

Üretim Planlama ve Stok Kontrolü

**Tahmin Teknikleri
Bölüm 3**

Talep Tahmini (Tanım)

- ▶ Talep tahmini, gelecekteki bir zaman süresi içinde bir veya birden fazla mamul için talep düzeyini tespit etmek demektir.
- ▶ Bir tahmin, planlanacak veya programlanacak birim şeklinde olmalı, aynı zamanda karar verecek ve bunu uygulayacak kadar bir zaman süresini de kapsamına almalıdır.

Tahminlerle İlgili Gerçekler

- ▶ Tahmin nadiren mükemmeldir. Genellikle yanlıştır.
- ▶ İyi bir tahminde kabul edilen bir hata payı olmalıdır. Çoğu tahmin teknikleri sistemin durağan olduğunu kabul etmektedir.
- ▶ Büyük gruplar halindeki partiler için yapılan tahminler daha doğrudur.
- ▶ Tahmin ufku uzadıkça tahminlerin doğruluğu azalır.
- ▶ Tahminlerin bilinen bilgiler haricinde kullanılmaması gerekir.
- ▶ Ürün ailesi ve bütünleşik ürün tahminleri tek başına ürün tahminlerinden daha doğru sonuç verir.

Tahmin Teknikleri nedir?

- ◆ Gelecekteki bir olayı önceden söylemektir.
- ◆ Tüm işletme kararlarının altında tahminler yatar.
 - ◆ Üretim
 - ◆ Stok
 - ◆ Personel
 - ◆ Tesisler



Zaman Ufkuna göre Tahmin Tekniği Çeşitleri

- ▶ Kısa dönemli tahminler
 - ▶ 1 yıla kadar; genellikle 3 aydan kısa dönemlerde
 - ▶ İş çizelgeleme, işçi atama, satın alma planlaması, işgücü ve üretim seviyesi
- ▶ Orta dönemli tahminler
 - ▶ 3 aydan 3 yıla kadar ki dönemlerde
 - ▶ Satış ve üretim planlama, bütçeleme, operasyon analizi
- ▶ Uzun dönemli tahminler
 - ▶ 3 yıldan uzun dönemlerde
 - ▶ Yeni ürün planlaması, tesis yeri seçimi, tesis kapasitesi büyütme, sermaye harcamaları

Kısa dönem ve Uzun dönem Tahminlerinin Karşılaştırılması

- ▶ *Orta/Uzun dönem* tahminleri çok daha kapsamlı konularla ilgilenmekte ve planlama ve ürünler, tesisler ve süreçlerle ilgili yönetim kararlarına destek vermektedir.
- ▶ *Kısa dönem* tahminleri genellikle uzun dönem tahminlerinden daha farklı metodolojileri kullanmaktadır.
- ▶ *Kısa dönem* tahminleri uzun dönem tahminlere göre daha hassas olma trendindedir.

Tahmin Çeşitleri

- ▶ **Ekonomik Tahminler**

- ▶ İşletme çevrimini işaret eder, örn., enflasyon oranı, para arzı vb.

- ▶ **Teknolojik Tahminler**

- ▶ Teknolojik değişimlerin tahmini

- ▶ *Yeni* ürün satışlarının tahmini

- ▶ **Talep Tahminleri**

- ▶ *Halihazırdaki* ürün satışlarının Tahmini

Tahmin Yaklaşımları

Nitel Yöntemler

- ◆ Durumun bulanık olduğu ve bilginin az olduğu durumlarda kullanılır.
 - ◆ Yeni ürünler
 - ◆ Yeni teknoloji
- ◆ Sezgi ve deneyimleri içerir.
 - ◆ örn., internet üzerinden satışların tahmini

Nicel Yöntemler

- ◆ Durumun durağan olduğu ve tarihi bilginin olduğu durumlarda kullanılır.
 - ◆ Halihazırdaki ürünler
 - ◆ Şimdiki teknoloji
- ◆ Matematiksel teknikleri kullanır.
 - ◆ örn., renkli televizyon satışlarının tahmini

Nitel Yaklaşımlara Bir Bakış

► Yönetim Toplantısı

- Üst düzey yöneticilerin fikir havuzları, bazen istatistik yöntemlerle artırılır.

► Satış Elemanları Fikir Toplantısı

- Her satıcının tahminleri kabul edilebilirlik bakımından gözden geçirilerek, daha sonra birleştirilir.

► Delphi Yöntemi

- Uzman Heyeti, sıralamalı bir şekilde sorgulama yapılır

► Tüketici Pazar Anketi

- Müşteriye sorma

Yönetim Toplantısı

- ◆ Üst düzey yöneticilerden küçük bir grubu içerir.
 - ◆ Grup talebi beraber çalışarak tahmin eder.
- ◆ Yönetim deneyimleri ile istatistik metodları birleştirirler.
- ◆ Göreceli olarak hızlıdır.
- ◆ ‘Grup düşüncesi’ dezavantajı



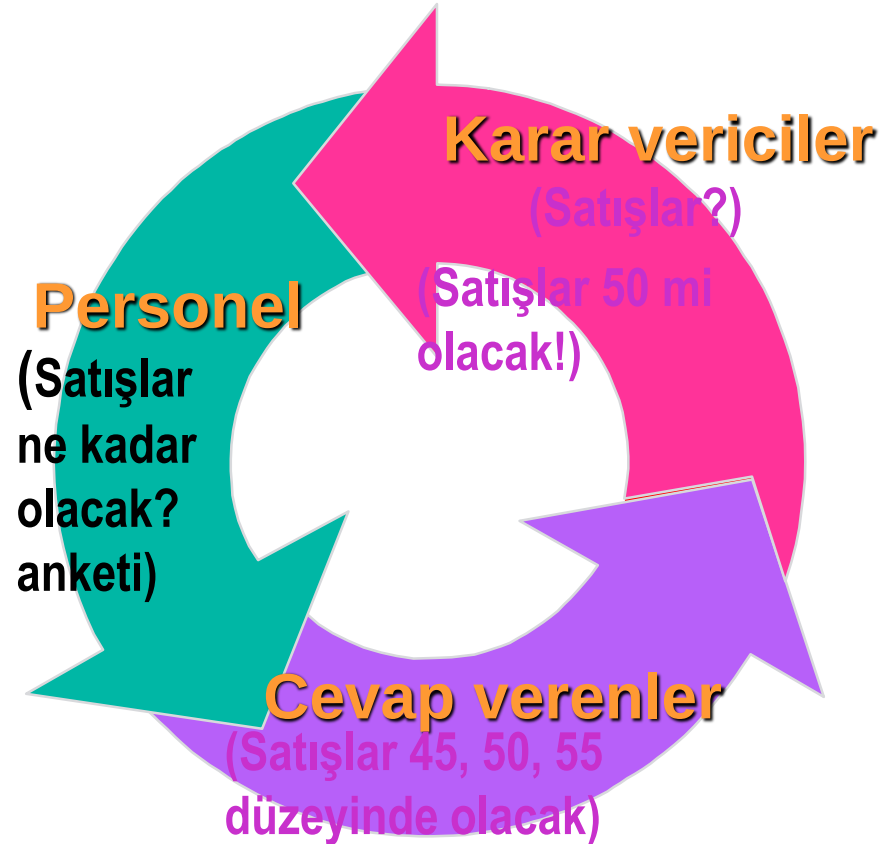
Satış Elemanları Fikir Toplantısı

- ◆ Her satıcı kendi satışlarını yansıtır.
- ◆ Bölgesel ve ulusal seviyede birleştirilir.
- ◆ Satış temsilcileri müşteri isteklerini bilir.
- ◆ Fazla iyimser olma trendindedir.



Delphi Metodu

- ▶ Sıralamalı grup süreci
- ▶ 3 tip insan vardır
 - ▶ Karar vericiler
 - ▶ Personel
 - ▶ Cevap verenler
- ▶ 'Grup düşüncesini' azaltır.



Tüketici Pazar Anketi

- ◆ **Müşteriye satınalma planı sorulur**
- ◆ **Tüketicilerin söyledikleri ile gerçekte uyguladıkları genellikle farklıdır.**
- ◆ **Bazen cevaplanması güçtür.**

Gelecek hafta kaç saat internet kullanmayı düşünüyorsunuz?



© 1995 Corel Corp.

Nicel Yaklaşımlara Bir Bakış

- ▶ Temel Yaklaşım
- ▶ Hareketli Ortalama
- ▶ Üstel Düzeltme
- ▶ Çift Üstel Düzeltme
- ▶ Doğrusal Regresyon

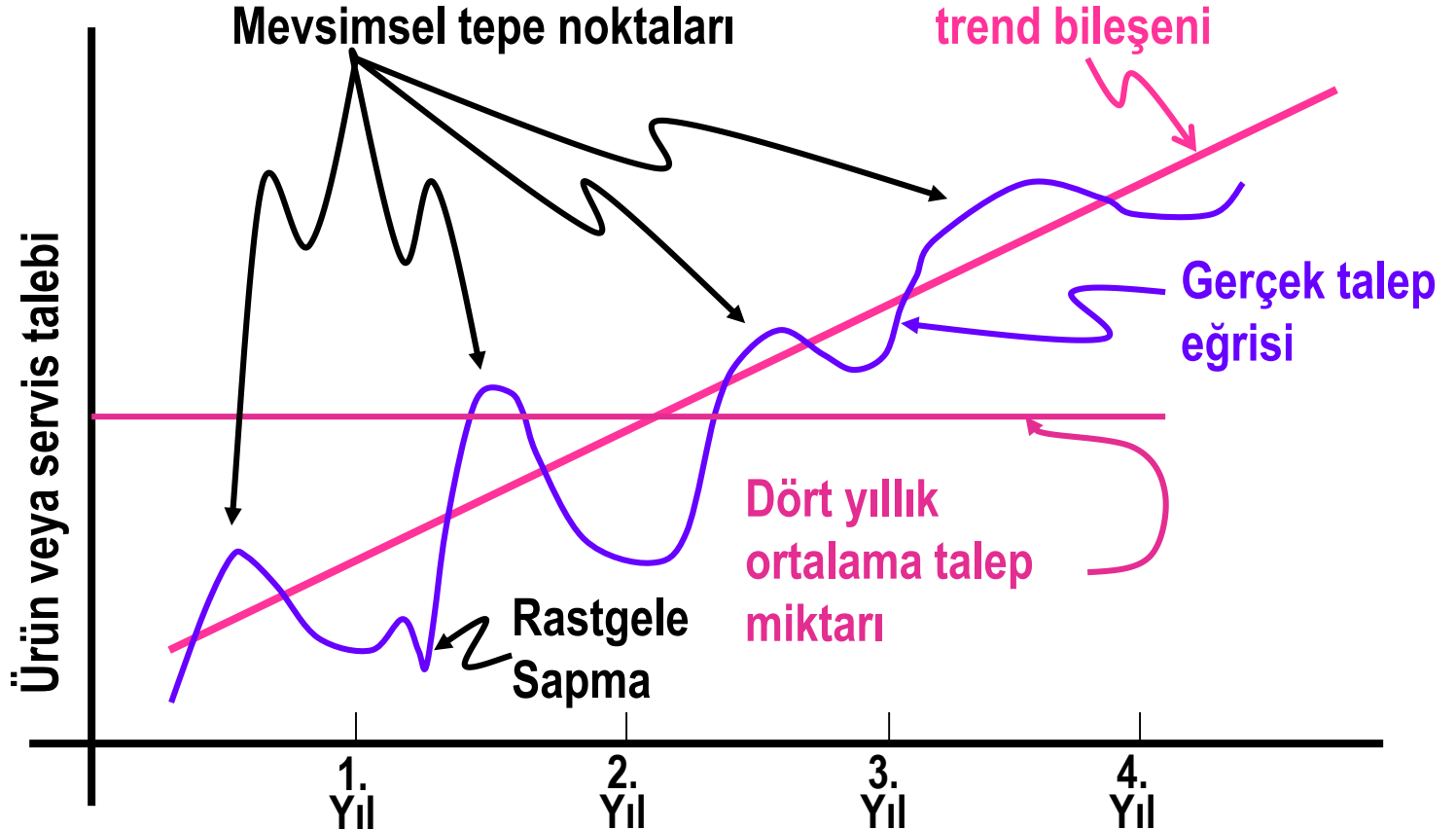


Zaman Serisi
Modelleri

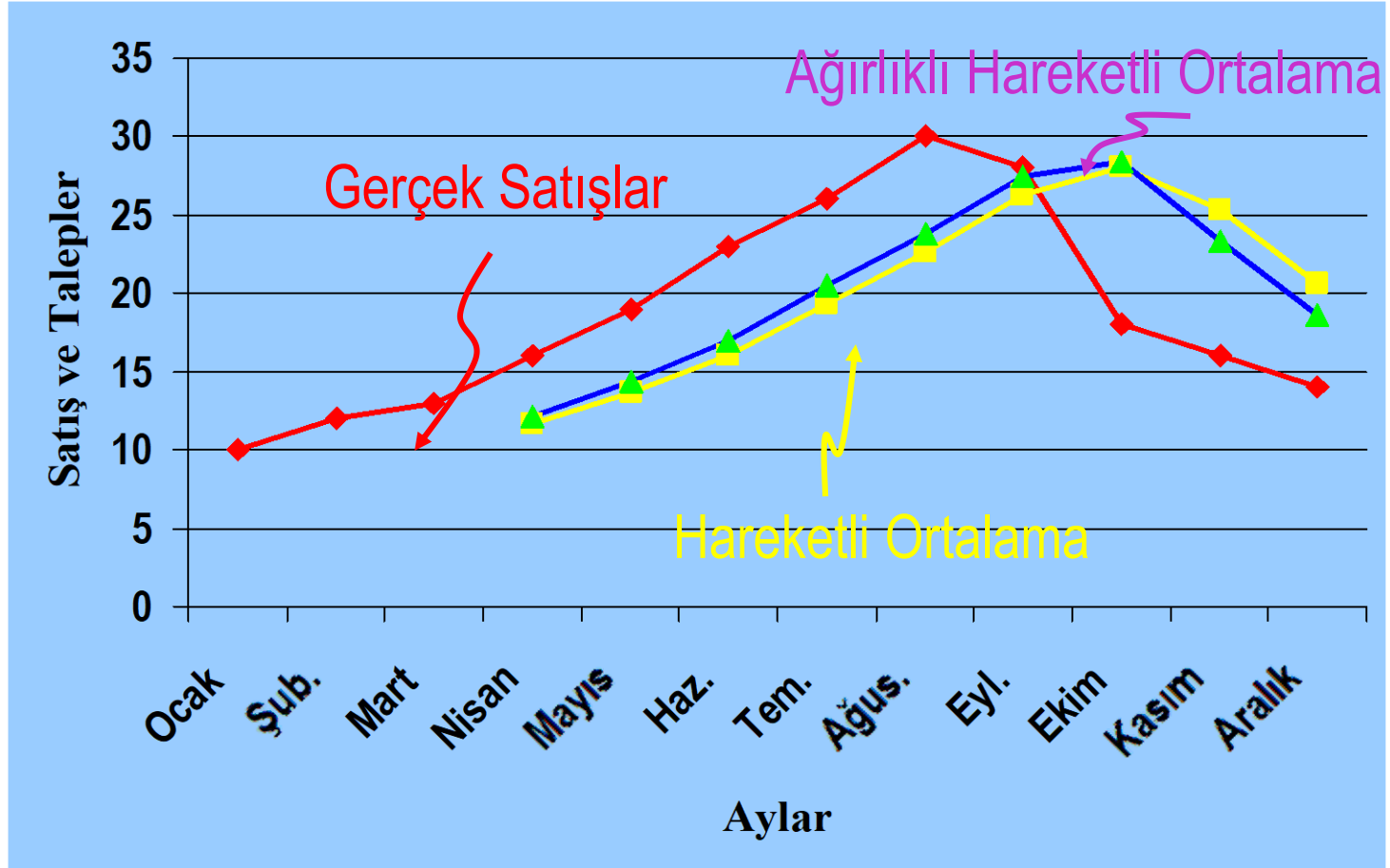


İlişkisel
Modeller

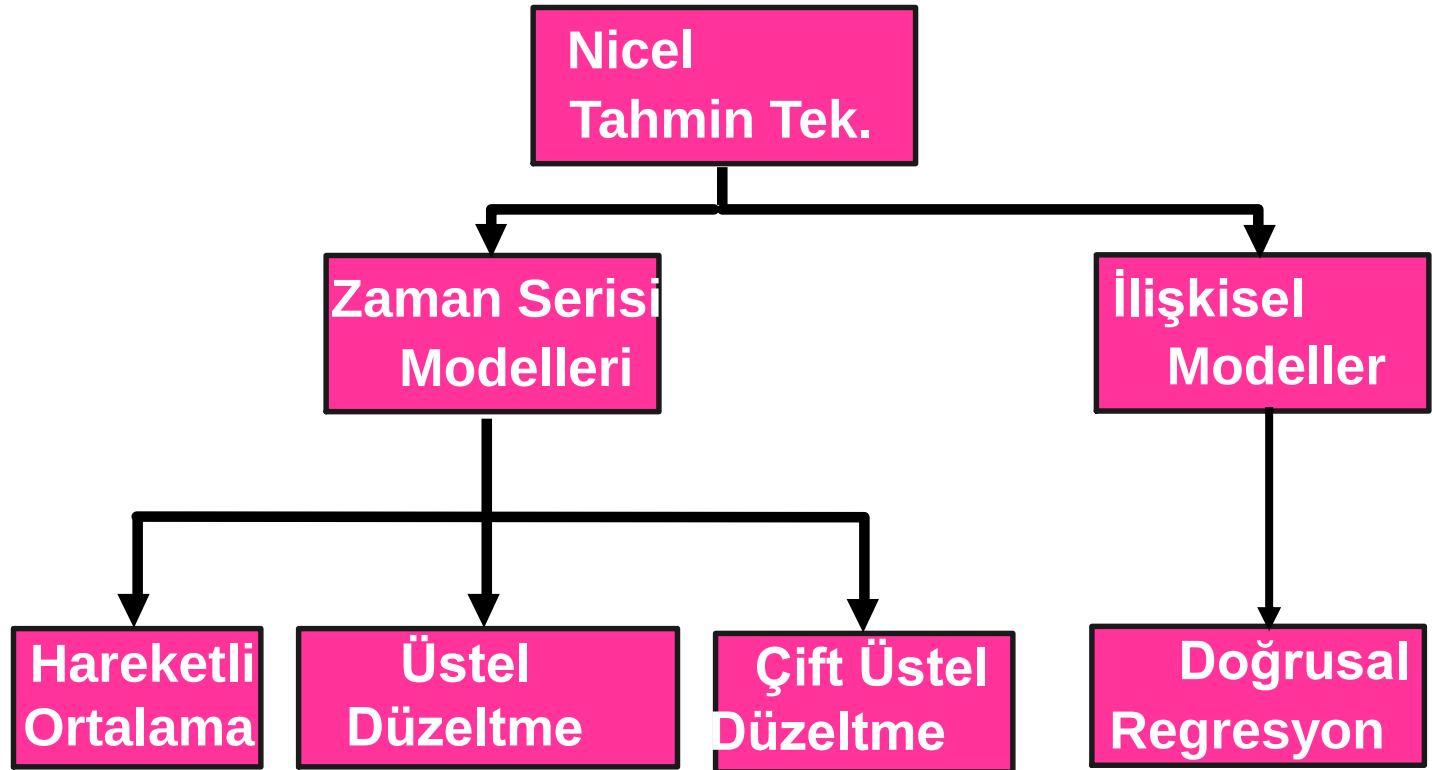
Trend ve Mevsimsellik İçeren Ürün Talebinin 4 Yıllık Grafiği



Gerçek Talep, Hareketli Ortalama, Ağırlıklı Hareketli Ortalama



Nicel Tahmin Yöntemleri (Temel olmayan)



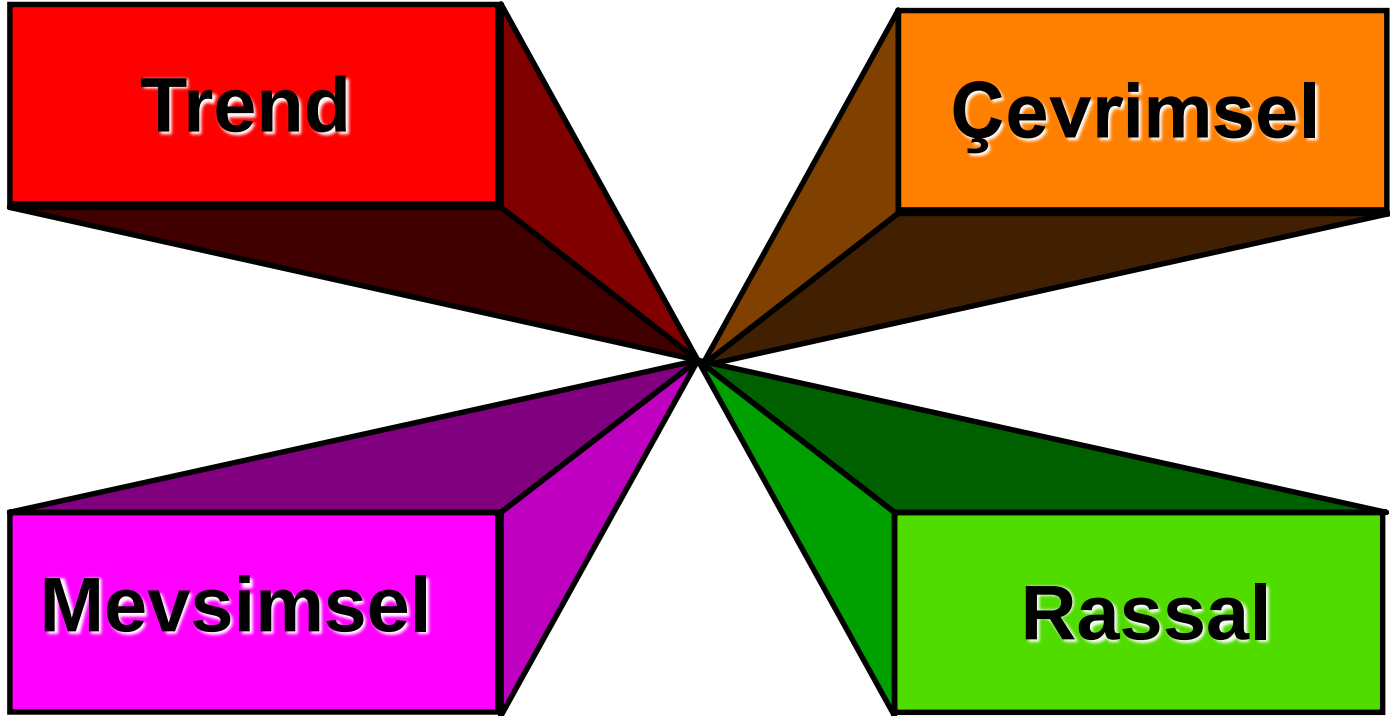
Zaman Serileri nedir?

- ▶ Tarafsızca kümelenmiş sayısal veriler
 - ▶ Düzenli zaman aralıklarında gözlenen yanıt değişkenlerinden elde edilir
- ▶ Sadece geçmiş değerlere dayalı tahmin
 - ▶ Şimdiki ve geçmişteki birbirinden etkilenen özelliklerin gelecekte de etkileneceğini varsayar

- ▶ Örnek

Yıl: 2008	2009	2010	2011	2012	
Satışlar:	78.7	63.5	89.7	93.2	92.1

Zaman Serisi Bileşenleri



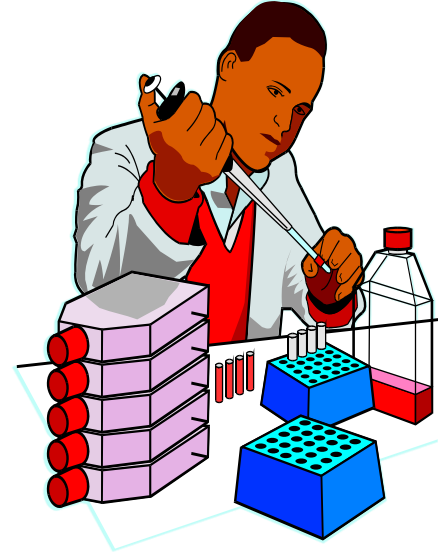
Trend Bileşeni

- Sürekli, Devamlı yukarı veya aşağı şekilli
- Teknoloji, nüfus gibi durumlara göre değişim.
- Birkaç yıllık bir süreye yayılma

Yanıt



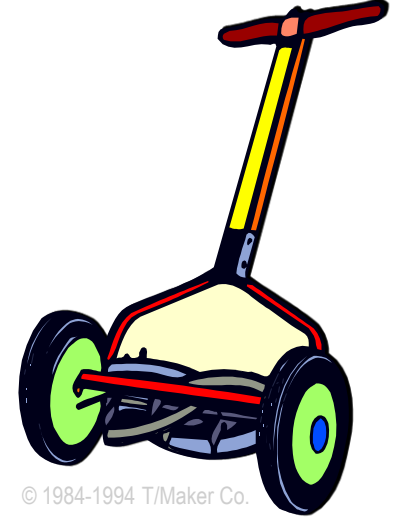
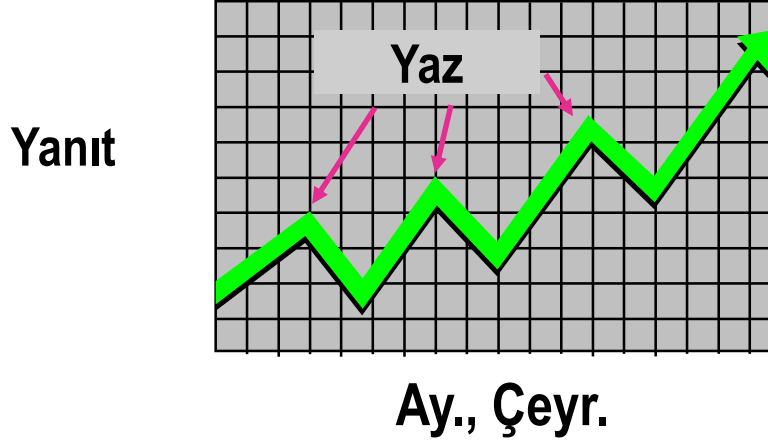
Ay., Çeyr., Yıl.



© 1984-1994 T/Maker Co.

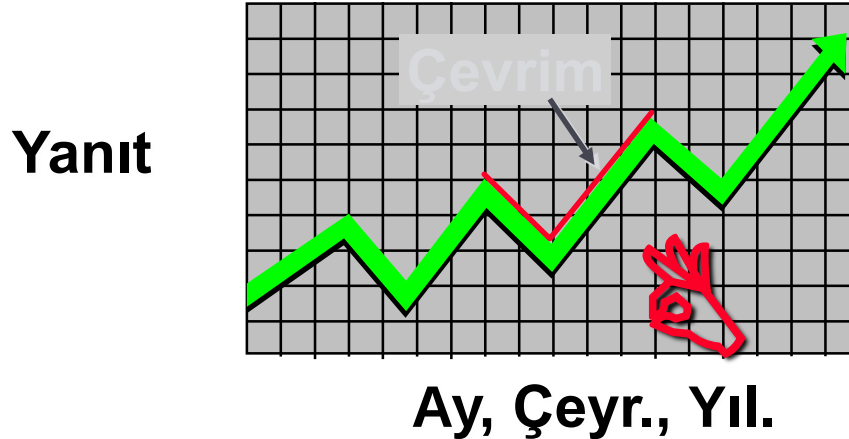
Mevsimsel Bileşen

- Düzenli yukarı aşağı dalgalanmalı desen
- Hava,gelenek gibi durumlara göre değişim.
- 1 Yıl içerisinde tekrarlanır.



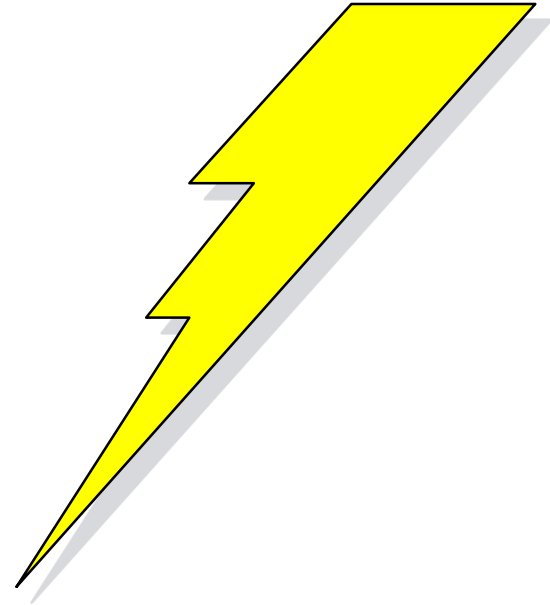
Çevrimsel (Dönemsel) Bileşen

- Tekrarlanan yukarı aşağı hareketler
- Ekonomiyi etkileyen faktörlerle etkileşime göre değişim
- Genellikle 2-10 yıl süreli değişim



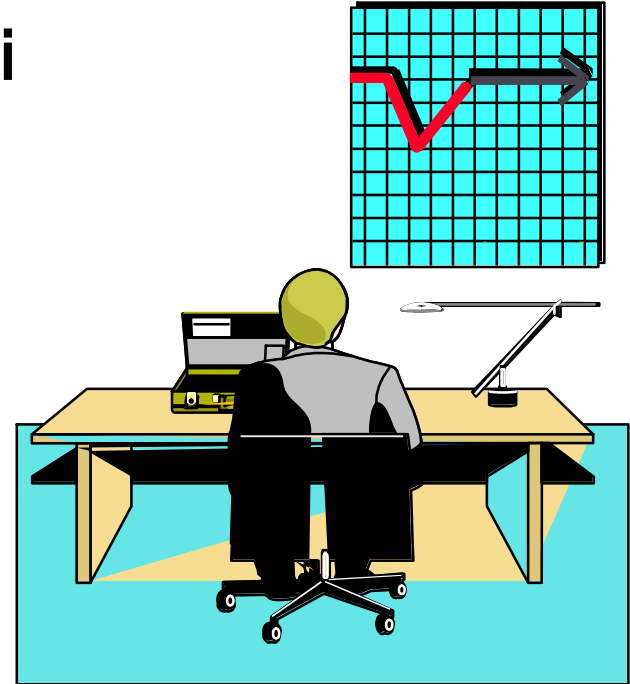
Rassal Bileşen

- ▶ Kararsız, sistematik olmayan, 'artan' dalgalanmalar
- ▶ Rassal değişimler ve görünmeyen olaylara göre değişim
 - ▶ Toplu grev
 - ▶ Tayfun
- ▶ Kısa süreli & tekrarsız



Temel Yaklaşım

- ◆ **Gelecek** dönemdeki talebin **en yakın geçmiş** dönemdeki talebin aynısı olacağını kabul eder
 - ◆ örn., Eğer Mayıs satışları 48 idi ise, Haziran satışları da 48 olacaktır.
- ◆ Bazen maliyet etkin ve yararlı bir yöntemdir.



Hareketli Ortalama Metodu

- ▶ Hareketli ortalama tekniği aritmetik ortalamaların bir serisidir.
- ▶ Çok az trend olduğunda veya hiç trend olmadığında kullanılır (Durağan Durum)
- ▶ Genellikle düzeltme için kullanılır
 - ▶ Zamanın bilgi üzerindeki genel etkisini bulmayı sağlar
- ▶ Denklemi=

$$HO = \frac{\sum \text{Önceki } n \text{ Periyottaki Toplam Talep}}{n}$$

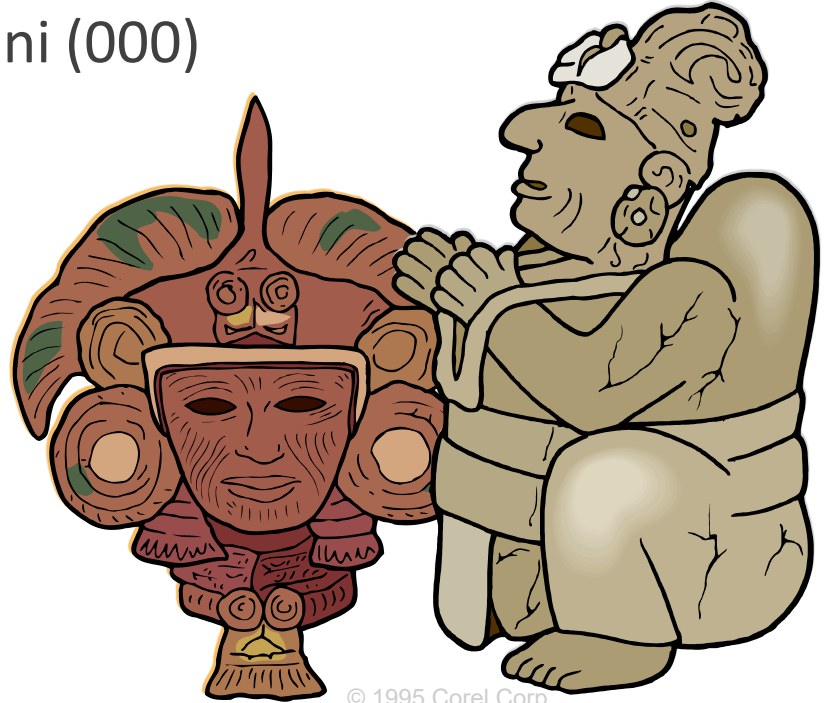
Hareketli Ortalama Örneği

Müzenin Tarihi eserlerin kopyalarının satıldığı bölümünün yöneticisisiniz. 3-dönemlik hareketli ortalama kullanarak

2018 yılı satış tahminlerini (000)

yapmak istiyorsunuz.

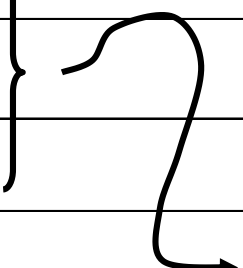
2013	4
2014	6
2015	5
2016	3
2017	7



© 1995 Corel Corp.

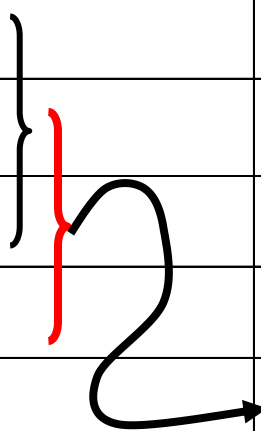
Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam ($n=3$)	Hareketli Ortalama ($n=3$)
2013	4	NA	NA
2014	6	NA	NA
2015	5	NA	NA
2016	3	$4+6+5=15$	$15/3 = 5$
2017	7		
2018	NA		



Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam ($n=3$)	Hareketli Ortalama ($n=3$)
2013	4	NA	NA
2014	6	NA	NA
2015	5	NA	NA
2016	3	$4+6+5=15$	$15/3 = 5$
2017	7	$6+5+3=14$	$14/3=4 \frac{2}{3}$
2018	NA		

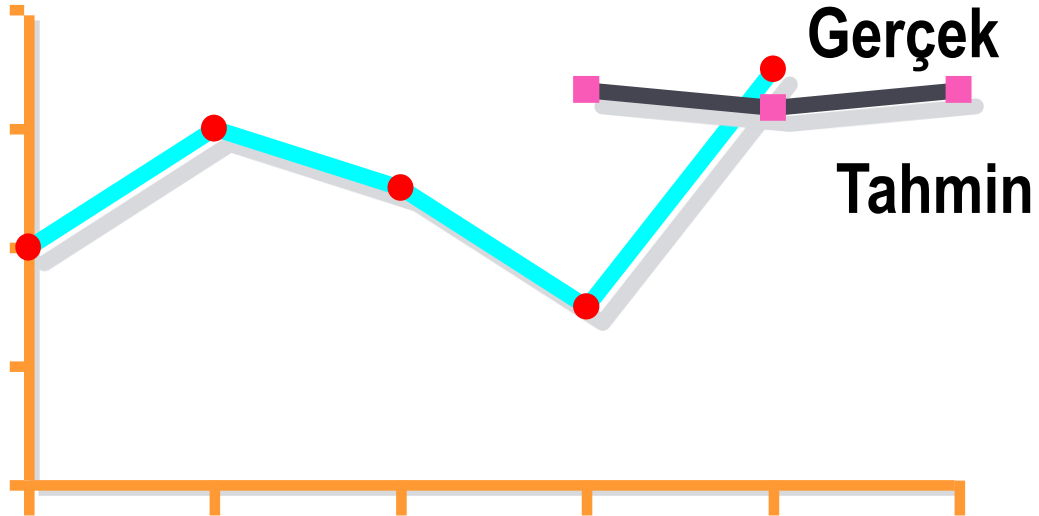


Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam ($n=3$)	Hareketli Ortalama ($n=3$)
2013	4	NA	NA
2014	6	NA	NA
2015	5	NA	NA
2016	3	$4+6+5=15$	$15/3=5.0$
2017	7	$6+5+3=14$	$14/3=4.7$
2018	NA	$5+3+7=15$	$15/3=5.0$

Hareketli Ortalama Grafiği

Satışlar



Yıllar

Hareketli Ortalama Örneği (2)

Yerel bir askeri tesiste uçak motorlarının arızalarıyla ilgili son iki yılın 3er aylık dataları şu şekildedir.

1	200
2	250
3	175
4	186
5	225
6	285
7	305
8	190



Motor arızaları ile ilgili 3er (periyot 4den 8e kadar) ve 6şar (periyot 7 ve 8 için) dönemlik hareketli ortalamalar kullanılmaktadır. Üçer ve altışar dönemlik tahminleri belirleyiniz.

Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman (çeyrek)	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam (n=3)	Hareketli Ortalama (n=3)
1	200	NA	NA
2	250	NA	NA
3	175	NA	NA
4	186	$200+250+175=625$	$625/3 = 208$
5	225		
6	285		
7	305		
8	190		

Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman (çeyrek)	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam (n=3)	Hareketli Ortalama (n=3)
1	200	NA	NA
2	250	NA	NA
3	175	NA	NA
4	186	$200+250+175=625$	$625/3 = 208$
5	225	$250+175+186=611$	$611/3 = 204$
6	285		195
7	305		232
8	190		272

Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman (çeyrek)	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam (n=3)	Hareketli Ortalama (n=3)
1	200	NA	NA
2	250	NA	NA
3	175	NA	NA
4	186	$200+250+175=625$	$625/3 = 208$
5	225	$250+175+186=611$	$611/3 = 204$
6	285	$175+186+225=586$	195
7	305		232
8	190		272

Hareketli Ortalama Çözümü

Zaman (çeyrek)	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam (n=6)	Hareketli Ortalama (n=3)
1	200	NA	NA
2	250	NA	NA
3	175	NA	NA
4	186	NA	NA
5	225	NA	NA
6	285	NA	NA
7	305	$200+250+175+186+225+285=1321$	220
8	190		272

Hareketli Ortalama Çözümü

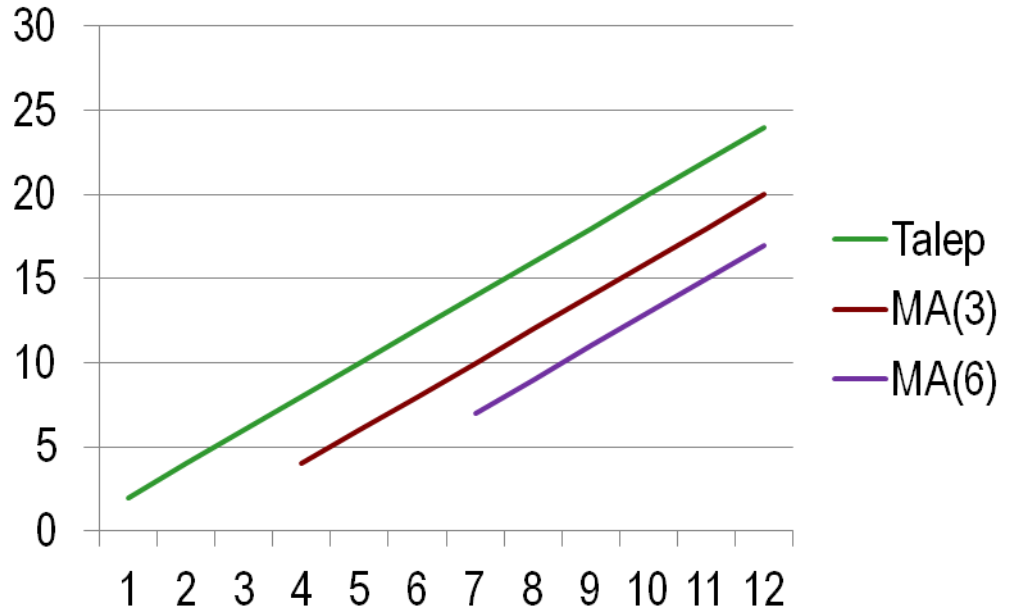
Zaman (çeyrek)	Yanıt Y_i	Hareketli Toplam (n=6)	Hareketli Ortalama (n=6)
1	200	NA	NA
2	250	NA	NA
3	175	NA	NA
4	186	NA	NA
5	225	NA	NA
6	285	NA	NA
7	305	$200+250+175+186+225+285=1321$	$1321/6=220$
8	190	$250+175+186+225+285+305=1426$	$1426/6=238$

Hareketli ortalama metodunun Trendin gerisinde bir seyir izlemesi

- ◆ Şayet tahminini yapmış olduğumuz seride tam bir trend varsa o zaman hareketli ortalamalar metodunun uygulanması pek uygun değildir.
- ◆ Örneğin tam bir trendin olduğu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 serisindeki talepleri dikkate alalım. MA(3) ve MA(6) hareketli ortalamalar metodunu kullanarak tahminleri bulalım.

Hareketli ortalama metodunun Trendin gerisinde bir seyir izlemesi

Zaman	Yanıt Y_i	MA(3)	MA(6)
1	2		
2	4		
3	6		
4	8	4	
5	10	6	
6	12	8	
7	14	10	7
8	16	12	9
9	18	14	11
10	20	16	13
11	22	18	15
12	24	20	17

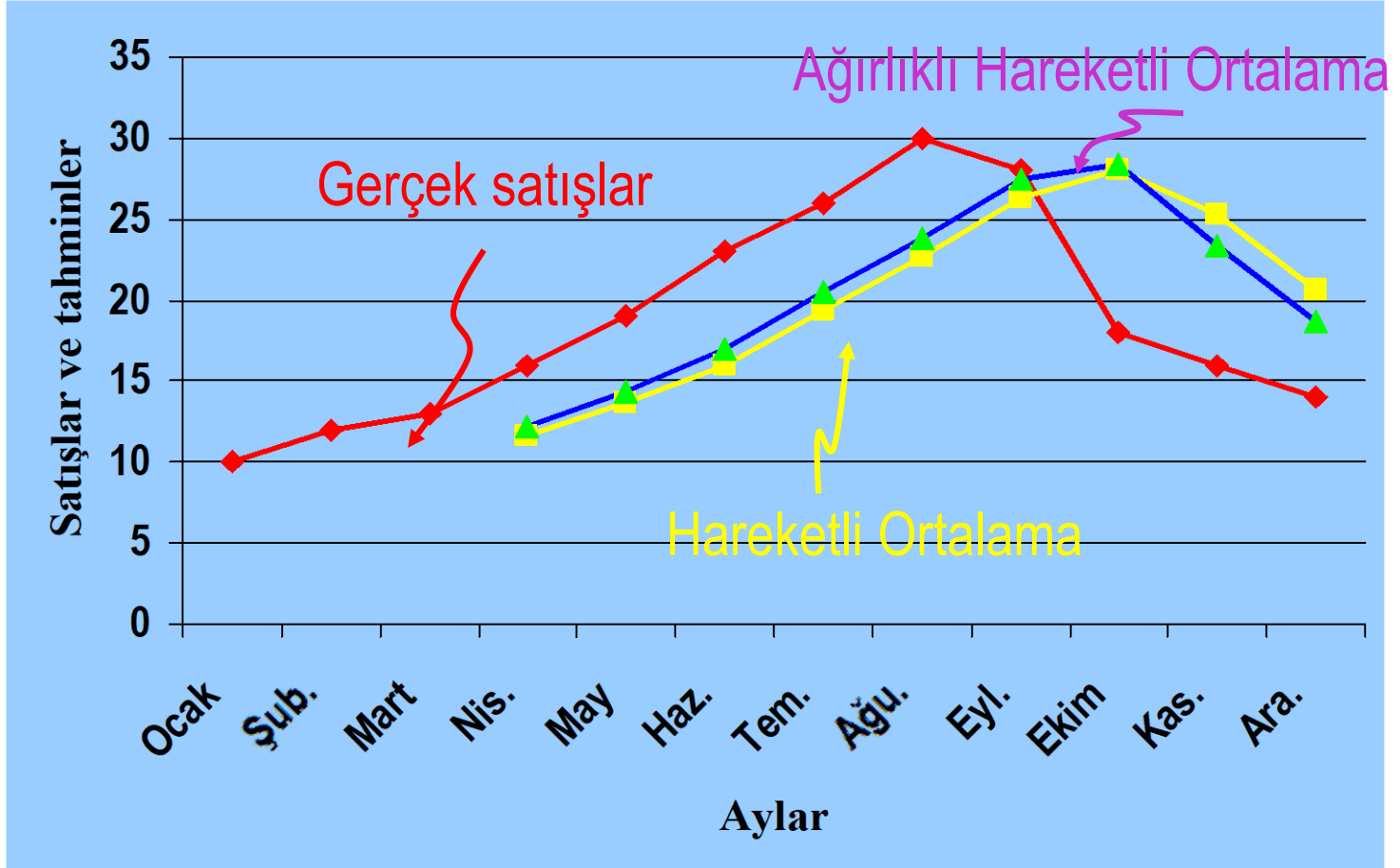


Ağırlıklı Hareketli Ortalama Metodu

- ▶ Trend olduğunda kullanılır
 - ▶ Eski veriler genellikle daha az önemlidir.
- ▶ Ağırlıklar sezgilere dayalıdır.
 - ▶ Genellikle 0 ile 1 arasındadır, ağırlıklar toplamı 1.0'dir.
- ▶ Denklem

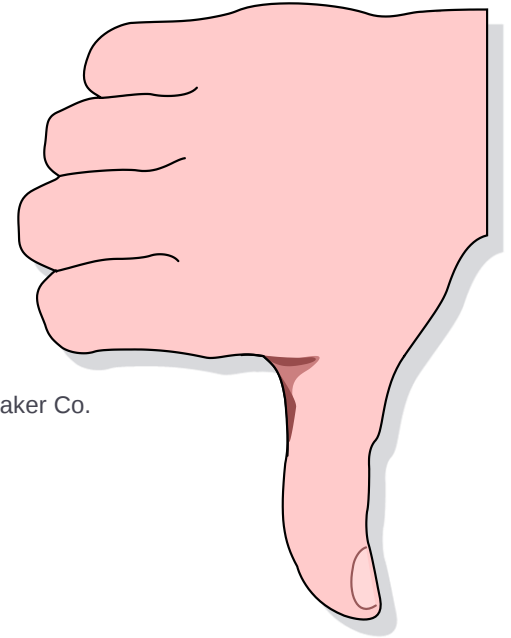
$$AHOM = \frac{\sum(n \text{ periyodu için ağırlık}) (n \text{ periyodundaki talep})}{\sum \text{Ağırlıklar}}$$

Gerçek Talep, Hareketli Ortalama, Ağırlıklı Hareketli Ortalama



Hareketli Ortalama Tekniklerinin Dezavantajları

- ▶ Artan n (dönem sayısı) tahminleri değişimlere daha az duyarlı hale getirmektedir.
- ▶ Trendleri (eğilimleri) iyi tahmin edememektedir.
- ▶ Fazla geçmiş veri gerektirmektedir.



© 1984-1994 T/Maker Co.

Üstel Düzeltme Teknikleri

- ▶ Ağırlıklı hareketli ortalama düzenindedir.
 - ▶ Ağırlıklar üstel olarak sapma gösterir.
 - ▶ En güncel bilgi daha fazla ağırlık alır.
- ▶ Düzeltme katsayısı gerektirir (α)
 - ▶ 0 ile 1 arasında değer alır.
 - ▶ Nesnel olarak seçilir. (Genellikle literatürde 0.05-0.30 arasında bir değer alınması öngörülmüştür. Bir başka bakış açısı ise n dönem sayısına bağlı olarak $\alpha=2/(n+1)$ tanımlanmasıdır.)
- ▶ Geçmiş bilginin az miktarda kaydını içerir.

Üstel Düzeltme Denklemleri

►
$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 \cdot D_{t-3} \\ + \alpha(1-\alpha)^3 D_{t-4} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{t-1} \cdot D_0$$

► F_t = Tahmin değeri

► D_t = Gerçek değer

► α = Düzeltme katsayısı

►
$$F_t = F_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - F_{t-1}) \quad [= F_{t-1} - \alpha e_{t-1}]$$

► e_t = tahmin hatası

► Tahminin hesabı için kullanımı

Üstel Düzeltme Örneği

Bir Kwanza toplantısını organize ediyorsunuz. Üstel düzeltmeyi kullanarak bulunması gerekenlerin 2018 yılı için tahminini yapınız. ($\alpha = .10$). 2013 yılı tahmini 175 idi.

2013	180
2014	168
2015	159
2016	175
2017	190



Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	175.00 +
2015	159	
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	175.00 + .10(
2015	159	
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

ZamanGerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 -$
2015	159	
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

ZamanGerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00)$
2015	159	
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
2015	159	
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
2015	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
2016	175	
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
2015	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
2016	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
2017	190	
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

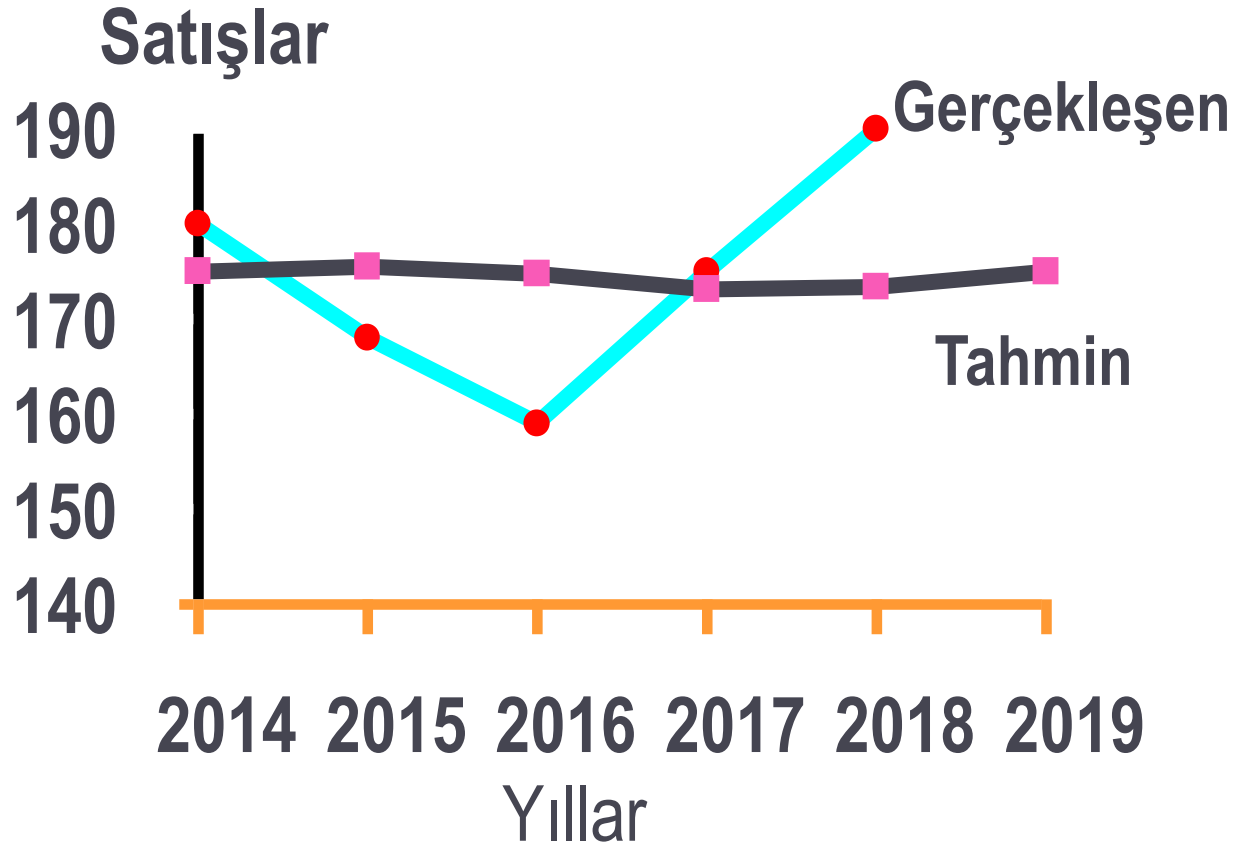
Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
2015	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
2016	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
2017	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
2018	NA	

Üstel Düzeltme Çözümü

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

Zaman Gerçekleşen		Tahmin, F_t ($\alpha = .10$)
2013	180	175.00 (Verilen)
2014	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
2015	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
2016	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
2017	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
2018	NA	$173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$

Üstel Düzeltme Grafiği



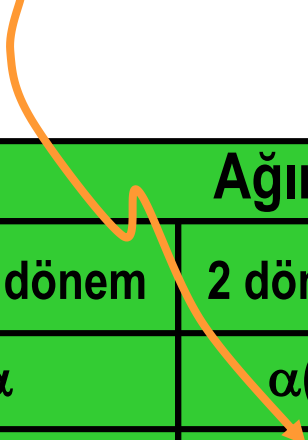
Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1 - \alpha)$	$\alpha(1 - \alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%		
$\alpha = 0.90$			

Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha) D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

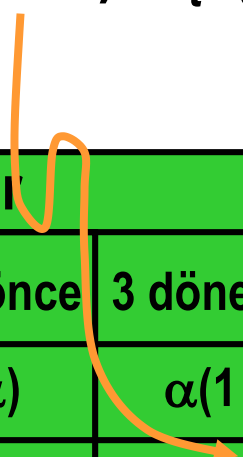


$\alpha =$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	
$\alpha = 0.90$			

Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

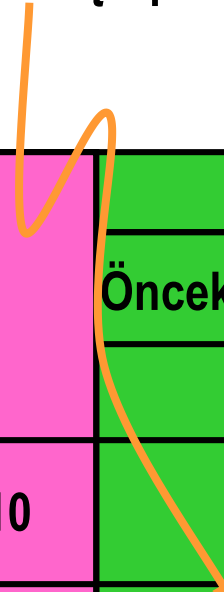
$\alpha =$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$			



Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

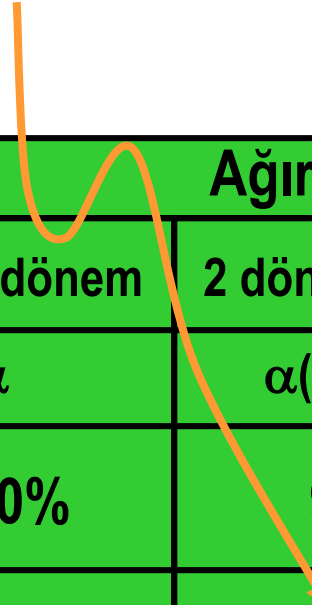
$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%		



Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha) D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

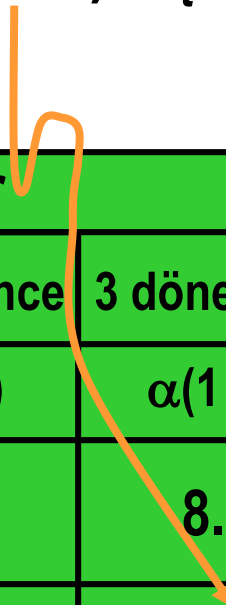


$\alpha =$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%	9%	

Düzeltilme Sabiti α 'nın Tahminlere etkisi

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha) D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \dots$$

$\alpha=$	Ağırlıklar		
	Önceki dönem	2 dönem önce	3 dönem önce
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha= 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha= 0.90$	90%	9%	0.9%



Trend Belirlenmesi ile Üstel Düzeltme

Çift Üstel Düzeltme Tekniği

Trend içeren Tahmin (FIT_t)

= Üstel düzeltilmiş tahmin (F_t)

+ üstel düzeltilmiş trend (T_t)

Çift Üstel Düzeltme - devam

$$F_t = \alpha(\text{bu dönemdeki gerçek talep}) \\ + (1 - \alpha)(\text{Son dönemdeki tahmin} + \text{Son dönemdeki trend tahmini})$$

veya

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

$$T_t = \beta(\text{Bu dönemdeki tahmin} - \text{son dönemdeki tahmin}) \\ + (1 - \beta)(\text{Son dönemdeki trend tahmini})$$

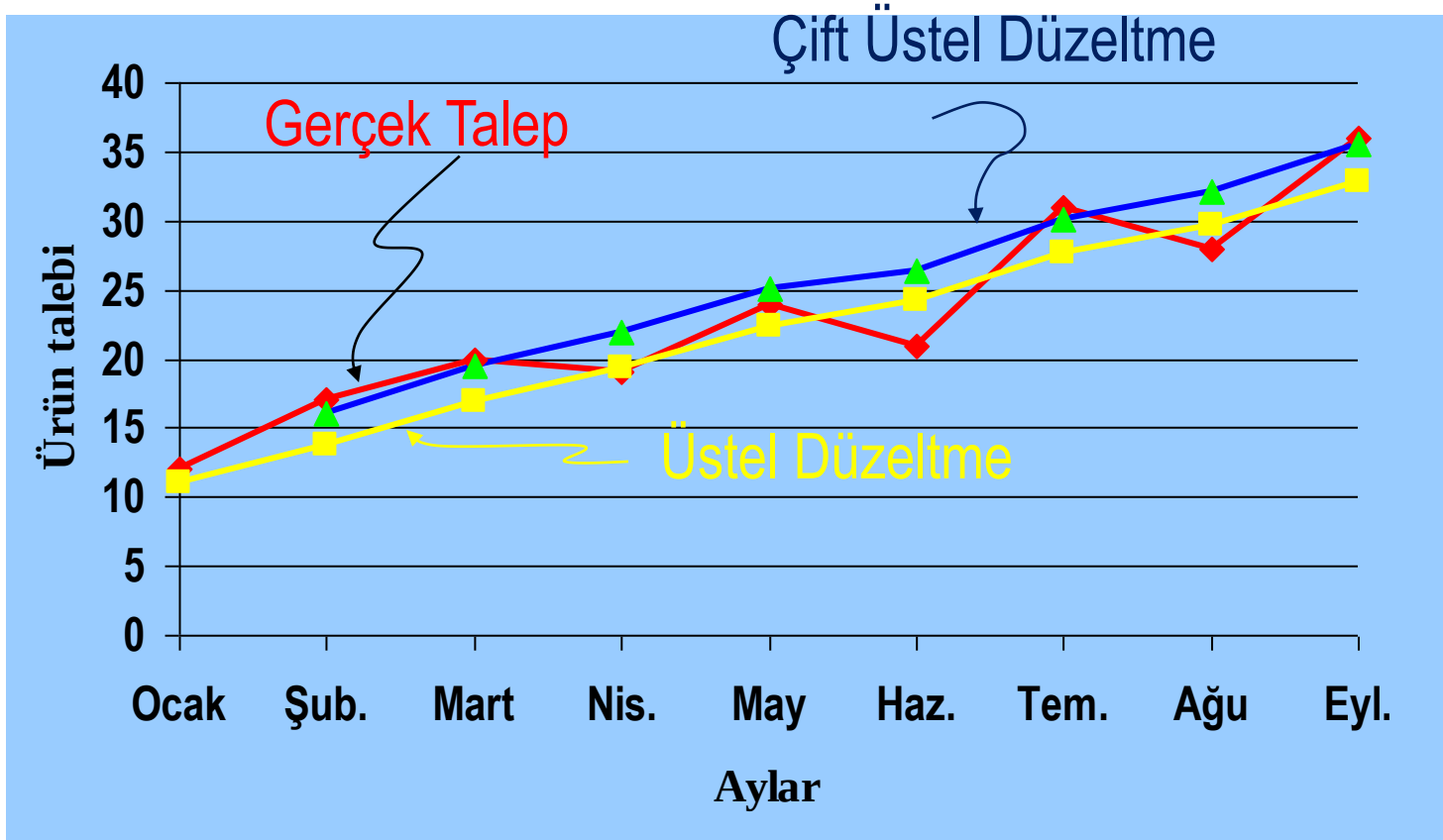
veya

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

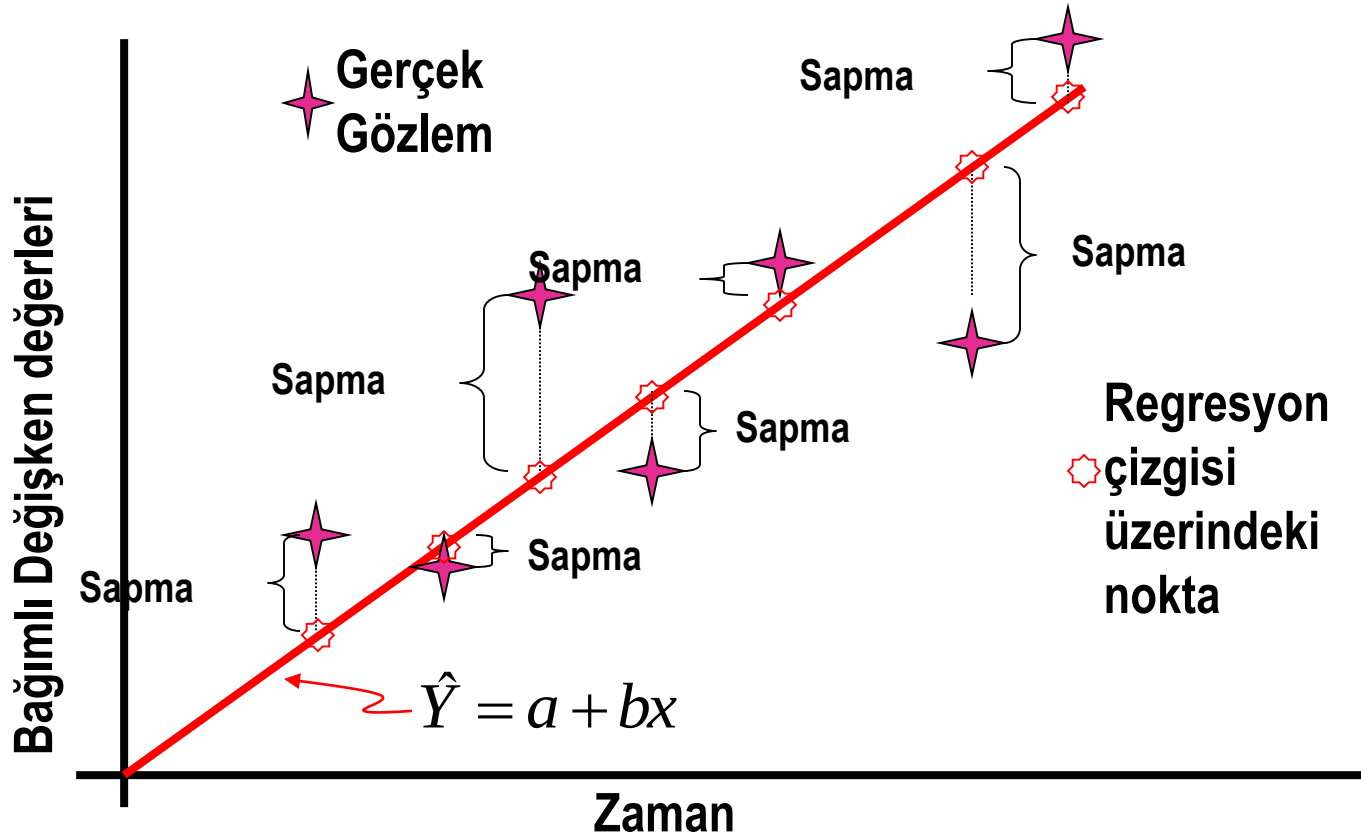
Çift Üstel Düzeltme - devam

- ▶ $F_t = t$ dönemindeki veri serilerinin üstel düzeltilmiş tahmini
- ▶ $T_t = t$ dönemindeki üstel düzeltilmiş trend
- ▶ $A_t = t$ dönemindeki gerçek talep
- ▶ α = ortalama için düzeltme katsayısı
- ▶ β = trend için düzeltme katsayısı

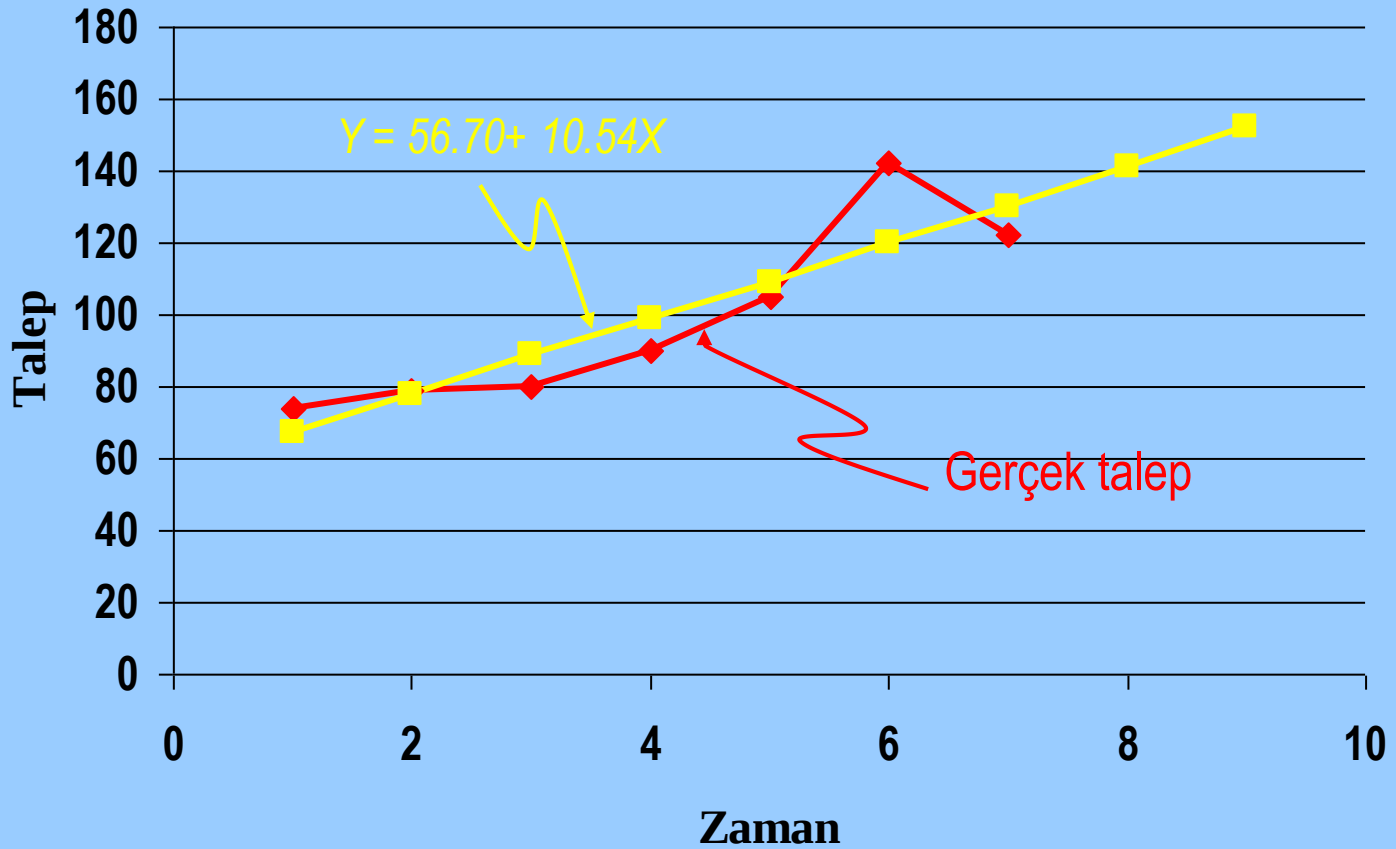
Tahminlerin Karşılaştırılması



En Küçük Kareler Yöntemi



Gerçek ve Regresyon Çizgisi

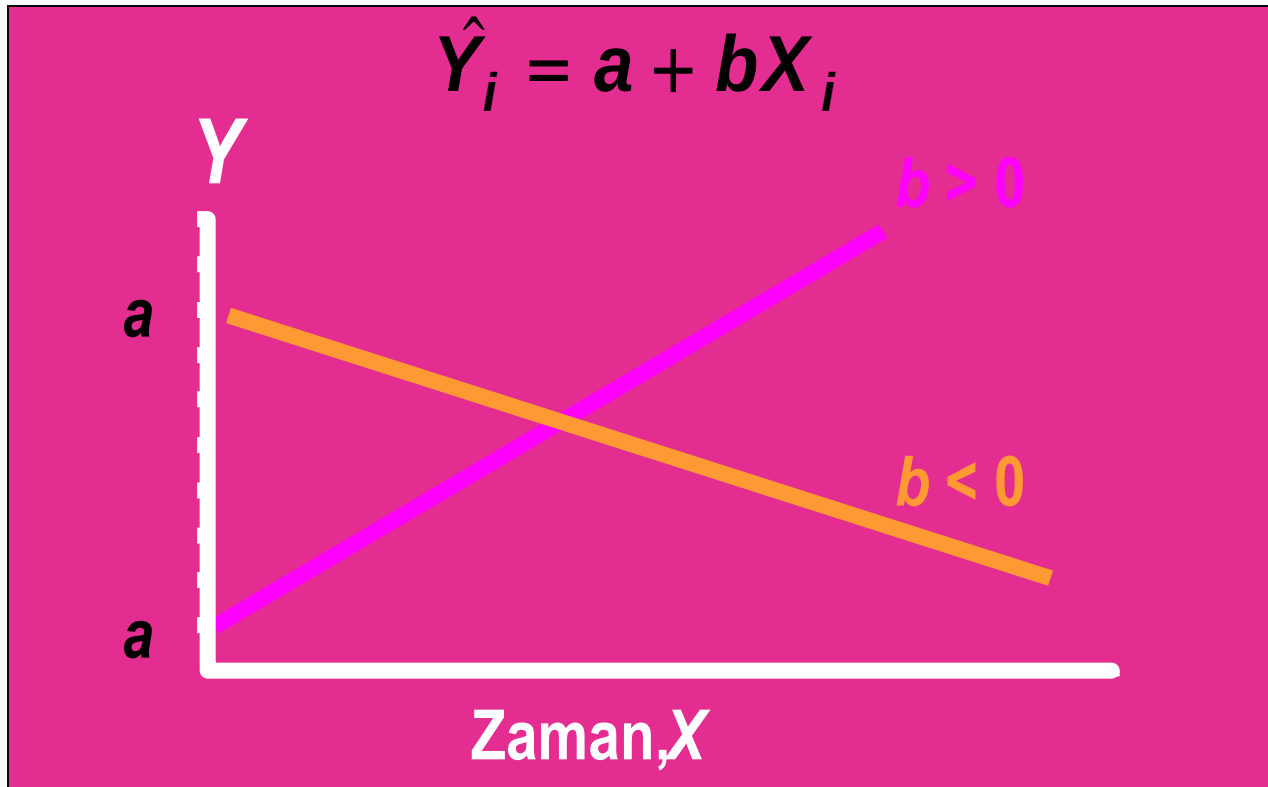


Doğrusal Trendin Gösterimi

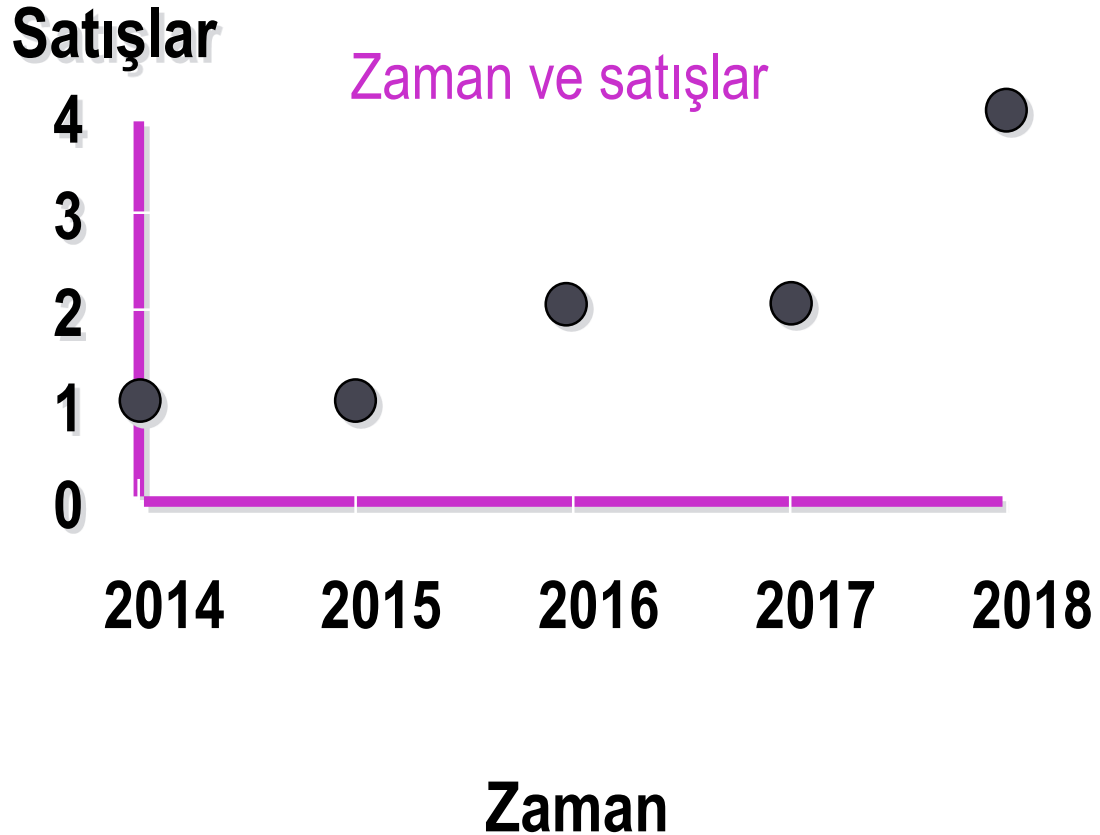
- ▶ Doğrusal trend çizgisinin belirlenmesi için kullanılır.
- ▶ Yanıt değişkeni Y, ile zaman değişkeni X arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsayar.
- ▶ En küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir
 - ▶ Hata karelerinin en küçük değeri almasını sağlar

$$\hat{Y}_i = a + bX_i$$

Doğrusal Trend Modeli



Dağılım Diyagramı



Doğrusal Regresyon Modeli

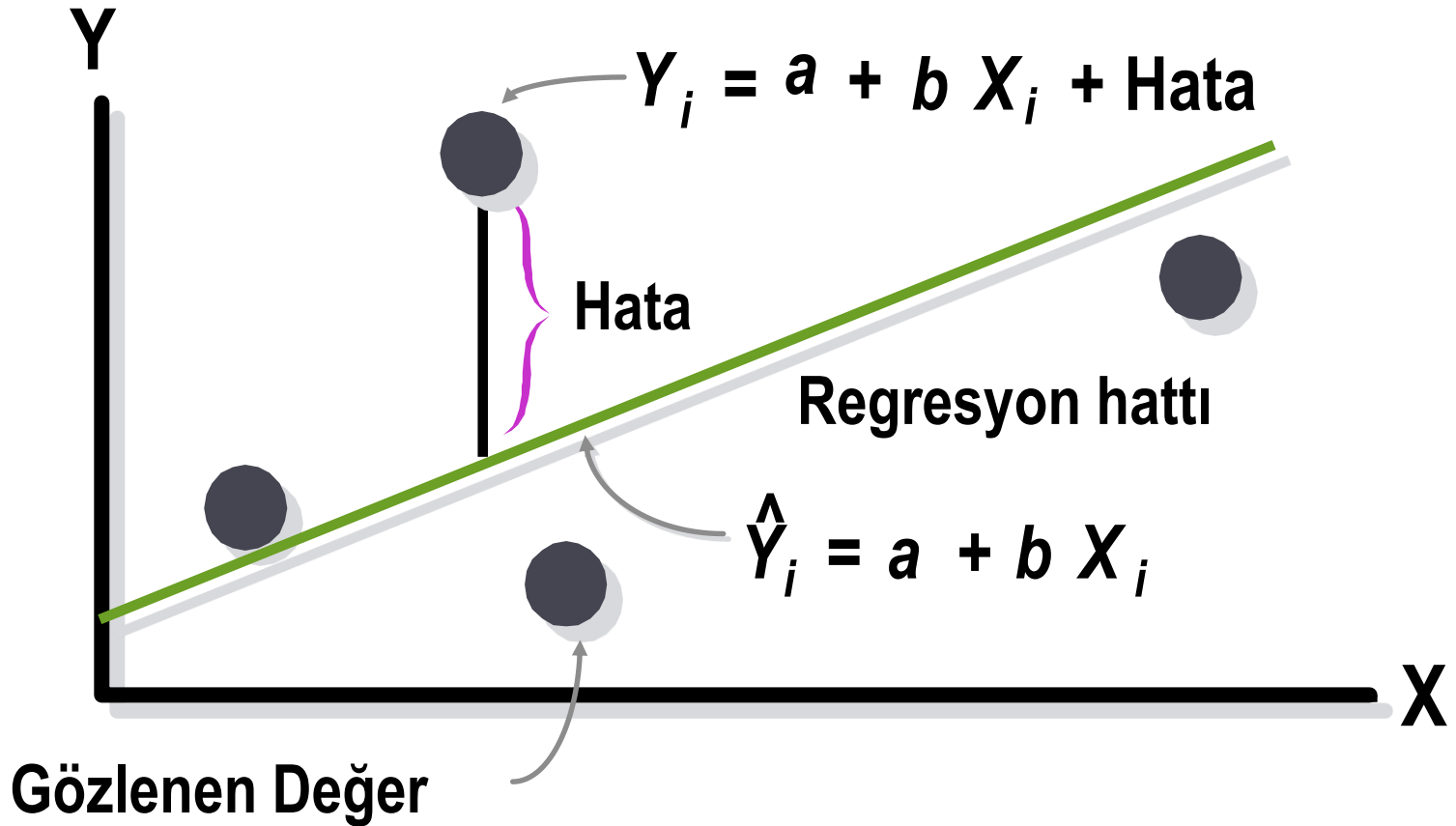
- Bağımlı değişkenlerle açıklayıcı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir.
 - Örnek: Satışlar & reklam (*zaman değil*)

The diagram shows the linear regression equation $\hat{Y}_i = a + b X_i$ with four labels and arrows pointing to its components:

- Y-bileşeni** points to the predicted value $\hat{Y}_i$.
- Eğim** points to the slope coefficient b .
- Bağımlı (tepki) değişken** points to the predicted value $\hat{Y}_i$.
- Bağımsız (açıklayıcı) değişken** points to the independent variable X_i .

$$\hat{Y}_i = a + b X_i$$

Doğrusal Regresyon Modeli



En küçük kareler Denklemleri

Denklem: $\hat{Y}_i = a + bx_i$

Eğim:
$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}$$

Y-Bileşeni: $a = \bar{y} - b\bar{x}$

Hesap Tablosu

X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
X_1	Y_1	X_1^2	Y_1^2	$X_1 Y_1$
X_2	Y_2	X_2^2	Y_2^2	$X_2 Y_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
X_n	Y_n	X_n^2	Y_n^2	$X_n Y_n$
ΣX_i	ΣY_i	ΣX_i^2	ΣY_i^2	$\Sigma X_i Y_i$

Doğrusal Trend İzdüşüm Örneği

Hasbro Oyuncakları'nda bir pazarlama analistisiniz.. Aşağıdaki verileri elde etmişsiniz:

<u>Yıllar</u>	<u>Satışlar (Birim)</u>
2013	1
2014	1
2015	2
2016	2
2017	4

trend denklemi nedir?



Doğrusal trend İzdüşüm Modeli

Hasbro Oyuncakları'nda bir pazarlama analistisiniz.

Kodlanmış yılları kullanarak, $Y_i = -.1 + .7X$ denklemini bulunuz

<u>Yıllar</u>	<u>Satışlar (Birim)</u>
2013	1
2014	1
2015	2
2016	2
2017	4

2018 yılı satışlarını tahmin ediniz.



En Küçük Kareler Varsayımları

- ▶ İlişkilerin doğrusal olduğu varsayılır. Öncelikle grafiğin çizimi yapılır- Eğer eğimli bir grafik oluşuyorsa, eğimli regresyon analizi yöntemleri uygula.
- ▶ İlişkinin sadece verilen veri aralığı için geçerli olduğu varsayımıyla hareket edilir. Bu veri aralığından çok uzak dönemler için tahmin yapılmaya uğraşilmamalıdır.
- ▶ En küçük karelerden oluşan regresyon doğrusunun etrafındaki sapmaların rassal olarak dağıldığı varsayılır.

Mevsimsel Ayarlamalar

- ▶ Mevsimlere göre talepte yükselme ve düşme hareketleri olur. Birçok mamul talebi mevsimsel davranış gösterir.

Verilerde Mevsimsel Değişmeler

**Çarpımlı mevsimsel
model talepteki
mevsimsel değişimlere
göre trend verilerini
ayarlar**



Verilerde Mevsimsel Değişmeler

Sürecin Adımları:

1. Her bir sezon için ortalama talebi bul.
2. Tüm sezonlar için ortalama talebi hesapla.
3. Her bir mevsim için sezon indeksi hesapla. ($S_i: D_i / \Sigma D$)
4. Gelecek yılın toplam talebini hesapla
5. Bu toplam talep tahminini sezon sayısına böl, ve ilgili mevsim için sezon indeksi ile çarp.

Mevsimsel İndeks Örnek

Ay	2007	Talep 2008	2009	Ortalama 2007-2009	Aylık Ortalama	Mevsimsel İndeks
Ocak	80	85	105	90	94	
Şubat	70	85	85	80	94	
Mart	80	93	82	85	94	
Nisan	90	95	115	100	94	
Mayıs	113	125	131	123	94	
Haz.	110	115	120	115	94	
Tem.	100	102	113	105	94	
Ağu.	88	102	110	100	94	
Eyl.	85	90	95	90	94	
Ekim	77	78	85	80	94	
Kasım	75	72	83	80	94	
Ara	82	78	80	80	94	

Mevsimsel İndeks Örnek

Ay	2007	Talep 2008	2009	Ortalama 2007-2009	Aylık Ortalama	Mevsimsel İndeks
Ocak	80	85	105	90	94	0.957

$$\begin{aligned}\text{Mevsimsel İndeks} &= \frac{\text{2007-2009 ortalama aylık talep}}{\text{Ortalama aylık talep}} \\ &= 90/94 = .957\end{aligned}$$


Ağu.	88	102	110	100	94
Eyl.	85	90	95	90	94
Ekim	77	78	85	80	94
Kasım	75	72	83	80	94
Ara	82	78	80	80	94

Mevsimsel İndeks Örnek

Ay	2007	Talep 2008	2009	Ortalama 2007-2009	Aylık Ortalama	Mevsimsel İndeks
Ocak	80	85	105	90	94	0.957
Şub	70	85	85	80	94	0.851
Mart	80	93	82	85	94	0.904
Nis	90	95	115	100	94	1.064
May	113	125	131	123	94	1.309
Haz	110	115	120	115	94	1.223
Tem	100	102	113	105	94	1.117
Ağu	88	102	110	100	94	1.064
Eyl	85	90	95	90	94	0.957
Ekim	77	78	85	80	94	0.851
Kas	75	72	83	80	94	0.851
Ara	82	78	80	80	94	0.851

Mevsimsel İndeks Örnek

Ay	2007	Talep 2008	2009	Ortalama 2007-2009	Aylık Ortalama	Mevsimsel İndeks
Ocak						0.957
Şub						0.851
Mart						0.904
Nis						1.064
May						1.309
Haz						1.223
Tem						1.117
Ağu						1.064
Eyl						0.957
Ekim						0.851
Kas						0.851
Ara	82	78	80	80	94	0.851

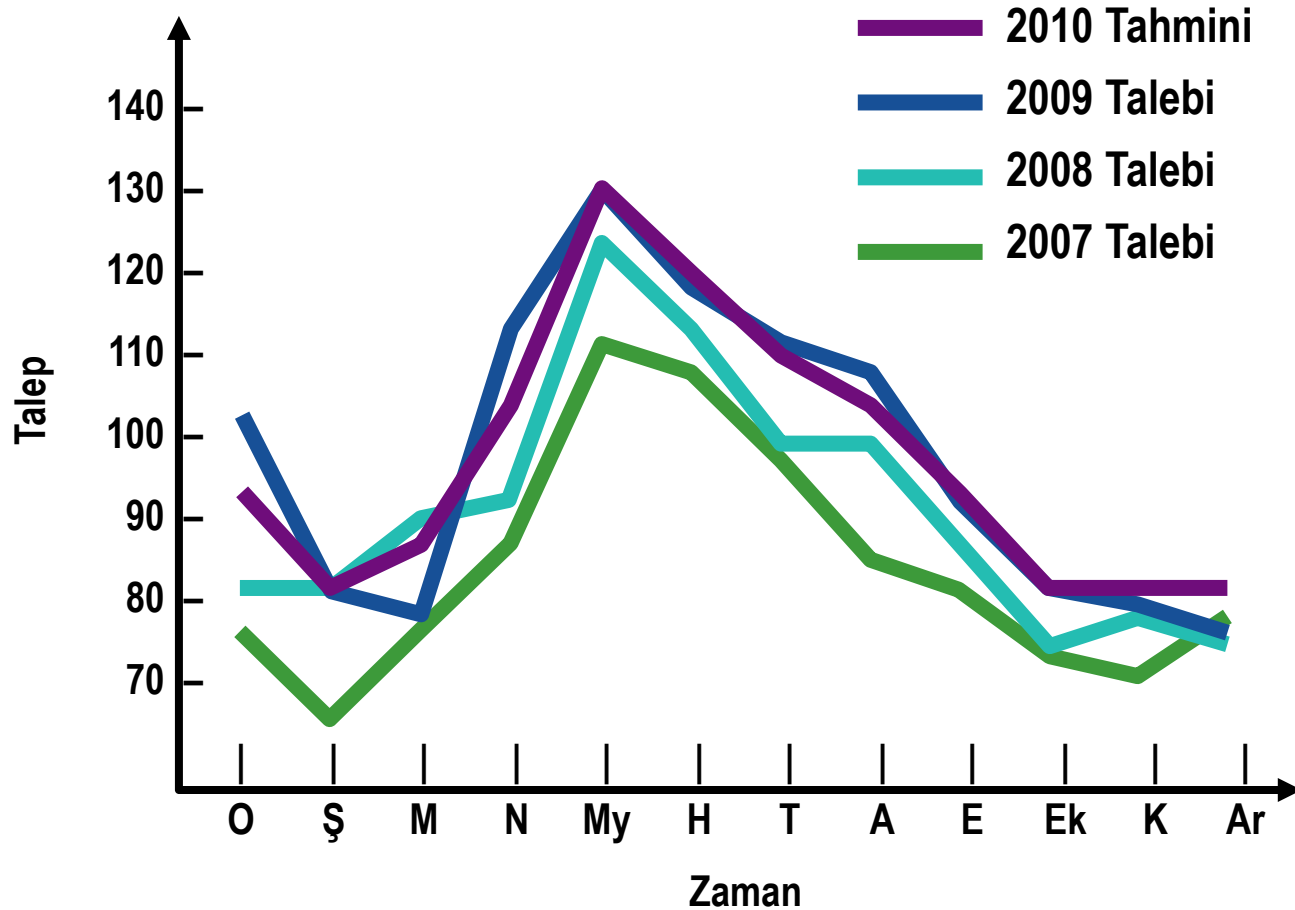
2010 için tahmin

Beklenen yıllık talep= 1,200

Ocak $\frac{1,200}{12} \times .957 = 96$

Şubat $\frac{1,200}{12} \times .851 = 85$

Mevsimsel İndeks Örnek



Mevsimsel İndeks Örnek 2

- Bir hindi yetiştiricisi ürünlerini yıl boyunca müşterilerine satmaktadır. Ancak yoğun sezonları ekimden aralığa olan 3 aylık sezon içerisinde olmaktadır. Çiftçilerin ürünlerine olan talep geçmiş 3 yıllık verilerine göre şu şekilde dağılmaktadır.

Hindi Talepleri					
	Talep (3 Aylık) 1000 br.				
Yıl	1	2	3	4	Toplam
2011	12.6	8.6	6.3	17.5	45
2012	14.1	10.3	7.5	18.2	50.1
2013	15.3	10.6	8.1	19.6	53.6
Toplam	42	29.5	21.9	55.3	148.7

Tahmin Hata Denklemleri

- Ortalama Hata Kareleri (Mean Square Error) (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{\sum \text{tahmin hataları}^2}{n}$$

- Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Deviation) (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} = \frac{\sum |\text{tahmin hataları}|}{n}$$

Tahmin Hata Denklemleri

- Ortalama Mutlak Yüzde Hata(Mean Absolute Percentage Error) (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|}{n} * 100 = \frac{\sum \left| \frac{\text{tahmin hataları}}{\text{gerçekleşen}} \right|}{n} * 100$$

Tahmin Modeli Seçimi Örneği

Hasbro Toys oyuncaklarının Pazar araştırmacısısınız. Elinizde doğrusal model ve üstel düzeltmeli modele göre sonuçlar mevcut, Bu modellerden hangisini tercih edersiniz?

<u>Yıllar</u>	Gerçekleşen Doğrusal Model		Üstel
	<u>Satışlar</u>	<u>Tahmini</u>	<u>Düzeltilme Tahmini (.9)</u>
2013	1	0.6	1.0
2014	1	1.3	1.0
2015	2	2.0	1.9
2016	2	2.7	2.0
2017	4	3.4	3.8

Doğrusal Model Değerlendirmesi

Yıllar	Y_i	$\hat{Y}_i$	Hata	Hata ²	Hata
2013	1	0.6	0.4	0.16	0.4
2014	1	1.3	-0.3	0.09	0.3
2015	2	2.0	0.0	0.00	0.0
2016	2	2.7	-0.7	0.49	0.7
2017	4	3.4	0.6	0.36	0.6
Toplam			0.0	1.10	2.0

$$\text{MSE} = \sum \text{Hata}^2 / n = 1.10 / 5 = .220$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Hata}| / n = 2.0 / 5 = .400$$

Üstel Düzeltme Model Değerlendirmesi

Yıllar	Y_i	$\hat{Y}_i$	Hata	Hata ²	Hata
2013	1	1.0	0.0	0.00	0.0
2014	1	1.0	0.0	0.00	0.0
2015	2	1.9	0.1	0.01	0.1
2016	2	2.0	0.0	0.00	0.0
2017	4	3.8	0.2	0.04	0.2
Toplam			0.3	0.05	0.3

$$\text{MSE} = \sum \text{Hata}^2 / n = 0.05 / 5 = 0.01$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Hata}| / n = 0.3 / 5 = 0.06$$

Üstel Düzeltme Model Değerlendirmesi

Doğrusal Model: _____

$$\text{MSE} = \sum \text{Hata}^2 / n = 1.10 / 5 = .220$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Hata}| / n = 2.0 / 5 = .400$$

Üstel Düzeltme Modeli:

$$\text{MSE} = \sum \text{Hata}^2 / n = 0.05 / 5 = 0.01$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Hata}| / n = 0.3 / 5 = 0.06$$

Kontrol Sinyali (Tracking Signal)

- ▶ Tahmin değerlerinin Güncel değerleri karşılama derecesinin ölçümünde kullanılır.
- ▶ Tahmin hatalarının birikimli toplamının (RSFE) ortalama mutlak sapma(MAD) değerine oranı
 - ▶ İyi kontrol sinyalinin değeri düşüktür.
- ▶ Alt ve üst kontrol limitleri içerisinde yer alması gerekir.

Kontrol Sinyali Denklemi

$$TS = \frac{RSFE}{MAD}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{MAD}$$

$$= \frac{\sum |\text{tahmin hatası}|}{MAD}$$

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Ay	Tahmin	Ger	Hata	RSFE	Mut Hata	Top Hata	MAD	İS
1	100	90						
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Ay	Thmn	Ger	Hata	RSFE	Mut Hata	Top Hata	MAD	İS
1	100	90	-10					
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Hata = Gerçekleşen - Tahmin
= 90 - 100 = -10

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10				
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

RSFE = Σ hata
= NA + (-10) = -10

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10			
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Mut Hata = |Hata|
= |-10| = 10

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10		
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Toplam |Hata| = $\sum |Hata|$
= NA + 10 = 10

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

$MAD = \sum |Hata|/n$
 $= 10/1 = 10$

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95						
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

$$TS = RSFE/MAD$$
$$= -10/10 = -1$$

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5					
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Hata = Gerçekleşen - Tahmin
= 95 - 100 = -5

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5	-15				
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

RSFE = Σ Hata
= $(-10) + (-5) = -15$

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5	-15	5			
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Mut Hata = |Hata|
= |-5| = 5

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5	-15	5	15		
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

Top Hata = $\sum |Hata|$
= 10 + 5 = 15

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5	-15	5	15	7.5	
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

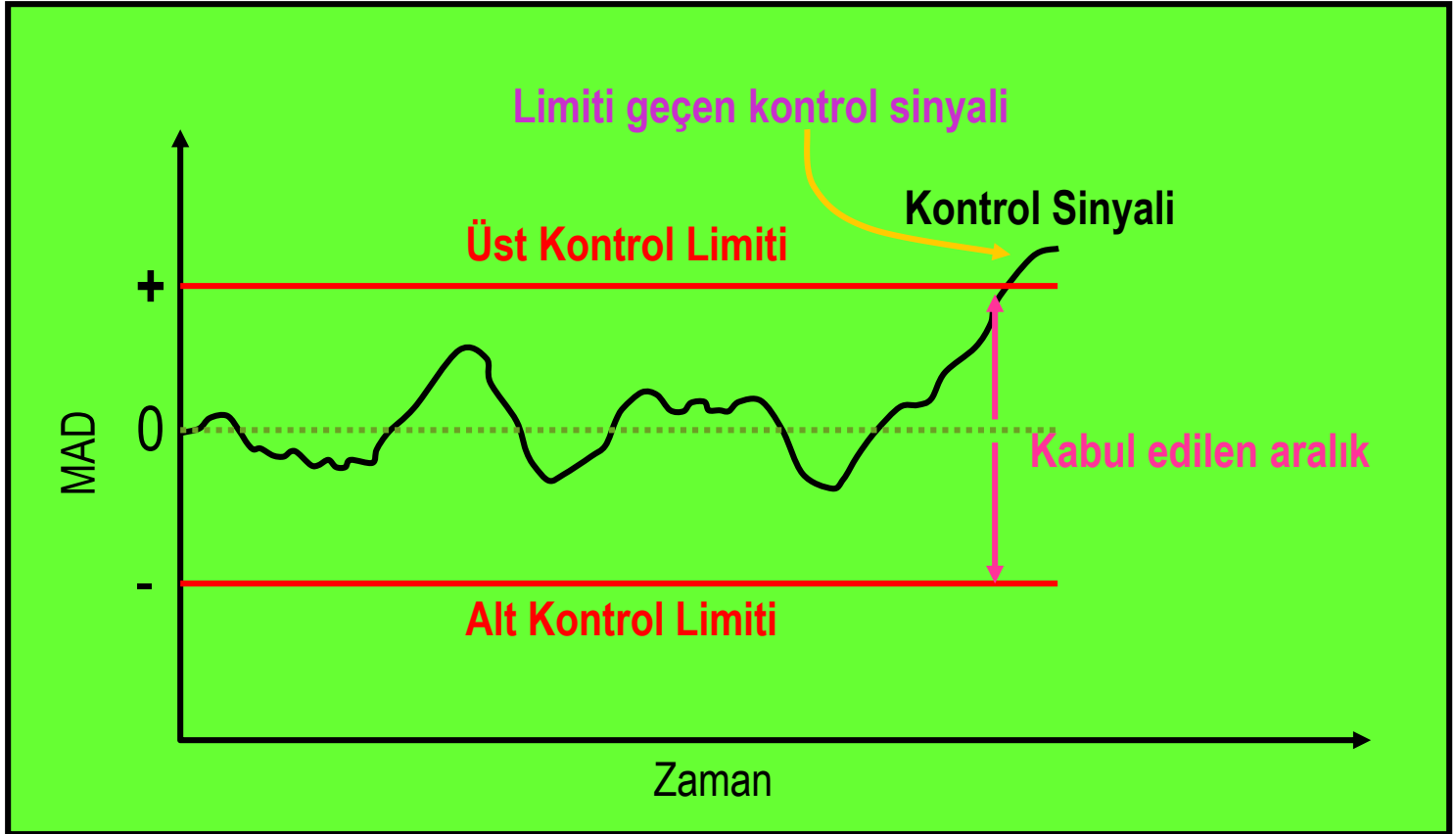
$$\text{MAD} = \sum |\text{Hata}|/n$$
$$= 15/2 = 7.5$$

Kontrol Sinyali Hesaplaması

Mo	Forc	Act	Error	RSFE	Abs Error	Cum Error	MAD	TS
1	100	90	-10	-10	10	10	10.0	-1
2	100	95	-5	-15	5	15	7.5	-2
3	100	115						
4	100	100						
5	100	125						
6	100	140						

$TS = RSFE/MAD$
 $= -15/7.5 = -2$

Kontrol Sinyalinin Çizimi



Kontrol Sinyali

