-Winters çarpımsal dönemselli yöntem grafiği	108
3.8. Ürün için Holt-Winters toplamlı dönemselli yöntem grafiği	108
3.9. Ürün için doğrusal regresyon grafiği	111
3.10. Ürün için parabolik regresyon grafiği	111

ÇİZELGELER LİSTESİ

ÇİZELGE

2.1. Farklı sabitleri ile geçmişe verilen ağırlıklar	61
2.2. Pegel'in sınıflandırılmasında kullanılan tahmin ve hesaplama formülleri	71
3.1. Ürün için Ocak 2005– Mart 2007 yılları arasında gerçekleşen talep miktarları	98
3.2. Ürün için 3 aylık hareketli ortalama sonuçları	101
3.3. Ürün için 5 aylık hareketli ortalama sonuçları	102
3.4. Ürün için ağırlıklı hareketli ortalama sonuçları	103
3.5. Ürün için üssel düzeltme yöntemi sonuçları	105
3.6. Ürün için çift üssel düzeltme yöntemi sonuçları	106
3.7. Ürün için çarpımsal dönemli Holt-Winters yöntemi sonuçları	109
3.8. Ürün için toplamsal dönemli Holt-Winters yöntemi sonuçları	109
3.9. Ürün için doğrusal regresyon yöntemi sonuçları	112
3.10. Ürün için parabolik regresyon yöntemi sonuçları	112
3.11. Ürün için gerçek talep ve talep tahmin yöntemleri tahmin değerleri	114
3.12. Ürün için farklı talep tahmin yöntemlerinden elde edilen hata ölçüleri	115

ÖZET

TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ ve ORTA ÖLÇEKLİ BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

MEYDAN, Yusuf Ali

İstanbul Ticaret Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zafer UTLU

2007, 124 sayfa

İşletmeler, artan rekabet koşulları altında ayakta kalabilmek ve rekabet edebilmek için karşılaştıkları çeşitli sorunlara ilişkin etkin kararları belirlemek zorundadırlar. Geleceğe ilişkin verilecek kararlar işletmeler için belirsizlik içerdiğinden, bu kararların alınmasında çeşitli tahminlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunlardan biri de talep tahminleridir. İşletmelerin ürünlerine olan talebi tahminlemeleri, belirlenecek pazarlama stratejilerinde önemli bir girdi niteliği taşımaktadır.

Talep tahmini, tüketicilerin gelecekte ne miktar ürün veya hizmet talep edeceklerinin ve bu taleplerin hangi zamanlarda gerçekleşeceğini kestirilmesi işlevidir. Talep tahmin yöntemlerinde genellikle geçmiş dönemlerdeki talepler üzerinde yapılan çeşitli analizler kullanılmaktadır. Bunun yanında talebi etkileyecek diğer faktörlerdeki değişmelerin, talebi ne yönde ve ne kadar etkileyeceğinin tespitinde istatistiksel analizlerden yararlanılmaktadır.

Bu tez çalışmasının giriş bölümünde talep yönetimindeki temel kavramlar, kalitatif ve kantitatif talep tahminleme yöntemleri ele alınmakta; literatür taramasında talep tahminlemesine yönelik başlıca çalışmalara yer verilmekte ve son bölümde ürün talebinin tahminlenmesinde kullanılan kantitatif teknikler uygulanmaktadır.

Çalışmada çeşitli talep tahmin yöntemleri incelenmiş, incelenen bu yöntemler, orta ölçekli bir işletme olan Yazaki Otomotiv Yan Sanayi ve Ticaret A.Ş. de elde edilen ürün için en uygun talep tahmin yönteminin tespit edilmesine çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmin, Zaman Serileri Analizi, Üretim, Planlama.

ABSTRACT

DEMAND FORECAST METHODS AND THE APPLICATION IN A MEDIUM SIZED ENTERPRISE

MEYDAN, Yusuf Ali

İstanbul Trade University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor : Wice Doc.Dr. Zafer UTLU

2007, 124 pages

For businesses to survive and compete under increasing competition conditions they must determine the effective decisions about various issues they are faced with. Since the future decisions contain uncertainty for businesses, it is needed to develop various forecasts to make those decisions. One of them is the demand forecasts. Businesses 'forecasting their products' demand possesses an important input attribute for the marketing strategies to be determined.

Demand forecast is the process of estimating the amount of a product or service that a customer will demand in the future, and the timing of the demand. Demand forecast is performed by several different analysis methods that make use of historical demand data. Moreover, statistical analysis methods are used to estimate how much and in what direction, factors, apart from time, affect demand.

In the introduction section of this thesis study, basic concepts in demand management, qualitative and quantitative forecasting techniques are being considered; in the literature

review, primary demand forecasting oriented studies are being mentioned and in the last section qualitative techniques are being applied to forecast product demand.

In this thesis study, various methods of demand forecast have been examined, these methods have been applied to the demand data belonging to an eight year period for products produced by a medium sized enterprise, Yazaki Otomotiv Yan Sanayi ve Ticaret A.S. These methods have been compared and the most suitable demand forecast method for each product type have been determined.

Key Words: Demand Forecast, Time Series Analysis, Production, Planning.

1. GİRİŞ

Planlama, üretim yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır. İleriye yönelik belirsizlikler, planlama fonksiyonunun etkin bir şekilde yerine getirilmesini güçleştirmektedir. Dolayısıyla, belirsizliği azaltmak için atılacak her adımın, sağlıklı kararlar alınması yönünde değerli bir katkısı olacaktır⁽¹⁾.

Bireyler, işletmeler ve kurumlar, günlük yaşam içerisinde işlerini ya da görevlerini sürdürdükleri zaman zarfında farklı kararlar vermek durumunda kalabilmektedirler. Gelecek zamanlara ilişkin alınacak olan kararlar, insanların daha iyi bir yaşama kavuşması, işletme ve kurumların ise daha çok kar etmesi veya üretim ya da hizmet faaliyetleri açısından hayatta kalabilmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadırlar. Geleceğe yönelik kararların doğru alınmaması halinde bahsedilen durumların tam tersi durumlar söz konusu olabilmektedir. Belirsizliklerin bir hayli fazla olduğu günümüzde, bireylerin, işletmelerin, kurumların ve toplumların geleceğini rastlantılara bırakmak yerine daha önceden planlayabilmesi oldukça önemlidir. Bahsedilen bu planların ve bu planları uygulamaya yönelik programların hazırlanması da geleceğe yönelik bir dizi kararı beraberinde gerektirir. Geleceğe yönelik kararlarda, ileriye yönelik tahmin çalışmaları büyük önem taşımaktadırlar.

İşletmelerde, yatırım ve işletme kararlarının alınmasında en önemli rol oynayan faktör, üretilecek mal veya hizmetin gelecekteki satış miktarı yani talebidir. Ekonomik düzen içerisinde bir üründen veya hizmetten talep edilecek miktarın belirlenmesi, işletme yatırımlarının şekillendirilmesi bakımından çok büyük önem taşımaktadır.

Ekonomik hayatta, bir işletme kurmak, bir endüstri oluşturmak, herhangi bir endüstri alanında bir ürünün üretimini gerçekleştirmek için alınacak kararlar, daima üretilen malın piyasada alıcısı olup olmadığına veya ürünün ne kadar miktarda talep göreceğini tahmin etmeye dayanmaktadır. Ürün talebine ilişkin bu tahminlerin de, belirli verilerin ve yöntemlerin kullanıldığı talep tahmin yöntemlerine dayandırılması, işletmede karar alıcı kişiler ya da birimler açısından güvenilir olarak kabul edilmesi ve uygulanabilmesinin temel bir şartıdır.

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından hemen sonra, çok hızlı şekilde gelişen sanayi, diğer sektörlerin gelişmesinde de etkili olmuştur. Bu durum karmaşık işlemleri içeren organizasyon ve yönetsel sorunları da beraberinde getirmiştir. Daha önceleri sektörler, son ürünleri elde etmek ve tüketiciye bu ürünleri sunabilmek için yürüttükleri işlemleri tek tek araştırıp inceleyerek değerlendirirken, artık, üretim sürecine katılan tüm unsurların etkileşimlerini belirlemek ve gelecekte ne kadar üretim yapılması gerektiğini öğrenmek amacıyla talep tahmin edebilmek için çeşitli tahmin yöntemlerinden yararlanmaktadırlar.

Karar verme sürecinde kullanacakları tahminleme tekniklerinin seçilmesinde; tahminlerin kapsadığı zaman aralığı, tahminlerin hazırlanması için gerekli olan zaman süresi, tahminlerin sonuçlarına göre verilecek kararların uzun veya kısa vadeli oluşu, verilere erişebilme, elde edilen verilerin niteliği ve seyri, tahminleme sürecinde kullanılan kaynakların maliyeti, karar vericinin tolere edebileceği hata payı, tekniğin anlama ve uygulama açısından kolaylığı, yöntemi uygulayacak ve tahminleri kullanarak kararlar verecek olan bireylerin özellikleri v.b. pek çok faktörün dikkate alınması gerekmektedir^(2,3).

Karar sürecinde kullanılan tahminleme teknikleri kalitatif ve kantitatif olarak sınıflandırılmaktadır. Karar vericiler öncelikle tahmin yapacakları sorunun yapısına en uygun tahminleme tekniğini belirlemelidir. Tahminleme faaliyetleri; tahmin tipi, tahminin kapsadığı zaman, erişilebilir bilgi kaynakları ve kullanılan tahminleme tekniğinin fonksiyonu niteliğinde olmaktadır ⁽⁴⁾.

Tahminlemede kullanılan tekniklerden kalitatif tahminleme teknikleri, mevcut durumlara ve gelecekle ilgili planlara ilişkin bilgisi olması beklenen kişilerin fikir ve yargılarının toplanmasını gerektirmektedir ⁽⁴⁾. Teknikler soyut faktörlerin ve subjektif deneyimlerin ele alınabilmesini sağlamasına karşın, karar verme sürecinde kişisel önyargı ve eğilimlerin yer almasından dolayı genellikle daha düşük performansa sahip tahminlerle sonuçlanmaktadır.

Kantitatif tahminleme teknikleri, zaman serileri ve nedensel teknikler (regresyon analizi) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Zaman serileri analizinde, tahminlenecek değişkene ilişkin geçmiş veriler belirli bir veri seyri elde etmek üzere analiz edilmektedir. Bu nedenle tahminleme sadece geçmiş verilerin bu amaçla analiz edilmesine ve yapılacak tahminlerde kullanılmasına dayanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı zaman serileri analizi, değişmeyen koşullar altında daha etkin olmaktadır ⁽⁵⁾.

Nedensel tahminleme modellerinin, diğer bir deyişle regresyon analizinin kullanılması ise, değerleri tahmin edilecek değişkenle ilişkili olan diğer değişkenlerin belirlenmesini içermektedir. Bu değişkenler belirlendikten sonra geliştirilen istatistiksel model, tahmin edilecek değişken ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamakta ve ele alınan değişkene ilişkin tahminler yapılmasında kullanılmaktadır. Nedensel tahminleme

modellerinin işletmelerde yoğun olarak kullanılmasının nedeni, yönetimin çeşitli alternatif politikaların etkilerini değerlendirmesine imkân tanınmasıdır. Fakat nedensel tahminleme tekniklerinin de modelin geliştirilmesinin zor olması, tüm değişkenlere ilişkin geçmiş verilere gereksinim olması ve bunun gerektireceği zaman ve maliyet nedeniyle çeşitli dezavantajlara sahip olduğu unutulmamalıdır ⁽⁵⁾.

Regresyon analizi ve zaman serileri analizi dışında, değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini tanımlamak için kullanılan teknik ise korelasyon analizidir. Korelasyon analizi çoğunlukla, bağımlı değişkenin değişkenliğini regresyon doğrusunun ne kadar iyi açıkladığını ölçmek için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra korelasyon analizi, iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek için de kullanılabilir. İki değişken arasındaki ilişki, korelasyon katsayısı ve belirlilik katsayısı olarak adlandırılan iki parametre ile belirlenmektedir ⁽⁶⁾.

Kantitatif tekniklerin kişisel yargılardan etkilenmeyen, objektif tahminler geliştirebilmesi, işletmelere doğru kararlar verebilmelerinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Literatürde pazar ve satış tahminlerinde kantitatif tekniklerinin önemli olduğunu gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

1.1. Literatür Araştırması

Zaman serilerini kullanarak yapılan talep tahmin çalışmalarının temeli, Holt^(7,8) (1957, 2004), Brown^(9,10) (1959, 1963) ve Winters'in⁽¹¹⁾ (1960) ortaya koyduğu Zaman Serileri Analiz Yöntemlerine dayanmaktadır. Holt, Brown ve Winters zaman serileri analizlerinde Üssel Düzeltme Yöntemlerini kullanan yöntemlerle ilgili çalışmalar yapmışlar ve bu yöntemlerin teorilerini ortaya koymuşlardır. Holt, Tek Üssel Düzeltme Yöntemi ve zaman serilerinde trendin etkisinde göz önüne alan Çift Üssel Düzeltme Yöntemini sunmuştur. Brown, Çift Üssel Düzeltme Yöntemi üzerinde çalışmış, Winters ise Holt'un yöntemlerini biraz daha geliştirerek zaman serilerinde trend ile birlikte mevsimsel etkileri de göz önüne alarak tahmin yapabilen bir yöntem geliştirmiştir. Bu çalışmalar yapılmadan önce farklı yapıdaki Zaman Serileri Analizleri ekonomi ve endüstri alanında kullanılmasına rağmen, analizler istatistikçilerin pek fazla ilgisini çekememiş ve gelişimlerini yavaş bir biçimde sürdürmüşlerdir.

Pegel⁽¹²⁾ (1969) Holt ve Winters'in yöntemlerini kullanarak zaman serilerini, toplamsal ya da çarpımsal olmaları durumuna göre ve trend ya da mevsimsel dalgalanmaları içerip içermediğini de göz önünde tutarak dokuz ayrı sınıfa ayırmıştır. Pegel'in bu sınıflandırması Zaman Serileri Analizi için basit fakat çok kullanışlı bir sınıflandırmadır. Ayrıca Koehler⁽¹³⁾ (2001) ve Chatfield⁽¹⁴⁾ (2001) sınıflandırma çalışmaları yapmışlardır. Pegel'in sınıflandırmasını Hyndman⁽¹⁵⁾ (2002) biraz daha geliştirmiştir. Taylor⁽¹⁶⁾ (2003) Hyndman'ın geliştirdiği sınıflandırmaya kendi bulduğu zaman serilerinin bir kalıbı olan sönümlü çarpımsal kalıbı da ekleyerek sınıflandırmayı on beş farklı zaman serisi için yapmıştır.

Box ve Jenkins⁽¹⁷⁾ (1970, 1976) zaman serilerinin durağan olmayan yapıları için tahmin yapan bir yöntem olan otoregresif hareketli ortalama (ARIMA) yöntemini inşa etmişlerdir. Bu yöntem günümüzde modern Zaman Serileri Analizi ve tahmin çalışmalarına temel oluşturmaktadır.

Gardner⁽¹⁸⁾ (1985) ve Synder⁽¹⁹⁾ (1985) zaman serilerinde uygulanan yöntemlerin durağan ve durağan olmayan zaman serileri üzerindeki etkisini araştırmış ve bu çalışmalar büyük bir şekilde kendilerinden sonra gelen Zaman Serileri Analizi çalışmalarını Üssel Düzeltme Yöntemleri başlığı altında etkilemiştir.

1985 yılından itibaren zaman serileri üzerine yapılan çalışmalar daha çok yöntemlerin deneysel özellikleri (Bartolomeri & Sweet⁽²⁰⁾ , 1989; Makridakis & Hibon⁽²¹⁾ , 1991), tahminlerin değerlendirilmesi (Sweet & Wilson⁽²²⁾ , 1988; Mc Clain⁽²³⁾ , 1988), istatistiki yöntemlerin tahmin yöntemlerine uyarlanması (Mc Kenzie⁽²⁴⁾ , 1986) ve tahmin hatalarının ölçülmesi ve bu ölçülerin yorumlanması (Armstrong & Collopy⁽²⁵⁾ , 1992; Theil⁽²⁶⁾ , 1996; Makridakis⁽²⁷⁾ , 1998) ile ilgili çalışmalar olmuştur.

1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu yüksek lisans tez çalışması, üretim ve hizmet sektöründe oldukça geniş uygulama alanları bulunan zaman serileri ve bu serilerin analizleri ile yapılan talep tahmin çalışmaları üzerinedir.

Tez çalışması dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm giriş olup bu bölümde talep tahmini ve Zaman Serileri Analizi ile ilgili özet bilgilere yer verilmiştir. Yine bu bölümde literatür araştırması ile çalışma amaç ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, talep ve talep tahmini kavramları üzerinde durulmuştur. Talep tahminlerinin üretim planlamadaki yeri ve önemi ile özellikleri açıklanmıştır. Ayrıca zaman serileri, zaman serilerinin özellikleri ve Zaman Serileri Analizi ile analiz yöntemleri ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Uygulamada kullanılacak olan talep tahmin yöntemlerinin teorileri ve uygulamada kullanılacak eşitlikler yine bu bölümde ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, örnek işletmeden elde edilen verilere talep tahmin yöntemleri uygulanmış ve bu yöntemler ve sonuçları gösterilmiştir. Yöntemlerin uygunluk karşılaştırmaları yapılmıştır.

Son bölümde elde edilen sonuçlarla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Talep ve Talep Tahmini

Talep, belirli bir dönemde ve belirli bir pazarda tüketicilerin değişik fiyat düzeylerinde satın almaya istekli oldukları ve satın alabilecekleri ürün miktarıdır. Talep, ürünün fiyatı, tüketicilerin gelirleri ve gelir dağılımları, tamamlayıcı ürünlerin fiyatı, tüketicilerin zevk ve tercihleri, fiyatlarla ve gelirlerle ilgili beklentilerden etkilenebilmektedir.

Talep tahmini, tüketicilerin gelecekte ne miktar mal ve hizmet talep edeceklerinin kestirilmesi işlevidir. Bu tahmin işletmenin üretim seviyesinin saptanmasında temel oluşturur. Hangi ürünün üretileceği, tüketicilerin bu üründen ne miktar talep edecekleri ve bu talebin çoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşme olasılığının bulunduğu talep tahminleri ile yorumlanır⁽²⁸⁾.

Tahminle ilgili yapılan çalışmaların genelinde talep tahminleri üzerinde durulmaktaysa da, kârlar, gelirler, maliyet ve verimlilik gibi değişkenlerle ilgili tahminler ile gayrisafi milli hâsıla, enflasyon, devlet borçlanması gibi temel olan ekonomik göstergelere ait tahminlerin de büyük önem taşıdığı unutulmaması gerekir. Talep tahmininde uygulanan kavram ve yöntemlerin diğer tahmin alanlarına da aynı şekilde uygulanması mümkündür⁽²⁹⁾.

Tahmin konusunu bilim ve sanatın bir karışımı olarak görmek mümkündür. Yararlı tahminlerin oluşturulmasında deneyim, kişisel yargı ve teknik uzmanlık önem taşır. Tahminler belirlenirken, tahmin yöntemlerinin özellikleri, bu yöntemlerin altında yatan

varsayımlar, her bir yöntemin taşıdığı sınırlar bilinmeli ve tahmin sonuçları dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır⁽¹⁾ .

Tahmin yöntemleri bir araçtır. Elde edilen sonuçları gözü kapalı uygulamak hatalı bir yaklaşımdır. Tahmin sonuçları, deneyimler, sezgiler, toplumdaki sosyal ve kültürel değerler gibi modelin dikkate almadığı ancak talep üzerinde etkili olabilen faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir.

2.2. Talep Tahminlerinin Üretim Planlamasındaki Önemi

Talep tahmin çalışmaları, üretim planlama ve kontrol sistemi açısından çok büyük önem taşımaktadırlar. İleride karşılaşılabilecek durumların kesin olarak belirlenememesi, planlama fonksiyonunun başarılı bir şekilde yerine getirilmesi karşısında önemli bir engeldir. Bu yüzden ileriye dönük belirsizlikleri azaltmak amacıyla yapılacak her çalışma, planlama fonksiyonunu başarılı olması yönünde büyük yarar sağlayacaktır. Bahsedilen bu belirsizliği azaltmak amacıyla birtakım tahmin yöntemleri kullanılır.

Tahmin çalışmalarından elde edilen değerler ile gerçekleşen talep değerleri arasındaki fark büyüdükçe, yani tahmin hataları fazlaştıkça, atıl kapasite oluşması, tüketici ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanamaması, ürün stoklarının yükselmesi gibi pek çok olumsuz durumla karşılaşılır. Genellikle bu ve benzeri nedenlerden dolayı maliyetlerde bir yükselme meydana gelir. Dolayısıyla, üretim sistemlerinin tasarımı, planlaması ve işletilmesiyle ilgili kararların verilmesinde, doğru tahmin bilgilerinin kullanılması başarı için bir ön koşul olarak kabul edilmelidir.

Üretim planlama, işletmenin belli bir dönem içinde üreteceği ürün miktarının belirlenmesi ve kontrol altında tutulmasıdır. Üretim planlaması, hangi ürünlerin, nerelerde, kimler tarafından, ne zaman ve nasıl üretileceğini gösteren planların hazırlanmasıdır. Üretim planlamanın amacı, üretimin aksamadan, düzen içinde yürümesini, gereksiz faaliyetlerin elenmesini ve üretime ilişkin her türlü faaliyetin birbiriyle uyum içinde olmasını sağlamaktır. Bu amaçlara uygun olarak tüm üretimin miktar, kalite, yer, zaman ve çalışacak insan gücü bakımından planlanması gerekir.

Planlama, üretimi yapılacak ürün hakkındaki verilerin analiziyle başlamaktadır. Belirlenmiş olan hedeflere ulaşmak üzere kaynakların kullanımı, bir program hazırlanarak ana hatlarıyla verilmektedir. Yani üretim planı, üretimin her kademesi için hedefleri, belirli zaman dönemleri açısından ortaya koymaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi de ana hedefi desteklemektedir. Üretim planlaması iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalar üretim programının hazırlanması ve fiili üretimin planlanması aşamalarıdır⁽³⁰⁾. Üretim programları bir işletmede belirli bir plan dönemi içinde hangi ürünlerin, hangi miktarlarda ve ne zaman üretileceğini gösteren programlardır. Fiili üretimin planlanması, üretim hazırlıklarının planlanması ve işlemin planlanması aşamalarından oluşur.

Bir üretim planlaması faaliyeti için ön şart, talep raporudur. Üretilen ürünlere ait talep şekli, planlama faaliyetini sınırlayabilmekte ve üretim planlaması döneminin süresini etkileyebilmektedir⁽³¹⁾. Talep tahmini, üretim planlamanın başlıca girdisidir. Talep tahmini, planlanan dönem içinde işletmenin ne kadar süre faaliyette bulunacağını saptamaya yardımcı olur. Diğer girdiler yeni ürünlerle eski ürünlerde yapılacak düzenlemelerle veya üretim sürecinde önerilen değişikliklerle ve finansman kontrolden sağlanan parasal sınırlar ve bütçe sınırlamaları ile ilgilidir.

2.3. Talep Tahmininin Önemi

2.3.1. Yatırım Projesi Hazırlanmasındaki Önemi

Yatırım, tasarruf edilen para ve mallara, üretim aşamasında kullanılmak üzere bir yön verilmesidir. Veya bir başka tanımlama ile gelecekte uzunca bir zaman içinde gerçekleşmesi beklenen kârlar elde etmek amacı ile kaynakların projelere tahsis edilmesine yatırım denilmektedir. Yatırım tutarına sadece nakit harcamasına yol açan giderler dâhil edilir⁽³²⁾.

Bir yatırım projenin hazırlanmasında, gelecekteki üretim faaliyetlerinin planlanmasının temelini, üretilmesi gereken veya talep edilen miktarın tahmin edilmesi oluşturur. Çünkü talep miktarı bilinmeden planlamanın yapılması mümkün değildir.

Ekonomik olayları izleyenlerin ve işletmecilerin sıkça karşılaştığı iki durum söz konusu olabilmektedir;

1. Üretilmesi mümkün ürünler çok sık talebi karşılayamayacak duruma gelebilmekte, ürünün fiyatı yükselmekte ve ürün için ithal etme zorunluluğu doğmaktadır.
2. Üretilen ürünler satılamamakta, ürüne ait büyük stoklar birikmektedir.

İşte bu talep fazlalığı veya noksanlığı genellikle işletmenin kuruluşunda ciddi ve doğru bir piyasa araştırması yapılmamış olmasından ileri gelir. Piyasa araştırmasının ve doğru bir talep tahmininin yapılmamış olması ve bu yüzden talep noksanı ile karşılaşılması özel

işletmelerde, girişimcinin iflasıyla sonuçlanabilen durumlara yol açar. Bir girişimcinin iflası, bir işletmenin kapanması yalnız toplumda bir bireyin zararı değil, milli ekonominin bir kaybıdır. Zira toplum o yatırım için döviz, demir, çimento, makine gibi kıt kaynaklar tahsis etmiş, o işletmeyi çalıştırmak için işgücü çalıştırmıştır. Söz konusu durum özel bir işletme değil de devlet işletmesi ise zarar daha da büyük olur. Çünkü devlet, mallarını satamadığı için zarar da etse, çoğu zaman sosyal ve siyasi sebeplerle bir işletmeyi kapatamaz ve zarar büyüdükçe büyür.

Aksi söz konusu olduğunda, yani arzın talebi karşılayamadığı durum da aynı derecede sakıncalıdır. Talep fazlası olduğu durumda söz konusu mal ya ithal edilecek ve yatırımlarda kullanılacak dövizler, tüketim veya ara mallarını ithal etmek için harcanacaktır ya da o malın fiyatının artmasına izin verilecek ve ekonomide fiyat hareketlerinin başlamasına seyirci kalınacaktır.

İşte tüm bu sebeplerden dolayı projenin talep tahmininin gerçeğe yakın olması, yalnız projenin yaşaması yönünden değil milli ekonominin kayba uğramaması yönünden de aynı derecede önemlidir⁽³³⁾.

2.3.2. Pazar Araştırmasında Önemi

Yeni bir yatırım kararı alındığında veya mevcut bir yatırımın planlanmasında talep tahmini büyük önem taşır. Talebin tahmin edilmesinde de sağlıklı bir pazar araştırması yapmak zorunludur. Pazar araştırması yaparken amaç, üretilecek mal veya hizmetlerin pazar büyüklüğünün tespit edilmesi, pazarın genişleme olasılığının var olup olmadığının anlaşılması, söz konusu piyasadaki mevcut rakiplerin durumunun tespiti, yapılacak yatırımın pazarın ne kadarına hitap edeceğinin tahmin edilmesi ve üretilmesi düşünülen malın veya hizmetin muhtemel fiyatının ne olabileceği hakkında bilgiler toplamaktır.

Pazara girmek için öncelikle o pazarın müşteri eğilimlerinin çok iyi bilinmesi yanında, rakip firmaların mevcut yapıları ile eğilimlerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bunun için pazar araştırmasının yapılması zorunlu olmaktadır. Pazar araştırmasında tüketici sayısı, tüketicinin alım gücü, tüketici zevkleri, tüketici davranışları, alışkanlıkları da yeni pazara girecek firmalar açısından çok gerekli olan bilgilerdir.

2.4. Tahmin Çeşitleri

2.4.1 Yönetimsel Tahmin Çeşitleri

Yönetimin çeşitli kademeleri işletmenin gelecekteki faaliyet seviyesi konusunda değişik tahminlere gereksinim gösterir. Örneğin, genel müdür bir kaç yılın toplam parasal gelirlerinin tahmini ile ilgilenirken; üretim yönetimi belli bir dönemde her bir üründen ne miktar talep edebileceği ile ilgilenir. Tahmin çeşitlerini dört genel başlık altında toplayabiliriz:

2.4.1.1. Pazar tahmini: Bu tahmin bir yıldan yirmi yıla kadar uzun dönemin genişleme planları ile araştırma ve geliştirme faaliyetlerine rehberlik eder. Şirketin izleyeceği yolu belirleyen bu tahmin oldukça önemlidir. Bu nedenle büyük bir titizlikle hazırlanmalıdır.

2.4.1.2. Finansal tahmin: Gelecekteki kârları tahminde kullanılacağından, finansal tahminde nakit akışı ve kapital ihtiyaçları saptanır. Bir aydan iki yıla kadar bütçenin tahmini yapılır.

2.4.1.3. Satış tahmini: Kısa dönem satışları için yapılan bu tahmin satış kampanyalarının ve diğer pazar stratejilerinin planlanmasında kullanılır. Genellikle bir aydan bir yıla kadar olabilir. Ancak çoğunlukla üçer aylık tahminler daha faydalıdır.

2.4.1.4. Üretim tahmini: Bu tahmin her üründen kaç birim talep edileceğini tahmin için yapılır. Tahmin bir plan süresinde (genellikle üç aylık veya bir yıl) her bir dönem (genellikle bir hafta veya ay) için yapılır. Teker teker dönemlere göre yapılan tahminler daha sonra toplam talebi elde etmek üzere birleştirilir. Bu toplam tahminden yararlanarak uzun

dönem üretim planları yapılır. Bu planlarda vardiya sayılan, işgücü miktarları, ilâve araç-gereç miktarı, fason üretim ile ilgili kararlar bulunur. Dönemlerle ilgili tahminler üretim emirlerinin, malzeme ihtiyaçlarının saptanmasında kullanılır. Bunlar detaylı programların yapılmasında, işçi ve makinenin görevlendirilmesinde ve diğer kısa dönem kararların alınmasında yardımcı olacaktır.

2.4.2 Zaman Aralığına Göre Tahmin Çeşitleri

Tahminler için yapılan bir diğer yaygın sınıflandırma, tahminlerin kapsadığı zaman aralığına göre yapılanıdır. Buna göre talep tahmin çeşitleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir⁽³⁴⁾.

2.4.2.1. Kısa Vadeli Tahminler

Günlük ya da haftalık süreler için kısa dönemli satış planlaması, envanter yönetimi, ihtiyaç kaynak planlaması ve iş çizelgelerinin hazırlanması amacı ile yapılmaktadır. Daha çok işletme içi verilerden faydalanılır. İşgücü seviyesini hesaba katarak, satın alma veya imalat için uygun sipariş miktar ve zamanlarını tespit etmek ve uygun üretim kapasitesini planlamak için yapılır.

2.4.2.2 Orta Vadeli Tahminler

Ürün ailesi için satış tahmininde, işgücü büyüklüğünün planlamasında ve kaynak planlaması amacıyla, haftalık ya da aylık olarak yapılmaktadır. Tedarik süresi belirsiz veya uzun olan malzeme alımlarının, üretim süreci karmaşık mamullere ait imalat faaliyetlerinin, talebi mevsimsel dalgalanma gösteren mamul stoklarının planlanması amacıyla hizmet ederler.

2.4.2.3. Uzun Vadeli Tahminler

Yatırım planlamasını ilgilendiren konularda, kapasite planlamasında, uzun dönemli satış tahmininde bulunmak amacıyla aylık ya da yıllık olarak yapılmaktadırlar.

İşletme tesislerinin genişletilmesi, yeni makine ve donanım için gerekli sermaye yatırımını planlamak için yapılır.

2.5. Talep Tahmin İlkeleri

Tahmin sonuçlarının etkili şekilde kullanılması amacıyla tahmin ilkelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu ilke veya özellikler aşağıdaki gösterilmiştir⁽³⁴⁾:

1. Tahmin çalışmalarında mükemmelliğe ulaşmak genelde olanaksızdır. Gerçek sonuçlar çoğu zaman tahminde bulunan değerlerden daha farklıdır. Bu farklılığın sebeplerinden ilki, tahmini yapılacak değişkeni etkileyen bütün etkenlerin göz önünde bulundurulamaması gerçeği, ikincisi ise tahmin edilemeyen rassal olayların olmasıdır.
2. Tahminlerin belirli bir ölçüde hata taşıyacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle tahmin çalışmalarında tek bir tahmin değerinin yanı sıra, bir aralığın, yani yapılan tahmin değeri için alt ve üst sınırların belirlenmesini gerektirmektedir.
3. Miktar veya çeşit bakımından büyük olan gruplar için yapılan tahminler daha duyarlı olmaktadır.
4. Tahminlerin kapsadığı zaman aralıkları ne kadar kısa ise duyarlık o derecede artacaktır.

5. Tahmin yaparken geleceğe ait ve haberdar olunan bilgiler hesaba katılmalıdır.

Reklâm programlarının beklenen etkileri ya da bir satış kampanyası, talepte hızlı bir artış sonrası hızlı bir düşüşe, daha sonra da normal bir düzeye ulaşmayla sonuçlanabilir. Bir işletmenin promosyon amacı ile gelecekte yapmayı düşündüğü hediye ürün dağıtımlarının, talebi normalden daha fazla göstereceğinin bilinmesi gibi serinin geçmiş hareketlerine bakarak elde edilemeyecek bilgiler elde bulunabilir. Rekabet (yeni ürün veya rakip bir malın fiyatında düşmeler gibi) , politik ve endüstrinin genel ekonomik durumu gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bilgiler tahminin içine manuel olarak yerleştirilmelidir.

Ayrıca iyi bir tahminin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Tahmin zamanı göz önünde bulundurmalıdır. Gerekli değişiklikler için yeterli olacak bir zaman verilmelidir.
2. Olabildiğince isabetli olmalı ve bu isabetin derecesi belirtilmelidir.
3. Güvenilir bir tahmin olmalıdır.
4. Tahmin değerleri anlamlı birimler olarak ifade edilmelidir.
5. Yazılı olmalıdır.
6. Kolaylıkla anlaşılabilmesi ve uygulanabilmesidir.

2.6. Tahmin Sürecinin Aşamaları

Talep tahminleri, daha önce anlatılan talep tahmin ilkelerinin göz önünde tutulması ile birlikte dört aşamada gerçekleştirilmektedir⁽³³⁾.

2.6.1. Bilgi Toplanması

Talep tahmininde kullanılacak bilgiler, geniş kapsamlı bir pazarlama araştırmasıyla toplanır. Bütünüyle yeni mal veya hizmet üretimi söz konusuysa, işletmenin tek başına ya da bazı kuruluşlarla işbirliği yaparak, birincil elden orijinal veri toplamaları gerekir. Diğer durumlarda, hem birinci elden veri kaynaklarına, hem de ikinci elden veri kaynaklarına başvurmak en doğru yoldur. İstatistik bilimindeki anket, görüşme ve örnekleme yöntemleri, birinci elden veri toplamada, son derece yararlı bilgiler sağlar. İkinci elden veri toplamada ise, konuyla ilgili önemli resmi ve resmi olmayan istatistikler ve kaynaklar taranmalıdır. Doğru ve geçerli bir talep araştırmasında, toplanması gereken birçok bilgi türü vardır.

Bunların en önemlileri şu şekilde sıralanabilir:

- Üretilcek mal veya hizmetin pazarı,
- Üretilcek mal veya hizmetin kullanım yerleri ve özellikleri,
- Üretilcek mal veya hizmetin fiyatı ve maliyeti,
- Yurtiçi ve yurtdışı rakip işletmelerin sayısı, üretim kapasiteleri,
- Kuruluş yerleri, pazar payları ve üretim düzeyleri,
- Resmi ve resmi olmayan istatistik serileri,
- Rakip mal veya hizmetlerin özellikleri,
- Dağıtım sisteminin özellikleri,
- Devletin izlediği ekonomi politikası,
- Diğer önemli bilgilerin toplanması.

Gerçekten işe yarayacak bilgilerin toplanması işletmenin kayıt sisteminin iyilik derecesine bağlıdır. Ayrıca eksik veya istenilenden daha ayrıntılı bilgiler araştırmanın maliyetini yükselttiği gibi sonuçların duyarlılığını da olumsuz yönde etkiler.

2.6.2. Talep Tahmin Döneminin Tespiti

Talep araştırması sonuçlarının kullanılış amacı ile periyodun uzunluğu arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, günlük iş emirlerinin hazırlanmasında yararlanılacak tahminlerin aylık dönemler için yapılması son derece yanıltıcı sonuçlar verebilir. Zira günlük değerlerdeki oynamalar aylık dönemlerde tamamen kaybolur.

2.6.3. Tahmin Yönteminin Seçimi ve Hata Hesabının Yapılması

Toplanan bilgilerin belirsizlik, duyarlık, değişim biçimi gibi nitelikleri ile uygulama amaçları, kullanılacak yöntemin seçiminde göz önüne alınması gereken faktörlerdir.

2.6.4. Tahmin Sonuçlarının Geçerliğinin Araştırılması

Çeşitli bilgilere dayanılarak yapılan tahminlerle gerçek değerler arasındaki farkların sistematik biçimde tespiti ve nedenlerinin araştırılmasından ibarettir.

2.7. Tahmin Yöntemleri

Tahmin yapmak amacıyla kullanılabilir çok sayıda yöntem mevcuttur. Bunlar sayısal olmayan, kişisel görüş ve yargıya dayalı (kalitatif) tahmin yöntemleri ve sayısal (kantitatif) tahmin yöntemleri olarak iki ana grupta toplanabilmektedir. Geçmişe ilişkin yeterli sayıda veri bulunmadığı takdirde, kişisel görüş ve yargıya dayalı tahmin yöntemlerine başvurulabilmektedir. Diğer yandan, sayısal modellerin kullanılmasıyla, tahminlerin elde edilmesinde geçmiş verilerden veya değişkenler arası ilişkilerden yararlanılmaktadır. Örneğin, bir ürüne ilişkin aylık talebi tahmin etmek gerektiğinde, geçmişteki eğilimlerin gelecekte de süreceği varsayılabilir ve tahmini oluşturmada, geçmiş verilerden yararlanan kantitatif bir yöntem kullanılabilir. Öte yandan, kullanmakta olduğumuz mevcut teknolojinin kullanılmaz hale geleceği zamanın tahmin edilmesi gerektiğinde, geçmiş verilerin bir yararı olmayacaktır. Bu tahminler, teknolojik gelişim hakkında bilgi sahibi bireylerin görüş ve deneyimlere dayalı olarak oluşturulmalıdır(35) .

Sayısal tekniklerin tümünde, geçmişe ilişkin yeterli sayıda ve doğru verilerin toplanması gerekmektedir. Kullanılan tahmin modeli ne kadar kapsamlı olursa olsun, yeterli olmayan ve doğruluğu düşük verilerle iyi sonuç almak mümkün değildir. Yeterli ve doğru verilerin toplanmamış olması, tahmin yönteminin seçilmesinde güçlük oluşturmaktadır.

Sayısal tahmin yöntemlerinin bir bölümü son derece basit olmasına rağmen diğer bölümleri oldukça karmaşık işlemler gerçekleştirmektedir. Uygulamada bazı yöntemlerin diğer yöntemlerden daha uygun sonuçlar verdiği görülmesine karşın, tahmin yöntemleri hakkında bir genelleme yapmak mümkün değildir. Farklı tahmin yapılarının farklı tahmin yöntemleri ile birlikte incelenmesi gerekmektedir.

2.7.1. Sayısal Olmayan Tahmin Yöntemleri

Geçmişe ilişkin verilerin mevcut olduğu pek çok durumda, sadece bu verileri kullanarak tahmin oluşturmak doğru değildir. Ürün ve hizmetle için gerçekleşen talep, faiz oranları, enflasyon ve diğer ekonomik koşullar, rakiplerin davranış biçimi ve devlet tarafından konulmuş düzenlemelerin etkisi altındadır. Sayısal tahmin yöntemler ise bu etkenleri tahmin hesabına katmaktan uzaktır(36) . Buna ek olarak, bazı durumlarda, gelecekteki durumun geçmiş durumdan farklı bir yapıda olacağı düşünülebilir ya da geçmiş dönemlere ilişkin sayısal veri sağlanamaması durumu ile karşılaşılabilmektedir. Aşağıda özetlenen sayısal olmayan tahmin yöntemlerinden yararlanılmasında fayda vardır.

2.7.1.1. Satış Gücü Grupları Yöntemi

Satış elemanlarının tüketiciler ile en yakın ilişki kuranlar olduğunun varsayılması nedeniyle, tüketicilerin gelecekteki davranışları hakkında kendilerinden bilgi alınamaması durumunda en sağlıklı bilginin satış elemanlarından alınabileceği düşüncesine dayanmaktadır. Tüketiciler ile birebir görüşmenin mümkün olmadığı, satış elemanlarının işbirliği yapma taraftarı oldukları, satış elemanlarının bir takım önyargılar taşımadığı, tahmin çalışmasının satıcı ve satış elemanlarından yana bir takım yararlar sağladığı durumlarda uygulanabilir olmaktadır.

2.7.1.2. Yönetici Görüşleri Yöntemi

İşletmenin çeşitli bölümlerinden (pazarlama, finansman, üretim isleri vb.) yöneticilerin bir araya gelerek tahmin oluşturmalarını sağlayan yöntemdir.

2.7.1.3. Satış Elemanları ve Ürün Hattı Yöneticileri

Bu yöntemin satış gücü grupları yöntemi ve yönetici görüşleri yönteminin birleştirilmiş bir hali olduğu söylenebilir. Satış elemanları ya da satış sorumlularının deneyimlerine dayalı yaptıkları talep tahminleri, daha sonra işletme üst düzey yöneticileri tarafından gözden geçirilmektedir ve gerekli görüldüğü takdirde düzeltmeler yapılmaktadır. Bu düzeltmeler satış elemanları ya da satış gruplarının tahmin yaparken göz önüne almadığı etkenler bulunması halinde yapılmalıdır. Ürüne ilişkin gelecek hakkında satış elemanlarının bilmediği fakat yöneticilerin haberdar oldukları yeni reklâm kampanyaları, ürünün tasarım ya da fiyatında olacak değişiklikler, işletme politikası, rakip işletmelerin durumu ve stratejileri gibi birçok etken satış elemanlarından gelen tahminler üzerinde düzeltmeler yapılmasını gerektirebilmektedir.

Deneyim ve sezgiye dayalı olması, kötümser tahminlerle iyimser tahminlerin eşdeğer tutulması sakıncaları bulunmaktadır. Yöntemin avantajları ise, düşük maliyetli olması ve kısa süreli çalışmalarla geliştirilebilmesidir.

2.7.1.4. Delphi Yöntemi

Mevcut verilerin bir istatistiksel analizi gerçekleştiremeyecek kadar az olduğu ve geçmişteki talep verilerinin gelecekteki talebi yansıtmaktan uzak kaldığı durumlarda, doğru

bir talep tahmini için tüketicilerle bu ürüne ilişkin beklentiler arasında çok iyi bir ilişki kurabilecek uzmanların düşüncelerine başvurulması ve alternatif görüşlerde fikir birliğinin oluşturulmasını sağlamaya çalışan bir yöntemdir.

Grup üyelerinin birbirleriyle etkileşiminden kaynaklanan olumsuz sonuçları ortadan kaldırmaya yönelik olarak geliştirilmiştir. Grup üyelerinin birebir etkileşimi ve gruptaki ikna yeteneği yüksek üyelerin diğer üyeleri etkilemesini önlemek amacıyla da taşımaktadır. Yöntemin işleyiş biçimini şu şekilde özetlemek mümkündür(36);

1. Koordinatör, gruptaki uzmanların her birine yazılı olarak gelecekteki talep tahmini ile ilgili beklentilerini sorar,

2. Gruptaki her bir uzman, gelecekteki talep tahmini ile ilgili beklentisini, görüşünü destekleyecek bilgilerle birlikte ayrıntılı ve yazılı olacak şekilde bildirir,

3. Koordinatör, uzmanların kendisine sunduğu yazılı talep tahmini görüşlerini bir araya getirir. Oluşturulan talep tahmini beklentileri ile ilgili görüş ve bilgileri düzenler, özetler, ortalamalara, aralıklara, standart sapmalara ilişkin hesaplanmış değerlerini tahminlere ekler,

4. Koordinatör, uzmanların yapmış oldukları ve kendisine sundukları talep tahmini beklentileri ile ilgili görüşlerle beraber, kendisinin düzenlemiş olduğu görüşleri tekrar uzmanlara yazılı olarak dağıtır. Uzmanlardan yeni bilgileri de göz önünde tutarak ilk yapmış oldukları tahminlerini tekrar gözden geçirmelerini ve tekrar birinci turdakine benzer bir talep tahmini yapmalarını ister. Böylelikle ikinci turu başlatır,

5. İkinci turda, uzmanların yeniden yapmış oldukları tahminlerle ilgili yazılı bilgiler koordinatör tarafından toplanır, düzenlenir ve özetlenir. Bu işlemler, uzmanlardan gelen cevaplarda ortak bir görüş sağlanana kadar devam ettirilir.

2.7.1.5. Nominal Grup Yöntemi

Delphi yöntemindeki gibi sezgi ve deneyimlerine güvenilen bir uzmanlar grubu oluşturulmaktadır. Delphi yönteminden farklı olarak, uzmanların birbirleri ile etkileşimine ve tartışmasına izin verilmektedir.

2.7.1.6. Pazar Araştırması Yöntemi

Gelecekteki talep tahminleri hakkında bilgi almak amacıyla tüketicilerden, mülakat, anket, telefonla konuşma gibi yöntemler ile bilgi toplanmasını amaçlayan bir tahmin yöntemidir. Zaman alıcı ve yüksek maliyetlidir. Bu yöntemden elde edilen bilgilerin güvenilirlik derecesi çok küçük olmaktadır.

2.7.1.7. Tarihi Analog Yöntemi

Daha önce piyasaya sunulan benzer bir ürün ya da hizmetle karşılaştırma sonucu, bir ürün ya da hizmetin gelecekteki talep değeri hakkında bilgi sahibi olunmasını amaçlayan bir yöntemdir. Tarihi Analog yöntemi, özellikle tüketicilere yeni sunulan ürün ve hizmetlerin talep tahminlerini elde etmek amacı ile yapılması halinde yararlı sonuçlar sağlamaktadır.

2.7.2. Sayısal Tahmin Yöntemleri

Sayısal tahmin yöntemlerini iki ana grupta incelemek mümkündür. Bunlar;

1. Nedensel Yöntemler
2. Zaman Serisi Analizi Yöntemi'dir.

Nedensel Yöntemlerde ürüne ilişkin geçmiş talep verileri ile bu talebi etkilediği düşünülen diğer değişkenlere ait veriler kullanılmaktadır.

Zaman Serileri Analizi Yöntemi'nde ise geçmiş dönemlerde gerçekleşmiş talep verilerinden yararlanılmaktadır. Talepte, dönemsel, mevsimsel ya da trend etkisi olabilmektedir. Seride gözlenen bu durumların gelecekte de gerçekleşeceği varsayımı ile talep tahmini yapılması amaçlanmaktadır.

Bundan sonraki bölümlerde sayısal tahmin yöntemlerinden olan zaman serileri ele alınacak, zaman serilerinin talep tahmini oluşturmaktaki yeri ve önemi, zaman serilerini meydana getiren bileşenler ve farklı zaman serisi kalıpları ile bu zaman serisi kalıplarının özellikleri üzerinde durulacaktır.

2.8. Zaman Serileri ve Zaman Serilerinin Tahmin Teorisi İçindeki Yeri

Zamanın periyodik noktalarında, bir değişkenin gözlemlenmesi yoluyla verilerin toplanması, zaman serisi olarak adlandırılır(37) . Bir değişkene ait olan ve tekrarlanan gözlemler zaman serisini oluşturuyor ise, bu değişken, zaman serisi değişkeni olarak tanımlanmaktadır.

Tahmin, geçmiş dönemlerde meydana gelmiş olan olay ya da olayların sonuçlarının değerlendirilmesi suretiyle gelecek dönemlerde oluşabilecek olayların sonuçlarını önceden kestirebilmektir. Uygulamada birçok tahmin yöntemleri kullanılmaktadır.

Tahmin için uygulanabilir yöntemler çeşitli olmasına karşın geliştirilmiş belli başlı yöntemler; Gelişme Hızlarının Kullanılması Yöntemi, Karakteristiklerin Kullanılması

Yöntemi, Naive Modellerinin Kullanılması Yöntemi, E. J. Broster Yöntemi ve Zaman Serileri Analizi Yöntemi'dir(38) .

İstatistiksel incelemeler için yapılması gerekli olan ilk çalışma geçmiş dönemlere ilişkin gerçek bilgilerin elde edilmesidir. Gelecek dönemlere ait planlamalarda geçmiş dönemlerde meydana gelen olaylardan büyük ölçüde yararlanmak mümkündür. Geçen dönemlerde meydana gelen olaylar istatistiksel yöntemlerle incelendiğinde, belirsiz olan gelecek dönem sorunlarını daha kolay çözmeye olanağı bulunabilir. Bahsedilen bu özellikler geçmiş dönemlerdeki olayları içinde barındıran zaman serilerini, geleceğe ait planlamalar için önemli bir konuma getirmektedir.

2.9. Zaman Serileri Analizi

Bir olayın tarih sırasına göre aldığı değerlerin alt alta sıralanmasıyla elde edilen diziye zaman serisi denir. Zaman serilerine, bir olayın geçmişte nasıl bir eğilim gösterdiğini belirlemek üzere yapılacak araştırma ve analizlerin temelidir denebilir(39). Yine seri, sonuçlarını yıl, ay, gün vb. gibi bir zaman biriminin ifadesi itibarıyla gösteriyorsa zaman serisi adını alır. Bunlar sabit, artan, azalan ve dalgalı şekillerde ortaya çıkabilirler(40) .

Zaman serilerine ilişkin birçok farklı tanım yapılmaktadır. Zaman serileri için yapılan bir tanımlama, aynı değişkende gözlenen değişmelerin zamana göre düzenlenmesi ile elde edilen serilerdir tanımlamasıdır. Bir başka tanımlama ise bilgilerin kronolojik bir biçimde düzenlendiği seridir tanımlamasıdır(37) .

Zaman Serileri Analizi, zaman serisi gözlemlerine ait olan verilerin belirli bir zaman dönemi içerisindeki değişmelerinin ölçülmesi ve değişmelerinin arındırılması ile ilgilidir.

Herhangi bir zaman serisi belli zamanlarda ve genelde eşit aralıklarla alınan gözlemlerden oluşur. Söz konusu gözlemler rassal gözlemler değil belirli zamanlarda sistemli bir şekilde elde edilen verilerdir. Yapılmış olan tüm Zaman Serileri Analizi tanımlarının hemen hepsinde esas olarak meydana gelmiş olan olayların sayısal değerleri zamana göre düzenlenmektedir. Yani zaman (t) bir parametre olarak analizde yer almaktadır.

$$Y = f(t) \quad (2.1)$$

Bir zaman serisi t_1, t_2, \dots, t_n zamanlarındaki Y'nin değişken değerleri olan Y_1, Y_2, \dots, Y_n ile belirtilir. Böylece zaman serisindeki Y'ler Eşitlik 2.1 ile sembolize edilen zamanın (t) bir fonksiyonudur(41) .

Zaman Serisi Analizi'nde amaç geçmişteki verilerin yorumlanması yardımıyla değişkenin gelecekteki davranış biçiminin tahmin edilmesidir.

Serilerde görülebilen çeşitli dalgalanmalar olması sebebiyle, zaman serisi verilerinin çeşitli elemanlara ayrılmasını gereklidir. Bu ayırma işleminin yapılması, analizden beklenen iki amacın gerçekleştirilmesine katkı sağlar. Bu amaçlar; serideki değişken için geçmişte ne olduğunu anlamak ve yine aynı değişken için geleceğe ait hareketlerin tahminini yapmak şeklinde özetlenebilir. Örneğin değişkenin üretim miktarının gelecekte hangi miktarda gerçekleşeceğini tahmin etmek, zaman serileri üzerinde yapılacak bazı işlemlerle mümkün olabilmektedir.

2.10. Zaman Serisi Çeşitleri

Zaman serileri bilimsel ve farklı amaçlar ile ekonomi, mühendislik, sağlık, eğitim gibi birçok farklı alanda toplanmakta ve kullanılmaktadır. Özellikle istatistik ve ekonometrik çalışmalarda zaman serilerine yoğun bir ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman serileri farklı alanlarda toplandığı gibi farklı yapılarda da karşımıza çıkmaktadır. Zaman serilerinin farklı yapıları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir(42) .

2.10.1. Ekonomik Zaman Serileri

Ekonomik verilerin büyük bir bölümü zaman serilerinden oluşmaktadır. Çeşitli ekonomik değişkenlere ait olan değişik dönemlere ait fiyatlar ile ithalat ve ihracat rakamları, faiz sınırları, işletmelerin satış rakamları, üretim miktarları vb. farklı alanlarda çok sayıda zaman serileri toplanmakta ve kullanılmaktadır.

2.10.2. Fiziksel Zaman Serileri

Zaman serilerine fen bilimlerinden meteoroloji, denizcilik bilimleri ve coğrafya alanında çok sık başvurulduğu görülmektedir. Çeşitli dönemler itibariyle düşen yağmur miktarları, ortalama sıcaklıklar, ortalama nem miktarı ve buna benzer veriler bu tür verilerdendir. Fen bilimlerinde gözlemlenen kayıtlar daha çok sürekli bir yapıdadır.

2.10.3. İşletme Zaman Serileri

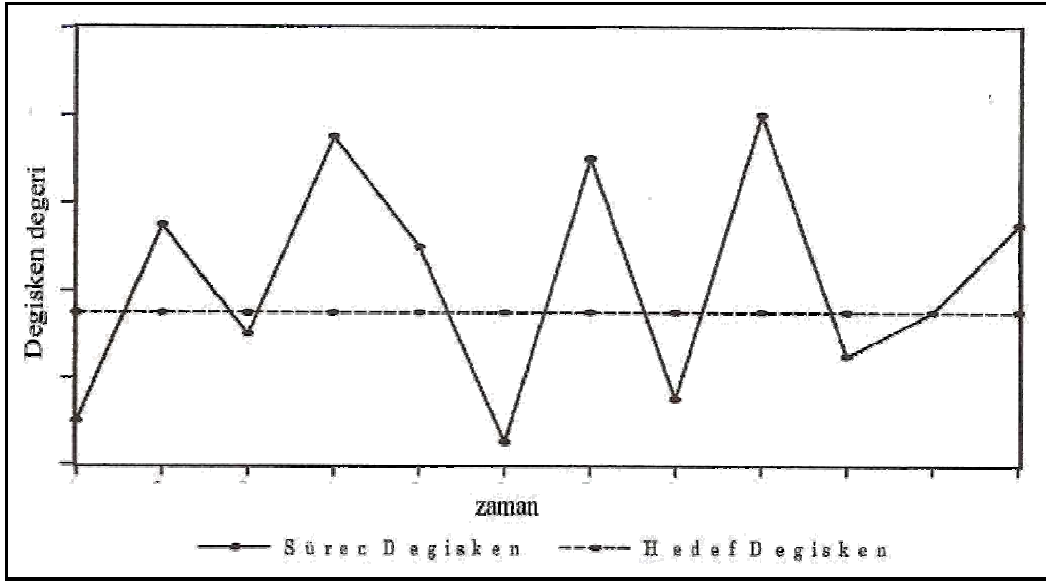
İşletmelerde farklı dönemlere ait satış analizleri oldukça önemli yararlar sağlamaktadır. Bu satış analizi verileri daha çok pazarlama verileri olarak bilinmektedir. Ancak bu tür veriler genel olarak ekonomik veriler sınıfına dâhil edilebilmektedirler. Analizlerden elde edilen bu veriler ileriye dönük işletme politikalarının belirlenmesinde ve tahminlerinin hazırlanmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

2.10.4. Demografik Zaman Serileri

Genelde nüfus ile ilgili çalışmalarda ortaya çıkan zaman serisi çeşitleridir. Örneğin nüfustaki yıllık ortalama artış, ölüm ve doğum oranlarındaki ya da evlenme ve boşanma oranlarındaki yıllık ortalama artış ya da azalış gibi demografik istatistikler bu serilere örnek gösterilebilir. Hükümetler orta ve uzun vadeli planlamaları oluştururken demografik verilerdeki değişimleri dikkate almak suretiyle çeşitli ekonomik değişkenler için tahminlerde bulunabilirler.

2.10.5. Süreç Kontrol Serileri

Süreç kontrolü, sürecin kalitesini gösteren bir ölçümün kullanılması ile bir üretim süreci çalışmasındaki değişimlerin incelenmesi olarak tanımlanabilmektedir. Süreç kontrolü ile hedef değerlerden sapmaların ve uygunsuzlukların tespit edilmesi, uygunsuzluğa yol açan nedenlerin tespit edilmesi ve buna bağlı olarak önlemlerin alınması ve düzenlemelerin yapılması amaçlanmaktadır. Bu tür zaman serileri istatistiksel kalite kontrol teknikleri adı altında ele alınmaktadır. Böyle bir zaman serisi Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



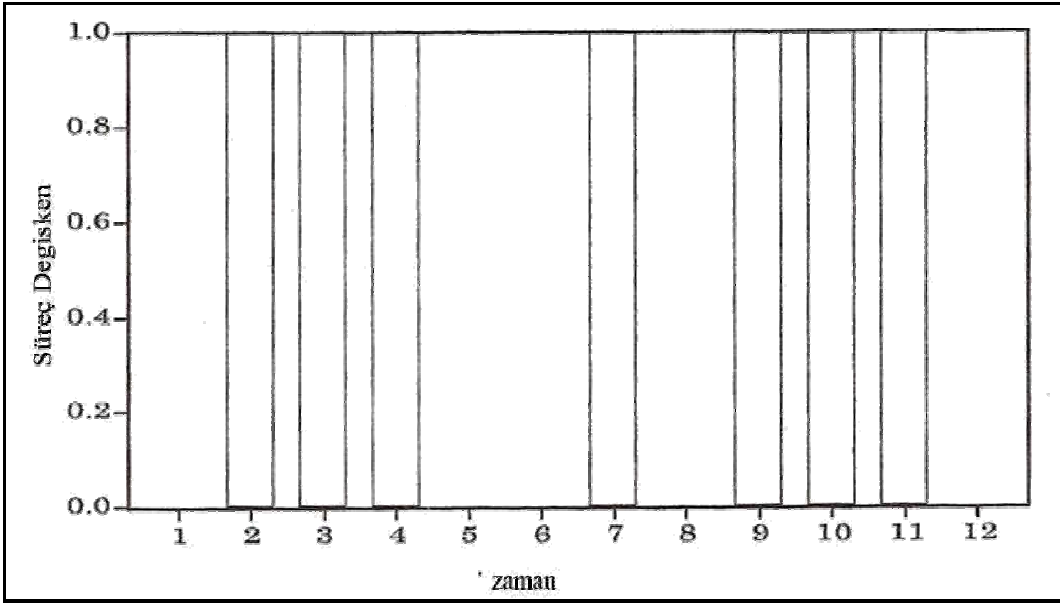
Şekil 2.1 Süreç kontrol serisi grafiği⁽⁴³⁾

2.10.6. İkili Süreç Serileri

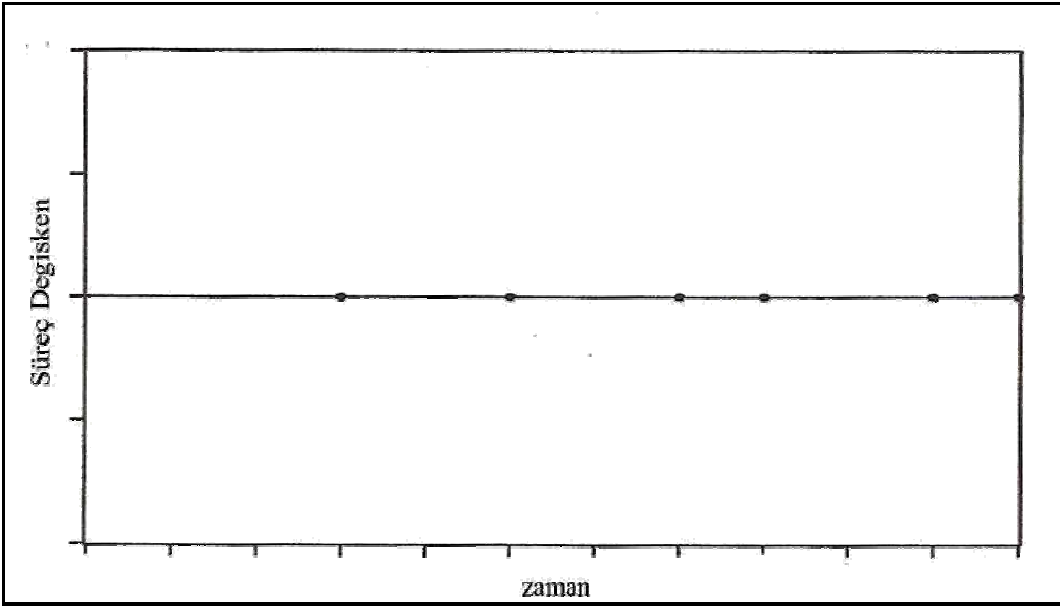
Zaman serilerinin özel bir tipi olan ikili süreç serilerinde gözlemler yalnızca 0 veya 1 gibi iki değerden birisini almaktadır. Bu özelliğinden dolayı bu tür zaman serisi serileri ikili süreç serileri ismini almaktadır. Herhangi bir elektronik cihazın açma/kapama düğmesinin açık veya kapalı olması durumuna göre bir seri oluşturulması ikili süreç zaman serilerine bir örnek olarak gösterilebilir. Böyle bir süreç Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

2.10.7. Nokta Süreç Serileri

Belirli bir dönem içerisinde bir olaya ait rassal olarak ortaya çıkan verilerin gösterildiği nokta süreç serileri de zaman serilerinin farklı bir türüdür. Örneğin üretim için kullanılan bir donanımın bir yıllık bir dönem içerisinde arızalandığı ve bakım/onarıma alındığı aylar bir nokta süreç olarak gösterilebilmektedir. Şekil 2.3’de bir değişkenin belirli dönemlerde arızalanmaların gösterildiği bir nokta süreç serisi gösterilmektedir.



Şekil 2.2 İkili süreç serisi grafiği⁽⁴³⁾



Şekil 2.3 Nokta süreç serisi grafiği⁽⁴³⁾

2.11. Zaman Serilerinin Elemanları

Zaman Serileri Analizi, seriyi, seriyi oluşturan bileşenlerden ayrışımını gerektirmektedir. Bir seriyi bileşenlerine ayırmak için kapsadığı dört bileşen arasında belli bir ilişki bulunduğu varsayılmalıdır. Genellikle izlenen yol bir zaman serisinin birkaç bileşenini toplamı ya da çarpımından meydana geldiği varsayımdır⁽⁴⁴⁾. Klasik modelde, zaman serisi dört elemana sahiptir⁽⁴⁵⁾:

1. Uzun – dönemli genel trend (***T***)
2. Konjonktürel dalgalanmalar (***C***)
3. Mevsimsel dalgalanmalar (***S***)
4. Varyasyon ve düzensiz rassal hareketler (***I***)

Bütün zaman serilerinde adı geçen dört unsur daima bulunmayacağı gibi, bulunan etmenlerin tümünü yok etmek bazen kolay olmayabilir. Zaman serilerini meydana getiren ifadenin formülasyonu iki şekilde gösterilebilir;

$$Y = T \times C \times S \times I \quad (2.2)$$

$$Y = T + C + S + I \quad (2.3)$$

Çarpım şeklindeki modelde ana değer trend olup, diğerleri ortalaması 100 olan birer yüzdendir. Toplam şeklindeki modelde ise her değer Y 'nin bir kısmını oluşturur.

Toplam şeklindeki modelde unsurların birbirini etkilemediği kabul edilir. Çarpım modelinde bu varsayım söz konusu değildir. Yani devresel ve mevsimsel dalgalanmalar, trendin birer fonksiyonudur.

Toplam modelde trend artınca, mevsim dalgalanmaları sabit kalır. Çarpım modelinde trend artınca mevsim dalgalanmasının trende oranı sabit kalır, yani trend arttıkça mevsim dalgalanmasının mutlak değeri yükselir⁽⁴⁶⁾.

Sayılan özellikler göz önüne tutulduğunda, toplam şeklindeki modelin bazı durumlarda kullanılabileceği ancak çarpım modelinin zaman serilerinin çoğunda daha doğru sonuçlar vereceği anlaşılır.

İstatistiksel yönden zaman serilerinin incelenmesinden amaç, sözü edilen dört unsurdan her birinin olay üzerinde ne oranda etkin olduğunu araştırmak ve etkileri birbirine karışmış olan dört elemanın ayrı ayrı payını bulmaktır.

2.12. Zaman Serisi Kalıpları

Zaman serisine ait gözlemlerin içerdiği kalıpların (zaman içerisinde göstermiş olduğu biçim veya yol) yapısı ve seride yer alan olağan dışı gözlemler grafikler sayesinde kolayca takip edilebilirler. Zaman serilerinin grafikleri, kısmen zaman içerisinde değişkenin almış olduğu gözlem değerlerindeki değişmelere açıklık getirilebilir. Örneğin ekonomik verilerin birçoğu, ekonomik veya siyasi krizlerden, hükümet değişikliklerinden, hükümetlerin politika değişikliklerinden, önemli sosyal krizlerden ve doğal afetlerden etkilenebilir. Başka bir

ifadeyle, belirli dönemlerde gerçekleşen veya yaşanan ekonomik, sosyal, siyasal ve doğal olağan dışı hadiseler zaman serilerinde belirgin bir biçimde etkilerini gösterebilir. Zaman serilerinin zaman yolu grafikleri üzerinde, söz konusu bu olağan dışı hadiseler kısmen de olsa yansıtılmakta ve etkileri gözlenebilmektedir.

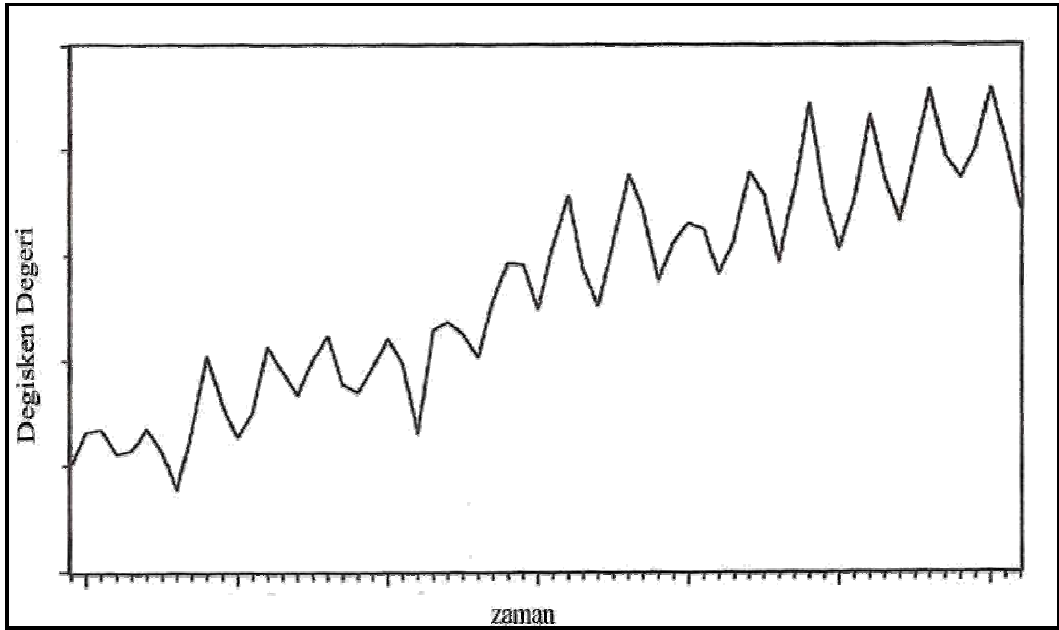
Zaman serisini oluşturan gözlemlerin zaman boyunca seyrini gösteren saçılım diyagramlarının yapısı aynı zamanda kabaca söz konusu serinin özelliğini de ortaya koyar. Yani, serinin zaman boyunca bir trendi, bir rassal yapıyı, bir mevsimsel etkiyi, bir konjonktürel kalıbı vs. içerip içermediğini yansıtır. Dolayısıyla veri setinin zaman boyunca gösterdiği seyir, serinin nasıl bir matematiksel kalıba sahip olduğu hakkında önemli bilgiler verir. Ayrıca bu kalıpların istatistiksel modelleme sürecinde ele alınmasına da yardımcı olur.

Daha önce vurgulandığı gibi bir zaman serisi genel olarak trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz hareketlerin bileşiminden oluşan bir yapıya sahiptir. Bunun yanında dizinin, söz konusu bu bileşenlere ayrıştırılarak ta incelenmesi mümkündür. Örneğin Şekil 2.4 herhangi bir zaman değişkenine ait varsayımsal bir zaman yolu grafiğini göstermektedir. Grafiğin dikey ekseninde zaman serisi değişkenine (örneğin Y_t) ve yatay ekseninde ise zaman değişkenine yer verilmiştir. Grafikteki her bir çukur veya tepe noktalar bir zaman dönemini gösterir. Grafikteki bu çukur ve tepe noktaların büyüklükleri ve frekansları serinin zaman boyunca oluşturduğu kalıbı ortaya koyar.

Zaman serisi değişkenleri artan, azalan veya değişmeyen yapıda bir trend özelliğine sahip olabilir. Bir zaman serisinde trend, zaman serisinin uzun dönemli eğilimini gösterir. Bir seride trend değişimleri adeta serinin ortalaması gibidir. Mevsimsel bileşen ise belirli

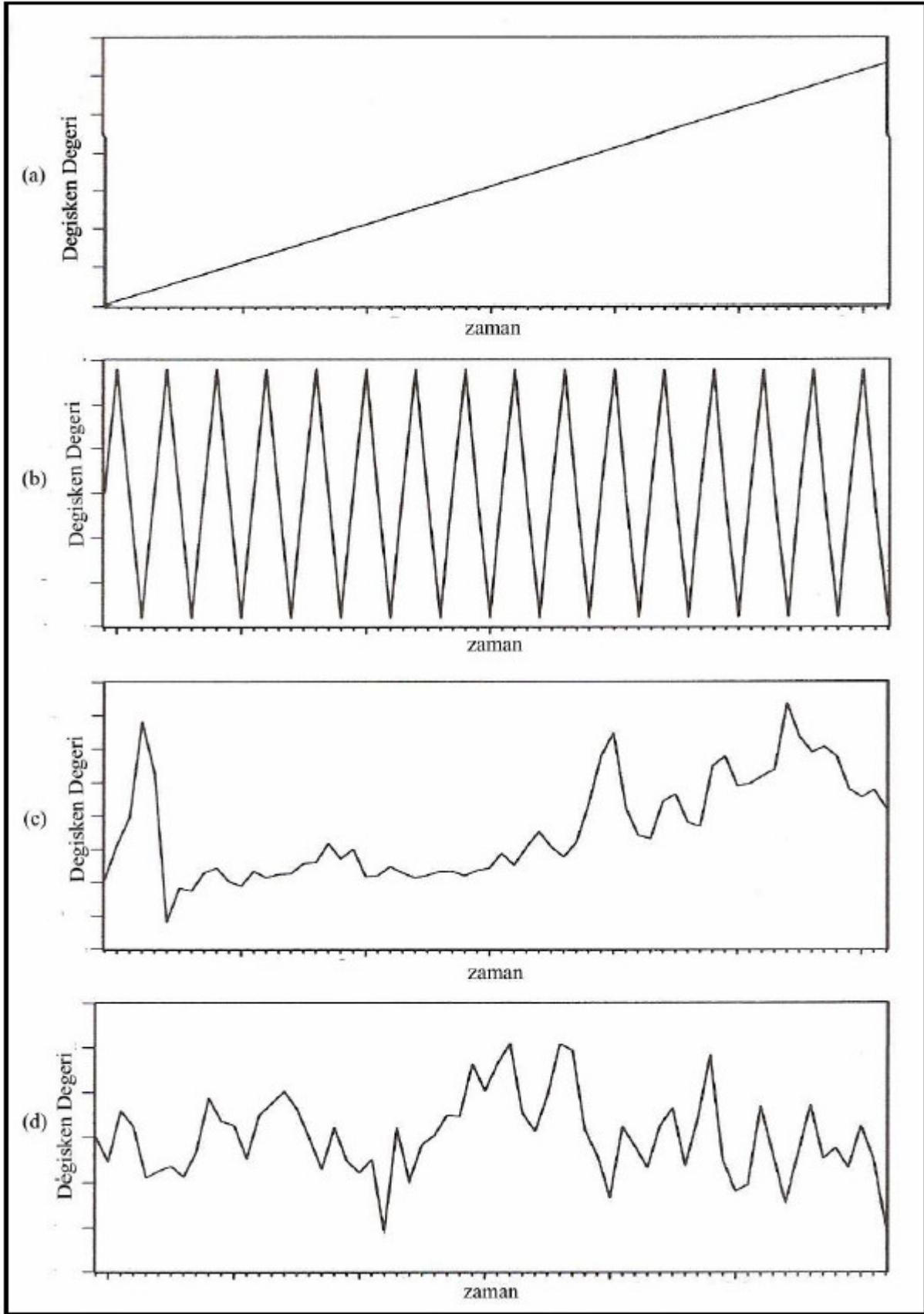
aralıklarla tekrarlı bir salınım gösterir. Bir zaman serisinin gözlem değerleri trendin altında veya üstünde tekrarlı biçimde değer almasıyla mevsimlik etkiler ortaya çıkar.

Konjunktürel dalgalanmalar sektörlerin veya ekonominin refah ve depresyon dönemlerini içeren değişimleri kapsar. Düzensiz hareketler ise daha çok sosyal ve ekonomik nedenlerle ortaya çıkan ve önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan olayların etkisini yansıtır. Şekil 2.4 sadece trend, mevsimsel, konjunktürel veya düzensiz hareketler biçiminde ayrıştıma tabi tutularak ayrı ayrı gösterilebilir.



Şekil 2.4 Bir zaman serisi değişkenine ait zaman yolu grafiği⁽⁴³⁾

Genel hatlarıyla bu dört bileşen Şekil 2.5’de ayrı ayrı gösterilebilir. Şekil 2.5.a.’da doğrusal monoton artan bir trend, Şekil 2.5.b.’de mevsimsel hareketler, Şekil 2.5.c.’de konjonktürel hareketler ve Şekil 2.5.d.’de ise düzensiz rassal hareketleri göstermektedir. Zaman serisinin diğer yapısal kalıpları ise daha sonraki bölümlerde daha detaylı bir biçimde ele alınmaktadır.



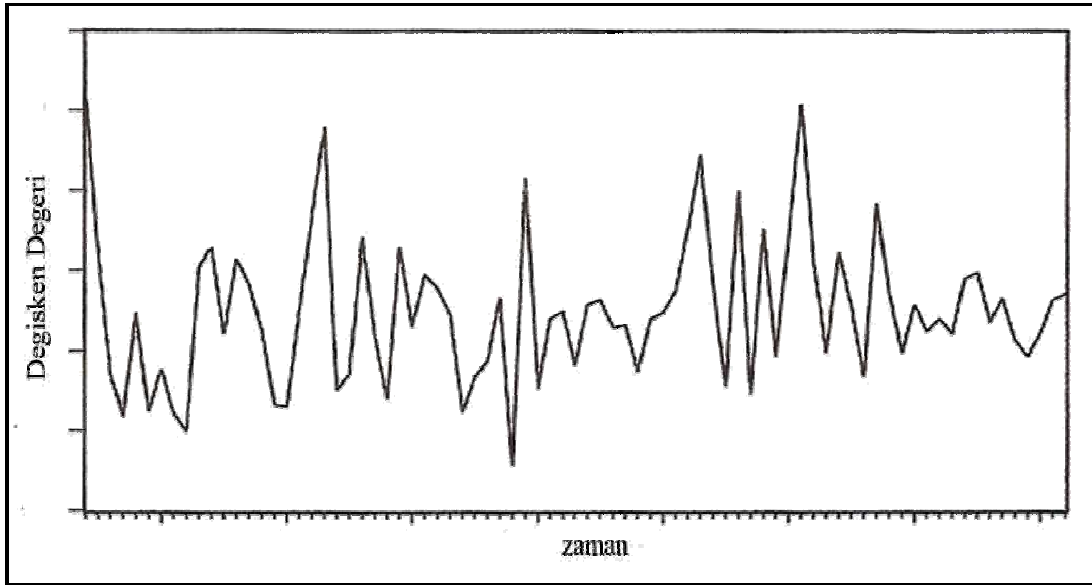
Şekil 2.5 Bir zaman serisi değişkeninin farklı bileşenlere ayırımı⁽⁴³⁾

2.12.1. Rassal Zaman Serisi Kalıpları

Rassal kalıplar yatay veya çizgi kalıplar olarak da bilinir. Rassal kalıplar genelde verilerin sabit bir ortalama civarında dalgalandığı kalıplardır. Bu tür seriler ortalama göre durağan bir yapıya sahiptirler⁽⁴⁷⁾.

Varyasyon ve düzensiz rasgele hareketler, doğal ve sosyo-ekonomik nedenlerden dolayı ortaya çıkabilir. Ancak, sözü edilen hareketlerin ne zaman, nasıl bir dalga şiddeti ile meydana geleceği belirsizlik taşıdığı için tahmini mümkün olmaz. Bu nedenle bu tip hareketleri bir istatistiksel ölçüyle ifade edebilmek zordur⁽⁴⁵⁾.

Şekil 2.6 bir değişkene ilişkin verilerin rassal kalıbını sunmaktadır. Şekil 2.6'da gösterilen seri belirli bir ortalama ve yaklaşık olarak sabit varyanslı bir dağılım göstermektedir.



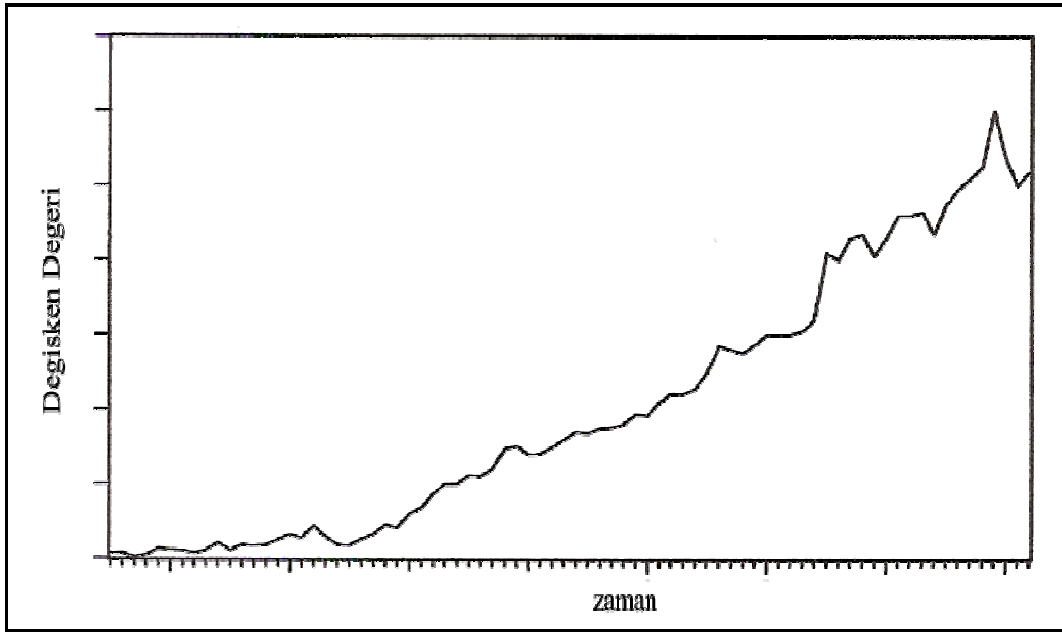
Şekil 2.6 Rassal dalgalanmalar içeren zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

2.12.2. Trend Yapan Zaman Serisi Kalıpları

Trend, bir zaman serisinde uzun dönemli hareketleri göstermektedir. Zaman serileri trend içeren bir yapı içerdiğinde seride uzun süreli artışlar veya azalışların olduğu görülmektedir. Trend değişimleri serinin ortalamasına benzetilebilmektedir. Trendin ortaya çıkabilmesi için yaklaşık 15 ile 18 yıllık bir döneme ihtiyaç duyulmaktadır. Bir trend döneminin varlığından söz edilebilmesi için 5 ile 8 yıllık konjunktür dalgalanmalarından en az 2 veya 3 dalgalanmayı içermesi gerekir. Dolayısıyla bu sürelerden daha kısa bir süre ele alındığında trend yerine bir konjunktür döneminin ele alınması ihtimali ortaya çıkabilmektedir. 15 ile 18 yıllık bir dönemden daha uzun bir dönem dikkate alındığında ise iki trend döneminin incelenmesi söz konusu olabilmektedir. Trend başlangıç noktası olarak genelde ekonomide durgunluk dönemi, konjunktür döneminde bir refah ya da depresyon dönemi seçilmelidir⁽⁴⁸⁾.

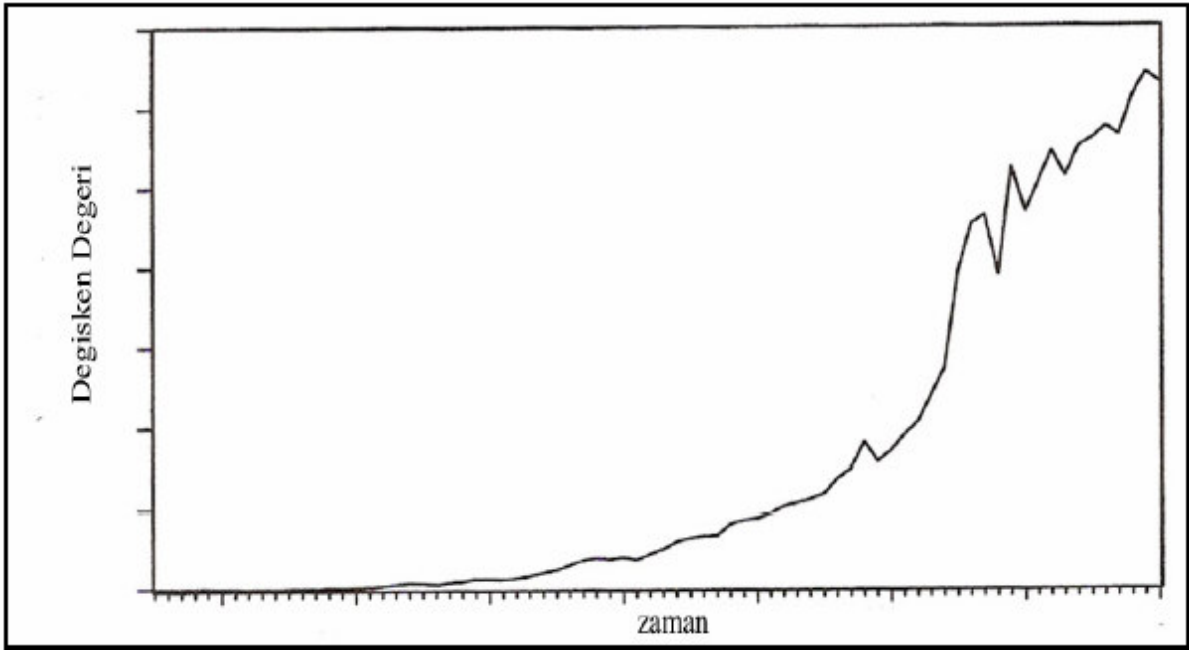
Birçok firmanın satışlarına ait değerler, gayri safi milli hasıla rakamları, uzun dönemi içeren nüfustaki değişiklikler, kurumlardaki üretim ve teknolojik açıdan zamanla görülen değişimler, birçok temel ekonomik değişkenin zamanla değişimi birer trend kalıbını tanımlamaktadır. Trend kalıpları artan, azalan veya değişmez yapıda olabileceği gibi doğrusal ve doğrusal olmayan kalıplarda da görülebilmektedir. Genelde bir seri trend içeriyorsa, tahmin yapmada başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir⁽⁴²⁾.

Şekil 2.7 ile verilen zaman serisi bir değişkene ait üretim miktarı verilerinden elde edilen zaman serisindeki trendi göstermektedir. Şekil 2.7'deki seride bulunan trendin düz bir doğru civarında artan bir yapıda olduğu görülmektedir.



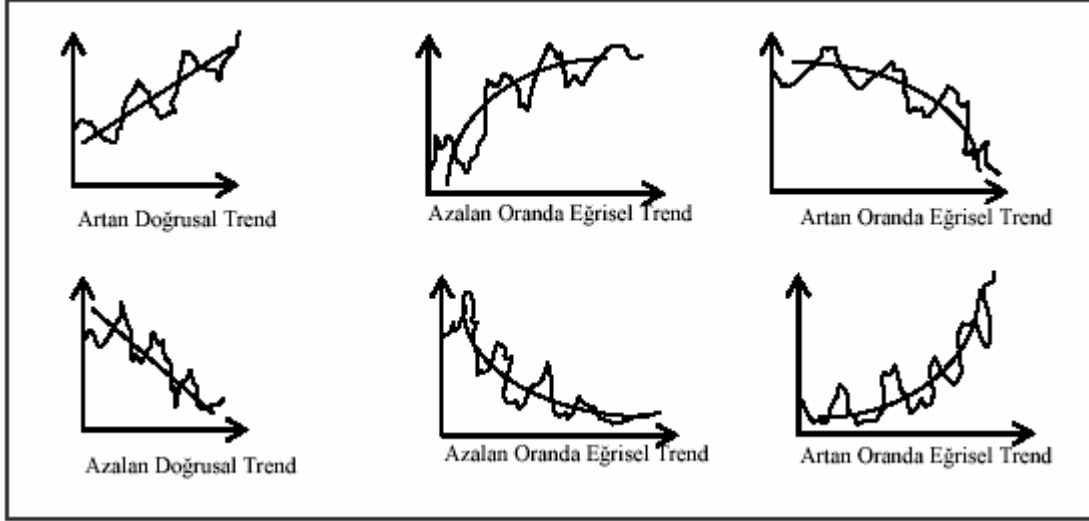
Şekil 2.7 Doğrusal trend gösteren zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

Doğrusal olmayan bir trend içeren zaman serisi kalıbı örneği ise Şekil 2.8’de bir değişkene ait üretim miktarı verilerinden gözlenebilmektedir. Şekil 2.8’de üretimi hızla artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip bir değişkenin zaman serisi grafiği görülmektedir.



Şekil 2.8 Doğrusal olmayan trend gösteren zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

Trendin yön ve şiddeti her zaman sabit kalmaz. Trend doğrusal ya da eğrisel olabilir. Şekil 2.9 gerçekleşmesi mümkün olan birkaç eğrisel ve doğrusal trend şekillerini göstermektedir.



Şekil 2.9 Eğrisel ve doğrusal trend şekilleri⁽⁴⁵⁾

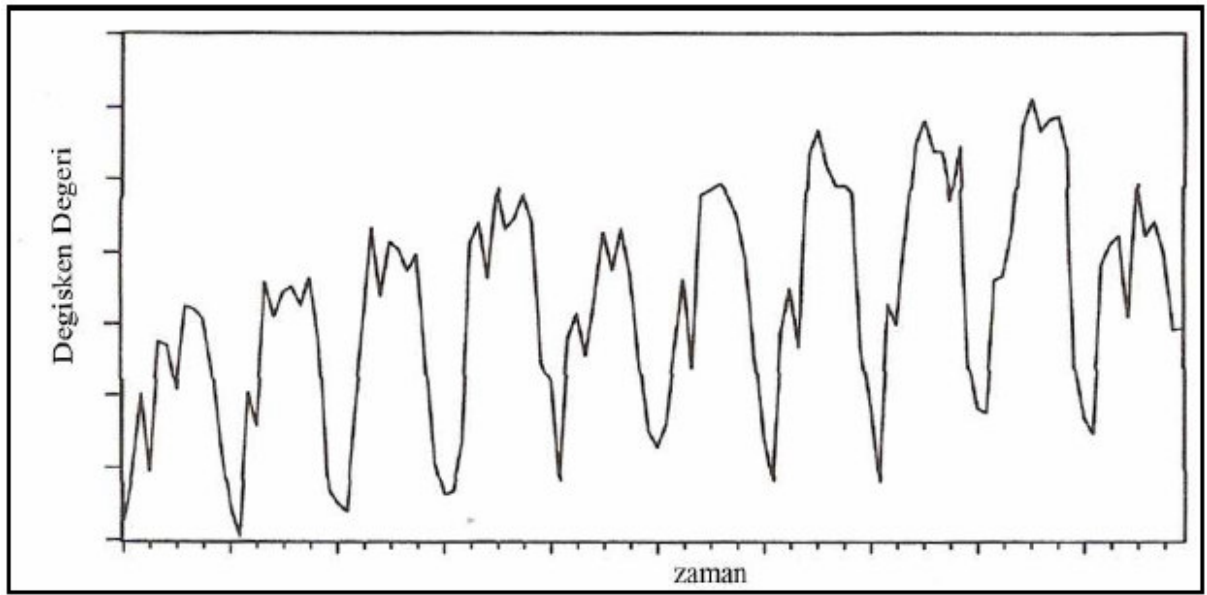
2.12.3. Mevsimsel Zaman Serisi Kalıpları

Birçok zaman serisi belirli dönemlerde mevsimsel faktörlerin etkisi altında bulunabilir. Ekonomik olayların zaman içinde izlendiği doğal ve sosyal nedenlerden dolayı, mevsime göre oluşan değişimler mevsimsel dalgalanmalar olarak adlandırılır. Mevsimsel dalgalanmaların dalga uzunluğu 12 ay olmaktadır.

Mevsimplere göre tüketimi etkilenen değişkenlerin tüketim miktarları yılın bazı dönemlerinde diğer dönemlere oranla daha yüksek veya daha düşük değerlere ulaşmaktadır. Örneğin, yılın bazı dönemlerinde soğuk içecek tüketiminin artması ya da

azalması, bazı dönemlerinde doğalgaz tüketiminin artması ya da azalması vs. gibi zaman serilerinde dönemsellik özelliğine sahip olanların bile ardışık dönemlerde tam olarak tekrarı söz konusu olmayabilir⁽⁴²⁾.

Şekil 2.10'da bir ürünün üretimine ilişkin seriye ait verilerde bir mevsimsel kalıbın varlığı görülebilmektedir.



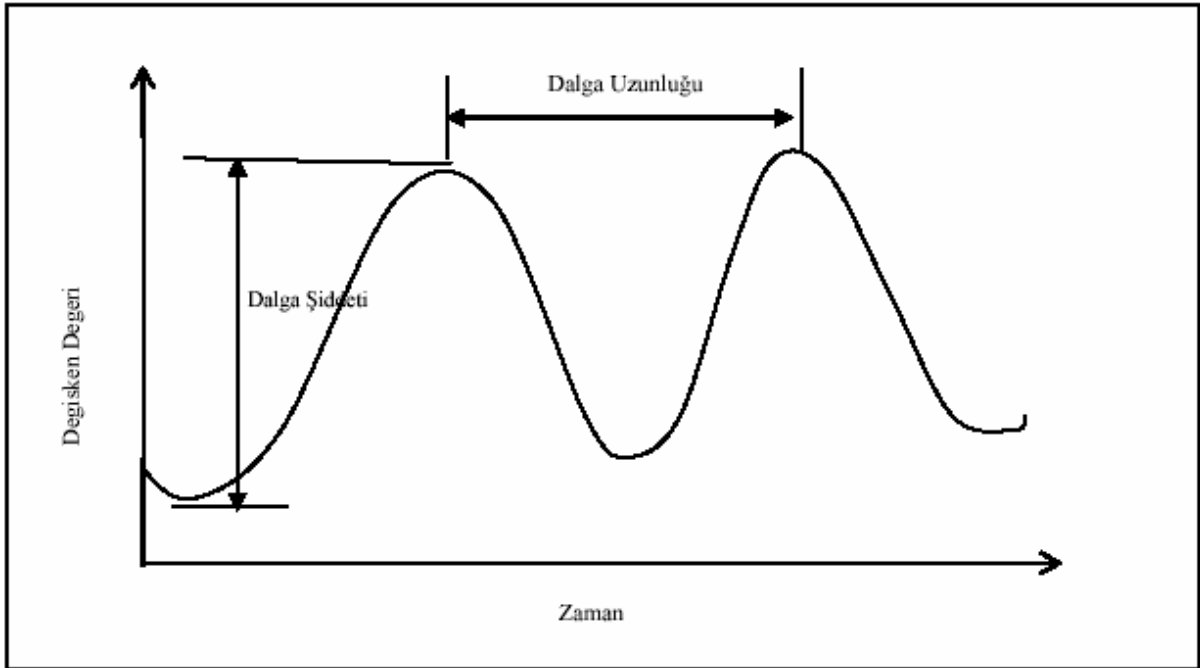
Şekil 2.10 Mevsimsel dalgalar içeren zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

İklim koşulları, tüketicilerin alışkanlıkları, milli veya dini anlamlı özel günler, ürünlerin indirimde olduğu zamanlar gibi pek çok faktör mevsimselliğin ortaya çıkışında etkili olmaktadır ve çok farklı şekillerde ortaya çıkmaktadırlar. Bir yılın belirli çeyrek dönemlik mevsimlerinde, belirli ayları içerisinde, belirli bir haftası ya da belirli bir günü içerisinde mevsimsellik ortaya çıkabilmektedir. Bununla beraber zaman serilerinde mevsimsellik bir ayın belirli bir haftası yahut gününde, bir hafta içerisinde belirli bir günde de ortaya çıkabilmektedir. Hatta mevsimsellik bir günün belirli bir saatinde de ortaya çıkabilmektedir. Bu tip mevsimsellik durumları ile gerçek hayatta çok sık

karşılaşılabilmektedir. Soğuk içecek ve soğutucu özellikteki donanım talebinin bazı mevsimlere göre artması ya da azalması, eğitim döneminin başlaması, dini ve resmi günler öncesinde çeşitli ürünlere olan talebin artması mevsimselliğe örnek olarak gösterilebilmektedir.

Özetleyecek olursak, mevsimsellik altı ay, üç ay, bir ay, bir hafta, bir gün ve hatta bir saat gibi dönemleri kapsayabilir. Daha uzun süreli mevsimselliklere örnek olarak belirli yıllarda tekrarlanan olimpiyat oyunları ve diğer sportif etkinlikler gibi durumlar örnek verilebilir⁽⁴⁷⁾.

Mevsimsel dalgalanmalar birbirlerine benzeyen periyodik dönemlerden meydana geldiğinden, serideki dalgalanmalarda dalga şiddetleri ve dalga uzunlukları bulunmaktadır. Bu dalga şiddeti ve dalga uzunluğu Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



Şekil 2.11 Mevsimsel dalgalanmalı serilerde dalga şiddeti ve uzunluğu⁽³⁷⁾

2.12.4. Konjonktürel Zaman Serisi Kalıpları

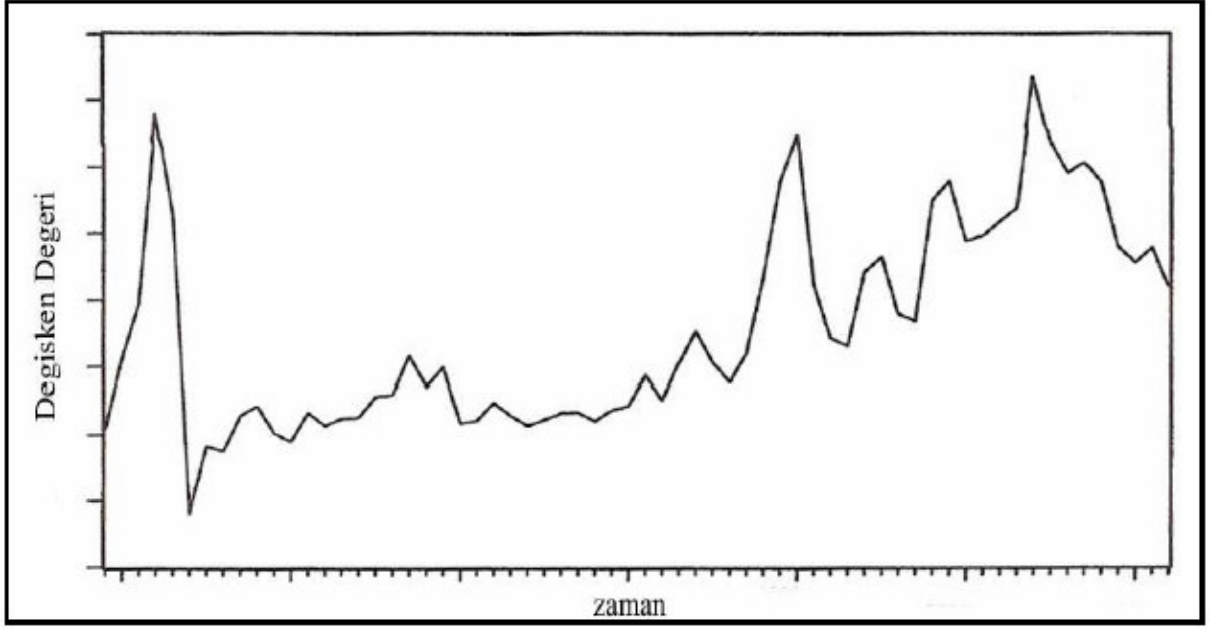
Konjonktürel hareketler daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk (ekonomik kriz) dönemlerini içeren değişimlerdir. Refah dönemlerinde yatırımlar, üretimler, gelirler ve satışlar gibi ekonomik göstergeler bir süre için artış gösterir ve durgunluk dönemlerinde ise düşmeler baş gösterir ve durgunlaşmanın ardından tekrar ekonomide bir canlanma olur. Genelde konjonktürel hareketler periyodik olmayan fakat 5 ila 8 yıllık dalgalanmalar ile tekrarlanır⁽⁴⁹⁾.

Mevsimsel ve konjonktürel kalıplar arasında benzerlik olmasına rağmen iki kalıp arasında önemli farklılıklarda bulunmaktadır. Mevsimsel hareketlerde dönemler, konjonktür hareketlere oranla daha düzenli ve periyodik bir düzen gösterirken, konjonktürel hareketlerde dönemler düzensiz ve periyodik olmayan bir yapıdadır. Ayrıca konjonktürel hareketlerin ortalama uzunlukları mevsimsel hareketlere oranla daha fazla bir değişkenliğe sahiptir⁽⁵⁰⁾.

Konjonktürel etkileri içeren zaman serilerinde, bu etkilerin gelecekte tekrar ortaya çıkması ihtimali olması yüzünden tahmin yapmak oldukça zordur. Düzensiz salınımına sahip olan konjonktürel dalgalanmalara rağmen tahmin yapılması amaçlanıyor ise serinin son dönem ortalaması ile serideki artış ya da azalış göz önünde tutularak son birkaç dönem üzerinden tahmin yapılması daha uygundur. Konjonktürel dalgalanmalardaki artıştan azalışa ve azalıştan artışa geçiş noktaları bu nedenle dikkatli bir şekilde analiz edilmelidir.

Şekil 2.12’de bir değişkene ait tipik bir konjonktürel kalıbı yansıtan talep değişimi serisi görülmektedir. Seride mevsimlik bir dalgalanma görülüyor olunmasına karşın salınımlar

periyodik değildir. Ayrıca seride bir trendin varlığından söz edilebilir.

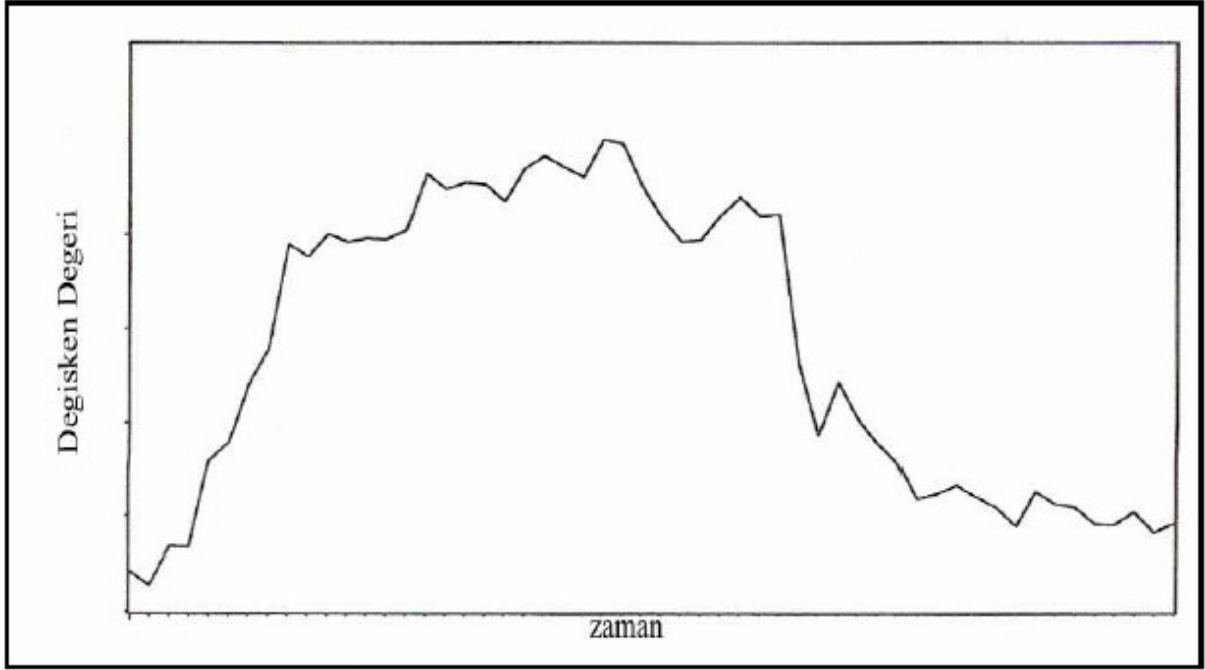


Şekil 2.12 Konjonktürel dalgalanmalar içeren zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

2.12.5. Otokorelasyonlu Zaman Serisi Kalıpları

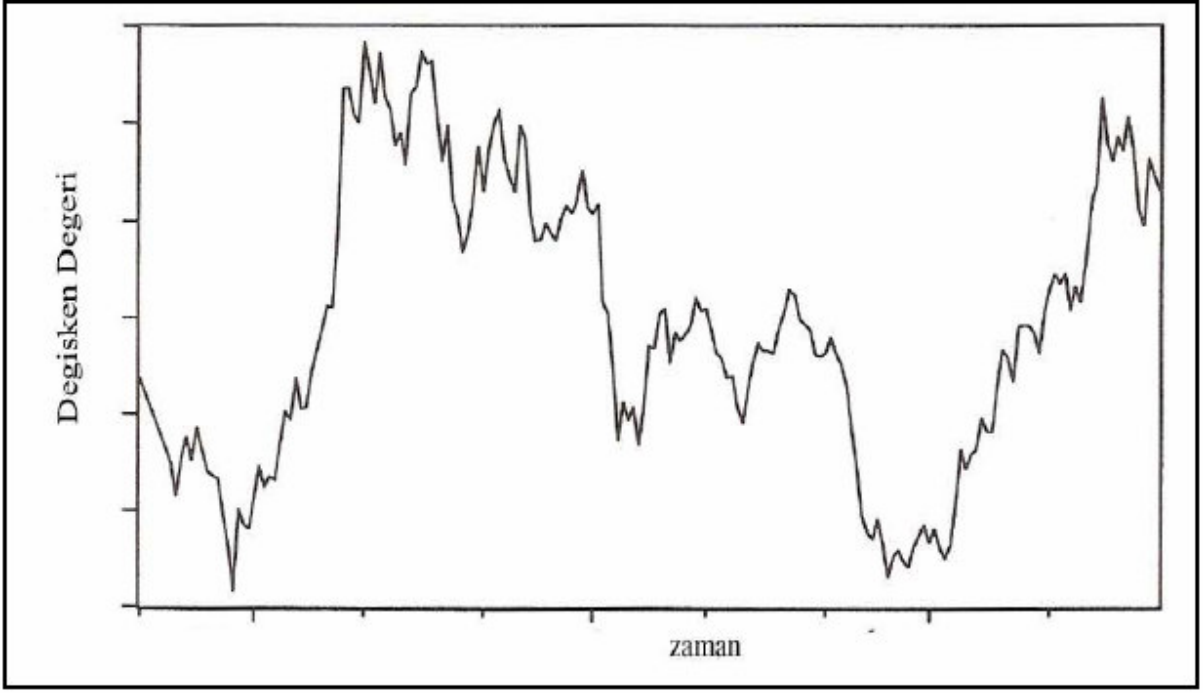
İki değişken arasında birlikte hareket etmenin ve nedensel olmayan ilişkinin ölçüsü korelasyondur. Zaman serilerinde otokorelasyon ise seride bulunan bir dönemin kendisinden önce ya da sonra gelen dönemle birlikte hareket etme ilişkisini tanımlamaktadır. Zaman serilerinde çok sık karşılaşılan diğer bir kalıp ise otokorelasyonlu yapılardır. Eğer bir zaman serisinde otokorelasyonlu bir yapıdan söz ediliyor ise seri gözlemleri arasında bir korelasyon (birlikte hareket etme ilişkisi) varlığından da söz edilebilir. Otokorelasyonlar genellikle zaman serisinin hareketinden ortaya çıkmaktadırlar. Örneğin, tüketici tercihlerine yansıtan bir zaman serisinde markaya olan bağımlılık ve tüketici psikolojisi nedeniyle talepteki değişme daha yavaş olabilmektedir. Bu yüzden seride otokorelasyon varlığı var ise trend ve mevsimsel etkilerden dolayı diğer sistematik etkilerin dikkate alınması gerekmektedir.

Otokorelasyonlu kalıplar daha önce ele alınan kalıpların birçoğunda ortaya çıkabilir. Zaman serisinde ardışık değerler arasında yüksek otokorelasyon olduğunda basit fakat doğru yöntemler ile bir dönem ilerisi için tahmin yapmak mümkündür. Bununla birlikte daha ileri dönemler için doğru tahminler elde etmek güçleşir. Bazı durumlarda trend ve mevsimselliğin olmadığı yüksek pozitif otokorelasyonlu seriler birer rassal zaman serisine benzer yapı gösterebilir.



Şekil 2.13 Durağan dışı otokorelasyonlu zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

Şekil 2.13 bir değişken verilerine ait otokorelasyonlu bir zaman serisini göstermektedir. Şekil 2.14 ise başka bir değişkene ait verilere ilişkin otokorelasyonlu bir zaman serisini göstermektedir. Şekil 2.13'de serinin sabit bir ortalama civarında olmaması veya serinin ortalamasının sürekli değişkenlik göstermesi durağan dışı olduğuna işaretler. Şekil 2.14 deki serinin ise pozitif otokorelasyonlu bir yapıda olduğu görülmektedir.

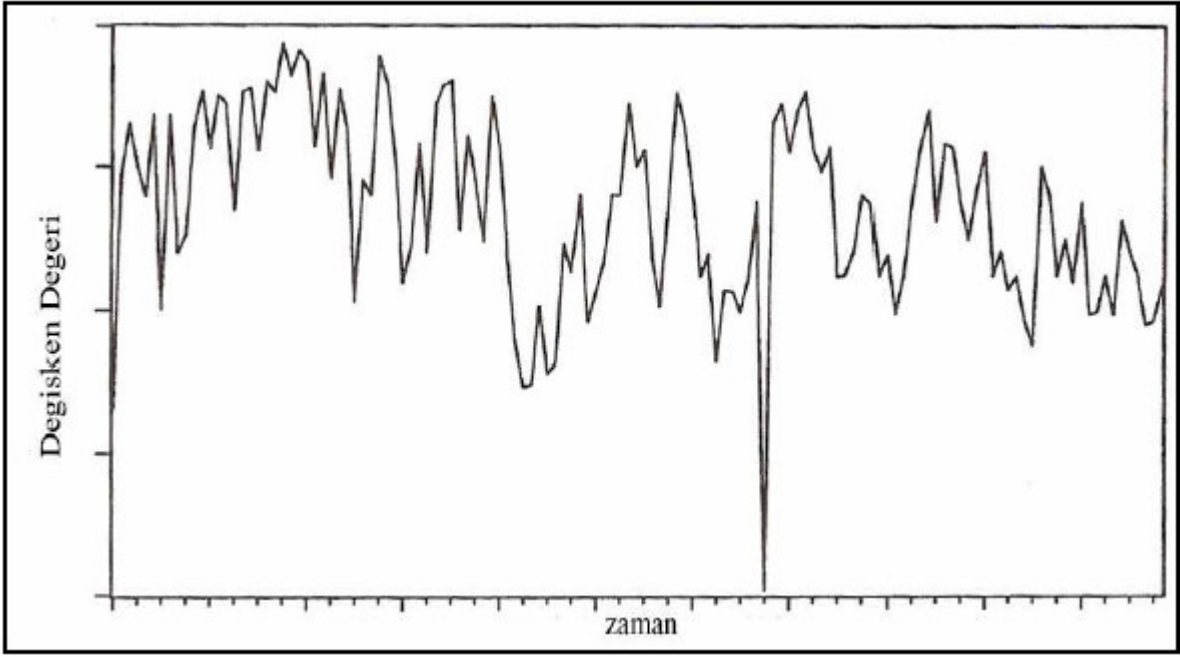


Şekil 2.14 Pozitif otokorelasyonlu zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

2.12.6. Sapan Değerli Zaman Serisi Kalıpları

Zaman serilerinde genellikle ekonomik ve sosyal krizler ile olağan dışı olaylardan (deprem, sel, kuraklık, savaş, grev, talebin kesilmesi, işletmelerin kapatılması) kaynaklanan ve tekrarlanmayan sapan değerler ile karşılaşılabilir. Bazı durumlarda da sapan değerlerin neden kaynaklandığı tam olarak tespit edilememektedir. Meydana gelen sapan değerler zaman serisinin ortalamasından ya çok büyük ya da çok küçük olmakta ve bu değerler serinin genel durumunu temsil etmemektedir.

Şekil 2.15 ile bir ürüne ait üretim verileri incelendiğinde bir dönem için büyük bir azalma görülmektedir. Serideki sapan değer oluşmasından önce ve sonra zaman serisi rassal bir kalıptadır. Talepte meydana gelen büyük bir azalma seride sapan bir değer olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.15 Sapan değerli zaman serisi grafiği⁽⁴³⁾

Zaman serisi analizlerinde sapan değerlerin tespiti ve düzeltimi çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Sapan değerlerin oluştuğu dönem dikkatle incelenmeli ve tahmin çalışması bu değerler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

2.13. Zaman Serisi Analizi Aşamaları

Zaman Serileri Analizleri, değişkenlere ait geçmiş verilerin zaman içerisindeki oluşturdukları düzeni esas almaktadırlar. Analizin amacı, verilerin geçmişteki hareketlerine bakarak gelecekteki hareketlerinin tahmin edilmesidir. Analizi yapan kişiler, belirli zamanlarda gözlemlenen talep verilerini yerleştirerek bir zaman ölçeği oluştururlar. Verilerin yerleştirdikleri bu noktalar incelenerek, bu noktaların zaman içerisinde kararlı bir seyir izleyip izlemediklerini tespit etmeye çalışırlar. Analizi sonucunda ulaşılmak istenen hedef ürüne ait talebin sabit olduğu, bir eğilime sahip olduğu veya mevsimsel ya da konjonktürel dalgalanmalara sahip olduğu ya da talebin hepsinin birleşimi şeklinde olduğunu görebilmektir. Zaman Serisi Analizleri Yöntemleri uygulanırken izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki belirtilmiştir⁽⁵⁰⁾:

1. Tahmin yönteminin değerlendirilmesi, yürütülebilmesi için ilgili zaman serisi iki eşit parçaya bölünür.
2. Tahmin yöntemi mümkün olan metotlar içerisinde seçilir.
3. Başlangıç veri seti tahmin yöntemini başlatmak için kullanılır.
4. Modelin parçalarını hesaplamada kullanılmayan veriler de, tahminde etkisinin nasıl olduğunu görmek için test setine uygulanır. Her bir tahminden sonra tahmin hataları hesaplanır. Bu aşama modeldeki parametre değerlerinin uygun hale getirilmesi için başlangıç işlemlerinin düzenlenmesini gerektirir.
5. Değişik veri örnekleri için tahmin yönteminin uygunluğu değerlendirilir.

2.14. Zaman Serileri Analizi Yöntemleri

Zaman Serileri Analizlerinde kullanılan yöntemler şunlardır⁽⁵¹⁾:

1. Naive Yöntemi

2. Ortalama Yöntemleri

2.1 Basit Ortalama Yöntemi

2.2 Hareketli Ortalama Yöntemi

2.3 Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi

3. Üssel Düzeltme Yöntemleri

3.1 Tek Üssel Düzeltme Yöntemi

3.2 Holt'un doğrusal Yöntemi

3.3 Holt-Winter's Yöntemi

3.4 Pegel'in Sınıflandırması

4. Trend Analizi Yöntemleri

4.1 Grafikle Gösterme Yöntemi

4.2 Yarım Ortalamalar Yöntemi

4.3 Regresyon Analizi

2.14.1. Naive Yöntemi

Tahmin yapmanın en basit yöntemlerinden biri olan Naive Yöntemi bir sonraki dönem için tahmin değerinin, en son gözlenen değere ya da en son gözlenen değerden belirli bir yüzdenin eklenmesi veya çıkartılmasıyla elde edilen değere eşit olacağı varsayımına dayanmaktadır. Naive Yöntemi'nin matematiksel eşitliği Eşitlik 2.4'de gösterilmiştir.

$$F_{t+1} = Y_t \quad (2.4)$$

Eşitlik 2.4'de;

t = dönem

F_{t+1} = $t+1$ dönemi için tahmin değeri

Y_t = t dönemi için gerçekleşen değerdir.

Naive yöntemi herhangi bir dalgalanma göstermeyen zaman serilerinde tahmin amacıyla kullanılabilen, maliyetsiz ve uğraş gerektirmeyen bir yöntemdir. Zaman serilerinin çoğu çeşitli tiplerde dalgalanmalar bulundurduğu için bu yöntem pek kullanışlı değildir. Yöntemin en büyük avantajı, az sonra anlatılacak gelişmiş Zaman Serileri Analiz Yöntemleri için bir başlangıç değeri oluşturmasıdır⁽⁵²⁾.

2.14.2. Ortalama Yöntemleri

2.14.2.1. Basit Ortalama Yöntemi

Talep tahmini açısından geleceğe en basit bakışlardan biride geleceğin, geçmişte olanların ortalamasına doğru eğilim göstereceğini varsaymaktadır. Bu varsayıma göre geleceğin en geçerli tahmini, geçmişte olup bitenlerin tek tek toplanıp ortalamasını almaktır. Basit Ortalama Yöntemi'nin matematiksel eşitliği Eşitlik 2.5'de gösterilmiştir.

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i \quad (2.5)$$

Eşitlik 2.5'de:

t = dönem

F_{t+1} = $t+1$ dönemi için tahmin değeri

Y_i = i dönemindeki gerçekleşen talep değeridir.

Yeni bir gözlem olan Y_{t+1} mevcut olduğunda, $t+2$ zamanı için tahmin oluştururken bu yeni değer Eşitlik 2.5'e eklenir ve Eşitlik 2.6 elde edilir.

$$F_{t+2} = \frac{1}{t+1} \sum_{i=1}^{t+1} Y_i$$

(2.6)

Eşitlik 2.6'ya göre, geçmiş dönemlere ilişkin veriler toplanarak, dönemlerin sayısına bölünürse ortalama değer hesaplanmış olur. Böylece gelecek dönemler için tahminin, hep bu ortalama değer alacağı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, yeni dönemlere ilişkin veriler geldikçe bunların yeni hesaplamalara dâhil edilerek son güne uygun bir tahminin yapılması da aynı modelle mümkündür.

Ancak bu model gerçekleşen talep değerlerinin bir trend, konjonktürel, mevsimsel dalgalanmaların etkisi altında olmadığı durumlar ve az sayıdaki veriler için iyi sonuçlar vermektedir fakat veri sayısı arttıkça belirli bir trend yakalayamamaktadır.

2.14.2.2. Hareketli Ortalama Yöntemi

Yaygın şekilde kullanılan bir tahmin yöntemidir. Hareketli Ortalama Yöntemi, uzak geçmişten çok, yakın geçmişe ağırlık verir ve buna dayanarak, yalnızca bir dönem talep tahminini yapar. Örneğin geçmiş tarihi dönem verilerinin üçü, dördü veya beşi alınarak, en son gerçekleşen dönem bunlara ilave edilir. Daha sonra, bu verilerin ortalaması, bir sonraki dönem talep miktarı olarak kabul edilir.

Matematiksel olarak Eşitlik 2.7 ile ifade edilebilir;

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i \quad (2.7)$$

Eşitlik 2.7’de:

t = dönem

k = hareketli ortalamaya dahil edilen dönem sayısı

F_{t+1} = $t+1$ dönemi için tahmin değeri

Y_i = i dönemindeki gerçekleşen talep değeridir.

$t+1$ ve $t+2$ dönemi hareketli ortalama tahminleri değeri için Eşitlik 2.7 matematiksel olarak Eşitlik 2.8 ve Eşitlik 2.9 şeklinde de yazılabilmektedir:

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (2.8)$$

$$F_{t+2} = \frac{Y_{t+1} + Y_t + \dots + Y_{t-k+2}}{k} \quad (2.9)$$

F_{t+1} ve F_{t+2} nin karşılaştırılması yapılırsa Y_{t-k+1} değeri hesaplamadan çıkartıldığı ve yerine Y_{t+1} değerinin getirildiği görülmektedir. başka bir ifadeyle F_{t+2} Eşitlik 2.10'da gösterildiği gibidir:

$$F_{t+2} = F_{t+1} + \frac{1}{k}(Y_{t+1} - Y_{t-k+1}) \quad (2.10)$$

Eşitlik 2.10'da görüldüğü gibi F_{t+2} değerinin hesaplanmasında Y_{t+1} değeri ve Y_{t-k+1} değeri arasındaki farkın $1/k$ kadarı, bir önceki tahmin değerine eklenmiş ve gerçek gözlemlerden elde edilen bir düzeltme katsayısı bir önceki tahmin değerine eklenerek, tahmin değerinin iyileştirilmesine çalışılmaktadır.

Bu yöntem ile yapılacak tahmin, talep yükselen bir trend gösteriyor ise çok küçük, alçalan bir trend gösteriyor ise çok büyük olacaktır. Aynı şekilde eğer k çok küçük ise gerçek talebin etkileri abartılmış olacak, k çok büyük ise bu etkiler azaltılmış olacaktır.

Genel bir kural olarak, ortalamaya dâhil edilecek dönem sayıları için elde edilecek tahminler arasından, tahmin hatası en düşük olanın seçilmesi yoluna gidilebilir. Burada, geçmiş veriler için en düşük tahmin hatası veren dönem sayısının, gelecekteki veriler için de en düşük hatayı vereceği varsayımı yapılmaktadır. Hareketli ortalamanın derecesi olan k 'nın seçimi için kesin bir kural yoktur. Eğer değişkenlerdeki sapmalar zaman boyunca sabit kalıyorsa k 'nın büyük olması önerilir. Aksi halde eğer değişken bir dönemden diğerine çok

fazla değişiyorsa k' nın küçük olması önerilir. Pratikte k , 2 ile 10 arasında bir değer almaktadır⁽⁵³⁾.

Yöntemin dezavantajları⁽⁵⁴⁾;

1. Hareketli ortalamalar için gerekli şartlar sağlanamazsa, doğru sonuçlar elde edilmez.
2. Hareketli Ortalamalar Yöntemi ile elde edilen sonuçlar serideki uzun ve şiddetli dalgalardan etkisi altındadır.
3. Serinin başındaki ve sonundaki bazı elemanların hareketli ortalaması bulunamaz.

En yeni bilgilerin, taleplerin eğilimini daha iyi yansıtacağı düşünöldüğü takdirde, her aya eşit ağırlık vererek basit hareketli ortalamalar kullanmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır. En yakın geçmişteki ayların gerçekleşen talep verilerini daha büyük katsayılarla ağırlandırmak suretiyle, geleceğin tahmini açısından daha yararlı bilgilerin tahminine olan etkisi artırılabilir. Bu ise Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi ile sağlanabilir⁽⁵⁵⁾.

2.14.2.3. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli ortalama yönteminin sakıncalarından bir kısmı Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi kullanılarak giderilebilir. Bu yöntemde en yakın veriye en büyük ağırlık verilir. Yine bu yöntemde Hareketli Ortalama Yöntemi'nde olduğu gibi belirlenen bir k kadar dönem verisi üzerinde çalışılır. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi matematiksel ifadesi Eşitlik 2.11'deki gibi ifade edilebilir:

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t w_i Y_i \quad (2.11)$$

Eşitlik 2.11'de;

t = dönem

F_{t+1} = $t+1$ dönemi için tahmin değeri

Y_i = i dönemindeki gerçekleşen talep değeri

w_i = i dönemine ait ağırlık katsayısı

k = ağırlıklı hareketli ortalamaya dahil edilen dönem sayısı

2.14.3. Üssel Düzeltme Yöntemleri

2.14.3.1. Tek Üssel Düzeltme Yöntemi

Tek Üssel Düzeltme Yöntemi de, Hareketli Ortalamalar Yöntemi'nde olduğu gibi, sürecin sabit olduğunu varsayar. Bununla birlikte, Hareketli Ortalamalar Yöntemi'ndeki ortalamaların hesaplamasında verilere aynı ağırlıkların verilmesindeki eksikliği gidermek için tasarlanmıştır. Üssel Düzeltme Yöntemi en son gözlem değerine daha fazla ağırlık verir.

α ($0 < \alpha < 1$) düzeltme sabiti olarak tanımlansın ve geçmiş t sayıdaki dönem için zaman serisinin Y_1, Y_2, \dots, Y_t ile gösterildiğini varsayalım. Sonraki $t+1$ dönemi için tahmin (F_{t+1}) Eşitlik 2.12'deki gibi hesaplanır;

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + \alpha (1-\alpha) Y_{t-1} + \alpha (1-\alpha)^2 Y_{t-2} + \dots \quad (2.12)$$

$Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2} \dots$ 'nin katsayıları giderek azaldığından, yeni prosedür daha yeni verilere daha çok ağırlık verir. F_{t+1} 'i hesaplayan eşitlik Eşitlik 2.13 ve Eşitlik 2.14'de gösterildiği şekilde basitleştirilir:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha) \{ \alpha Y_{t-1} + \alpha (1-\alpha) Y_{t-2} + \alpha (1-\alpha)^2 Y_{t-3} + \dots \} \quad (2.13)$$

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha) F_t \quad (2.14)$$

Bu bakımdan F_{t+1} değeri yinelenerek F_t değerinden hesaplanabilmektedir. Yinelenen eşitlik $t = 1$ olduğunda F_1 'in tahmini atlanarak başlatılır ve $t = 2$ 'nin tahmini ise $t = 1$ 'deki gerçek veriye eşit olarak alınır bu da $F_2 = Y_1$ olarak yazılır⁽⁵³⁾.

Eşitlik 2.14'ün bir başka ifadesi ise Eşitlik 2.15'de gösterilmiştir.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (2.15)$$

Eşitlik 2.15'de görüleceği gibi Tek Üssel Düzeltme Yöntemi'nde, içinde bulunulan dönem için tahmin değeri, bir önceki tahmini talep değerine, bir önceki dönemde yapılan tahmin hatasının (gerçekleşen talep – tahmini talep) eklenmesiyle bulunur.

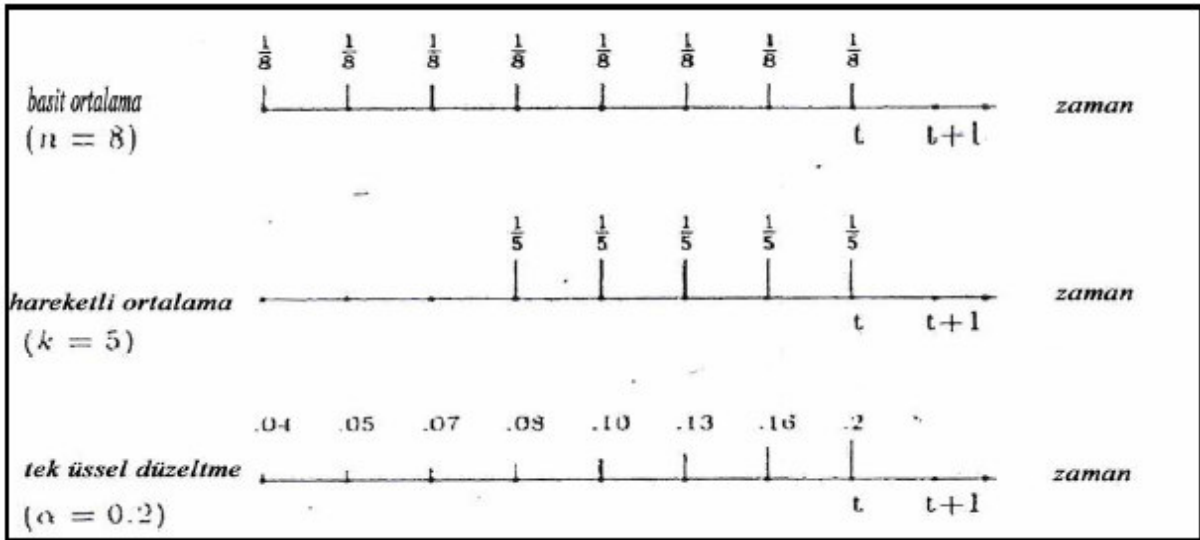
Tek Üssel Düzeltme Yöntemi'nde kullanılan α katsayısı, gerekli verilerin miktarının önemli ölçüde azaltılmaktadır. Artık Hareketli Ortalamalar Yöntemi'nde olduğu gibi ortalamaya dahil edilen dönem sayısı kadar veriye ihtiyaç kalmamakta, içinde bulunulan dönemin tahmin değerini elde etmek için, sadece bir önceki dönemin gerçekleşen ve tahmini talep değerlerinin bilinmesi yeterli olmaktadır.

Şekil 2.16 ortalamaların farklı yöntemler için etkilerini göstermektedir. Şekil 2.16'da görüldüğü gibi ortalamaların etkisi baştan itibaren vardır. Hareketli ortalama k değişkeni ile en son k kadar grubun ortalaması hesaba katılmaktadır. Tek Üssel Düzeltme Yöntemi'nde ise geriye doğru verilerin etkisi azaltılmaktadır.

Düzeltme sabiti α 'nın seçimi gelecekteki tahminler için çok önemlidir. Çizelge 2.1 ise farklı α değerleri için geçmiş gözlemlere verilen ağırlık katsayı değerlerini göstermektedir.

Düzeltilme sabiti α 'nın büyük bir değer alması son gözlemlerin taşıyacağı ağırlığın daha fazla olması demektir. α 'nın 0'a yaklaştırılmasıyla bir önceki dönemde yapılan hatanın göz önüne alınmamasını sağlanacaktır.

α 'nın düşük değerleri, Hareketli Ortalamalar Yöntemi'nde ortalamaya alınan dönem sayısının yükseltilmesiyle ve Naive Yöntemi ile eşdeğer bir etki yaratır⁽¹⁾. α 'nın küçük değerleri, ürün talebi oldukça kararlıysa, yani, verilerde konjonktürel ve trend şeklinde dalgalanmalar söz konusu değilse; buna karşılık tesadüfi dalgalanmalar fazla ise, daha doğru sonuçlar verecektir⁽⁵⁶⁾. Diğer taraftan, talebin etkileyen düzende değişmeler olduğu düşünölmekte ise, talepteki dalgalanmaların yansıtılmasının gerekli olduğu düşünölmür. Böyle durumlarda da α değerinin yüksek tutulması uygun olmaktadır.



Şekil 2.16 Ortalamaların farklı yöntemler üzerindeki etkisi⁽⁵⁰⁾

Çizelge 2.1 Farklı α sabitleri ile geçmişe verilen ağırlıklar

Gözlem Değerleri	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,8$
Y_t	0,2	0,4	0,6	0,8
Y_{t-1}	0,16	0,24	0,24	0,16
Y_{t-2}	0,128	0,144	0,096	0,032
Y_{t-3}	0,1024	0,0864	0,0384	0,0064
Y_{t-4}	$(0,2)(0,8)^4$	$(0,4)(0,6)^4$	$(0,6)(0,4)^4$	$(0,8)(0,2)^4$

2.14.3.2. Holt'un Doğrusal Yöntemi (Holt's Linear Method)

Daha önce anlatılan tahmin yöntemlerinde, talebin sabit ve ortalama etrafında rassal olarak beliren değişimlerin olduğu varsayılmıştır. Ancak talepte azalma veya artma eğiliminde bir trend söz konusu olabilir. Trendi belirlemek için ilk aşamada yeni temel bir düzey oluşturmak veya bir doğru elde edebilmek için üssel düzeltim yapılır. Bu işlem rassal dalgalanmaları düzgünleştirecektir. Temel değer Eşitlik 2.16'da ki gibi hesaplanır⁽⁵⁵⁾:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.16)$$

Eşitlik 2.16'da:

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

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

b_{t-1} = $t-1$ dönem trend değeridir.

Eşitlik 2.16’da da bir önceki dönemin düzeltilmiş değerine (L_{t-1}), bir önceki dönemin trendi eklenerek t dönemi için bir temel değer (L_t) oluşturulmaktadır. Böylece t dönemi temel değeri, gözlenen en son veri değerine yaklaşmaktadır. Eşitlik 2.16 için gerekli olan trend değerinin hesaplanması için kullanılan eşitlik ise Eşitlik 2.17 gösterilmiştir:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.17)$$

Eşitlik 2.17’de:

$b_t = t$ dönemi trend değeri

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

Eşitlik 2.17’de ise son iki düzeltilmiş değer arasındaki fark kullanılarak trend belirlenmektedir. Trend belirlemek için bu yaklaşım uygundur çünkü seride bir trend olması halinde en son veri bir önceki veriden daha küçük ya da daha büyük olacaktır. Bu farkların bazı rassal dalgalanmalardan oluşabileceği düşüncesi ile son iki veri değeri arasındaki fark kullanılarak bulunan bu trend değeri, β sabiti ile düzenlenir. Eşitlik 2.16 Tek Üssel Düzeltme Yöntemi eşitliğine benzemektedir ancak burada ondan farklı olarak trend ayarlaması yapılmıştır. İkinci bir β sabiti kullanan trend ayarlamalı Holt’un Doğrusal Yöntemi’ndeki bu katsayı α sabitine benzemektedir. β değeri, trende göre üssel düzeltmenin ne ölçüde en son tahmin değerlerinin farkına ($L_t - L_{t-1}$), ne ölçüde önceki trende (b_{t-1}) dayalı olduğunu belirler. Düşük β değeri, trendin daha fazla düzeltilmesini sağlar ve iyi oluşmuş bir trend olmaması durumunda yararlıdır. Yüksek β değeri en son trende daha fazla ağırlık verir ve trenddeki son değişikliklere karşı duyarlıdır⁽⁵¹⁾.

Temel değerlerin ve trend değerlerinin hesaplanmasından sonra, geleceğe ait dönemler için tahmin oluşturmakta kullanılan eşitlik Eşitlik 2.18’de gösterilmiştir.

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

(2.18)

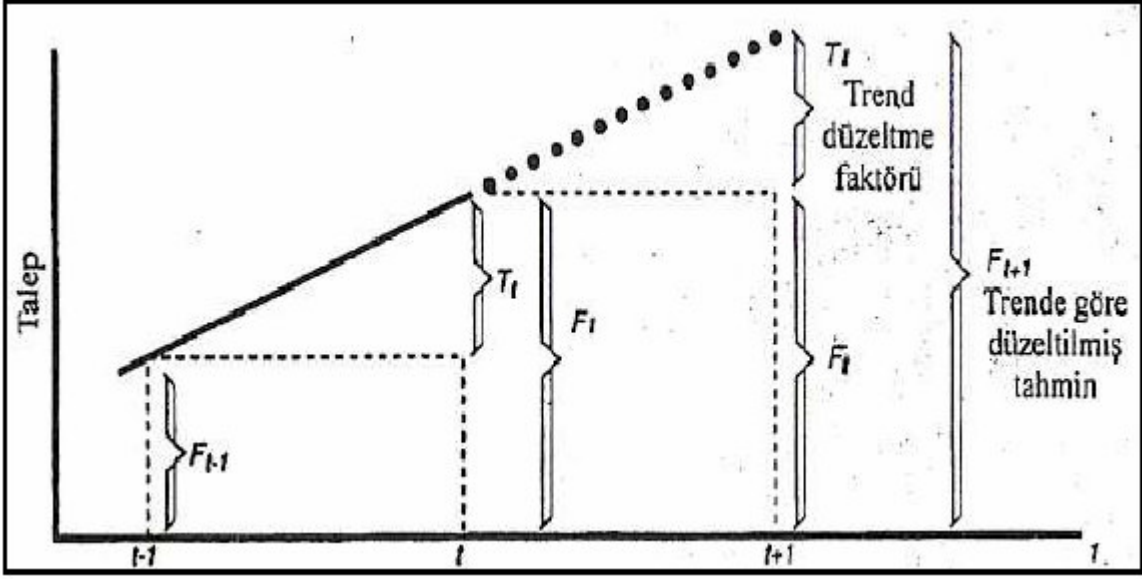
Eşitlik 2.18'de:

$F_{t+m} = m$ dönem sonraki trend ayarlamalı tahmin değeri

m = tahmini yapılacak ileri bir dönemin dönem numarası

Holt'un doğrusal Yöntemi'nin en son trende göre ayarlanmış tahmin değerlerini bulmak için kullandığı trend ayarlaması işlemi Şekil 2.17'de görülmektedir.

Holt'un doğrusal Yöntemi'ni kullanarak tahminlerin oluşturulmasına çalışılırken, başlangıçta iki değere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu değerler ilk temel değer (L_1) ve ilk trend değeridir (b_1). İlk alternatif ilk gözlem değerini (Y_1) ilk temel değere eşitlemek, ilk trend değerini de ikinci ve ilk gözlem değeri arasındaki farka ($Y_2 - Y_1$) veya ilk birkaç gözlemin ortalamasına eşitlemektir. Diğer bir alternatif ise ilk temel değer ve trend değerlerinin En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak belirlenmesidir.



Şekil 2.17 Trend içeren serilerde trend ayarlaması grafiği⁽⁵¹⁾

Holt'un doğrusal Yöntemi aynı zamanda Çift Üssel Düzeltme Yöntemi (Double Exponential Smoothing Method) ve Düzeltilmiş Üssel Düzeltme Yöntemi olarak ta adlandırılmaktadır. α sabitinin β sabitine eşit olduğu durumlar için bu yöntem, Brown'un Çift Üssel Düzeltme Yöntemi (Brown'a Double Exponential Smoothing Method) olarak adlandırılmaktadır⁽⁵⁰⁾.

2.14.3.3. Holt-Winters Yöntemi

Daha önce anlatılan yöntemlerde (ortalamalar ve üssel düzeltme yöntemleri) mevsimsel olmayan veriler ile işlemler yapılmaktadır. Zaman serisinde mevsimsel bir etki olduğu durumlarda bu yöntemler uygun sonuçlar vermemektedir.

Holt'un Doğrusal Yöntemi, mevsimselliğinde modele eklenmesiyle Winters tarafından geliştirilmiştir ve mevsimsel veriler için uygun hale getirilmiştir.

Holt-Winters Yöntemi üç temel düzeltme eşitliğine sahiptir. Temel, trend ve mevsimsellik için olan bu üç düzeltme sabiti ile yapılan düzeltmeler, Holt'un doğrusal Yöntemi'ne benzer olarak tek toplam eşitlikte toplanarak mevsimsellik eşitliği elde etmektedir. Uygulamada iki farklı Holt-Winters yöntemi bulunmaktadır. Bunlar çarpımlı dönemsellik ve toplamlı dönemseliktir⁽⁵⁰⁾.

2.14.3.3.1. Çarpımlı Dönemsellik (Multiplicative Seasonality)

Holt-Winters Çarpımlı Dönemsellik Yöntemi'nde kullanılan temel eşitlikler Eşitlik 2.19, Eşitlik 2.20, Eşitlik 2.21 ve Eşitlik 2.22'de gösterilmiştir:

Temel:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.19)$$

Trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.20)$$

Mevsimsel:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.21)$$

Tahmin:

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (2.22)$$

Eşitlik 2.19, 2.20, 2.21 ve 2.22’de:

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

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

b_{t-1} = $t-1$ dönem trend değeri

b_t = t dönemi trend değeri

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

γ = 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.

Holt-Winters Yönteminde de Holt’un doğrusal Yöntemi’nde olduğu gibi başlangıç değerlerine ihtiyaç duyulur. İhtiyaç duyulan bu değerler, temel değerlerin (L_t), trend değerlerinin (b_t), mevsimsel indeks değerlerinin (S_t) başlangıç değerleridir. Mevsimsel indeksin hesaplanmasında, en az, tamamlanmış bir mevsimlik veriye ihtiyaç duyulur ve böylece s uzunluğundaki mevsimin temel ve trend değerlerini hesaplayabiliriz. Temel değer, birinci mevsim değerlerinin ortalamaları alınarak Eşitlik 2.23’deki gibi bulunur:

$$L_s = \frac{1}{s} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (2.23)$$

Burada mevsimdeki verilerin hareketli ortalamaları alınacak ve verilerdeki mevsimsellik elimine edilecektir. başlangıç trendi, tamamlanmış iki mevsim dönemi kullanarak bulunmaktadır. Trend ve mevsimsel indeks değerleri Eşitlik 2.24 ve Eşitlik 2.25’de gösterildiği gibi bulunmaktadır:

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s}}{s} \right] \quad (2.24)$$

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, \quad S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \quad \dots \quad S_s = \frac{Y_s}{L_s} \quad (2.25)$$

2.14.3.3.2. Toplamlı Dönemsellik (Additive Seasonality)

Mevsimsel bileşenler içeren bu ikinci yöntemin kullanımını pek yaygın değildir. Holt-Winters Toplamlı Dönemsellik Yöntemi’nde Eşitlik 2.26, Eşitlik 2.27, Eşitlik 2.28 ve Eşitlik 2.29 kullanılmaktadır:

$$\text{Temel: } L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.26)$$

$$\text{Trend: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.27)$$

$$\text{Mevsimsel: } S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.28)$$

$$\text{Tahmin: } F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (2.29)$$

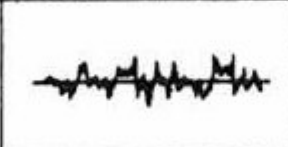
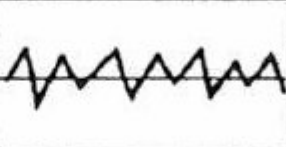
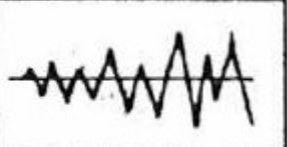
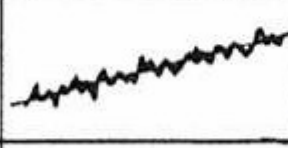
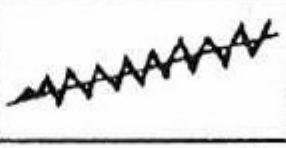
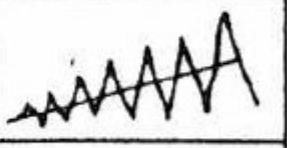
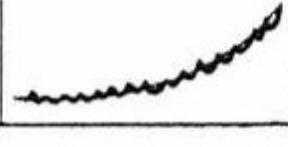
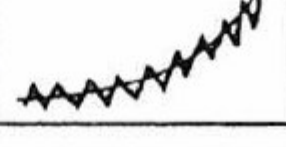

Eşitlik 2.26, 2.27, 2.28 ve 2.29'da kullanılan ifadeler Çarpımlı Dönemsellik Yönteminde kullanılan ifadelerin aynısıdır. Hesaplamaların Çarpımlı Dönemsellik Yöntemi hesaplamalarından farkı, mevsimsel indekslerin bulunmasında oranlama yerine ekleme ve çıkartma işlemlerinin uygulanmasıdır.

Toplamlı Dönemsellik Yöntemi'nde L_s ve b_s başlangıç değerleri Çarpımsal Dönemsellik Yöntemi'nde hesaplandığı şekilde hesaplanır. Sadece mevsimsel indekslerin hesaplanmasında farklılık ortaya çıkmaktadır.

$$S_1 = Y_1 - L_s, S_2 = Y_2 - L_s, \dots, S_s = Y_s - L_s \quad (2.30)$$

2.14.3.4. Pegel'in Sınıflandırması

Üssel Düzeltmeler Yöntemi'ndeki diğer bir yöntemde, doğrusal ve doğrusal olmayan serileri, trend yada mevsimsel dalgalanmalar içerip içermedikleri göz önünden bulundurarak bir sınıflandırmaya tabi tutmaktır. Pegel'in yaptığı bu sınıflandırma Şekil 2.18'de gösterilmiştir.

	1 <i>Mevsimsellik Yok</i>	2 <i>Toplamlı Mevsimsellik</i>	3 <i>Çarpımlı Mevsimsellik</i>
A <i>Trend Yok</i>			
B <i>Toplamlı Trend</i>			
C <i>Çarpımlı Trend</i>			

Şekil 2.18 Pegel'in sınıflandırdığı zaman serileri⁽⁵⁰⁾

Pegel'in sınıflandırdığı Üssel Düzeltme Yöntemleri'nin gösterildiği Şekil 2.18'de bulunan sınıflardan her biri, tahmin işlemini gerçekleştirirken, farklı bir Üssel Düzeltme Yöntemi'ni ya da farklı değerlerdeki sabitleri kullanmaktadır. Örneğin A-1 hücresi Tek Üssel Düzeltme Yöntemi'ni, B-1 hücresi Holt'un doğrusal Yöntemi'ni, B-2 Holt-Winters Toplamlı Dönemsellik Yöntemi'ni, B-3 hücresi ise Holt-Winters Çarpımsal Dönemsellik Yöntemi'ni belirtmekte ve hesaplamalarda bu yöntemlere ait eşitlikleri kullanılması gerektiğini göstermektedir.

Pegel'in sınıflandırmasından yararlanarak uygulanacak toplam dokuz Üssel Düzeltme Yöntemi'nde Eşitlik 2.31, Eşitlik 2.32 ve Eşitlik 2.33 kullanılmaktadır:

$$\text{Temel: } L_t = \alpha P_t + (1 - \alpha) Q_t \quad (2.31)$$

$$\text{Trend: } b_t = \beta R_t + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (2.32)$$

$$\text{Mevsimsel: } S_t = \gamma T_t + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.33)$$

Eşitlik 2.31, 2.32 ve 2.33'deki P , Q , R ve T Üssel Düzeltme Yöntemi hesaplamaları için kullanılan verilerdir. Bu ifadelerin değerlerini ve m dönem ilerisi için talep tahmin değerlerini hesaplayan eşitlikler Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Trend	Mevsimsel Bileşen		
	1 (yok)	2 (toplamlı)	3 (çarpımlı)
A (yok)	$P_t = Y_t$ $Q_t = L_{t-1}$ $F_{t+m} = L_t$	$P_t = Y_t - S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1}$ $T_t = Y_t - L_t$ $F_{t+m} = L_t + S_{t+m-s}$	$P_t = Y_t / S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1}$ $T_t = Y_t / L_t$ $F_{t+m} = L_t S_{t+m-s}$
B (toplamlı)	$P_t = Y_t$ $Q_t = L_{t-1} + b_{t-1}$ $R_t = L_t - L_{t-1}$ $F_{t+m} = L_t + mb_t$	$P_t = Y_t - S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1} + b_{t-1}$ $R_t = L_t - L_{t-1}$ $T_t = Y_t - L_t$ $F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t+m-s}$	$P_t = Y_t / S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1} + b_{t-1}$ $R_t = L_t - L_{t-1}$ $T_t = Y_t / L_t$ $F_{t+m} = (L_t + mb_t) S_{t+m-s}$
C (çarpımlı)	$P_t = Y_t$ $Q_t = L_{t-1} b_{t-1}$ $R_t = L_t / L_{t-1}$ $F_{t+m} = L_t b_t^m$	$P_t = Y_t - S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1} b_{t-1}$ $R_t = L_t / L_{t-1}$ $T_t = Y_t - L_t$ $F_{t+m} = L_t b_t^m + S_{t+m-s}$	$P_t = Y_t / S_{t-s}$ $Q_t = L_{t-1} b_{t-1}$ $R_t = L_t / L_{t-1}$ $T_t = Y_t / L_t$ $F_{t+m} = L_t m b_t^m S_{t+m-s}$

Çizelge 2.2 Pegel'in sınıflandırılmasında kullanılan tahmin ve hesaplama formülleri

C-3 hücresi ise içerisinde hem çarpımlı trend hem de çarpımlı dönemsellik bulunduran bir zaman serisini belirtmekte ve bu serinin kullanılarak ileriye dönük tahminlerin yapılması için kullanılan dönüşüm ve tahmin eşitlikleri Eşitlik 2.34, 2.35, 2.36 ve 2.37’de gösterilmiştir:

$$\text{Temel: } L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)L_{t-1}b_{t-1} \quad (2.34)$$

$$\text{Trend: } b_t = \beta \left(\frac{L_t}{L_{t-1}} \right) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.35)$$

$$\text{Mevsimsel: } S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.36)$$

$$\text{Tahmin: } F_{t+m} = L_t + b_t^m S_{t-s+m} \quad (2.37)$$

2.14.4. Trend Analiz

Geçmişin uzantısı kategorisi altında incelenecek bir tahmin yöntemi de, geçmiş gözlemler veri setine bir eğri (doğru) uyduracak ve tahmin amacı için bunu geleceğe uzatacak bir matematiksel olaydır. Bu yöntemin temeli; geçmiş dönemlerdeki gerçekleşen taleplerin göz önünde bulundurularak geleceğe ilişkin talep oluşumu üzerinde tahmin yapılmasına dayanır. geçmişteki tüm koşulların gelecekte de sürmesi beklenen durumlarda, bu yöntem oldukça sağlıklı sonuçlar vermektedir.

Trend, bir olayın zamanın işlevi olarak gelişmesidir. başka bir deyişle, olayın bağlı olduğu temel ve yapısal nedenler ona uzunca dönem için belirli bir yön verirler ki buna trend

denir. Trend bir doğru olabileceği gibi, istatistik olayın niteliğine göre, eğri de olabilir. Ancak ekonomik ve teknik koşullar için değişmelerin görülmesi durumunda, yöntemin kullanımı ile yapılacak tahminde ortaya çıkacak değişmeler göz önünde bulundurularak gerekli düzeltmelere yer verilmesi gerekir. Yoksa değişikliklere uyum sağlamayan tahminlerin, beklenen gerçeklerden çok uzak düşeceği belirtilebilir. Talep tahmininde trend analizinden yararlanılması iki fikre dayanmaktadır;

1. Geçmişe ait olan veriler düzenli bir gelişme göstermektedir. Veriler belirli bir doğru ya da eğri üzerinde sıralanmaktadır.
2. Gelecek, geçmişin bir uzantısıdır. Verilerin gelecekteki seyri tahmin edilirken doğru ya da eğrinin bir önceki şekilde olacağı varsayılır. Bu durumda, trend ve trendin ait olduğu değişken zamanın bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

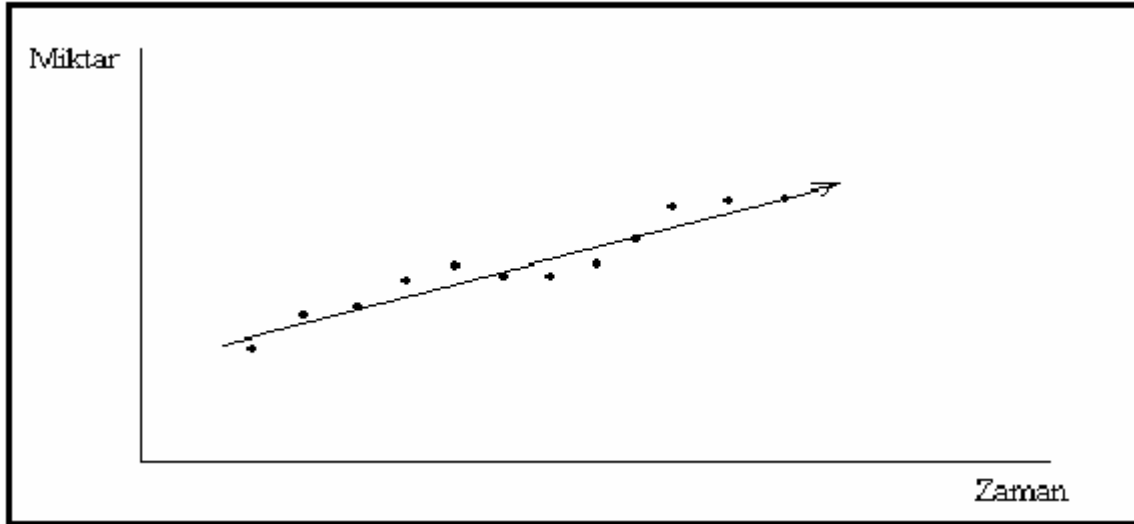
Trend Analizi Yöntemi'nde, önce geçmiş dönemlerdeki türlü çalışma düzeylerinde gerçekleşen satışlar birer nokta durumunda bir grafik üzerinde gösterilir. Bu grafik analiz edilerek, noktaların doğrusal bir fonksiyon ile mi, yoksa eğrisel bir fonksiyon ile mi en iyi biçimde temsil edileceği önceden saptanmış olur. Bundan sonra, aşağıdaki teknik yöntemlerden biri kullanılmak suretiyle tahmin denklemi kurulabilir. Trend hesaplama yöntemleri üç ana grup altında incelenebilir. Bu yöntemler aşağıda belirtildiği gibi gruplandırılabilir⁽⁵⁵⁾;

1. Elle Çizme Yöntemi
2. Yarım Ortalama Yöntemi
3. En Küçük Kareler Yöntemi

2.14.4.1. Elle Çizme Yöntemi

Elle Çizme Yöntemi'nde, saptanmış olan noktalar arasından bir eğri/doğru geçirilir. eğri ya da doğru çizilirken; noktaların eğrinin iki yanında aynı oranda dağılım gösterecek biçimde olmasına özen gösterilir. Bundan sonra çizilen eğriye ilişkin eşitlik hesaplanır⁽⁵⁵⁾.

Bu yöntem hesaplamada kolaylık göstermesine rağmen objektif olmamaktadır. Aynı verilere ait farklı kişiler tarafından çizilen ve en doğru olduğu düşünülen doğru ya da eğriler farklı olabilmektedir. Yalnızca kabaca yapılması yeterli görülen bir tahmin kararı için, basit ve sade bir yöntemdir.

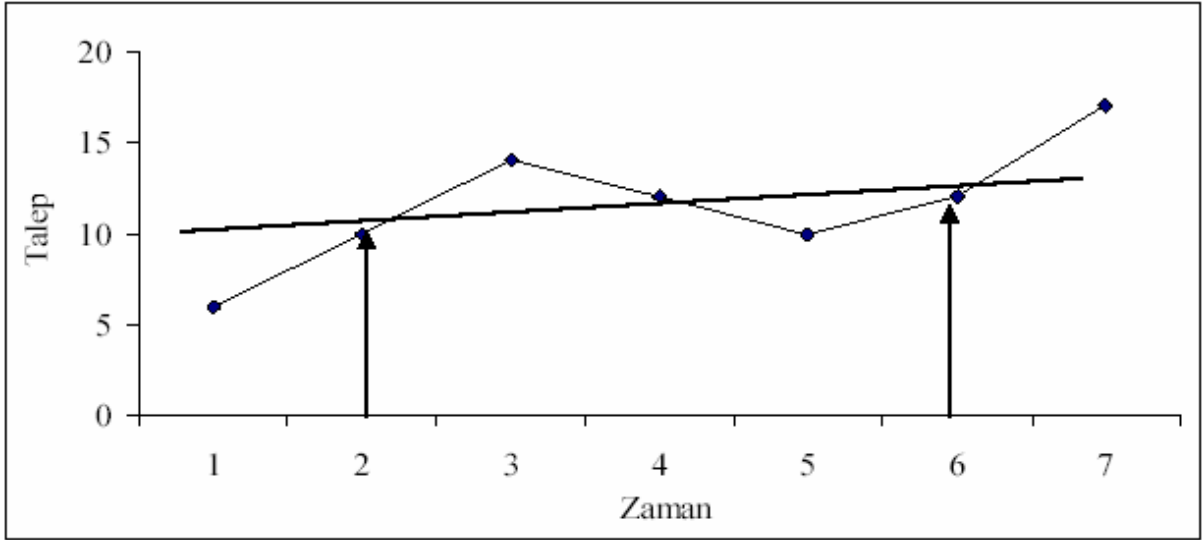


Şekil 2.19 Elle çizme yöntemi grafiği⁽³³⁾

2.14.4.2. Yarım Ortalama Yöntemi

Bu metoda göre inceleme konusu olan zaman serisi gözlem sayısı itibariyle iki eşit kısma bölünür ve her kısımdaki gözlemler için birer aritmetik ortalama hesaplanır. Bu ortalama değerleri grafiğe işaretlendikten sonra araları bir doğru ile birleştirilerek bir trend doğrusu elde edilir.

İncelenen örneğin (serinin) gözlem sayısının tek veya çift sayıda olmasına göre yapılan işlem değişiklik gösterir. Seri çift sayılı ise, seri eşit olarak tam ortadan iki parçaya ayrılır. Seri tek sayılı ise, tam ortadaki eleman dikkate alınmadan seri iki eşit parçaya ayrılır⁽⁵⁷⁾.



Şekil 2.20 Yarım ortalama yöntemi grafiği⁽⁵⁷⁾

Yarım ortalama yönteminin dezavantajları⁽⁵⁸⁾;

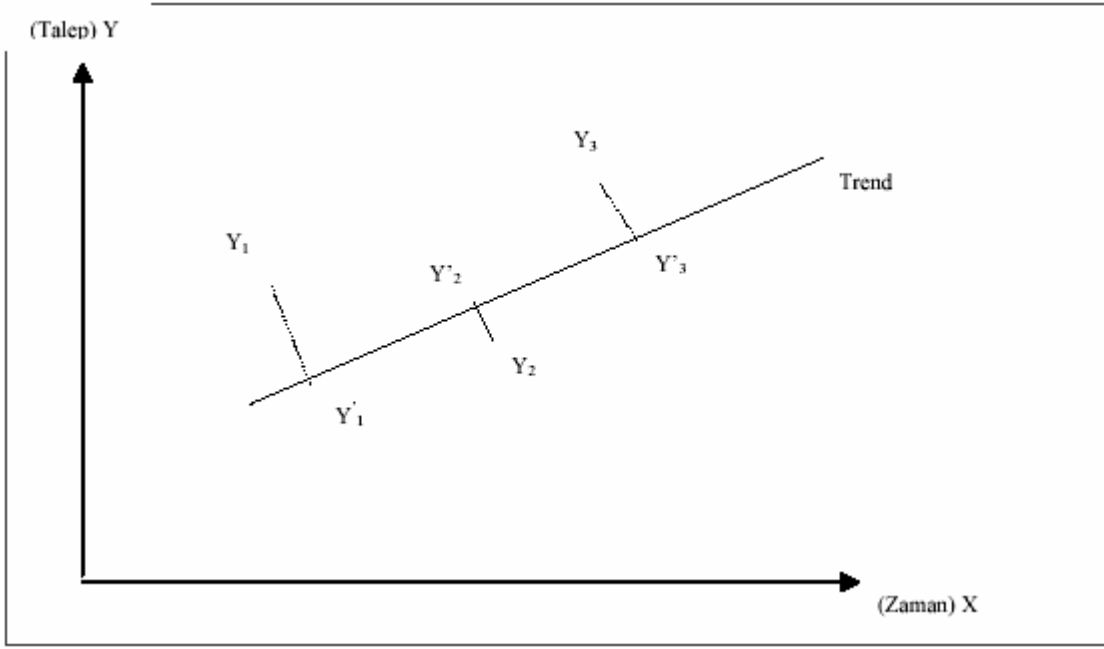
1. Yöntem trendin doğrusal varsayımına dayandırılmaktadır ancak trend doğrusal olmayabilir.
2. Serinin her iki kısmında mevsimsel dalgalanmaların etkisinin aynı olduğu varsayılmaktadır. Zaman serilerinde bu durum çoğu zaman gerçeğe uymayabilir.

2.14.4.3. En Küçük Kareler (Regresyon) Yöntemi

Regresyon yönteminde, iki değişken arasında bir ilişki olduğunu kabul edilerek, değişkenlerden birinin bağımsız (bağımsız değişken) aldığı değer karşısında diğerinin (bağımlı değişken) alacağı değerin hesaplanmasıyla tahminde bulunmaktadır.

Kantitatif modellerdeki parametrelerin tayininde kullanılan yaygın, pratik ve güçlü bir tahmin metodudur⁽⁵⁹⁾. Modelin bilinmeyen parametrelerini tahmine izin verir. Trendi hesaplamak için çok uygun bir yöntemdir⁽⁶⁰⁾.

Gerçek gözlem noktalarına en iyi uyan doğru ya da eğrinin yerleştirilmesinde objektif bir yöntem olarak, en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. En küçük kareler, veri noktalarına bir doğru ya da eğri oturtulmasını sağlayan matematiksel bir yöntemdir. Bu noktalara en iyi oturan doğru ya da eğrinin özelliği; tüm dikey sapmaların toplamının (tahmin hatasının) sifıra eşitlemesi ve tüm dikey sapmaların karelerinin toplamını minimize etmiş olmasıdır. Bu yöntemle elde edilen doğru denklemi, bağımlı değişken değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak en iyi doğrudur. başka bir deyişle, diğer herhangi bir doğruya kıyasla, işaretli noktalar arasına en iyi oturan doğru olma özelliğini taşımaktadır.



Şekil 2.21 En küçük kareler yöntemi⁽⁴⁶⁾

Trendin tespitinde yaygınlıkla kullanılan bu yöntemin esası zaman ile gözlem sonuçları arasında fonksiyonel bir ilişki kurmaktır. Bu fonksiyonel ilişki doğrusal veya eğrisel olabilir. En Küçük Kareler Yöntemi'nin uygulanması için, eldeki zaman serisinin grafiği çizilerek bu grafiğin gelişme yönüne en uygun fonksiyon tipi seçilir. Sonra bu fonksiyon tipinin gözlem sonuçlarından en az ayrılan eşitliği bulunur. Fonksiyon tipinin seçiminde ele alınması gereken hususlar şunlardır⁽⁴⁶⁾:

1. Gelişme yönünü değiştirmeyen, devamlı olarak artma ve azalma eğilimi gösteren serilerden, artış veya azalış aşağı-yukarı sabit görünenlere doğru fonksiyonu ($Y = a + bx$), artış ve azalış oranı sabit gibi görünenlere üstel fonksiyon ($Y = ab^x$) uygundur.
2. Grafiğin seyrinde bir yön değiştirme, mesela önce bir yükselme, sonra bir alçalma varsa doğru ve üstel fonksiyon esas tutulmaz. Bunlar yerine şekli böyle bir değişimi yansıtmaya elverişli olan parabol fonksiyonu ($Y = a + bx + cx^2$) seçmek gerekir.

3. Gözlem sonuçlarına göre çizilen grafik iki esaslı kıvrılma görülüyorsa, mesela eğri önce yükselirken sonra alçalıyor, artınca yine yükseliyorsa, kübik fonksiyon ($Y = a + bx + cx^2 + dx^3$) kullanılır.

4. Üçüncü dereceden daha yüksek fonksiyonlu kullanılamaz.

Bağımsız değişken X ile bağımlı değişken Y arasındaki genel regresyon eşitliği;

$$Y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n + \varepsilon \quad (2.38)$$

şeklinde yazılır. Burada b_0, b_1, \dots, b_n bilinmeyen parametrelerdir. Rasgele hata olan ε , sıfır ortalama ve sabit standart sapmaya sahiptir. Regresyon modelinin en basiti, bağımlı değişkenin zaman içerisinde doğrusal olarak değiştiğinin varsayıldığı modelidir. Bu modelin matematiksel ifadesi;

$$Y' = a + bx \quad (2.39)$$

olarak tanımlanır. a ve b sabitleri, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki farkların karesinin toplamını minimum kılmaya çalışan en küçük kareler yöntemi esas alınarak, zaman serisi verilerinin kendisinden elde edilir. (Y_i, X_i) , zaman serisini gösteren verinin i . noktasını gösteriyorsa ve

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \quad (2.40)$$

gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki sapmaların karesinin toplamı

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

olarak tanımlanırsa, S seklindeki fonksiyonu minimum bulmak için a ve b 'ye göre kısmi türevini almak ve bunları sıfıra eşitlemek zorunluluğu doğar. Kısmi türevleri a ve b 'ye göre almamızın sebebi S 'nin a ve b gibi iki değişken fonksiyonunun olmasıdır⁽⁵³⁾.

Burada Eşitlik 2.40 ve Eşitlik 2.41 göz önünde bulundurulmalıdır;

$$\frac{\delta^2 S}{\delta a^2} = 2n > 0$$

$$\frac{\delta^2 S}{\delta b^2} = 2 \sum x_i^2 > 0$$

(2.41)

Yani ikinci kısmi türevleri de pozitiftir. Hesaplama adımlarında kullanılan eşitlikler Eşitlik 2.42'de toplu halde gösterilmiştir.

$$S = \Sigma(Y - a - bx)^2$$

$$\frac{d^2}{da} = 2\Sigma(Y - a - bx)(-1) = 0$$

$$2\Sigma(-Y + a + bx) = 0$$

$$\Sigma(-Y + a + bx) = 0$$

$$-\Sigma Y + na + b\Sigma x = 0$$

$$\Sigma Y = na + b\Sigma x$$

(2.42)

$$\frac{d^2}{db} = 2\Sigma(Y - a - bx)(-x) = 0$$

$$2\Sigma(-XY + ax + bx^2) = 0$$

$$\Sigma(-XY + ax + bx^2) = 0$$

$$-\Sigma XY + a\Sigma x + b\Sigma x^2 = 0$$

$$\Sigma XY = a\Sigma x + b\Sigma x^2$$

En son elde edilen eşitliği pratik olarak şu şekilde bulabiliriz. İlk olarak, veri sayısı kadar olmak üzere Eşitlik 2.43, Eşitlik 2.44 ve Eşitlik 2.45'i yazalım.

$$Y_1 = a + bx_1 \quad (2.43)$$

$$Y_2 = a + bx_2 \quad (2.44)$$

· ·
· ·
· ·

$$Y_n = a + bx_n \quad (2.45)$$

Eşitlik 2.43, 2.44 ve 2.45'i taraf tarafa topladığımızda;

$$\Sigma Y = na + b \Sigma x \quad (2.46)$$

Eşitlik 2.46 elde edilir. Bu defa Eşitlik 2.43, 2.44 ve 2.45'in her birini kendi x değeri ile çarpalım:

$$X_1 Y_1 = ax_1 + b x_1^2 \quad (2.47)$$

$$X_2 Y_2 = ax_2 + b x_2^2 \quad (2.48)$$

$$X_n Y_n = ax_n + b x_n^2 \quad (2.49)$$

Elde ettiğimiz Eşitlik 2.47, 2.48 ve 2.49'u taraf tarafa topladığımızda ise:

$$\Sigma XY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 \quad (2.50)$$

Eşitlik 2.50'ye ulaşılır.

Eşitlik 2.42 – Eşitlik 2.50 eşitlikleri doğru fonksiyonuna ait normal denklemlerdir. Parabol fonksiyonu ile kübik ve üstel fonksiyonları ilişkin normal eşitliklerde de aynı şekilde bulunabilir.

Doğru fonksiyonuna ilişkin normal eşitlikler Eşitlik 2.51 ve Eşitlik 2.52'de gösterilmiştir:

$$\Sigma XY = na + b\Sigma x \quad (2.51)$$

$$\Sigma XY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 \quad (2.52)$$

Eşitlik 2.51 ve Eşitlik 2.52'den a ve b katsayıları elde edilir:

$$a = \frac{\Sigma Y - b\Sigma x}{n} \quad (2.53)$$

$$b = \frac{n\Sigma XY - \Sigma Y . \Sigma X}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad (2.54)$$

Eşitlik 2.53 ve Eşitlik 2.54'te yer alan Y 'ler gözlem sonuçlarını X 'ler yılları, n 'ler ise gözlem sayısını ifade eder. X 'lerin, 1991-1992 gibi rakamlarla ifade etme zorunluluğu yoktur. Yıllar yerine 0 veya 1 ile başlayan ve aralarındaki farklar korunarak değerleri buna göre düzenlenen rakamlar yazılabilir⁽⁴⁰⁾.

2.14.4.3.1. Tahminin Standart Hatası

Bir zaman serisinin En Küçük Kareler Yöntemi ile bulunan trendi, gözlem sonuçlarının arasından geçer. Dolayısıyla genellikle $Y = Y'$ dür. Gözlem sonuçları ile teorik değerler arasındaki farka tahmin hataları adı verilir. Tahmin hatalarının ortalama bir ölçüsü, standart sapmaya benzer şekilde elde edilebilir.

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - Y')^2}{n}} \quad (2.55)$$

Tahminin standart hatasına ilişkin Eşitlik 2.55'ten $n > 30$ olduğunda yararlanılır. Buna karşılık $n < 30$ olduğunda eşitlikte değişiklik yapmamız gerekir. Serbestlik kavramı ile açıklanabilecek bu değişiklik, k tahmin edilen parametre sayısını belirtmek üzere, eşitliklerde n yerine $n - k$ konulması suretiyle gerçekleşir. Böylece trendin doğrusal olması halinde oluşacak yeni eşitlik Eşitlik 2.56'da belirtilmiştir:

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - Y')^2}{n - 2}} \quad (2.56)$$

Ayrıca ikinci dereceden trend eşitliği söz konusu olduğunda ise eşitlik, Eşitlik 2.57'de gösterildiği gibi oluşturulur;

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - Y')^2}{n - 3}} \quad (2.57)$$

Fonksiyon tipi seçilirken zaman serisinin düzgün bir grafiği çizilir ve bu grafiğin genel gidişinin bir doğruya mı yoksa eğriye mi uyduğu, eğriye uygun ise derecesinin ne olduğu konusunda karar verilir⁽⁴⁶⁾.

2.14.4.3.2. Determinasyon ve Korelasyon

Determinasyon katsayısı (R^2) belirginlik katsayısıdır, tahminin bütünlük ile güçlülüğünü ölçer. Bağımlı değişkenlerdeki değişmelerin modeldeki açıklayıcı değişkenlerdeki değişmeler ile açıklanabilme oranını verir.

Bu katsayı, açıklayıcı değişkenlerin doğrusal etkisi tarafından açıklanan bağımlı değişkenin varyansının toplam varyansa oranıdır ve $0 < R^2 < 1$ söz konusudur.

Açıklayıcı değişken sayısı arttıkça R^2 artacak ve 1'e yaklaşacaktır. Determinasyon katsayısının hesaplanması Eşitlik 2.58'deki gibidir⁽⁶⁰⁾;

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i')^2}{\sum_{i=1}^n Y_i^2} \quad (2.58)$$

Korelasyon çalışmasıyla; bağımlı ile bağımsız değişken arasında, veriler doğrultusunda ne derece sıkı bir ilişki bulunduğu ortaya çıkarılır.

İncelenecek ilişkinin yönünün, derecesinin ve anlamlılığının tayini korelasyon ile mümkündür⁽⁵⁷⁾. İki olayın değişimlerinde ne dereceye kadar uygunluk olduğunu belirler.

Korelasyon katsayısı (R), birden fazla açıklayıcı değişken olduğunda, açıklanan değişken ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini izah eder⁽⁴⁰⁾.

Korelasyon katsayısının hesabı determinasyon katsayısı (R^2) ile bağımlıdır. Hesaplanmış olan determinasyon katsayısı R^2 değerinin karekökü alındığında elde edilen yeni değer korelasyon katsayısıdır. Korelasyon katsayısının hesaplanması eşitlikleri Eşitlik 2.59, Eşitlik 2.60 ve Eşitlik 2.71’de gösterilmiştir;

$$R = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y'_i)^2}{\sum_{i=1}^n Y_i^2}} \quad (2.59)$$

$$R = \pm \sqrt{\frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2} \cdot \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}} \quad (2.60)$$

$$R = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y}')^2}{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}} \quad (2.61)$$

Tüm korelasyon katsayıları veri sayısı arttıkça daha güvenilir sonuçlar verirler. Bu katsayılar iki değişkenin birbirinden etkilendiğini gösterir ancak hangisinin diğerini etkilediğini belirleyemezler.

Katsayının değeri +1 ile -1 arasında değişir. Sonucun pozitif çıkması ilişkinin pozitif, negatif çıkması ilişkinin negatif olduğunu gösterir. Eğer korelasyon katsayısı sifıra yakın bir değer alırsa ilişki yoktur.

Katsayı sifır olur ise değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Ancak her şeye rağmen ilişkiyi belirleyecek bir üst sınır söylemek mümkün olmamaktadır. Bir katsayıyı yorumlarken olayın mantığını göz önünde bulundurmak daima gereklidir.

2.14.4.3.3. En Küçük Kareler Yöntemi'nin Fayda ve Sakıncaları

Bu yöntem, zaman serilerinin yapısal analizleri ile konjonktürel dalgalanmalarının hesaplanmasında bir takım yararlar ve sakıncalar da oluşturur.

Yararları, seriye ait değerlerden hiç kayıp olmaz, eğilim tahmini yalnızca grafikteki dalgalanmalara göre yapılabilir. Sakıncaları; trend tipi seçiminde subjektif davranış araştırmacıyı yanıltabilmektedir. Saptanan trend serideki terimlerin değişmelerine tam olarak uyum sağlamaz ancak yönünü gösterir.

Trend saptamada dikkatsizlik yanlış sonuçlar doğurur. Yanlış sonuçların yorumu da yanlış olur⁽⁵²⁾.

2.15. Tahmin Hataları

Tahmin modellerinin başarısının izlenmesi ve denetlenmesi önemlidir. Tahmini talep ile gerçekleşen talep arasındaki farka eşit olan tahmin hataları, tahmin yöntemlerinin etkinliğini ölçmemizi sağlar. Tahmin hatalarının nedenlerini, tesadüfî ve tesadüfî olmayan nedenler olarak iki grupta incelemek mümkündür. doğru değişkenlerin içermemiş olması, değişkenler arasında yanlış ilişkilerin kullanılması, hatalı trend doğrusunun kullanılması, mevsimlik etkilerin göz önüne alınmaması gibi nedenler, tesadüfî değildirler ve bunlar, hataya süreklilik kazandırır. Diğer taraftan, kullanılan tahmin modeli tarafından açıklanamayan hatalar, tesadüfî olarak kabul edilirler⁽⁶¹⁾.

2.15.1. Tahmin Hataları İçin Standart İstatistiksel Ölçüler

Y_t , t döneminde gerçekleşen talep değeri ve F_t aynı zamandaki tahmin değeri ise t dönemindeki tahmin hatası (e_t) Eşitlik 2.62 ile ölçülebilmektedir:

$$e_t = Y_t - F_t \quad (2.62)$$

$e_t = t$ dönemi tahmin hatası

$Y_t = t$ dönemindeki gözlem

$F_t = t$ dönemindeki tahmin

Zaman serisinde eğer n kadar zaman dönemi için gerçekleşen ve tahmin değeri var ise, n kadedar hata terimi olacaktır. Bu hataları ölçmek için bazı istatistiksel ölçüler

kullanılmaktadır. Bu ölçüler, Ortalama Hata (ME), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Hata Kare (MSE) olarak adlandırılmaktadır. Bu istatistiksel ölçüler için kullanılan eşitlikler Eşitlik 2.63, Eşitlik 2.64 ve Eşitlik 2.65'te gösterilmiştir:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t \quad (2.63)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (2.64)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (2.65)$$

Eşitlik 2.63, 2.64 ve 2.65'te;

ME = Ortalama Hata

MAE = Ortalama Mutlak Hata

MSE = Ortalama Hata Kare

$e_t = t$ dönemindeki hata

$n =$ dönem sayısı

Eşitlik 2.63 her bir dönem için gerçekleşen hataların ortalamasını hesaplamaktadır. Artı ve eksi hata değerleri birbirini yok edeceği için ME muhtemelen küçük bir değer olacaktır. ME ölçüsü, yalnızca, tahmin sapması olarak adlandırılan, tahmin değerlerindeki artı ya da eksi yöne doğru oluşmuş sistemli hareketleri göstermektedir. ME ölçüsü, tipik hataların büyüklükleri için çok fazla yeterli bilgi verememektedir.

MAE, her bir hata değerini pozitif yapmak için hatanın mutlak değerini almakta, bunları toplamakta ve ortalamasını almaktadır. Hataların birbirlerini yok etmemesi için benzer bir düşünce MSE de kullanılmaktadır. MSE, hataların karelerini alarak pozitif değer elde etmekte, bunları topladıktan sonra ortalamalarını almaktadır. MAE ile hatalar daha kolay ifade edilme yeteneğine sahiptir. MSE ise aynı yeteneğe sahiptir ve istatistiksel hesaplamalarda sıkça kullanılmaktadır.

Bu istatistik ölçülerinin her biri zaman serilerinin uzunluğuna bağlı olarak, tahmin hatalarını farklı matematiksel değerlerle ifade etmektedir. Bu yüzden, farklı zaman serileri için, ölçüleri birbirleri ile karşılaştırmak mümkün olmamaktadır. Örneğin, bir ürün talep tahminindeki 10 ME lik bir hata, 10 MAE lik bir hata değerinden tamamen farklıdır. Ölçülerin karşılaştırmasını yapmak için oranlı ya da yüzdellik hata ölçülerine ihtiyaç duyulmaktadır.

İstatistiksel hata ölçülerinin karşılaştırılması için gerekli bu hata ölçüsü eşitlik 2.66'da gösterilmiştir:

$$PE_t = \left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) \times 100 \quad (2.66)$$

$PE_t = t$ dönemindeki yüzde hata

ME ve MAE nin eşitlik 2.66'ya uyarlanması ile elde edilen yüzdellik hata ölçü eşitlikleri Eşitlik 2.67 ve Eşitlik 2.68'de gösterilmiştir:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n PE_t \quad (2.67)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad (2.68)$$

MPE = Ortalama Yüzde Hata

MAPE = Ortalama Mutlak Yüzde Hata

Eşitlik 2.67 tüm zaman dönemleri için yüzdeler hata hesaplamaktadır. Bu hataların ortalamasını alan Ortalama Yüzde Hata (MPE) değeri Eşitlik 2.68’de verilmektedir. ME değerinde olduğu gibi MPE değerinde de artı ve eksi yüzdeler hatalar birbirlerini yok edeceği için MPE değeri muhtemelen küçük bir değer olacaktır. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ise yüzdeler hataların mutlak değerleri toplamalarının ortalamasını almaktadır. MAPE de hata değerleri birbirlerini yok etmemekte ve tahminde oluşan tüm hata büyüklükleri kendilerini gösterebilmektedirler. Bu yüzden MAPE ölçüsü daha sık olarak hata ölçümleri için kullanılmaktadırlar.

Yüzdeler hata değerleri, tahmin sonuçlarının daha anlamlı olmasını sağlamak ve sonuçların yorumlanmasını daha kolay hale getirmektedir. Örneğin %5 lik bir MAPE değeri, 5 ya da 500 değerindeki bir MSE değerine göre daha kolay anlaşılacaktır.

Hataların yüzde olarak ifade edilmesi için uygulanan yöntemler için, serilerin anlamlı bir değer olarak başlaması bir zorunluluktur. Serideki gözlem değerleri sıfır değerini

almaması gerekmektedir. Eğer serideki gözlem değerleri sıfır değerini içeriyor ise bu sorun giderilmeli, gözlem değerlerine matematiksel dönüştürme işlemleri uygulanmalıdır. Seri sıfıra yakın değerleri içeriyor ise yüzdelik ölçüler sorunsuz uygulanabilmektedir⁽⁵⁰⁾.

2.15.2. Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması

2.15.2.1. Naive Forecast Yöntemi

Açıklanan istatistiksel ölçülerden hiç birisi, bir karşılaştırılma yapmak için tek başına iyi bir temel oluşturamamaktadırlar. Tahminlerde bir yöntemden elde edilen ölçünün diğer yöntemden elde edilen ölçüden daha küçük bir sayısal değer alması, küçük ölçülü yöntemin daha iyi olduğu anlamına gelmemektedir çünkü tahmin yöntemleri farklı hesaplama süreçleri izlemektedir⁽³⁴⁾. 5 sayısal bir değeri alan MSE ya da yüzdelik bir değer alan MAPE sonuçlarına bakarak tahmin başarısının iyi ya da kötü olduğunu söylemek zordur. Naive Tahmin (NF1) olarak adlandırılan ve karşılaştırmada kullanılan yöntem, Naive Yöntem'i başarısı ile daha gelişmiş yöntemlerin başarısını karşılaştırmayı temel almaktadır.

NF1 Yöntemi'nde üç asama bulunmaktadır. İlk olarak seriye Naive Yöntemi uygulanarak elde edilen sonuçlar ile Naive Yöntemi'ne ait MAE ve MAPE değerleri hesaplanır. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, Naive Yöntemi'nde en yeni gerçekleşen değer bir sonraki dönemin tahmin değeri olarak kabul edilmektedir.

İkinci aşamada, zaman serisi daha gelişmiş yöntem ya da yöntemler ile çözümlenerek bu yöntemlere ait MAE ya da MAPE değerleri hesaplanır. Üçüncü ve son aşamada ise Naive Yönteminden ve diğer gelişmiş yöntem ya da yöntemlerden elde edilen MAE ve MAPE hata ölçüsü ölçütlerinin karşılaştırılması yapılır. Bu karşılaştırma MAE ya da MAPE değerlerinin

direkt olarak elde edilmesinden daha sağlıklı olmaktadır çünkü böyle bir karşılaştırma ile yöntemlerde elde edilen yüzdelik hatalar yardımıyla, yöntemlerin birbirlerine olan üstünlükleri açığa çıkmaktadır.

2.15.2.2. Theil'in U İstatistiği

Hata değerlerinin karesini alarak büyük hataların üzerinde duran MSE hariç anlatılan tüm hata ölçüleri, gerçekleşen hatalara eşit ağırlıklar vermektedir. Tahminde oluşan büyük hatalara küçük hatalardan daha fazla ağırlık veren bir ölçünün kullanılması ile tahmin yönteminin uygunluğu hakkında bir sonuca ulaşılabilmektedir. Böyle bir özellikteki U istatistiği, Theil tarafından geliştirilmiştir. Theil'in U istatistiği hesaplanmasında kullanılan eşitlikler Eşitlik 2.69, Eşitlik 2.70 ve Eşitlik 2.71'de gösterilmiştir:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (FPE_{t+1} - APE_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (APE_{t+1})^2}} \quad (2.69)$$

$$FPE_{t+1} = \frac{F_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (2.70)$$

$$APE_{t+1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (2.71)$$

Eşitlik 2.69, 2.70 ve 2.71'de:

U = Theil'in U istatistiği

t = dönem

n = serideki toplam dönem sayısı

$FPE_{t+1} = t+1$ döneminde tahminin relatif değişimi

$APE_{t+1} = t+1$ döneminde gözlem relatif değişimi

Eşitlik 2.69, 2.70 ve 2.71'den U istatistiği Eşitlik 2.72'de gösterildiği gibi

hesaplanmaktadır:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{F_{t+1} - Y_t - Y_{t+1} + Y_t}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{F_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}} \quad (2.72)$$

Elde edilen U istatistiği değerine bakılarak tahmin yönteminin kullanımının uygun olup olmadığı hakkında bir karar verilebilir.

U değerinin 1'e eşit olması durumunda ($U = 1$), Naive Yöntemi, kullanılan diğer tahmin yöntemi ile aynı başarıya sahiptir.

U değerinin 1'den küçük olması durumunda ($U < 1$), kullanılan tahmin yöntemi, Naive Yöntemi'nden daha başarılıdır.

U değerinin 1'den büyük olması durumunda ($U > 1$), bir tahmin yönteminin kullanılmasına gerek yoktur çünkü Naive Yöntemi daha iyi sonuçlar vermektedir⁽⁵⁰⁾.

2.16. İzleme Sinyali

Talep azalıyor veya artıyor olabilir. Tahmin ortalamasının, talepte meydana gelen değişikliklere ayak uydurup uyduramadığını belirlemek üzere izleme sinyali kullanılmaktadır. İzleme sinyali, hata değerleri toplamlarının, ortalama mutlak hataya bölünmesiyle elde edilir.

$$\text{İzleme Sinyali} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - F_i|} \quad (2.73)$$

İzleme sinyalleri, bir tahminin, gerçek değerlere ne kadar yaklaştığını izlemenin bir yoludur. Bu sinyaller, birikimli sapmayı, ortalama mutlak sapma sayısı cinsinden ifade eder.

+4 şeklinde hesaplanan bir izleme sinyali, gerçek verilerin, tahminlerden +4 ortalama mutlak hata kadar daha büyük olduğunu gösterir. -5 şeklinde hesaplanan bir izleme sinyali, gerçek talep değerlerinin, tahmin modeliyle elde edilen tahmin değerlerinin (-5 ortalama mutlak sapma kadar) altında kaldığını ifade eder. İzleme sinyalleri için harekete geçme sınırları artı ve eksi yönde 3 ile 8 arasında değişmektedir. Sinyalin bu değerler dışına çıkması halinde, düzeltici önlem alınmalıdır. İzleme sinyalinin pozitif değerli olması halinde, tahminler yükseltilmeli, negatif değerli olması halinde düşürülmelidir⁽⁵⁶⁾.

İzleme sinyali değeri, modellere ilişkin yeni parametre değerlerinin oluşturulması ve böylelikle model başarısının artırılması için bir uyarı olarak kullanılabilir. Örneğin, Üssel Düzeltme Yöntemi'nde α değeri değiştirilebilir. İzleme sinyali için sınırların çok düşük

tutulması halinde, tahmin modelini parametrelerinin sık sık gözden geçirilmesi gerekecektir. Diğer taraftan, izleme sinyalinin sınır değeri çok yüksek belirlendiği takdirde, tahmin modelinin parametreleri yeterli sıklıkta değiştirilmeyecek ve tahminlerin doğruluğu düşecektir⁽⁶²⁾.

,

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması

Bu bölümde orta ölçekli bir işletme olan Yazaki Otomotiv Yan Sanayi ve Ticaret A.Ş.nde üretimi gerçekleştirilmekte olan ürüne uygulanan talep tahmin çalışması hakkında bilgi verilmiş ve bir önceki bölümde anlatılan talep tahmin yöntemleri bu ürüne uygulanmıştır. Uygulanan ürün araç içerisinde kullanılan elektrik kablo demeti olarak adlandırılmaktadır. Orta ölçekli bir işletme olan Yazaki Otomotiv Yan Sanayi ve Ticaret A.Ş.’den elde edilen ürüne ait Ocak 2005– Mart 2007 yıllarındaki aylık talep miktarı verileri göz önünde bulundurularak, ürüne ait verilerin, hangi talep tahmin yöntemi ile en uygun sonuçlar verdiği ve bu yöntemlerin kullanılmasıyla o ürün çeşidi için gelecek dönemlere ait talep tahminlerinin yapılması sağlanmaya çalışılmıştır. Ürün için en uygun talep tahmin yönteminin elde edilmesi ve bu yöntemler kullanılarak ürün çeşitleri için geleceğe ait üretim miktarı tahminlerinin yapılması ile işletmenin verimliliğinin artırılması, zaman, para, işgücü vb. gibi işletme için hayati önem taşıyan kaynakların israf edilmesini önleyip, kaynak etkinliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Bu tahminlerin yapılması için aşağıda belirtilen işlemler gerçekleştirilmiştir:

1. Ürün için Ocak 2005– Mart 2007 yıllarına ait olan aylık talep miktarları belirlenmiştir.
2. Elde edilen verilere Minitab 14 istatistik paket programı yardımıyla aşağıdaki talep tahmin yöntemleri uygulanmıştır:

2.1 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi

- 2.2 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi
- 2.3 Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi
- 2.4 Tek Üssel Düzeltme Yöntemi
- 2.5 Holt'un doğrusal Yöntemi
- 2.6 Çarpımsal Dönemli Holt-Winters Yöntemi
- 2.7 Toplamsal Dönemli Holt-Winters Yöntemi
- 2.8 Regresyon Yöntemi.

3. Uygulanan yöntemlerden elde edilen sonuçlar, grafik ve özet tablolar haline getirilmiştir.

4. Uygulanan yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırılması ve en uygun tahmin yönteminin belirlenmesi amacıyla Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Hata Kare (MSE) gibi hata ölçütlerinin değerleri belirlenmiştir.

5. Her bir ürün çeşidi için en uygun yöntem seçilmiş, yöntemden elde edilen sayısal veriler yorumlanmıştır.

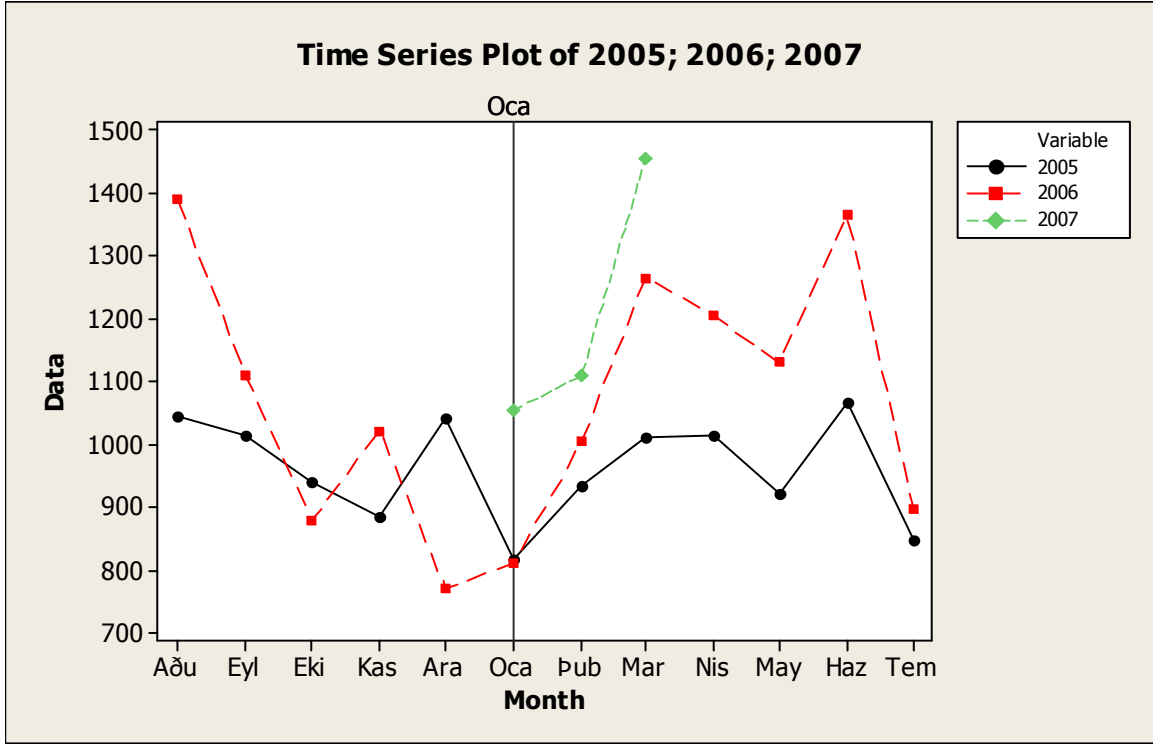
Ürün için Ocak 2005– Mart 2007 yıllarına ait gerçekleşen aylık talep miktarları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Şekil 3.2'de ise, Çizelge 3.1'deki verilerden elde edilen zaman serisi grafiğini göstermektedir. Şekil 3.1 incelendiğinde, Ürün için Ocak 2005– Mart 2007 yıllarındaki aylık taleplerin zaman içerisinde artan doğrusal bir trende sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Ürün için Çizelge 3.1'deki veriler ve bir önceki bölümde verilen Eşitlik 2.7 kullanılarak, Minitab 14 istatistik paket programı yardımıyla, 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi uygulanmıştır. Eşitlik 2.7'de kullanılması gereken k değeri, 3 olarak belirlenmiştir. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yönteminden elde edilen tahmin sonuçları ve ürüne ait gerçekleşen talep miktarlarının karşılaştırmalı grafiği Şekil 3.2'de gösterilmiştir:

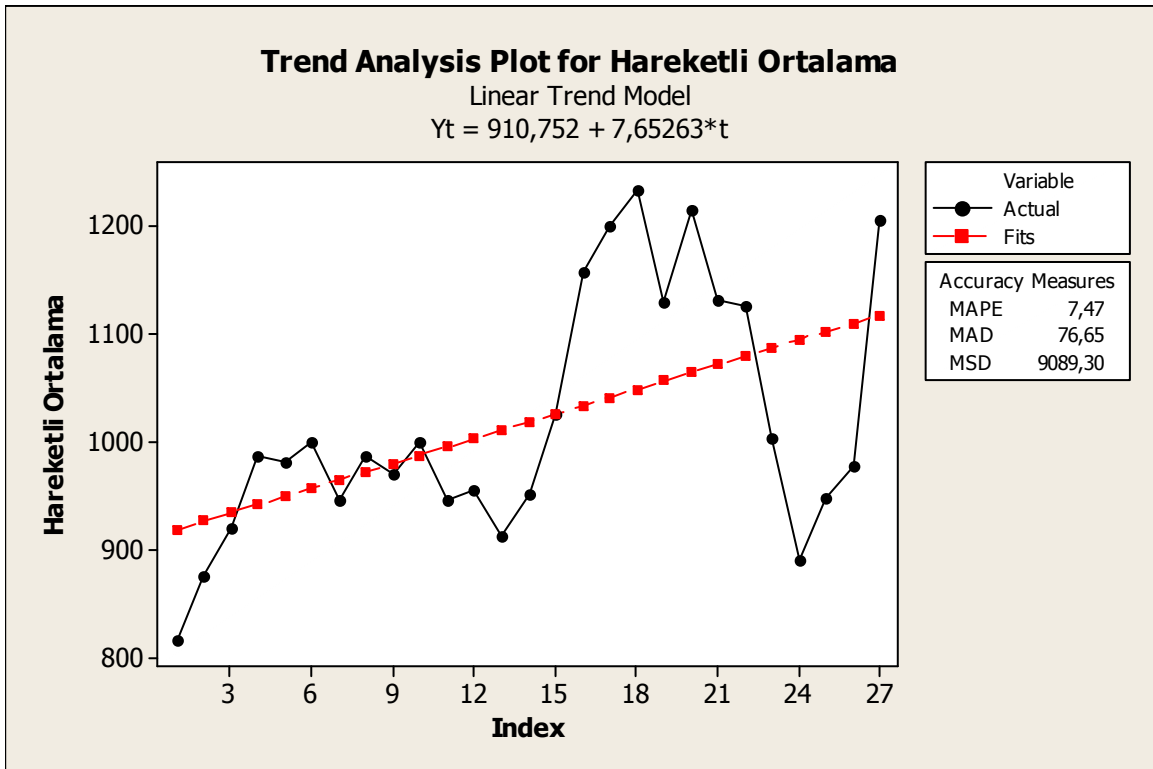
Çizelge 3.1 Ürün için Ocak 2005– Mart 2007 yılları arasında gerçekleşen talep

Birim : adet

AYLAR	YILLAR		
	2005	2006	2007
OCAK	815	810	1053
ŞUBAT	934	1003	1110
MART	1010	1265	1454
NİSAN	1013	1204	-
MAYIS	920	1130	-
HAZİRAN	1066	1364	-
TEMMUZ	848	896	-
AĞUSTOS	1045	1389	-
EYLÜL	1013	1109	-
EKİM	940	878	-
KASIM	885	1021	-
ARALIK	1040	769	-



Şekil 3.1 Ürün için zaman serisi grafiği



Şekil 3.2. Ürün için 3 aylık hareketli ortalama grafiği

Ürün ve diğer ürünler için uygulanan tahmin yöntemlerinin uygunluğunu belirlemede yardımcı olacak hata ölçütleri değerleri için Eşitlik 2.64, 2.65 ve 2.68 kullanılmıştır. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi için bu eşitliklerden elde edilen hata değerleri ve son 12 aylık yöntem sonuçları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir:

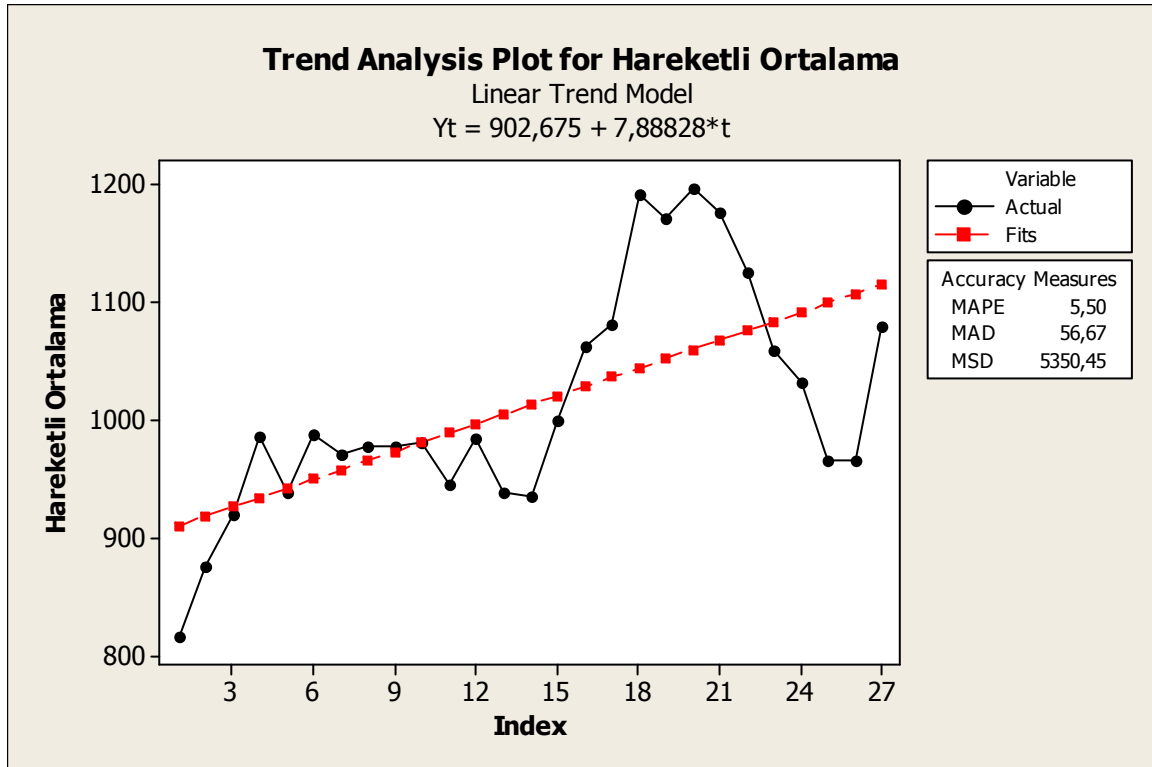
Eşitlik 2.7’deki k değeri bu defa 5 alınarak, Ürün talep değerlerine 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi uygulanmıştır. Gerçekleşen talep değerleri ile 5 Aylık Hareketli Ortalama Yönteminden elde edilen tahmin değerlerinin karşılaştırmalı grafiği Şekil 3.3’de gösterilmiştir. 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi için elde edilen hata değerleri ve son 12 aylık yöntem sonuçları ise Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Ortalama yöntemlerinden son olarak Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi, Ürün verilerine uygulanmıştır. Bu yöntemde daha önceki bölümde anlatıldığı gibi ortalamaya dâhil edilen dönemlere belirli ağırlıklar verilmiştir ve yöntemin uygulanmasında Eşitlik 2.11 kullanılmıştır.

Çizelge 3.2 Ürün için 3 aylık hareketli ortalama sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Hareketli Ortalama	Tahmin Hatası
1	815	816	-1
2	934	875	59
3	1010	920	90
4	1013	986	27
5	920	981	-61
6	1066	1000	66
7	848	945	-97
8	1045	986	59
9	1013	969	44
10	940	999	-59
11	885	946	-61
12	1040	955	85
MAE	76,65		(Yukarıda sunum amacıyla 2006 Yılı gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır)
MSE	9089,30		
MAPE	7,47		
	k=3		



Şekil 3.3. Ürün için 5 aylık hareketli ortalama grafiği

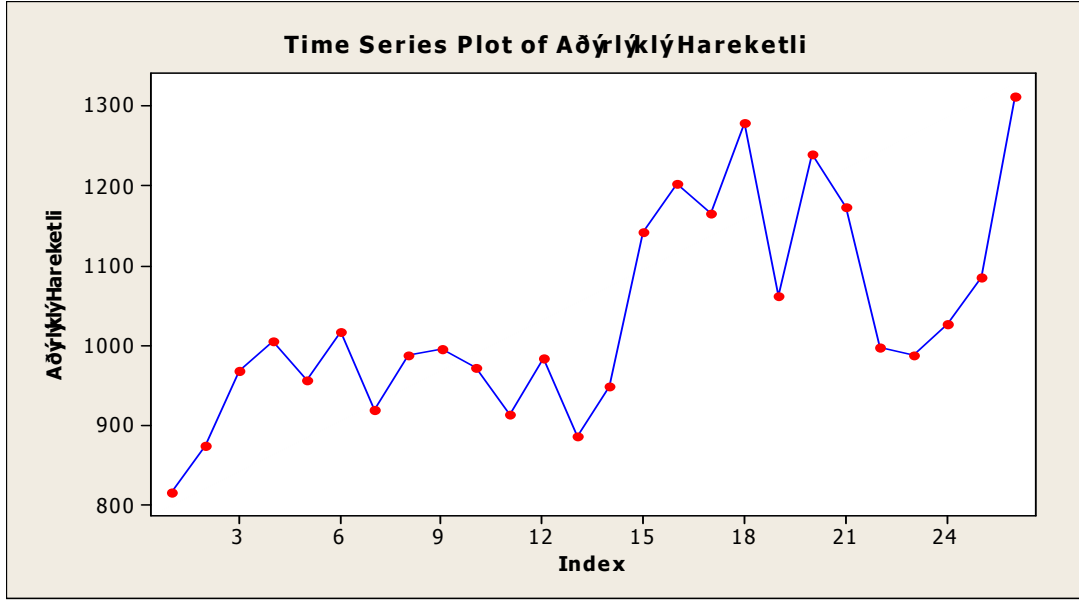
Çizelge 3.3 Ürün için 5 aylık hareketli ortalama sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Hareketli Ortalama	Tahmin Hatası
1	815	816	-1
2	934	875	59
3	1010	920	90
4	1013	986	27
5	920	938	-18
6	1066	988	78
7	848	971	-123
8	1045	978	67
9	1013	978	35
10	940	982	-42
11	885	946	-61
12	1040	984	56
MAE	56,67		(Yukarıda sunum amacıyla 2006 yılı gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır)
MSE	5350,45		
MAPE	5,50		
	$k=3$		

Eşitlik 2.11’de belirtilen k değeri olarak 3 belirlenmiştir. Yani Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemine dâhil edilen dönem sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Yine Eşitlik 2.11’de belirtilen ağırlık katsayıları (w_i) olarak, gerçekleşen en yeni talep değerine 0,6, bu değerden bir önceki talep değerine 0,3, yönteme dâhil edilen dönemler içindeki gerçekleşen en eski talep değerine ise 0,1 ağırlık katsayısı verilmiştir. Gerçeklesen talep değerleri ile Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yönteminden elde edilen tahmin değerlerinin karşılaştırmalı grafiği Şekil 3.4’de gösterilmiştir:

3 Aylık Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi için elde edilen hata değerleri ve 2006 yılı yöntem sonuçları ise Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Ürün için ağırlıklı aylık hareketli ortalama grafiği

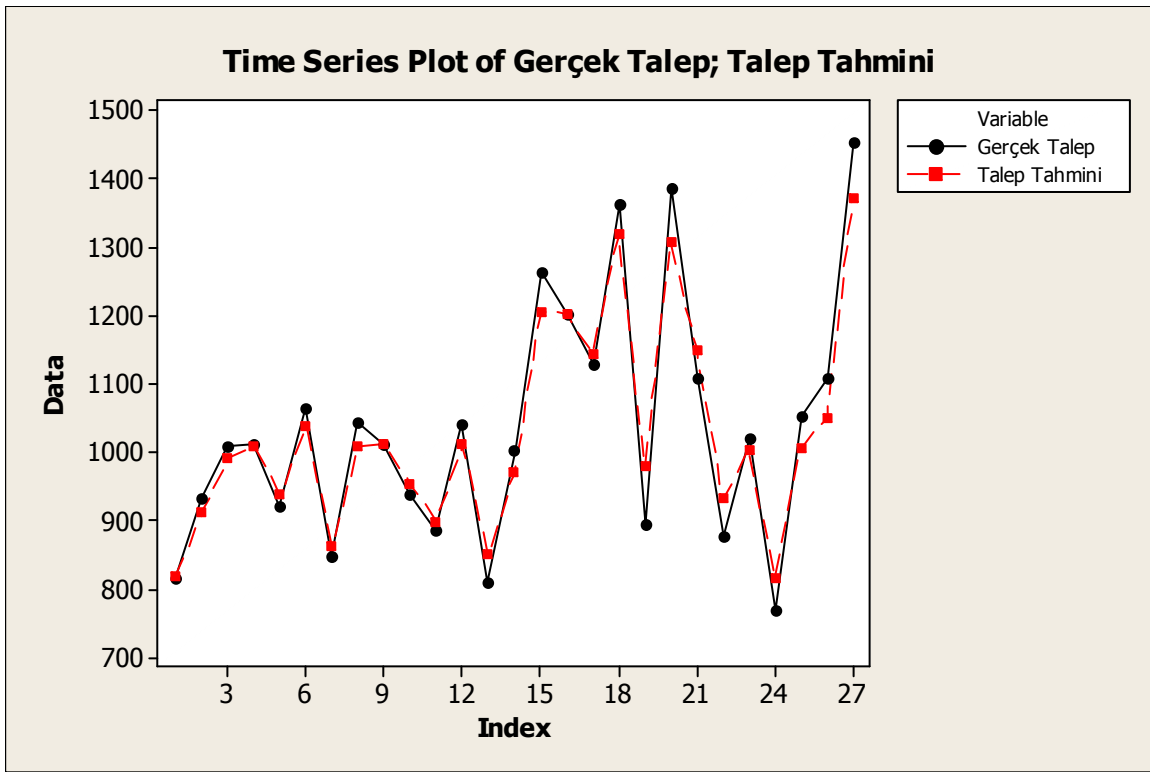
Çizelge 3.4 Ürün için ağırlıklı hareketli ortalama sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Ağırlıklı Hareketli	Tahmin Hatası
1	815	816	-1
2	934	875	59
3	1010	967	43
4	1013	1004	9
5	920	957	-37
6	1066	1017	49
7	848	920	-72
8	1045	988	57
9	1013	996	17
10	940	972	-32
11	885	914	-29
12	1040	984	56
MAE	82,03	(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)	
MSE	9224,17		
MAPE	7,77		
	$k=3$		
	$w_1=0,6$		
	$w_2=0,3$		
	$w_3=0,1$		

Ürün talep tahmini için ortalamalar yöntemleri uygulandıktan sonra bir başka tahmin yöntemi olan ve ayrıntıları Bölüm 2’de anlatılan Üssel Düzeltme Yöntemleri ürüne uygulanmıştır.

Eşitlik 2.12 kullanılarak Tek Üssel Düzeltme Yöntemi ile Ürün için talep tahmin sonuçları elde edilmiştir. Üssel Düzeltme yöntemi için gerekli α katsayısının optimum değeri Minitab 14 istatistik paket programı ile 0,8 olarak belirlenmiştir. Tek Üssel Düzeltme ve gerçek talep değerlerinin karşılaştırmalı grafiği Şekil 3.5’de görülmektedir:



Şekil 3.5 Ürün için tek üssel düzeltme grafiği

0,8 α katsayılı ve ilk tahmin değeri olarak (F_0) gerçekleşen ilk talep değeri (Y_0) kabul edilmiş Tek Üssel Düzeltme Yöntemi için elde edilen hata değerleri ve son 12 aylık yöntem sonuçları ise Çizelge 3.5’de gösterilmiştir.

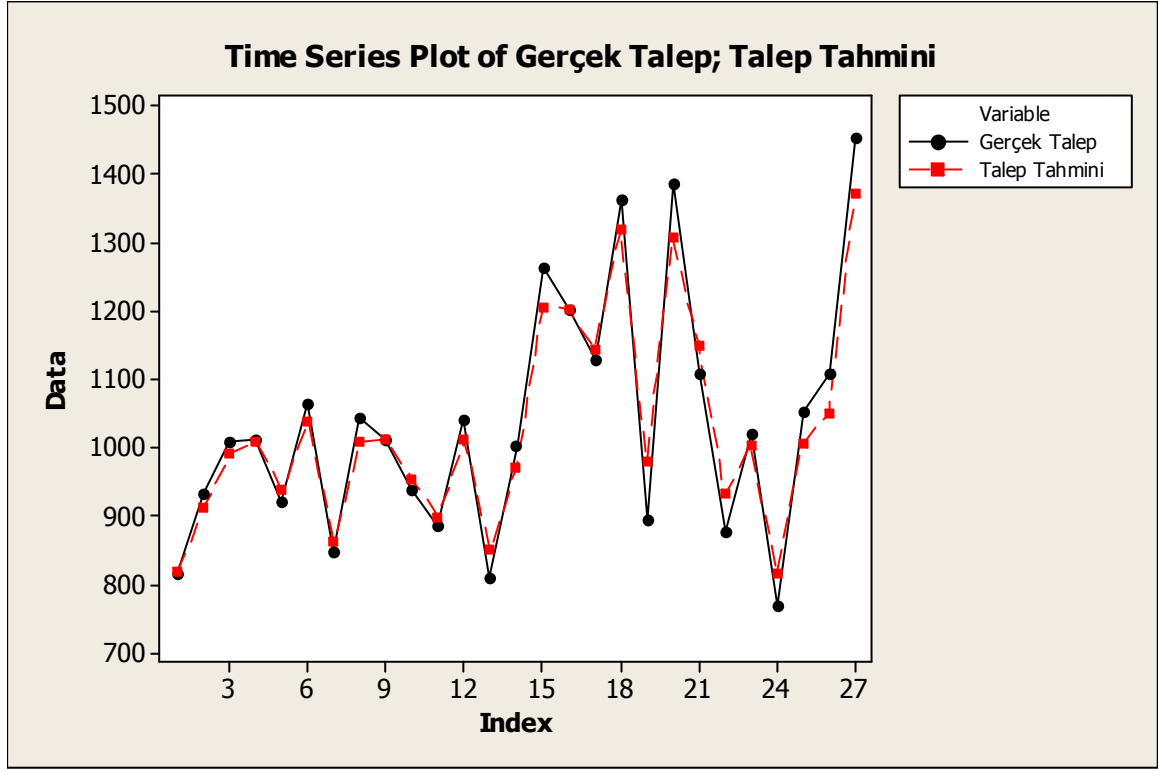
Ürün için zaman serisi grafiğinde görülen trendin etkisini de, tahminde hesaba katmak için ürüne Holt'un Doğrusal Yöntemi (Çift Üssel Düzeltme Yöntemi) uygulanmıştır. Hesaplamalar için Eşitlik 2.16, 2.17 ve 2.18 kullanılmıştır. Minitab 14 istatistik paket programı, Eşitlik 2.16'daki α katsayısı optimum değerini 1,00, Eşitlik 2.17'deki β katsayısı optimum değerini ise 0,01 olarak belirlenmiştir. Şekil 3.6 Holt'un Doğrusal Yöntemi tahmin değerleri ile gerçek talep değerlerinin karşılaştırmalı grafiğini göstermektedir:

Çizelge 3.5 Ürün için tek üssel düzeltme yöntemi sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Tahmin Talebi	Tahmin Hatası
1	815	819	-4
2	934	912	22
3	1010	991	19
4	1013	1009	4
5	920	938	-18
6	1066	1037	29
7	848	862	-14
8	1045	1008	37
9	1013	1012	1
10	940	954	-14
11	885	899	-14
12	1040	1012	28
MAE	24,02		(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)
MSE	866,06		
MAPE	12,0		
	$\alpha = 0,8$		

1,00 α ve 0,01 β katsayılı, ilk tahmin değeri olarak (F_0) gerçekleşen ilk talep değeri (Y_0) kabul edilmiş Çift Üssel Düzeltme Yöntemi için elde edilen hata değerleri ve son 27 aylık yöntem sonuçları ise Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Ürün için çift üssel düzeltme yöntemi grafiği

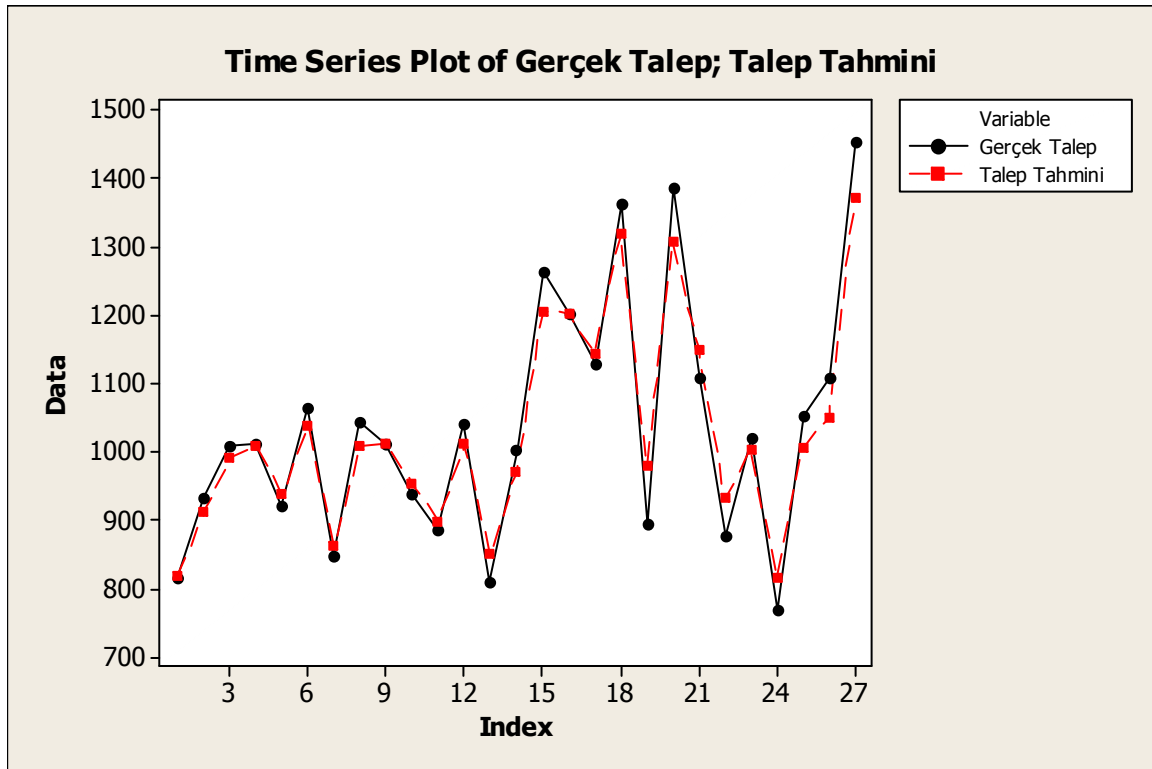
Çizelge 3.6 Ürün için çift üssel düzeltme yöntemi sonuçları

Birim : adet

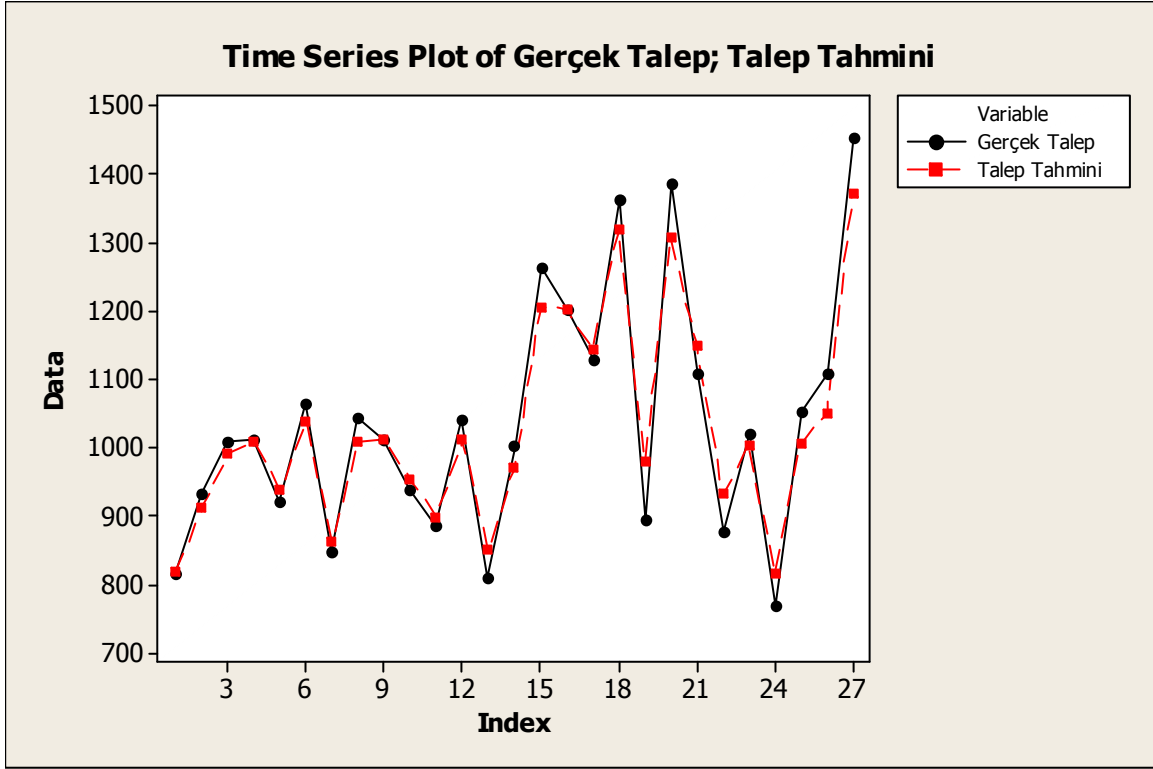
Aylar	Gerçek Talep	Üssel Düzeltme	Temel Düzey	Trend	Tahmin Talebi	Tahmin Hatası
1	815	816	816	10	821	-6
2	934	935	935	10	908	26
3	1010	1010	1010	10	1001	9
4	1013	1013	1013	10	1005	8
5	920	920	920	10	943	-23
6	1066	1065	1065	10	1043	23
7	848	848	848	10	854	-6
8	1045	1045	1045	10	998	47
9	1013	1012	1012	10	1010	3
10	940	941	941	10	947	-6
11	885	885	885	10	888	-3
12	1040	1040	1040	10	1032	-8
MAE	57,58					
MSE	4398,14					
MAPE	6,17					
	$\alpha = 1$					
	$\beta = 0,01$					
	$F_0 = 76$					

(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)

Üssel Düzeltme Yöntemlerinden olan Çarpımsal Dönemselli Holt-Winters Yöntemi sonuçları ile birlikte gerçekleşen talep değerleri Şekil 3.7’de gösterilmiştir. Çarpımlı Dönemselli Holt-Winters Yönteminin uygulamasında kullanılan Eşitlik 2.19 için gerekli olan α sabiti 0,8, Eşitlik 2.20 için gerekli olan β sabiti 0,2 ve Eşitlik 2.21 için gerekli olan α sabiti ise 0,5 optimum değerleri olarak Minitab 14’de belirlenmiş ve tahmin değerleri Eşitlik 2.22 kullanılarak hesaplanmıştır. Toplamlı Dönemselli Holt-Winters Yöntemi tahmin değerleri de, Eşitlik 2.26, 2.27 ve 2.28 için Çarpımsal Dönemselli Holt-Winters Yönteminde kullanılan aynı değerdeki sabitler kullanılarak Eşitlik 2.29 ile hesaplanmıştır. Şekil 3.8’de ise Toplamlı Dönemselli Holt-Winters Yönteminin sonuçları ile gerçekleşen talep değerleri birlikte gösterilmiştir:



Şekil 3.7 Ürün için Holt-Winters çarpımsal dönemselli yöntem grafiği



Şekil 3.8 Ürün için Holt-Winters toplamı dönemselli yöntem grafiği

0,8 α , 0,2 β ve 0,5 γ katsayılı Çarpımlı Dönemselli Holt-Winters Yöntemi için bulunan hata değerleri ve son 12 ay için yöntemden elde edilen değerler Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Yine aynı sabit değerleri kullanılarak hesaplanan Toplamı Dönemselli Holt-Winters Yöntemi için bulunan hata değerleri ve son 12 ay için yöntemden elde edilen değerler Çizelge 3.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 Ürün için çarpımsal dönemli Holt-Winters yöntemi sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Üssel Düzeltme	Temel Düzey	Trend	Sezon İndeksi	Talep Tahmini	Tahmin Hatası
1	815	816	816	11	1	823	-8
2	934	942	942	14	1	931	3
3	1010	1021	1021	10	1	1012	-2
4	1013	1023	1023	16	1	1000	13
5	920	921	921	12	1	938	-18
6	1066	1057	1057	8	1	1041	25
7	848	849	849	9	1	862	-14
8	1045	1042	1042	12	1	1001	44
9	1013	1018	1018	6	1	1008	5
10	940	941	941	9	1	952	-12
11	885	887	887	4	1	890	-5
12	1040	1039	1039	5	1	1046	-6
MAE		64,87					
MSE		5682,01					
MAPE		7,01					
		$\alpha = 0,8$					
		$\beta = 0,2$					
		$\gamma = 0,5$					

(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)

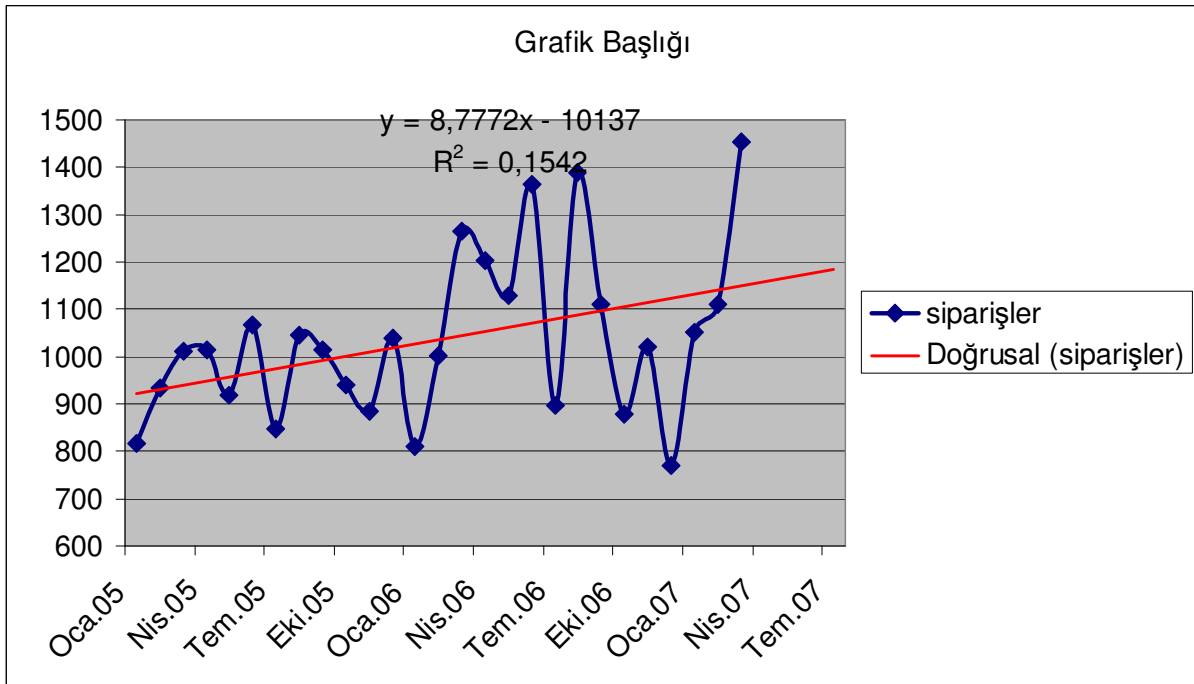
Çizelge 3.8 Ürün için toplamsal dönemli Holt-Winters yöntemi sonuçları

Birim : adet

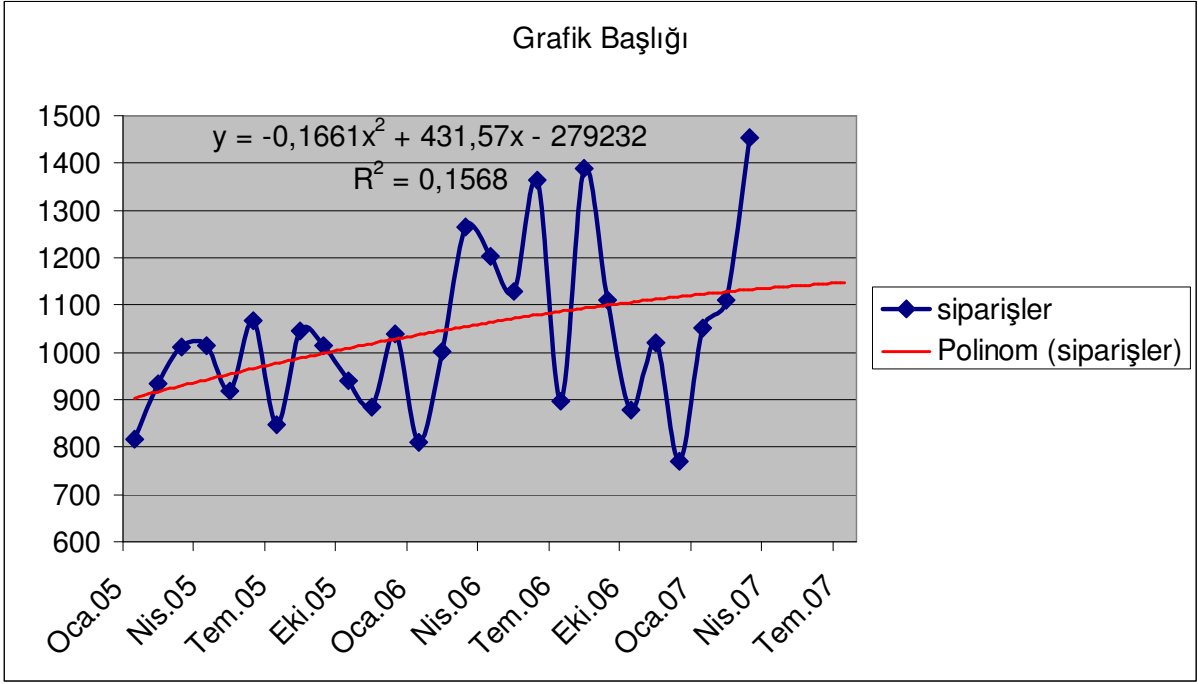
Aylar	Gerçek Talep	Üssel Düzeltme	Temel Düzey	Trend	Sezon İndeksi	Talep Tahmini	Tahmin Hatası
1	815	818	816	11	-2	817	-2
2	934	939	939	14	7	942	-8
3	1010	1018	1024	10	11	1008	2
4	1013	1022	1018	16	-4	1019	-6
5	920	930	934	12	8	934	-14
6	1066	1056	1050	8	4	1071	-5
7	848	856	848	9	-5	862	-14
8	1045	1054	1048	12	11	1043	2
9	1013	1021	1011	6	6	1029	-16
10	940	947	951	9	1	949	-9
11	885	889	892	4	12	896	-11
12	1040	1041	1044	5	7	1032	8
MAE		72,33					
MSE		6950,86					
MAPE		7,76					
		$\alpha = 0,8$					
		$\beta = 0,2$					
		$\gamma = 0,5$					

(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)

Ürün için en son olarak trend analizi yapmak amacıyla doğrusal ve parabolik fonksiyonlar uygulanarak, regresyon modelleri ile trend analizi yapılmıştır. Regresyon analizlerinde Eşitlik 2.45, 2.53 ve 2.54'den yararlanılmıştır. Doğrusal fonksiyon $Y = a + bx$ olup, hesaplamalarda a katsayısı -10137 , b katsayısı ise $8,7772$ olarak bulunmuştur. Burada Y hesaplanması istenen dönemin tahmin değeri, x ise hesaplanması istenen dönemin numarası olmaktadır. Hesaplama kullanılan diğer fonksiyon olan parabol fonksiyonu ise $Y = a + bx + cx^2$ olup, hesaplamalarda a değeri -278232 , b değeri $431,57$, c değeri ise $-0,1661$ olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarının, gerçekleşen talep değerleri ile karşılaştırmalı grafikleri Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Ürün için doğrusal regresyon grafiği



Şekil 3.10 Ürün için parabolik regresyon grafiği

Doğrusal fonksiyon kullanılarak hesaplanan Regresyon Yöntemi için bulunan hata değerleri ve son 12 ay için yöntemden elde edilen değerler Çizelge 3.9'da, parabolik fonksiyon kullanılarak hesaplanan Regresyon Yöntemi için bulunan hata değerleri ve son 12 ay için yöntemden elde edilen değerler Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

Ürün için uygulanan Doğrusal Regresyon Yöntemi sonucu talep tahmin etmekte kullanılacak eşitlik aşağıda gösterilmiştir:

$$F = 8.7772t - 10137$$

Burada t tahmin değeri istenen dönemin numarası, F ise t dönemindeki ayın tahmini talep değeridir.

Çizelge 3.9 Ürün için doğrusal regresyon yöntemi sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Doğrusal Regresyon Tahmini	Tahmin Hatası
1	815	922	-107
2	934	931	3
3	1010	939	71
4	1013	948	65
5	920	957	-37
6	1066	966	100
7	848	974	-126
8	1045	983	-62
9	1013	992	21
10	940	1001	-61
11	885	1010	-35
12	1040	1018	22
MAE	30,32	(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)	
MSE	1430,52		
MAPE	12,68		
	$a = - 10137$		
	$b = 8.7772$		

Çizelge 3.10 Ürün için parabolik regresyon yöntemi sonuçları

Birim : adet

Aylar	Gerçek Talep	Parabolik Regresyon Tahmini	Tahmin Hatası
1	815	882	-67
2	934	920	14
3	1010	983	37
4	1013	1034	-21
5	920	946	-26
6	1066	1021	45
7	848	912	-64
8	1045	998	47
9	1013	1001	12
10	940	995	-55
11	885	912	-27
12	1040	1023	17
MAE	39,96	(Yukarıda sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.)	
MSE	2160,71		
MAPE	4,17		
	$a = -278232$		
	$b = 431,57$		
	$c = -0,1661$		

Ürün için uygulanan Parabolik Regresyon Yöntemi sonucu talep tahmin etmekte kullanılacak eşitlik aşağıdaki gösterilmiştir:

$$F = -278232 + 431,57 t - 0,1661 t^2$$

Burada t tahmin değeri istenen dönemin numarası, F ise t dönemindeki ayın tahmini talep değeridir.

Ürün için gözlemlenen talep ve tahmin yöntemlerinden elde edilen tahmin değerleri Çizelge 3.11’de, uygulanan tüm talep tahmin yöntemlerinden elde edilen Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Hata Kare (MSE), ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerleri en uygun yöntemin tespit edilmesi amacıyla Çizelge 3.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Ürün için gerçek talep değerleri ve talep tahmin yöntemleri tahmin değerleri

Birim : adet

Dönem	Gerçek talep	3 aylık hareketli ortalama yöntemi	5 aylık hareketli ortalama yöntemi	Ağırlıklı aylık hareketli ortalama yöntemi	Tek üssel düzenleme yöntemi	Holt'un Doğrusal yöntemi	Çarpımsal dönemli Holt Winters Yöntemi	Toplamsal dönemli Holt Winters Yöntemi	Doğrusal Regresyon Yöntemi	Parabolik Regresyon Yöntemi
1	815	816	816	816	819	821	823	817	922	882
2	934	875	875	875	912	908	931	942	931	920
3	1010	920	920	967	991	1001	1012	1008	939	983
4	1013	986	986	1004	1009	1005	1000	1019	948	1034
5	920	981	938	957	938	943	938	934	957	946
6	1066	1000	988	1017	1037	1043	1041	1071	966	1021
7	848	945	971	920	862	854	862	862	974	912
8	1045	986	978	988	1008	998	1001	1043	983	998
9	1013	969	978	996	1012	1010	1008	1029	992	1001
10	940	999	982	972	954	947	952	949	1001	995
11	885	946	946	914	899	888	890	896	1010	912
12	1040	955	984	984	1012	1032	1046	1032	1018	1023

Çizelgede sunum amacıyla 2006 gösterilmiş olup hata kriterleri 27 ay için hesaplanmıştır.

Çizelge 3.12 Ürün için farklı talep tahmin yöntemlerinden elde edilen hata ölçüleri

Talep Tahmin Yöntemleri	Hata Ölçüsü		
	MAE	MSE	MAPE
3 Aylık Hareketli Ortalama	76,65	9089,30	7,47
5 Aylık Hareketli Ortalama	56,67	5350,45	5,50
Ağırlıklı Aylık Hareketli Ortalama	82,03	9224,17	7,77
Tek Üssel Düzeltme	24,02	866,06	12,0
Holt'un Doğrusal Yöntemi	57,58	4398,14	6,17
Çarpımsal Dönemli Holt Winters	64,87	5682,01	7,01
Toplumsal Dönemli Holt Winters	72,33	6950,86	7,76
Doğrusal Regresyon	30,32	1430,52	12,68
Parabolik Regresyon	39,96	2160,71	4,17

Çizelge 3.12 incelendiğinde Ürün için uygulanacak talep tahmin yöntemleri hakkında aşağıdaki bilgilere ulaşılabilmektedir:

1. Hareketli Ortalama Yöntemleri içerisinde tüm hata ölçütleri için en uygun talep tahmin yöntemi olarak, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi tespit edilmiştir. Geçmiş dönemlere farklı ağırlıkların verilmesi, Hareketli Ortalamalar Yöntemlerinde Ürün için daha uygun olmaktadır.
2. Üssel Düzeltme Yöntemlerinden Tek Üssel Düzeltme Yöntemi en düşük MAE ve MAPE değerine sahiptir. Holt'un Doğrusal Yöntemi ise en küçük MSE değerine

sahiptir. Ürün için bir mevsimsellik söz konusu olmadığı için Holt-Winters Yöntemleri diğer Üssel Düzeltme Yöntemlerinden daha başarılı sonuçlar vermemektedir. Ancak tüm Üssel Düzeltme Yöntemleri, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi hariç olarak diğer ortalama yöntemlerine göre daha uygun sonuçlar vermektedir.

3. Regresyon yöntemlerinden Parabolik Regresyon Yöntemi ürün için talep tahmin çalışmasında, Doğrusal Regresyon Yönteminden daha başarılı olmaktadır.

4. MAE değeri dikkate alındığında en uygun talep tahmin yöntemi sıralaması Tek Üssel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Doğrusal Yöntemi ve Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemidir.

5. MSE değeri dikkate alındığında en uygun talep tahmin yöntemi sıralaması Holt'un Doğrusal Yöntemi, Tek Üssel Düzeltme Yöntemi ve Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemidir.

6. MAPE değeri dikkate alındığında en uygun talep tahmin yöntemi sıralaması Tek Üssel Düzeltme Yöntemi, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi ve Holt'un Doğrusal Yöntemidir.

4. SONUÇ

Yaşantısını sürdürmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan uluslar, işletmeler ve kurumlar geleceğe yönelik planlar yapmak zorundadırlar. Dünyada gerçekleşen hızlı değişme ve gelişmeler, işletmeleri uzun ve kısa dönemli planlar oluşturmaya zorlamakta ve bu hızlı gelişmeler karşısında en uygun sonuca ulaşmak amacıyla, hızlı, etkin ve uygulanabilir programlar geliştirme gerekliliği doğmaktadır. Günümüzde var olan rekabetle başa çıkabilmek ve sürekli gelişmeyi sürdürebilmek için işletmelerin, günlük satışlara, üretime, yatırıma, pazarlamaya ilişkin planlar yapmaları gerekmektedir.

Talep tahmini, üretim planlama ve kontrol sisteminin diğer fonksiyonlarına temel girdiyi sağlamaktadır. Bu fonksiyonlar, yapılan tahminleri hammadde, yedek parça, yan mamul, makine, insan gücü, programlama ve diğer kararlara dönüştürmektedir. Talep tahmini, işletmede alınacak diğer tüm kararları biçimlendirmekte ve işletme faaliyetleri bu tahmin değerlerine göre düzenlenmektedir. İşletmede yapılan tüm planlar, işletmenin karşı karşıya kalacağı üretim kapasitesinin tahmini ile başlamaktadır.

Olayları ve aralarındaki ilişkileri tahmin etmeksizin geleceğe ilişkin planlar yapılamamaktadır. Bir faktörün tahmini başka faktörlerin de tahminine yardımcı olabilmektedir. Tahminlerin yapılabilmesi için gerekli olan verilerin elde edilmesinin en uygun ve kolay yolu Zaman Serileri Analizi'dir.

Söz konusu olan zaman serileri; yıllara göre milli gelirin, istihdamın veya ihracatın kaydettiği gelişme gibi iktisadi zaman serileri olabileceği gibi, bir işletmenin ürünleri için gerçekleşmesi muhtemel talepleri, mevsimlere göre sıcaklık değerlerini veya bir canlının kalp

atışlarını ifade eden çeşitli olaylar ile ilgili seriler de olabilir. Mühendislik ve diğer bilimsel alanlarda zaman serilerinin büyük önem taşımalarının sebebi, önceki dönemlere ait gözlemlerin incelenmesi ve ileriye dönük tahminlerin yapılabilmesinin mümkün olmasıdır.

Talep tahmin yöntemleri ile ilgili yapılan bu tez çalışmasında; incelenerek anlatılmış olan yöntemler, geleneksel talep tahmin yöntemleridir. Çalışmada, orta ölçekli bir işletme olan Yazaki Otomotiv Yan Sanayi ve Ticaret A.Ş.' de üretimi gerçekleştirilen ürün için Ocak 2005– Mart 2007 dönemleri arasında gerçekleşen aylık talep verileri kullanılarak, her bir ürün çeşidi için en uygun talep tahmin yöntemi, Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE), Ortalama Hata Kare (MSE) ölçütleri göz önüne alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama sonucunda her bir ürün için en uygun talep tahmin yöntemi farklı olmakla beraber, genel olarak Tek Üssel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Doğrusal Yöntemi, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi ve 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemlerinin en uygun talep tahmin yöntemleri olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışması için Ocak 2005– Mart 2007 tarihlerinde, aylık dönemlere ait gerçekleşen talepler kullanılmıştır. Aylık olarak talep tahminlerinin yapılmasının sebebi, tahmin süresi uzadıkça tahmin doğruluğunun azalması gibi literatürde yer almış bir kabule dayandırılmaktadır. Ayrıca, ekonomik, siyasi ve çeşitli nedenlerden dolayı birçok dalgalanma ve belirsizlikleri içerisinde barındıran üretim sektörüne sahip ülkemiz için aylık talep tahminlerinin daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Çalışmanın yapıldığı işletmede üretimi gerçekleştirilen ürünler için herhangi bir talep tahmin yöntemi kullanılmamaktadır. Yapılan bu tez çalışmasında belirlenen talep tahmin yöntemlerinin, ürünler için uygulanması sonucunda işletme açısından oluşacak faydalar şu şekilde özetlenebilmektedir:

1. İşletmede oluşturulacak tüm planlamaların temeli olan talep tahminlerinin doğru yapılması sonucunda diğer planlamaların doğruluğu artmış olacaktır.
2. İşletmede üretim için gerekli kaynaklar daha etkin olarak kullanılabilir ve bu kaynaklar daha ekonomik satın alınabilecektir.
3. İşletme daha düşük envanter seviyelerine sahip olacaktır.
4. İşletmede stoksuz kalma ya da fazla stok bulundurma durumu daha az sayıda gerçekleşecektir.
5. İşletmede daha az sayıda üretim hattı değişikliği yapılacaktır.
6. İşletmede fazla mesai yapılma sorununa belirli bir ölçüde çözüm getirilecektir.

İmalat sektöründe çalışan işletme verilerinin kullanılması ile yapılan bu tez çalışmasında anlatılan ve uygulanan tahmin yöntemleri, sürekli üretim yapan, bir ya da daha fazla sayıda ürün çeşidine sahip olan işletmelerin içinde yer aldığı diğer sektörlerde de rahatlıkla uygulanabilmektedir. Kişisel temas ve araştırmalar sonucu talep tahmin yöntemlerinin ülkemizde, özellikle küçük ve orta boydaki işletmelerde kullanılmadığı tespit edilmiştir. Ülke ekonomisinde önemli bir konuma sahip olan bu ölçekteki işletmelere, talep tahmin yöntemleri önemli bir katkı sağlayacaktır. Üretim planlamanın temel taşı sayılan talep tahmininin doğruluğu sonucunda, işletmeler açısından talep değişkeninin üzerine inşa edilecek diğer tüm faaliyet planlamalarının doğruluğu ve güvenilirliği artacaktır.

KAYNAKLAR

1. ÜRETEN, S. , Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri, Gazi Kitabevi, Ankara, 2002
2. SCHROEDER, R.G. , Operations Management: Decision Making in the Operations Function. McGraw-Hill Book Co., Third Ed.: Singapore, 1989
3. KLASSEN, R.D. , FLORES B.E. , Forecasting Practices of Canadian Firms: Survey Results and Comparisons, International Journal of Production Economics, 2001
4. MONKS, J.G. , Operations Management, McGraw-Hill International Editions, Third Ed.: Singapore, 1987
5. BHATTACHARYA, S. , “A Comparative Study of Different Methods of Predicting Time Series”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Concordia University, Canada, 1997
6. TÜTEK H. , GÜMÜŞOĞLU, Ş. , İşletme İstatistiği, Barış Yayınları: İzmir, 2000
7. HOLT, C. C. , "Forecasting Seasonals and Trends By Exponentially Weighted Averages", O.N.R. Memorandum, 52, 1(1957)
8. HOLT, C. C. , "Forecasting Seasonals and Trends By Exponentially Weighted Moving Averages", International Journal of Forecasting, 20, 5(2004)
9. BROWN, R. G. Brown, Statistical Forecasting for Inventory Control, McGraw-Hill, New York, 1959
10. SMOOTHING, R.G. Brown, Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New Jersey, 1963
11. WINTERS, P.R. , "Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages", Management Science, 6, 324(1960)

12. PEGELS, C. C. , "Exponential Smoothing: Some New Variations", Management Science, 12, 311(1969)
13. KOEHLER, A. B. , SNYDER, R.D. , J.K. Ord , "Forecasting Models and Prediction Intervals for The Multiplicative Holt-Winters Method", International Journal of Forecasting, 17, 269(2001)
14. CHATFIELD C. ,KOEHLER A.B. , J.K. Ord, SNYDER R. D. , "A New Look at Models For Exponential Smoothing", The Statistician, 50, 147(2001)
15. HYNDMAN R. J. , A.B. KOEHLER, R.D. SNYDER, GROSE, S. , "A State Space Framework for Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods", International Journal of Forecasting, 18, 439(2002)
16. TAYLOR, J. W. , "Exponential Smoothing With A Damped Multiplicative Trend", International Journal of Forecasting, 19, 273(2003)
17. BOX, G. E. P. , JENKINS, G.M. , Time Series Analysis Forecasting and Control, Holdan Day, San Francisco, 1970
18. GARDNER E. S. , "Exponential Smoothing: The State of The Art", Journal of Forecasting, 4, 1(1985)
19. SNYDER ,R. D. , "Recursive Estimation Of Dynamic Linear Statistical Models", Journal of the Royal Statistical Society , 47, 272(1985)
20. BARTOLOMEI, S. M. , SWEET, A.L. , "A Note on A Comparison of Exponential Smoothing Methods for Forecasting Seasonal Series", International Journal of Forecasting, 5, 111(1989)
21. MAKRIDAKIS, S. , HIBON, M. , "Exponential Smoothing: The Effect of Initial Values and Loss Function on Post-Sample Forecasting Accuracy", International Journal of Forecasting, 7, 317(1991)

22. SWEET, A. L. , WILSON, J.R., "Pitfalls in Simulation-Based Evaluation of Forecastmonitoring Schemes", International Journal of Forecasting, 4, 573(1988)
23. MCKLAIN, J. G. , "Dominant Tracking Signals", International Journal of Forecasting”, 4, 563(1988)
24. MCKENZIE, E. , "Error Analysis for Winters’ Additive Seasonal Forecasting Systems", International Journal of Forecasting, 2, 373(1986)
25. COLLOPY, F. ,AMSTRONG J.S. , "Rule-Based Forecasting: Development and Validation of An Expert Systems Approach To Combining Time Series Extrapolations", Management Science, 38, 1394(1992)
26. THEIL, H. , Applied Economic Forecasting, North Holland, Amsterdam, 1966
27. MSKRIDAKIS, S. , "Accuracy Measures: Theoretical and Practical Concerns", International Journal of Forecasting, 9, 527(1993)
28. WINSTON, L. , WAYNE, Operations Research -Applications and Algorithms, Duxbury Press, California, 1994
29. STEVENSON, W. , Production and Operations Management, Richard D. Irwin Inc, 1986
30. AKDEMİR, A. , İşletme Bilimine Giriş, Birlik Yayıncılık, Eskişehir, 2001
31. NESİME, A. , Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, M.P.M. Yayınları, Ankara, 1996
32. ERKUS, A. , Tarım Ekonomisi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1995
33. KOBU, B. , Üretim Yönetimi, Avcıol Basım Yayım, İstanbul, 1994
34. NAHMIAS, S. , Production and Operations Analysis, Mc-Graw Hill, New York, 2001
35. EVANS, J. R. , ANDERSON, D. R., SWENWY, D. J. , WILLIAMS, T. A. , Applied Production and Operations Management, West Publishing Company, USA, 1990
36. ADAM, E. E. ,EBERT, R. J. , Production and Operations Management Concepts, Models and Behavior, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992

37. SINCICH,T., Business Statistics By Example, Prentice-Hall, USA, 1996
38. BAĞIRKAN,S. İstatistiksel Analiz, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1993
39. ÜNVER, Ö. Uygulamalı İstatistik Yöntemler Giriş, Siyasal Yayınevi, İstanbul, 1995
40. SERPER, Ö. İstatistik, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1980
41. CILLOW, H. İstatistik Tekniği ve Uygulaması, İ.Ü. Yayınları, İstanbul, 1971
42. CHSTFIELD, C. The Analysis of Time Series: An Introduction, Chapman and Hall, New York, 1980
43. SEVÜKTEKİN, M. NARGELEÇEKENLER, M., Zaman Serileri Analizi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2005
44. AKALIN, S. İşletme İstatistiği, Bayraklı Matbaacılık, İzmir, 1990
45. MANN, S. P. , Statistics for Business and Economics, John Willey and Sons, New York, 1995
- 46.İDİL, O Yönetimde İstatistik Teknikleri ve Örnek Olaylar, İ.Ü. Yayınları, İstanbul, 1979
47. DELURGIO, S. A., Forecasting Principles and Applications, Mc-Graw Hill, New York, 1998
48. ORHUNBİLGE, N. Zaman Serileri Analizi ve Fiyat İndeksleri, Tunç Matbaası A.S., İstanbul, 1999
49. FERBEN, R. , VERDOORN, P. J. , Research Methods in Economics and Bussines,The MacMillan Comp., New York, 1962
50. MAKRİDAKİS, S. S.S ,WHEELWRIGHT S.C. , HYNDMAN, R.J. , Forecasting Methods and Applications, John Wiley and Sons, New York, 1998
51. SCHEILD F. , Schaum's Outline of Theory and Problems of Numerical Analysis, McGraw-Hill, New York, 1988

52. RUSSELL R. S. ,TAYLOR B. W. , Operations Management, Prentice Hall, New Jersey, 2000
53. TAHA, H. A. , Operations Research – An Introduction, Mac Millan Comp, New York, 1992
54. GÖÇMENÇELEBİ, K. , İstatistik Metotları, Ongun Matbaacılık, Ankara, 1976
55. DEMİR,H. , GÜMÜŞOĞLU, S., Üretim/İşlemler Yönetimi, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1994
56. MONKS, J. G. , Operations Management: Theory and Problems, McGraw-Hill, New York, 1987
57. KÖKSAL, A. B. , İstatistik Analiz Metotları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1985
58. AKDENİZ H. A. , Uygulamalı İstatistik II, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, İzmir, 1998
59. KILIÇBAY, A. , Ekonometrik Metotlar ve Araştırma, İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul, 1975
60. FEYZİOĞLU, O. , Ekonometrik Yöntemler, AİTİA Yayınları, Ankara, 1977
61. CHASE, R. B. , AQUALİNO, N. J. , Jacobs, Production and Operations Management, McGraw-Hill, New York, 1998
62. GAITHER, N. , Production and Operations Management, The Dryden Pres, USA, 1991