



# DELPHI METODU

Prof.Dr. Vedat CEYHAN

# KAPSAM

- 1. Delphi metodu
- 2. Trend Analizi
- 3. Doğruluk Ölçümleri

# 1. DELPHI METODU

Tahmin metotları; 4' e ayrılır.

1. Geleneksel Yöntemler

2. Kantitatif Yöntemler

3. Kalitatif Yöntemler

4. Doğrusal Olmayan Yöntemler

**3.1 Delphi metodu**

3.2 Grup tartışması

3.3 Senaryo metodu

- Kalitatif metotlar, zaman serisi verilerinin olmadığı veya sınırlı düzeyde olduğu durumlarda oldukça etkili metotlardır.

# 1. DELPHI METODU

- **Delphi metodu** temel olarak **uzman görüşlerine** dayanır.
- **5 aşaması** bulunur;
  - 1. Koordinatör belirlenir ve yetkilendirilir.**
  - 2. Uzmanlar belirlenir.**
  - 3. Uzmanlara gönderilecek soru seti hazırlanır ve bu sorular uzmanlara gönderilir.**
  - 4. Koordinatör gelen cevapları tablollaştırır ve uzman ismi verilmeksizin gelen bütün cevaplar bütün uzmanlara gönderilir ve uzmanlardan tahminlerini tekrar gözden geçirmelerini ister.**
  - 5. Tur sayısı tahminler bir birine yaklaşıncaya kadar yani uzlaşma sağlanıncaya kadar devam eder.**

Son olarak tahminler uzmanlara eşit ağırlık vermek kaydıyla toparlanır ve tahmin oluşturulur.



# 1. DELPHI METODU

**Metodundan iyi sonuç alınabilmesi için başarı koşulları;**

- 1. Uzmanlar çok iyi seçilmelidir.**
- 2. Uzmanlar bir birini bilmemeli ve birbirinden farklı yapıya sahip (heterojen) olmalıdır.**
- 3. Uzman sayısı optimum sonuç için 5-10 kişi olmalıdır. Maksimum 20 kişi olmalıdır.**
- 4. Sorular açık ve herkes tarafından aynı anlam çıkarılacak şekilde hazırlanmalıdır.**
- 5. İlişkisiz veriler aynı soru içinde toplanmamalıdır.**
- 6. Panel sonuçları ortalama ve medyan olarak verilmelidir.**
- 7. Uzlaşma sağlamak için yapılan tur sayısı maksimum 3-4 olmalıdır.**
- 8. Tahminlerle ilgili belirsizlikler olasılıkla değil, frekanslarla verilmelidir.**
- 9. Olasılıklar mutlaka belirtilmelidir.**
- 10. En son tahmin, bütün uzmanların tahminleri eşit olacak şekilde ağırlıklandırılıp, toplulaştırılarak bulunmalıdır.**
- 11. Kantitatif tahminlerde bir uzman görüşüymüş gibi uzlaşmalara katılmalıdır.**



# ÖRNEK

Uzman görüşleri elektronik posta yoluyla alındığı varsayımı altında  
**Türkiye Yaş İncir Üretimini Delphi metodu ile tahmin edelim.**

**Birinci aşama:** Koordinatörün belirlenmesi

Ahmet Fevzi ARUMAN (Tariş İncir Satış Kooperatifleri Birliği Yönetim Kurulu Başkanı)

**İkinci aşama:** Uzmanların belirlenmesi

10 kişi, Tariş İncir Birliği Başkanı, Aydın ticaret borsası temsilcisi, ziraat odası başkanı vb.....



**Üçüncü aşama:** Soru setinin hazırlanması ve gönderilmesi (Uzman görüşleri elektronik posta yoluyla alınmakta)

1. Türkiye'nin 2016 yılı yaş incir üretimine ilişkin tahmininiz nedir:..... milyon ton

Gerekçe:.....

2. Bu tahminin meydana gelme ihtimali nedir: %.....

3. Sizce 2016 Türkiye yaş incir üretimi en az ne kadar olur:..... milyon ton

Gerekçe:.....

4. Sizce 2016 Türkiye yaş incir üretimi en fazla ne kadar olur:..... milyon ton

Gerekçe:.....

5. Yaş incir üretimini etkileyecek önemli bir gelişme bekliyor musunuz? (belirtiniz) .....



**Dördüncü aşama:** 1. Tur yaş incir üretim miktarı uzman görüşleri (milyon ton)

Uzman	Tahmin	En düşük	En yüksek	Gerekçe
1	290	270	310	
2	285	270	300	
3	295	275	305	
4	270	250	300	
5	275	255	310	
6	285	260	310	
7	290	270	315	
8	275	250	290	
9	290	260	315	
10	290	260	310	



### Beşinci aşama: 2. Tur yaş incir üretim miktarı uzman görüşleri (milyon ton)

Uzman	Tahmin		En düşük		En yüksek		Gerekçe
	1.tur	2.tur	1.tur	2.tur	1.tur	2.tur	
1	290	290	270	270	310	310	
2	285	285	270	270	300	300	
3	295	295	275	275	305	310	
4	270	275	250	250	300	305	
5	275	275	255	260	310	315	
6	285	280	260	255	310	310	
7	290	290	270	270	315	320	
8	275	275	250	250	290	290	
9	290	290	260	260	315	315	
10	290	285	260	260	310	315	

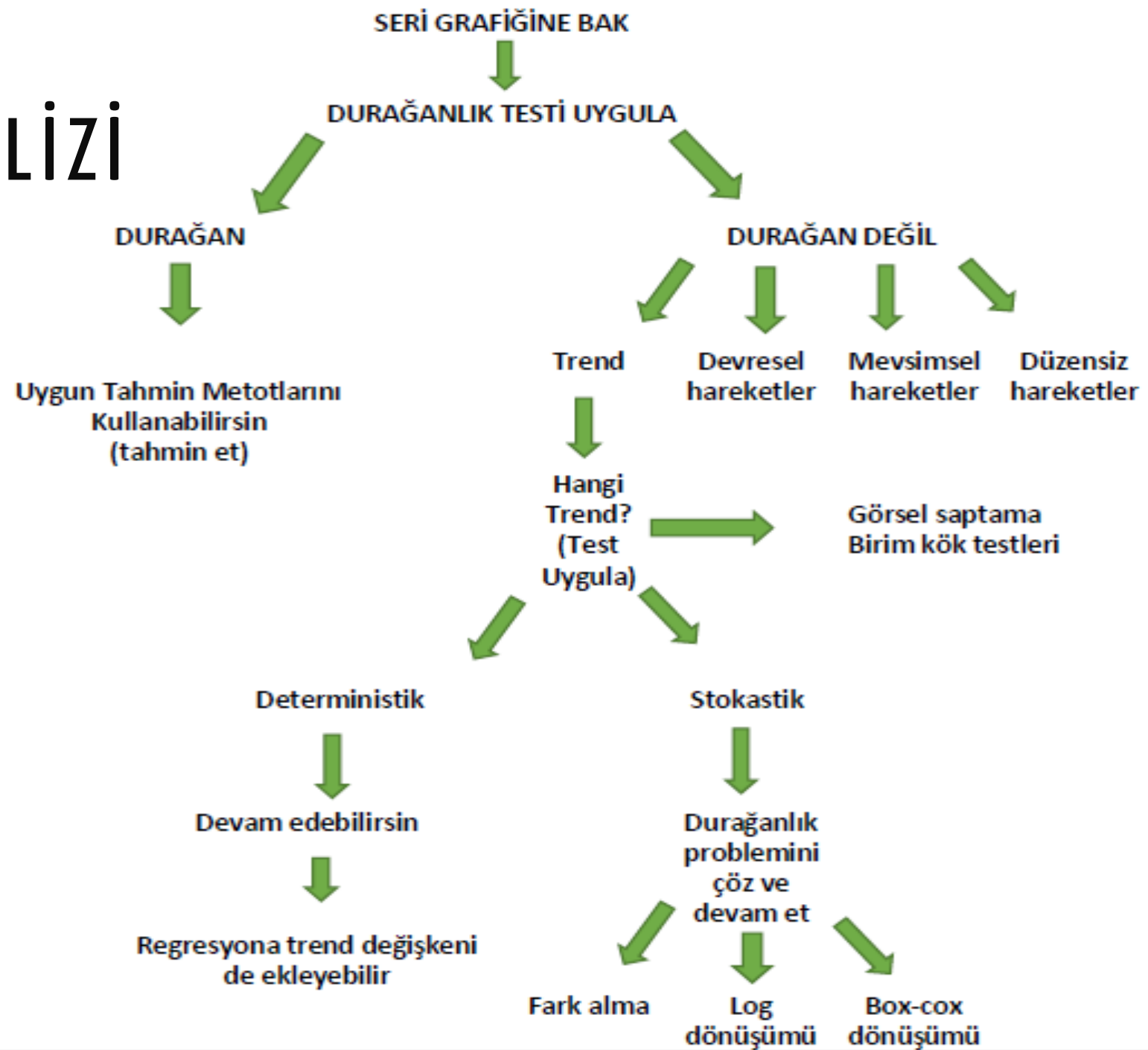
\*Uzlaşma sağlanana kadar turlara devam edilir. Uzlaşma için max 3-4 tur olmalıdır.



## Altıncı aşama: Tahminin oluşturulması

Uzman	Olasılık	Tahmin	En düşük	En yüksek
1	0,1	290	270	310
2	0,1	285	270	300
3	0,1	295	275	305
4	0,1	270	250	300
5	0,1	275	255	310
6	0,1	285	260	310
7	0,1	290	270	315
8	0,1	275	250	290
9	0,1	290	260	315
10	0,1	290	260	310
Ortalama		284,5	262	306,5
Standart sapma		7,88987	7,43303	8,42615
Ağırlıklı ortalama		284,5	262	306,5
Medyan		287,5000	260,0000	310,0000
Beklenen değer		284,5	262	306,5
Nokta tahmini (%95 güven aralığı)		$284.5 \pm 5.15$	$262 \pm 5.50$	$306,5 \pm 4.85$
Aralıklı tahmin (%95 güven aralığı)		Alt sınır:279,34 Üst sınır:289,65	Alt sınır: 256,49 Üst sınır:267,50	Alt sınır:301,64 Üst sınır:311,35
Nokta tahmini (%99 güven aralığı)		$284,5 \pm 7,78$	$262 \pm 7,25$	$306,5 \pm 6,39$
Aralıklı tahmin (%99 güven aralığı)		Alt sınır:277,71 Üst sınır:291,28	Alt sınır:254,74 Üst sınır:269,25	Alt sınır: 300,10 Üst sınır:312,89

## 2.TREND ANALİZİ



# 3. DOĞRULUK ÖLÇÜMLERİ

**Amaç ;** verilere en iyi uyum gösteren tahmin modelleri arasından en uygununu seçmek.

**Araç;** istatistiki testler

Modellerin öngörü doğruluğunun (tahmin performansının) ölçümünde kullanılan istatistikler;

I. Hata kareler ortalaması (Mean Squared Error - MSE),

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (u)^2}{n}$$

II. Hata kareler ortalamasının karekökü (Root Mean Squared Error - RMSE),

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (u)^2}{n}}$$

III. Hatanın mutlak ortalaması (Mean Absolute Error - MAE),

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |u_t|}{n}$$



IV. Ortalama Yüzde Hata (Mean Percentage Error - MPE),

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{u_t}{Y_t}}{n}$$

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

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|u_t|}{Y_t}}{n} * 100$$

VI. Theil-U istatistigi

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (u_t / Y_t)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (Y_{t+1} - Y_t / Y_t)^2}} = \frac{\text{Kurulan modelin hata nispi değişimi}}{\text{Rassal yürüyüş modelinin nispi değişimi}}$$



Bu istatistiklerde arzu edilen sonuç, en küçük değere sahip MSE, RMSE, MAE, MPE ve MAPE istatistiklerine sahip tahmin modelini oluşturmaktır. Ancak hangi istatistiğin kullanılması gerektiği konusunda belirli bazı kriterler takip edilmektedir.

1. Hata değerlerinin büyüklükleri benzer ise “Hata kareler ortalaması” (MSE) kullanılabilir. Ancak, tahmin edilen değerlerden bir ya da birden fazla ortalamanın üzerinde büyük hata(lar) elde edilmiş ise, bu ölçüm fazla uygun olmayabilir. MSE istatistiği, hataların karelerini aldığı için büyük sapmaların olması durumunda abartılı sonuçlar vermektedir.

2. Bu istatistiğin yerine bu durumda, “Hatanın mutlak ortalaması ”(MAE) kullanılabilir.



3-Bazen bir tahmin yönteminin yansız olup olmadığının belirlenmesi gerekebilir. Modelden hesaplanan değerler, gerçekleşen değerlerin altında veya üstünde çıkıyorsa yansızlık gerçekleşmez. Bu gibi durumlarda “Ortalama Yüzde Hata” (MPE) kullanılmaktadır.

4-Hata değerlerinin birim değerleri farklılık gösteriyorsa, örneğin bir tahmin modeli gerçek değerleri kullanıyor iken bir başka tahmin modeli doğal logaritması alınmış değerleri kullanıyorsa, yararlanılabilecek istatistik “Ortalama Mutlak Yüzde Hata” (MAPE)’ dir.

MAPE istatistiği, farklı birim değerlere sahip modellerin karşılaştırılmasında ortaya çıkabilecek dezavantajları elimine etmektedir. Sayılan kriterler arasında “Ortalama Mutlak Yüzde Hata”(MAPE)’nin öngörü hatalarını yüzde olarak ifade etmesi nedeni ile tek başına da bir anlamının olması, diğer kriterlere göre üstünlüğü olarak kabul edilmektedir.





MAPE değerleri (bazı literatürde)

- $MAPE < 10$ 'un altında olan tahmin modellerini “yüksek doğruluk” derecesine sahip,
- $10 < MAPE < 20$  arasında olan modelleri ise doğru tahmin modelleri olarak sınıflandırılmıştır.

Başkaca literatürde

- $MAPE < 10$ 'un altında olan modeller “çokiyi”,
- $10 < MAPE < 20$  arasında olan modelleri “iyi”,
- $20 < MAPE < 50$  arasında olan modelleri “kabul edilebilir”

Ve  $50 < MAPE$  nin üzerinde olan modeller ise “yanlış ve hatalı ”olarak sınıflandırılmıştır.



Literatürde en çok kullanılan ölçüm metotlarının

**MAPE ve RMSE**

oldukları görülmektedir.



# MODEL SEÇİM KRİTERLERİ

Klasik model seçim kriterleri olan  $t$  ve  $F$  ve  $R^2$  ye alternatif olarak geliştirilmiş bazı farklı ölçütler geliştirilmiştir.

Bunlardan en fazla kullanılan ve bilinenleri Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bayes kriteridir (SBC).

AIC ve SBC, zaman serilerinde uygun gecikme sayısının belirlenmesinde de kullanılmaktadır.

AIC ve SBC değeri en düşük model veya gecikme düzeyi en uygun olarak seçilir.



## AKAIKE BİLGİ KRİTERİ

$$AIC = n * \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2k$$

SSE: Hata kareler toplamı,

n; gözlem sayısı,

k: değişken sayısı (bağımlı ve sabit dahil)

Yukarıda verim ve gecikmeli değişkenine ilişkin denklemden hareketle

$Y = 1351.29 + 0.65 \text{ verim1}$

SSE= 1134810

n=21

k=3

$AIC = 21 * \ln(1134810/21) + 2 * (3) = 234.85$



# SCHWARZ BAYESIAN KRİİRETİ

$$SBC = n * \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + k * \ln(n)$$

Yukarıda verim ve gecikmeli değişkenine ilişkin

denklemden hareketle

$Y=1351.29+0.65 \text{ verim1}$

SSE: Hata kareler toplamı,

n; gözlem sayısı,

k: değişken sayısı (bağımlı dahil)

SSE= 1134810

n=21

k=3

$AIC=21*\ln(1134810/21)+2*\ln(21)=234,94$

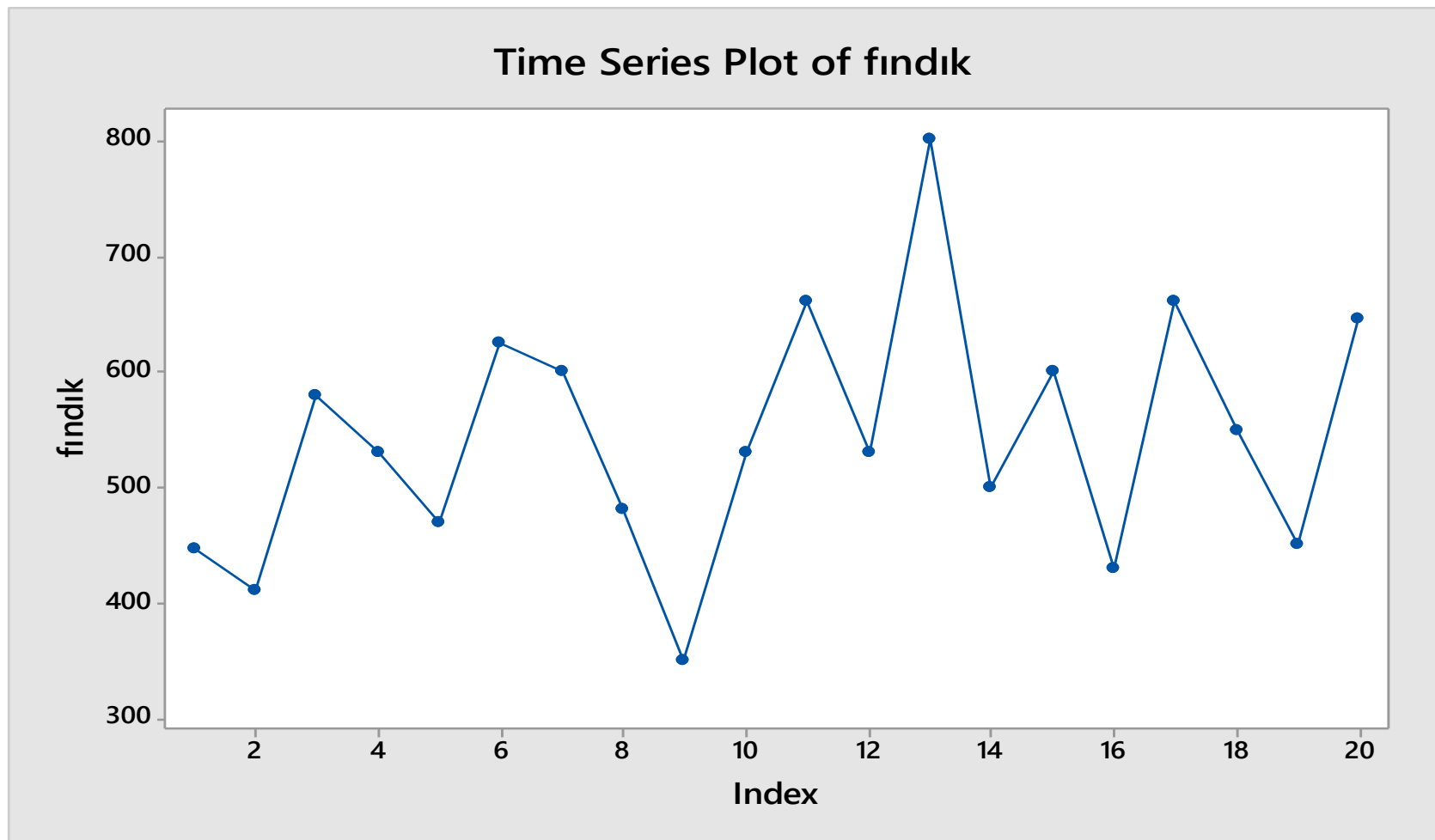


# ÖRNEK

Veri setine göre **2016,**  
**2017 ve 2018**  
yıllarındaki fındık üretim  
miktarını tahmin ediniz ?

Yıllara Göre Fındık Üretimi

Yıl	Ürün adı	Üretim(bin ton)
1996	Fındık	446
1997	Fındık	410
1998	Fındık	580
1999	Fındık	530
2000	Fındık	470
2001	Fındık	625
2002	Fındık	600
2003	Fındık	480
2004	Fındık	350
2005	Fındık	530
2006	Fındık	661
2007	Fındık	530
2008	Fındık	800
2009	Fındık	500
2010	Fındık	600
2011	Fındık	430
2012	Fındık	660
2013	Fındık	549
2014	Fındık	450
2015	Fındık	646



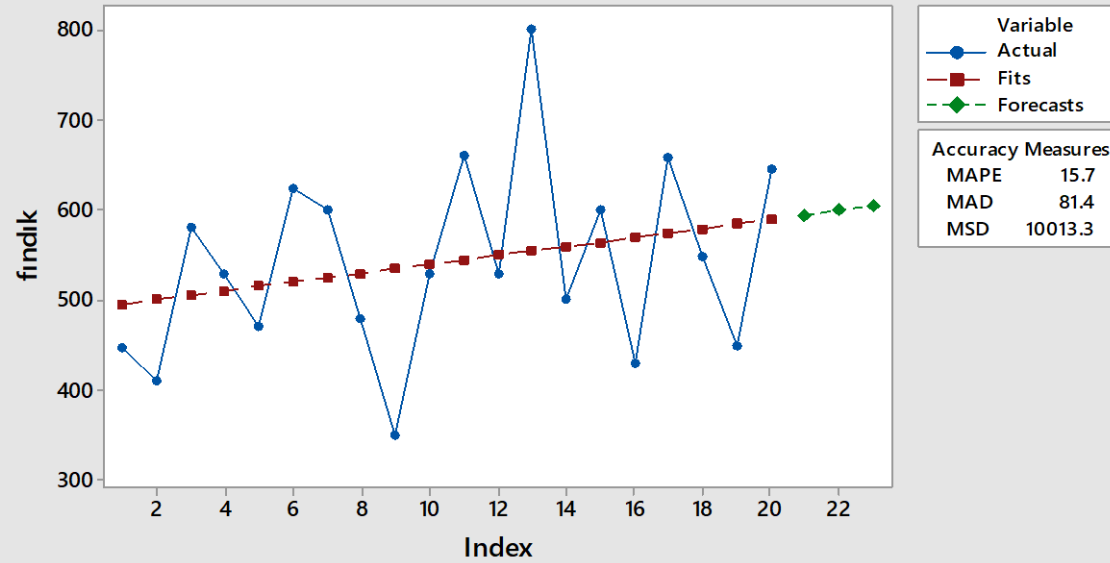
Durağanlık için ;

- autocorrelation function ( ACF değerleri 1 ile -1 arasında olmalıdır)
- Partial Autocorrelation

### Trend Analysis Plot for findik

Linear Trend Model

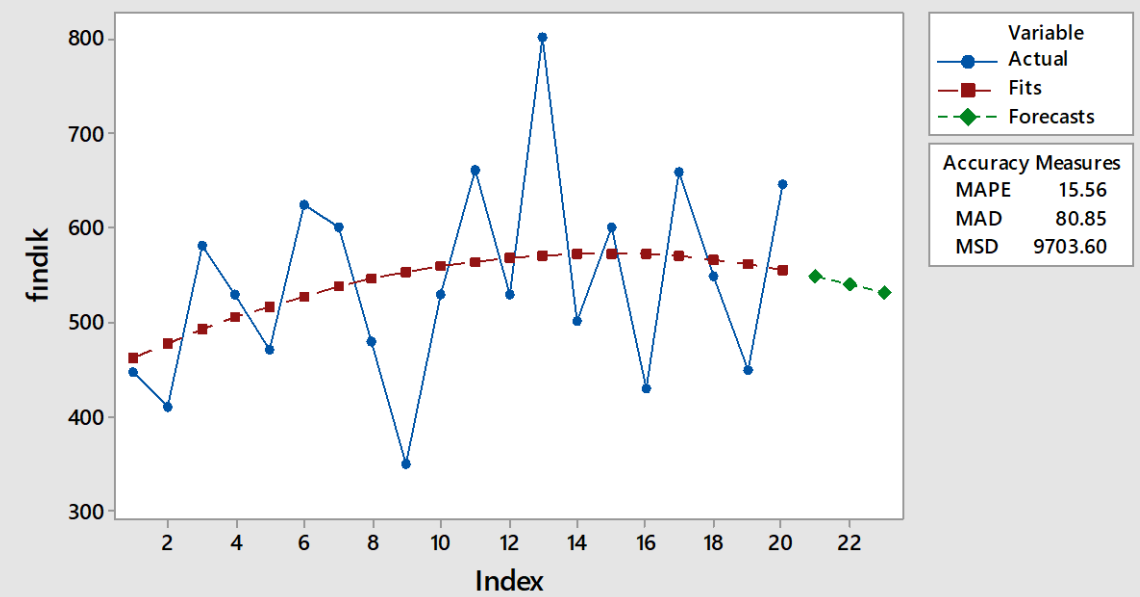
$$Y_t = 490.2 + 4.97 \times t$$



### Trend Analysis Plot for findik

Quadratic Trend Model

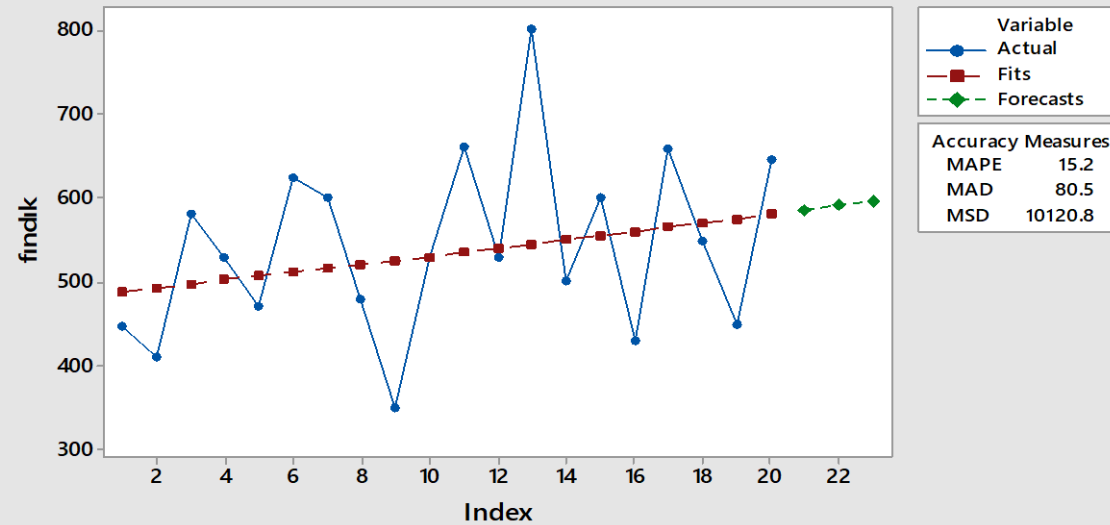
$$Y_t = 444.4 + 17.4 \times t - 0.594 \times t^2$$



### Trend Analysis Plot for findik

Growth Curve Model

$$Y_t = 484.185 \times (1.00910^t)$$





# TAHMİNLER

Trend Modeli	MAPE	MAD	MSD
Doğrusal	15,7	81,4	10013,3
Kuadratik	15.56	80.85	9703.60
Yarı Log	15.2	80.5	10120.8

Yıllar	Trend Modelleri		
	Doğrusal	Kuadratik	Yarı log
2016	594.61	548.874	585.675
2017	599.587	540.780	591.006
2018	604.560	531.498	596.386

