





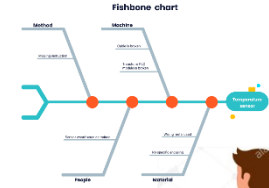


***DOE***

# Eğitimde Neler Var?

## Kök Neden Analizi

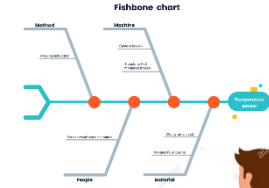
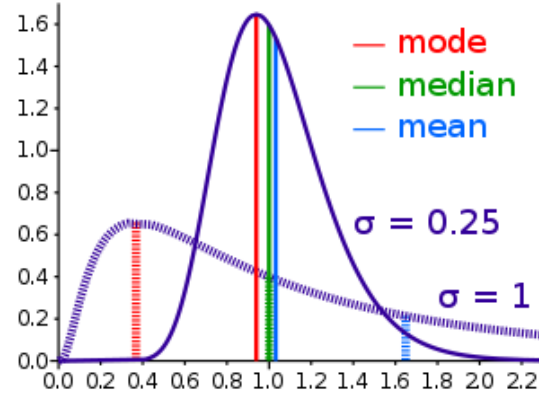
-  Kök Neden Analizi
-  Beyin Fırtınası
-  Zihin Haritalama
-  Balıkkılçığı



# Eğitimde Neler Var?

## Temel İstatistik

- 🔗 Temel İstatistik
- 🔗 Minitab Help & Assistant
- 🔗 Cause-and-effect
- 🔗 Çalışma Sayfası (Worksheet)
  - *Veri Tipleri*
  - *Veri Manüplasyonu*

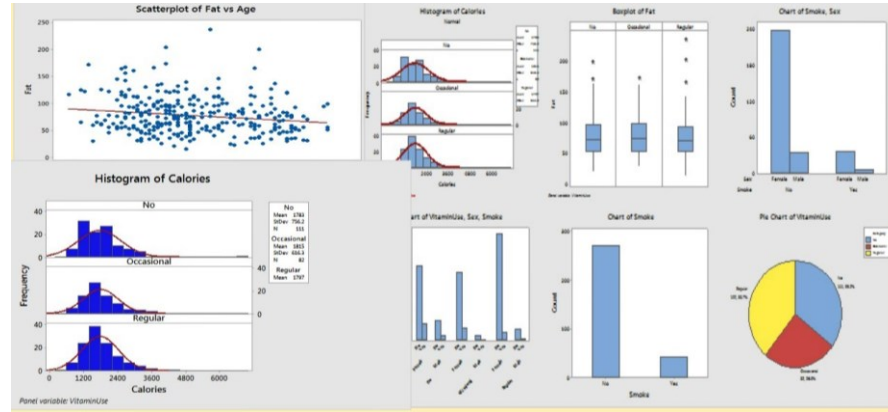


## Grafikler

### Histogram

### Scatter Diagramı

- Layout Düzenleme
- Rapor Transferi
- Güncelleme
- Brushing
- Grafik Biçimlendirme



### Boxplot

### Bubble Plot



















### Main Effects Plot

### Multi-Vari Chart

### Interaction Plot



## Grafikler-2

-  Binned Scatter Plot
-  Matrix Plot
-  Correlogram
-  Marginal Plot
-  Dotplot
-  Stem-and-Leaf
-  Probability Distribution Plot
-  Interval Plot
-  Individual Value Plot
-  Line Plot
-  Parallel Coordinates Plot
-  Bar Chart
-  Heatmap
-  Pie Chart
-  Time Series Plot
-  Area Graph
-  Contour Plot
-  3D Scatter/Surface Plot



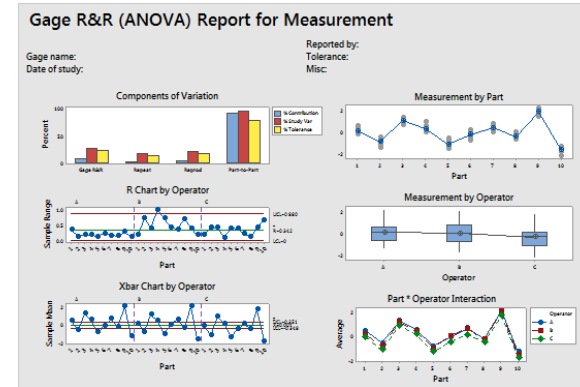
## MSA

### 🔍 Ölçüm Sistemi Analizi (MSA)

#### ○ Nicel Veriler için MSA

- Type 1 Gage Study
- **Gage R&R Study (Crossed)**
- Gage R&R Study (Nested)
- Gage R&R Study (Expanded)
- Gage R&R Oluşturma

#### ○ Nitel Veriler için MSA



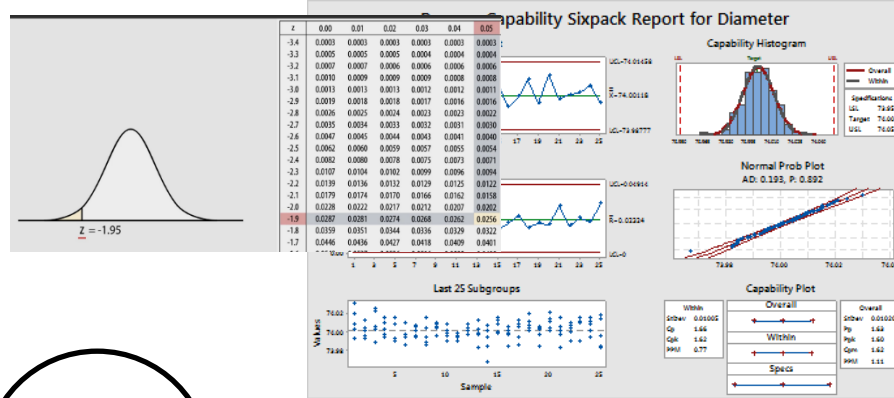
# Eğitimde Neler Var?

## SPC

### 🔍 Normallik Testi

### 🔍 Proses Yeterliliği (Quality tools /cap.analy.)

- Cp, Cpk, Pp, Ppk
- Z skoru hesaplama
- Capability Analysis
- Capability Sixpack

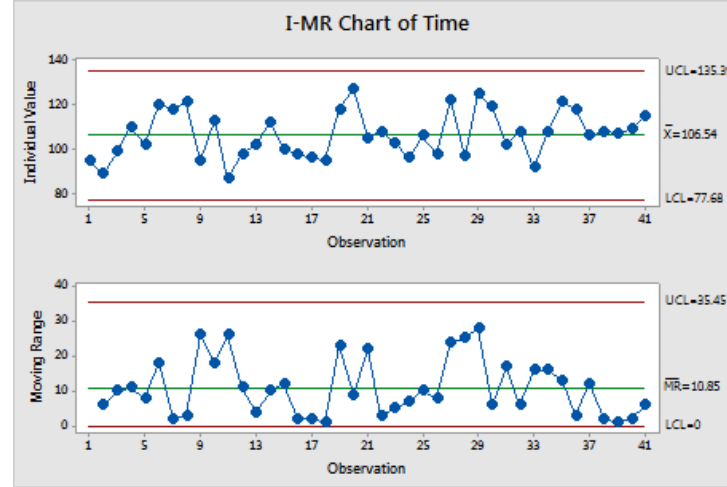


## Kontrol Diyagramları

### Kontrol Diyagramları

### Nicel Veriler

- Xbar-R Kontrol Diyagramı
- Xbar-S Kontrol Diyagramı
- I-MR-R/S Kontrol Diyagramı



# Eğitimde Neler Var?

## İleri İstatistik

 Hipotez Testleri

 Oran Testleri

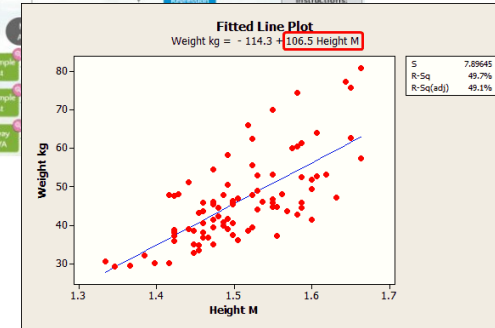
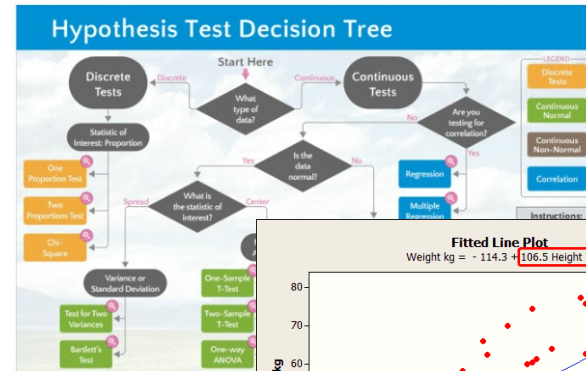
 Ortalama Testleri

 Güven Aralıkları

 ANOVA – Analysis of Variance

 Regresyon / Korelasyon

 Çoklu Regresyon



# Eğitimde Neler Var?

## DOE (Design of Experiment)

 Deneysel Tasarım

 Faktöriyel Deneyler

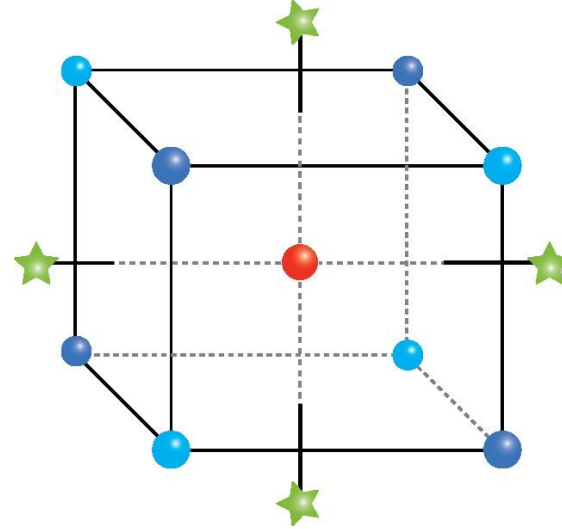
 Tam Faktöriyel Deneyler

- Dengesiz Tasarımlar
- Bloklama
- Orta Nokta

 Kesirli Faktöriyel Deneyler

 Cevap Yüzeyi Tasarımı

 Taguchi Tasarımı



👉 Belirli bir amaç için veri toplama, sınıflandırma, grafiklerle şekillendirme, güven dereceleri ile sonuç yorumlama, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi araştırma, deneylerle senaryolar üretme, eldeki verilerle geleceğe ilişkin tahminler yapma bilimine **İSTATİSTİK BİLİMİ** denir.

**Ekonometri** = *Ekonomi + İstatistik*

**Psikometri** = *Psikoloji + İstatistik*

**Biyoistatistik** = *Tıp + İstatistik*

**Sosyometri** = *Sosyoloji + İstatistik*

**Kliometri** = *Tarih + İstatistik*



## İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMA İŞ ADIMLARI



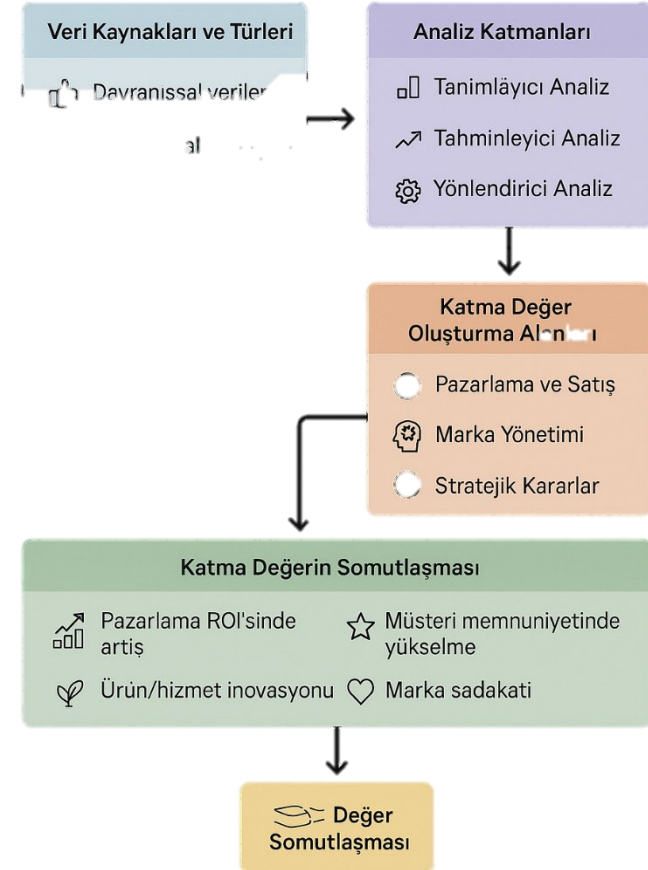
👉 **Veri madenciliği**, bŸyŸk Ÿlęekli bir veri havuzundan gerekli olan (*kŸk nedeni gŸsterecek, gelecekle ilgili çıkarımlarda bulunacak, istihbarat sağlayacak vs.*) bilgilerin çıkarılması işlemidir.

- Alışveriş bilgileri
- En çok aratılan kelimeler
- En çok okunan kitaplar
- Şehirlere gŸre araç sayısı
- BŸlgesel yaş aralıkları
- BŸlgelere gŸre siyasi tercihler
- En çok tıklanan videolar
- Reyting oranları
- ...



👉 **Veri madenciliği**, büyük ölçekli bir veri havuzundan gerekli olan (*kök nedeni gösterecek, gelecekle ilgili çıkarımlarda bulunacak, istihbarat sağlayacak vs.*) bilgilerin çıkarılması işlemidir.

- Alışveriş bilgileri
- En çok aratılan kelimeler
- En çok okunan kitaplar
- Şehirlere göre araç sayısı
- Bölgesel yaş aralıkları
- Bölgelere göre siyasi tercihler
- En çok tıklanan videolar
- Reyting oranları
- ...



“Bu, Nelson, bir mahkeme salonu. Taht, yargıcın oturduğu yer,” dedi Tomás büyük taştan sandalyeyi işaret ederek. “Bunlar da adaletin pulları.” Mozaigi göstererek devam etti. “Tapınak Şövalyeleri ve Masonların sembolizminde ışık ve karanlık, adalet ve eşitliği temsil eder. Işık ve karanlık bahar ekinoksuna denge getirdiği için büyük liderlerinin makamına geçip tahtına oturduğu gün o gündür.” Mozaikten inşa edilmiş, başka resimlerin olduğu duvarı işaret etti. “Bu duvar Kudüs’teki Süleyman Tapınağı’nı temsil ediyor. Süleyman’ın Adaleti diye bir kavram duydun mu hiç?” Duvarın üzerine doğru iki piramit şeklindeki dikilitaşları işaret etti. “Dikilitaşlar Süleyman Tapınağı’nın girişindeki dikilitaşlar gibi dünyayı cennetle birleştiriyor. Adaletin gerçek sütunları bunlar.”

Ağaçların arasından geçerek bu sefer daha büyük bir avluya çıktılar. Geldikleri yer, Muhafızların Kapısıydı. Burası iki semender tarafından korunuyordu. Ağaçların arasında zikzaklar çizerek yokuş yukarı tırmanmaya devam ettiler, ta ki yosunla kaplı taş gömüt bir yapıya gelene kadar. Tomás, Stonehenge gibi birbiri üstünde duran taş kemerlerin altından geçerek Moliarti’yi Süleyman tapınağındakine benzer bir höyüğün içine soktu ve taş duvarlardan birini itti. Taş duvar dönüp açılınca Moliarti şaşkınlıktan neredeyse küçük dilini yutacaktı. Gizli geçitten girdiklerinde karşılına bir kuyu çıktı. Parmaklıklara tutunarak aşağıya bakınca duvarın içine oyulmuş spiral bir merdiven ve korkuluklar gördüler. Merdivenin üstünde sütunlarla desteklenmiş kemerler vardı. Gün ışığı tepeden girse de merdivenlerin duvara yakın oyukları karanlıktı.

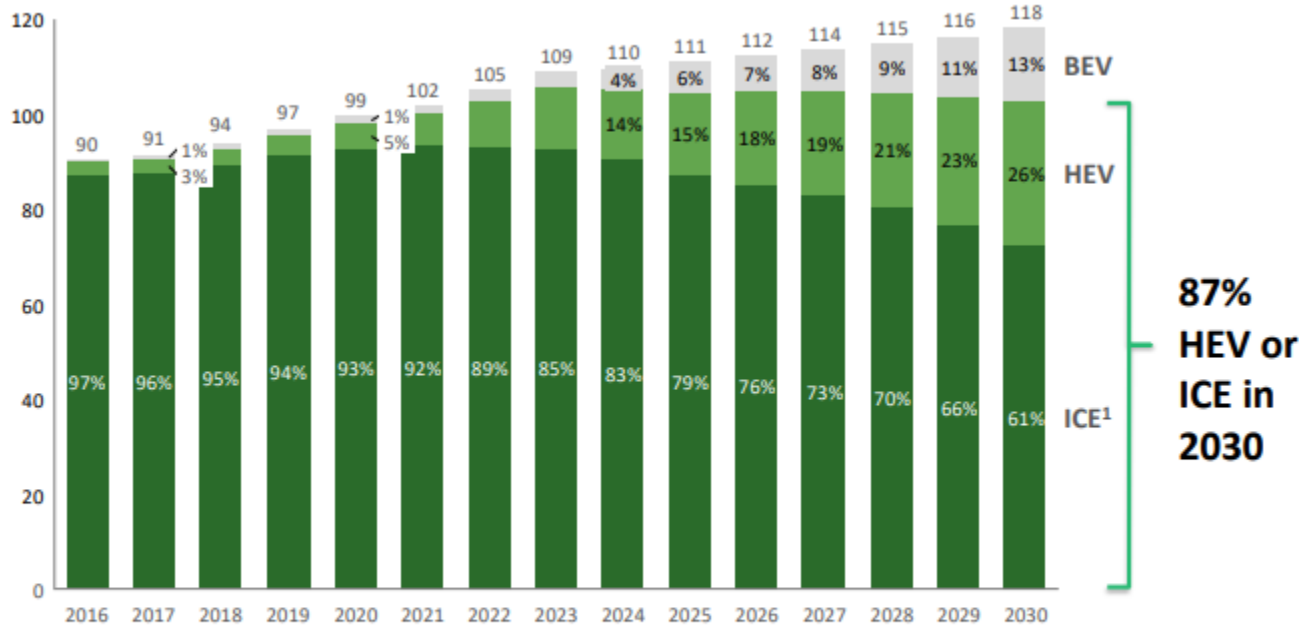
“Bu, Nelson, bir mahkeme salonu. Taht, yargıcın oturduğu yer,” dedi Tomás büyük taştan sandalyeyi işaret ederek. “Bunlar da adaletin pulları.” Mozaigi göstererek devam etti. “Tapınak Şövalyeleri ve Masonların sembolizminde ışık ve karanlık, adalet ve eşitliği temsil eder. Işık ve karanlık bahar ekinoksuna denge getirdiği için büyük liderlerinin makamına geçip tahtına oturduğu gün o gündür.” Mozaikten inşa edilmiş, başka resimlerin olduğu duvarı işaret etti. “Bu duvar Kudüs’teki **Süleyman** Tapınağı’nı temsil ediyor. **Süleyman**’ın Adaleti diye bir kavram duydun mu hiç?” Duvarın üzerine doğru iki piramit şeklindeki dikilitaş işaret etti. “Dikilitaşlar **Süleyman** Tapınağı’nın girişindeki dikilitaşlar gibi dünyayı cennetle birleştiriyor. Adaletin gerçek sütunları bunlar.”

Ağaçların arasından geçerek bu sefer daha büyük bir avluya çıktılar. Geldikleri yer, Muhafızların Kapısıydı. Burası iki semender tarafından korunuyordu. Ağaçların arasında zikzaklar çizerek yokuş yukarı tırmanmaya devam ettiler, ta ki yosunla kaplı taş gömüt bir yapıya gelene kadar. Tomás, Stonehenge gibi birbiri üstünde duran taş kemerlerin altından geçerek Moliarti’yi **Süleyman** tapınağındakine benzer bir höyüğün içine soktu ve taş duvarlardan birini itti. Taş duvar dönüp açılınca Moliarti şaşkınlıktan neredeyse küçük dilini yutacaktı. Gizli geçitten girdiklerinde karşılına bir kuyu çıktı. Parmaklıklara tutunarak aşağıya bakınca duvarın içine oyulmuş spiral bir merdiven ve korkuluklar gördüler. Merdivenin üstünde sütunlarla desteklenmiş kemerler vardı. Gün ışığı tepeden girse de merdivenlerin duvara yakın oyukları karanlıktı.

“Bu, Nelson, bir mahkeme salonu. Taht, yargıcın oturduğu yer,” dedi Tomás büyük taştan sandalyeyi işaret ederek. “Bunlar da adaletin pulları.” Mozaigi göstererek devam etti. “Tapınak Şövalyeleri ve Masonların sembolizminde ışık ve karanlık, adalet ve eşitliği temsil eder. Işık ve karanlık bahar ekinoksuna denge getirdiği için büyük liderlerinin makamına geçip tahtına oturduğu gün o gündür.” Mozaikten inşa edilmiş, başka resimlerin olduğu duvarı işaret etti. “Bu duvar Kudüs’teki Süleyman Tapınağı’nı temsil ediyor. Süleyman’ın Adaleti diye bir kavram duydun mu hiç?” Duvarın üzerine doğru iki piramit şeklindeki dikilitaşları işaret etti. “Dikilitaşlar Süleyman Tapınağı’nın girişindeki dikilitaşlar gibi dünyayı cennetle birleştiriyor. Adaletin gerçek sütunları bunlar.”

Ağaçların arasından geçerek bu sefer daha büyük bir avluya çıktılar. Geldikleri yer, Muhafızların Kapısıydı. Burası iki semender tarafından korunuyordu. Ağaçların arasında zikzaklar çizerek yokuş yukarı tırmanmaya devam ettiler, ta ki yosunla kaplı taş gömüt bir yapıya gelene kadar. Tomás, Stonehenge gibi birbiri üstünde duran taş kemerlerin altından geçerek Moliarti’yi Süleyman tapınağındakine benzer bir höyüğün içine soktu ve taş duvarlardan birini itti. Taş duvar dönüp açılınca Moliarti şaşkınlıktan neredeyse küçük dilini yutacaktı. Gizli geçitten girdiklerinde karşılına bir kuyu çıktı. Parmaklıklara tutunarak aşağıya bakınca duvarın içine oyulmuş spiral bir merdiven ve korkuluklar gördüler. Merdivenin üstünde sütunlarla desteklenmiş kemerler vardı. Gün ışığı tepeden girse de merdivenlerin duvara yakın oyukları karanlıktı.

Global light vehicle sales volume (M)



1. Includes mild hybrid electric vehicle

Note: ICE = internal combustion engine, HEV = hybrid electric vehicle, BEV = battery electric vehicle

Source: BCG estimates

- ICEs are a significant portion of vehicles moving forward
- Powertrain technology components support hybridization; increased complexity and content vs. ICE
- Increasing CO<sub>2</sub> and criteria pollutant emissions regulations provide organic growth opportunities
- Content per vehicle increases in both cylinder and aftertreatment systems

**ICE and hybrids to be 85%+ of vehicle sales through 2030**



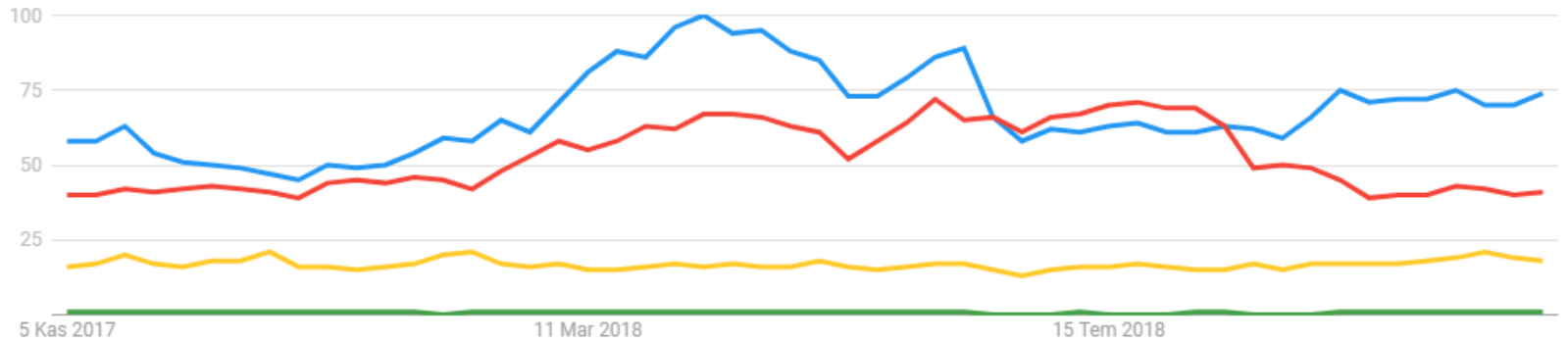
**Yorum:** 92,000 takip edilmeli 92 altı ve 83,000 olarak alış bölgesi görünmekte

# İstatistiksel Öngörü

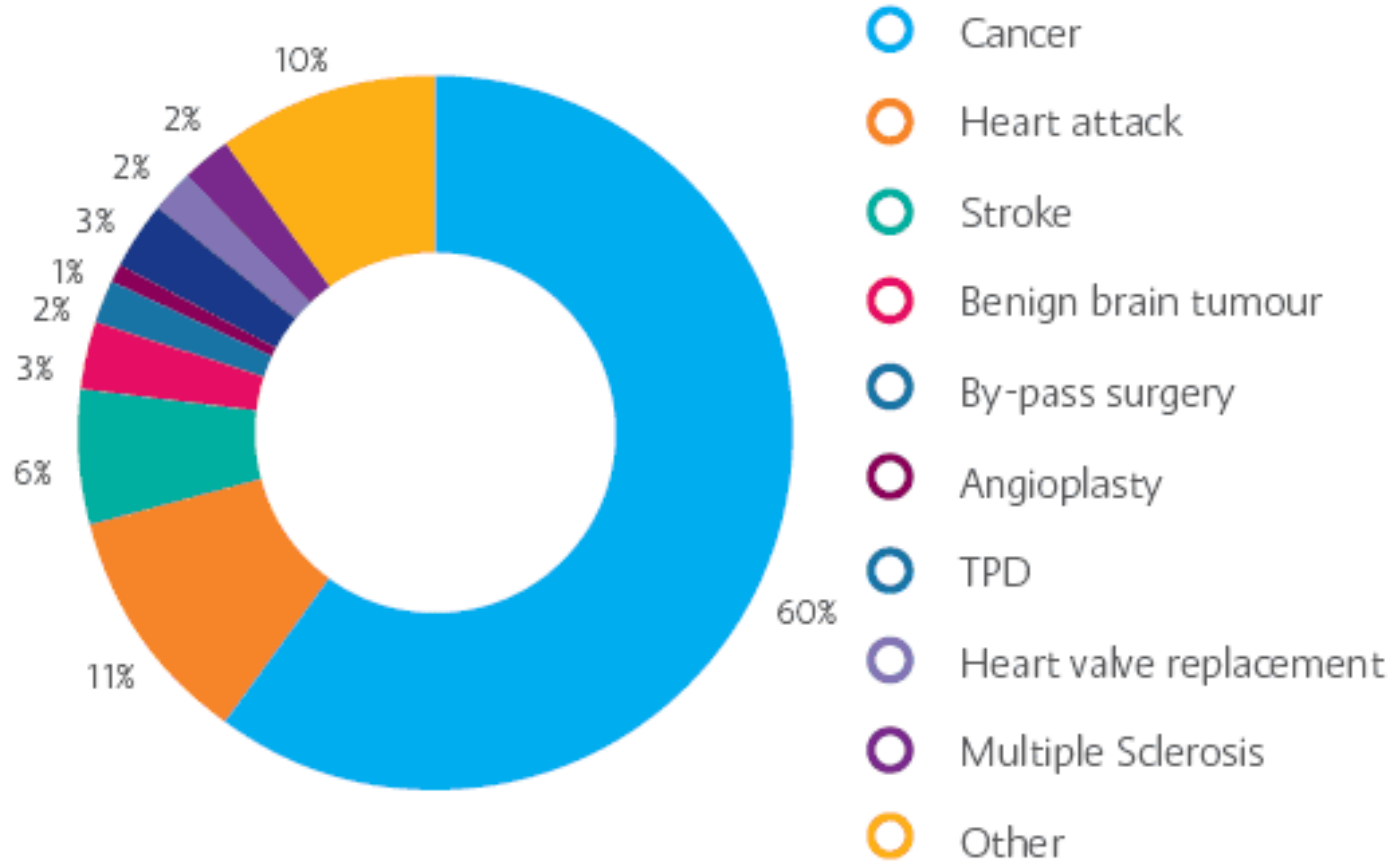
- ayakkabı  
Arama terimi
- elbise  
Arama terimi
- parfüm  
Arama terimi
- çocuk giyim  
Arama terimi
- +

Türkiye ▼ Son 12 ay ▼ Tüm kategoriler ▼ Google Web Arama ▼

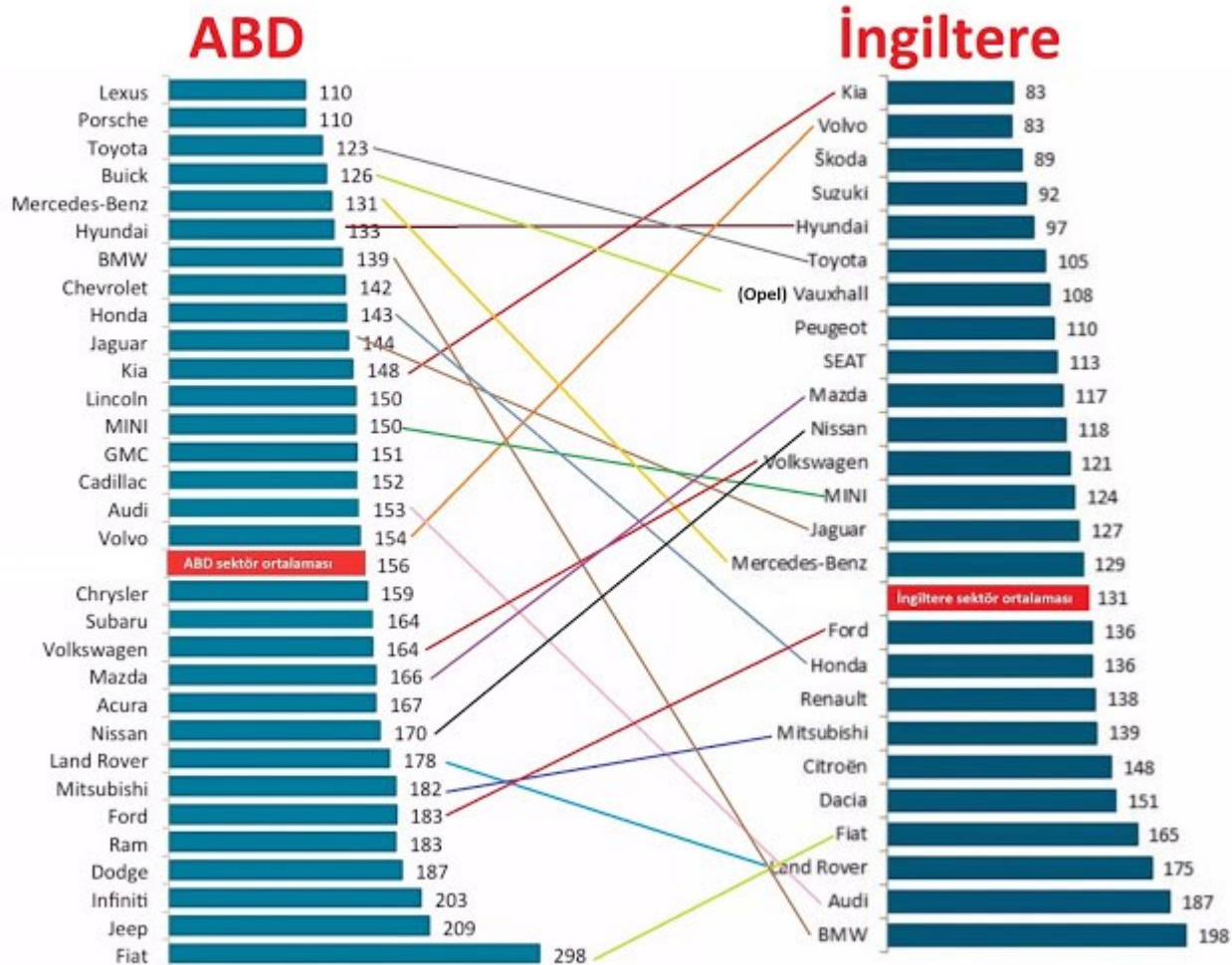
Zaman içinde gösterilen ilgi ?

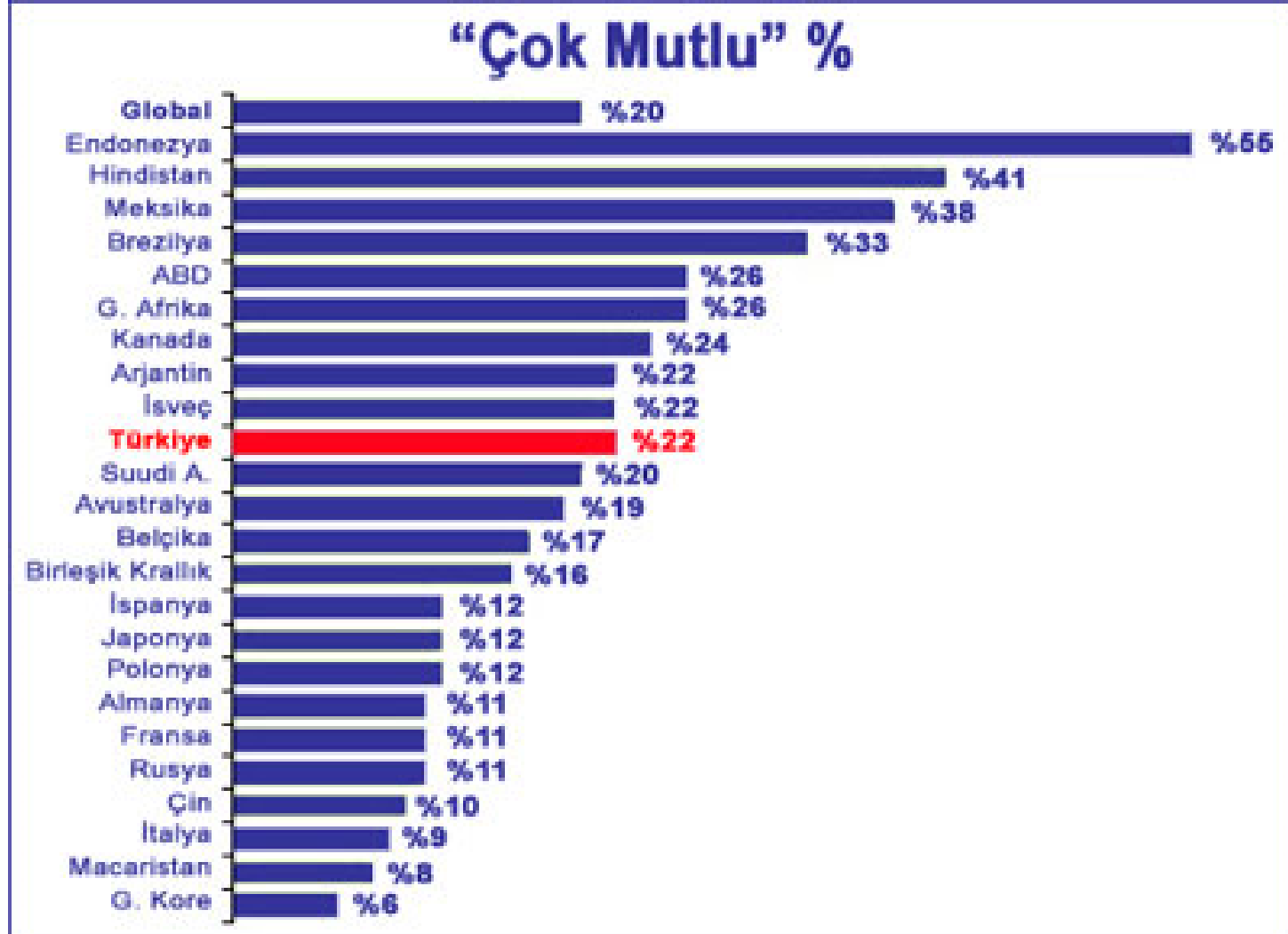


Ortalama



## ABD-İngiltere markalara göre arıza miktarı





## TANIMLAYICI İSTATİSTİK

Veriler genellikle düzensiz bir durumda bulunur. Hedef popülasyonun yapısını ortaya çıkarabilmek için ham veri adı verilen bu bilgilerin işlenmesi gerekir. Verilerin işlenmesinde sınıflama, gruptama teknikleri ile toplam (sayı ya da frekanslar), oran (yüzdeler), ortalama (aritmetik ortalama, mod, medyan) ve standart sapma gibi ölçütlerden yararlanır.

### ❑ Verinin Grafikselleştirilmesi

- Histogram
- Pasta Grafikleri
- Pareto
- Diğer Grafik Türleri

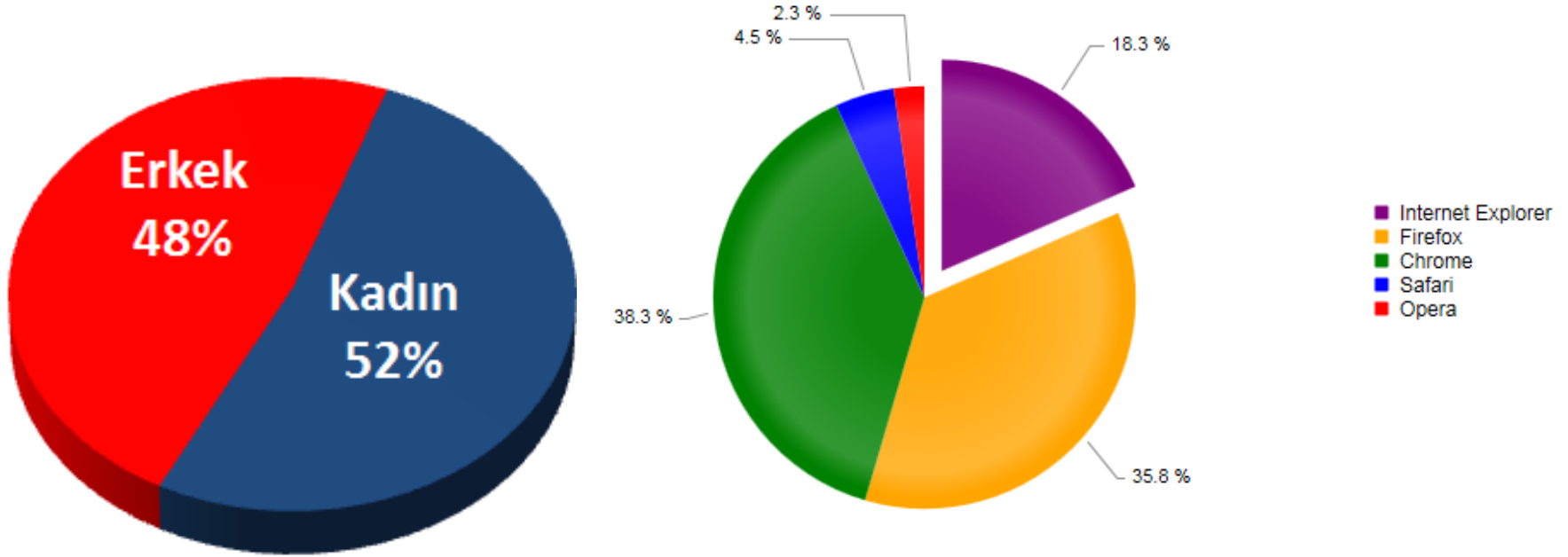
### ❑ Sayısal Ölçütler

- Sıklık Tabloları
- Merkezi Eğilim Ölçüleri
- Değişkenlik Ölçüleri



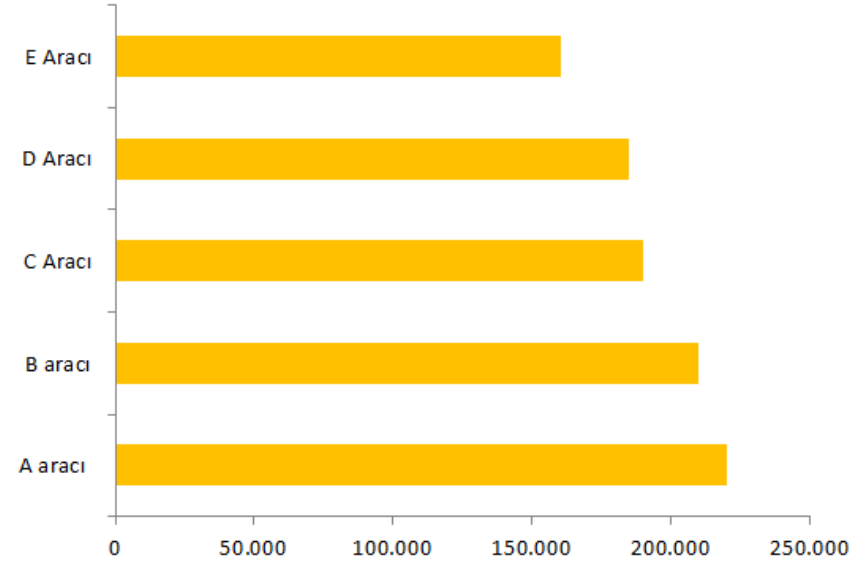
## PASTA GRAFİKLERİ

Bir popülasyonun içinde bulunan farklı kategorilerin oransal olarak gösterilmesinde kullanılır



## BAR GRAFİKLERİ

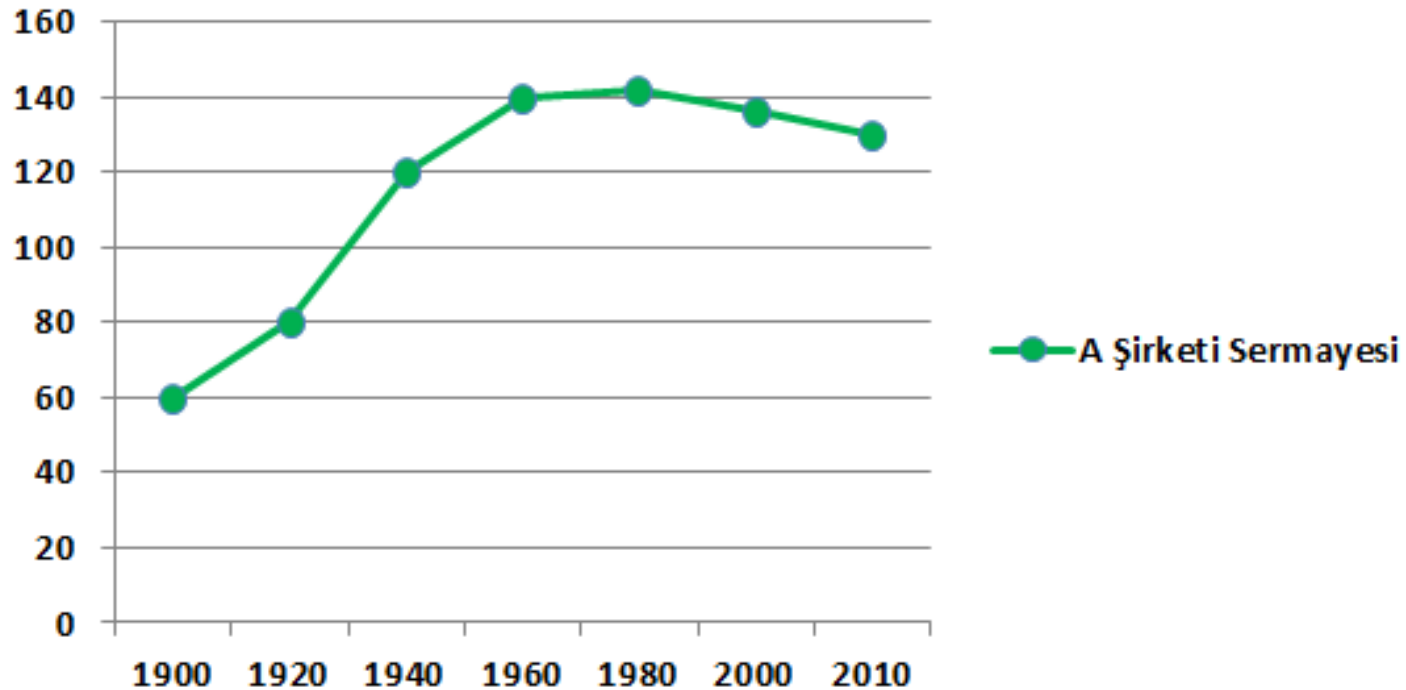
Veri yada faktörlerin sıralanmasıyla oluşan grafiklerdir.



## X-Y GRAFİKLERİ

Her bir eksen bir veriyi gösterir ve grafik bu verilerin birbirinden nasıl etkilendiğini ortaya koyar

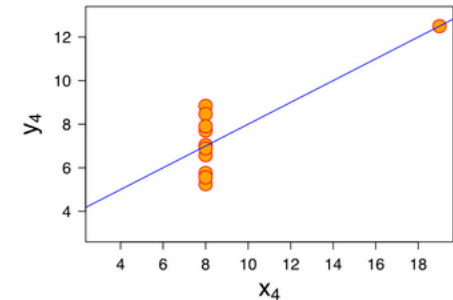
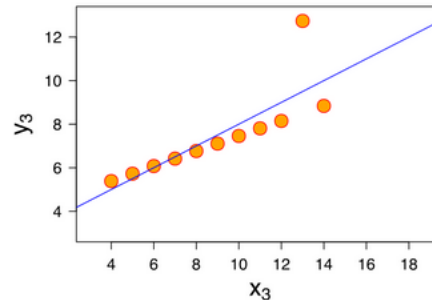
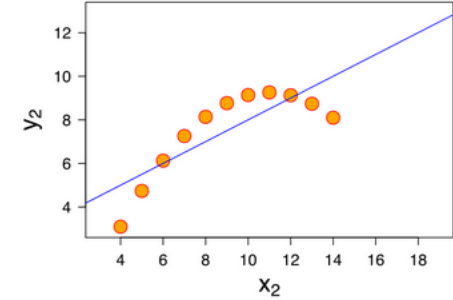
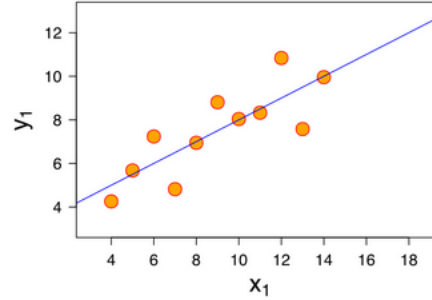
### A Şirketi Yıllık Cirosu (Milyon)



## ÇIKARIMSAL İSTATİSTİK

Popülasyondan alınan örnekler incelenerek grubun tümü için istatistiksel sonuçlar elde edilir.

- Hipotez Testleri
- ANOVA
- Regresyon Analizi
- İstatistiksel Öngörü
- Korelasyon
- Veri Madenciliği



## SINIFLANDIRMA

Veriler için özelliklerine göre kümeler oluşturulur. Aynı özellikteki veriler aynı sınıfta yer alır

Örnek : Otoparktaki araçların rengi

### Araç Rengi                      Frekans

Mavi	: 21
Kırmızı	: 18
Siyah	: 23
Gri	: 25
Beyaz	: 20



## GRUPLANDIRMA

Veri sayısının fazla olduğu durumlarda benzer yada yakın özellikler için gruplama yapılır

**Örnek :** 100 kişilik bir fabrikada çalışanların yaş dağılımları

Yaş aralığı	Frekans
25 den az	: 21
26-30	: 18
31-35	: 24
36-40	: 25
41 den fazla	: 12



## FREKANS DAĞILIMININ OLUŞTURULMASI

**Örnek :** Bir şirketin günlük ciro verilerinin düzenlenmemiş hali

2,590	2,812	2,394	3,098	2,395
2,954	2,270	2,998	3,120	2,780
3,191	1,803	2,280	2,435	1,984
2,522	3,230	2,634	2,943	2,856
3,417	2,180	2,305	2,891	3,624
3,383	3,250	2,325	2,645	1,382
1,532	<b>3,970</b>	2,654	1,346	1,650
2,232	3,105	2,490	1,676	2,067
2,751	1,235	<b>1,180</b>	3,501	1,513

*max değer*

*min değer*

## SINIF SAYISININ BELİRLENMESİ

Çoğunlukla sınıf sayısı 5-15 arasında olurken veri sayısına göre oluşturulacak sınıf sayısı aşağıdaki eşitsizliğe göre belirlenebilir

$$\begin{array}{c} \text{Sınıf sayısı} \\ \uparrow \\ 2^k \geq n \end{array} \begin{array}{c} \longrightarrow \\ \text{Veri sayısı} \end{array}$$

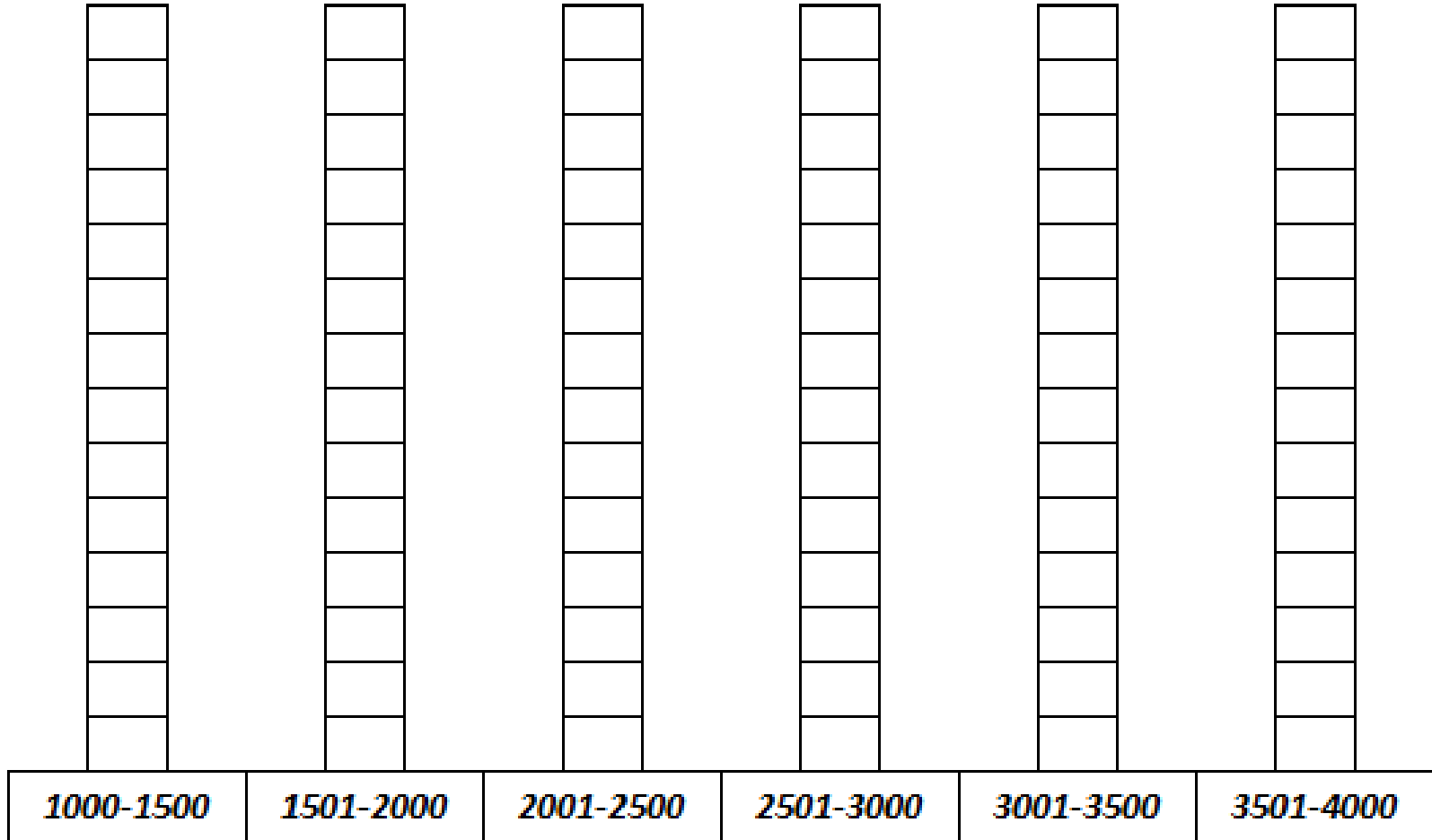
Örneğimiz için  $n=45$  olan veriye göre tavsiye edilen minimum sınıf sayısı  $k = 6$  olmalıdır.

## SINIF ARALIĞININ BELİRLENMESİ

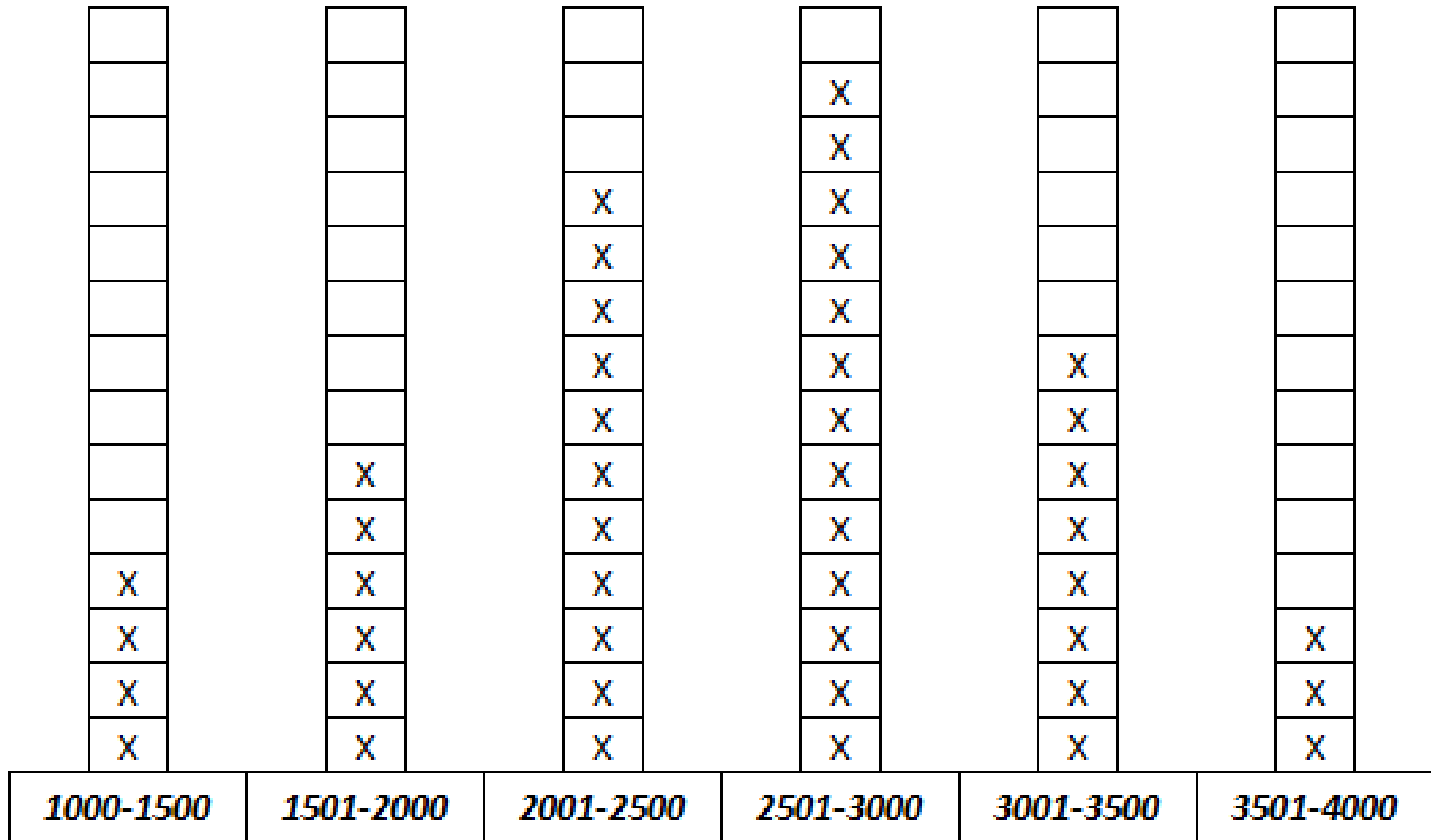
- ✓ Yuvarlak rakamlar seçilir
- ✓ Sınıf aralıkları birbiri ile örtüşmez
- ✓ Birinci sınıfın alt limiti sınıf aralığının çift katı olur

$$\begin{aligned}\text{Sınıf Aralığı} &= \frac{\text{Max Değer} - \text{Min Değer}}{\text{Sınıf Sayısı}} \\ &= 480 \sim 500\end{aligned}$$

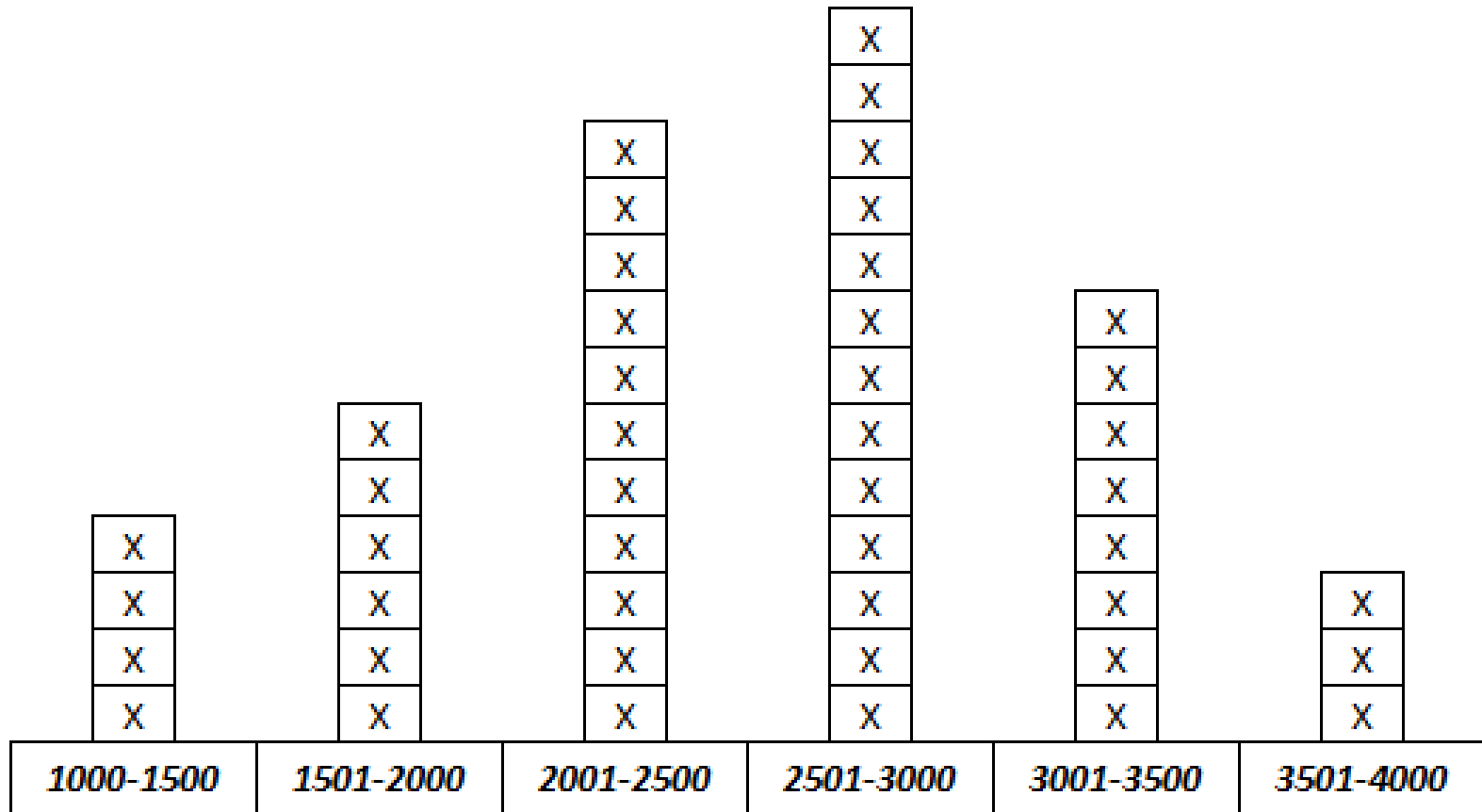
## FREKANS DAĞILIM GRAFİĞİ (HİSTOGRAM)



## FREKANS DAĞILIM GRAFİĞİ (HİSTOGRAM)



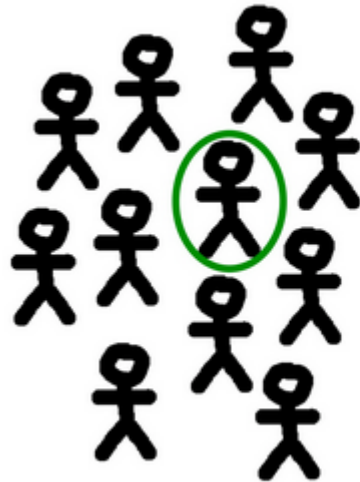
## FREKANS DAĞILIM GRAFİĞİ (HİSTOGRAM)



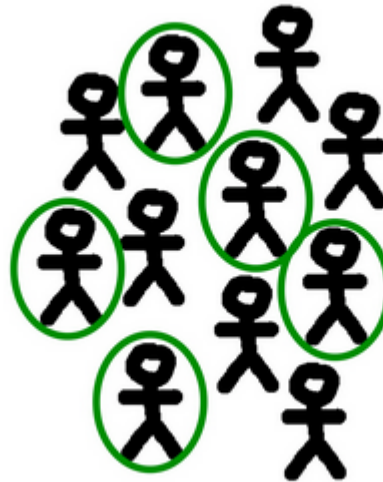
## DATA

**ÖRNEK** : Analiz edilecek olan bütün süreçteki popülasyondan alınan tek bir parçadır (1/Sa ölçüm değeri, 5A sınıfından bir öğrenci).

**POPÜLASYON** : Analiz edilen süreçteki birimlerin toplamıdır. (Ölçüm değerlerinin tamamı, 5A sınıfı öğrencileri)



*Tek Ölçüm*



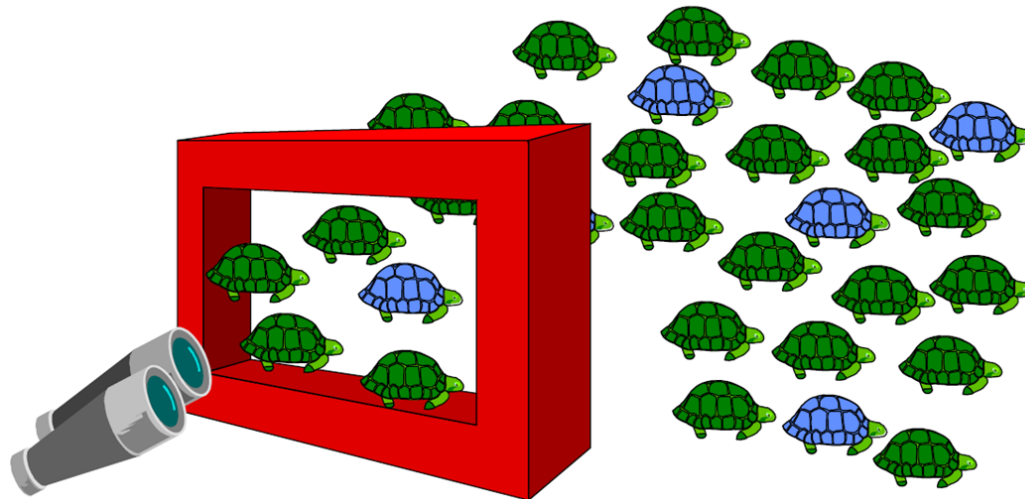
*Örnekleme*



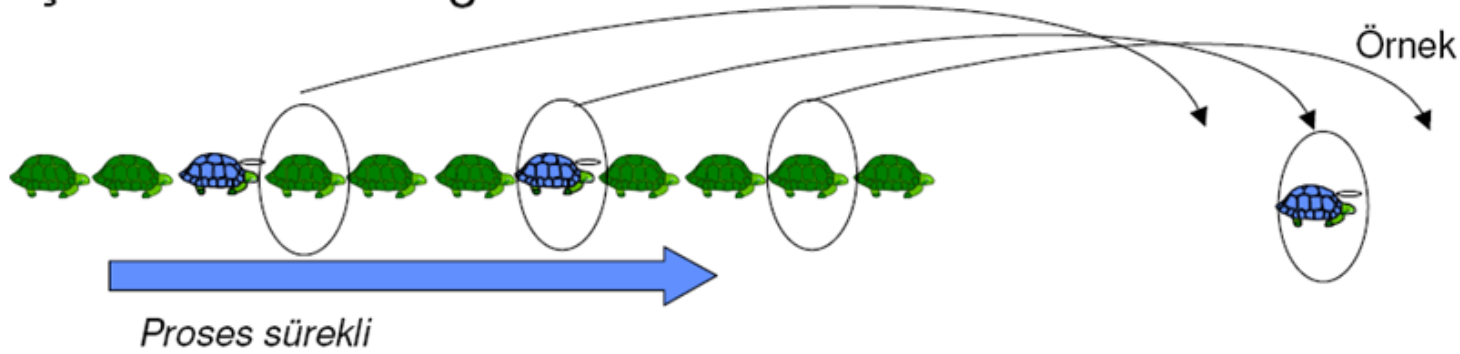
*Popülasyon*

## Örneklemenin Amacı

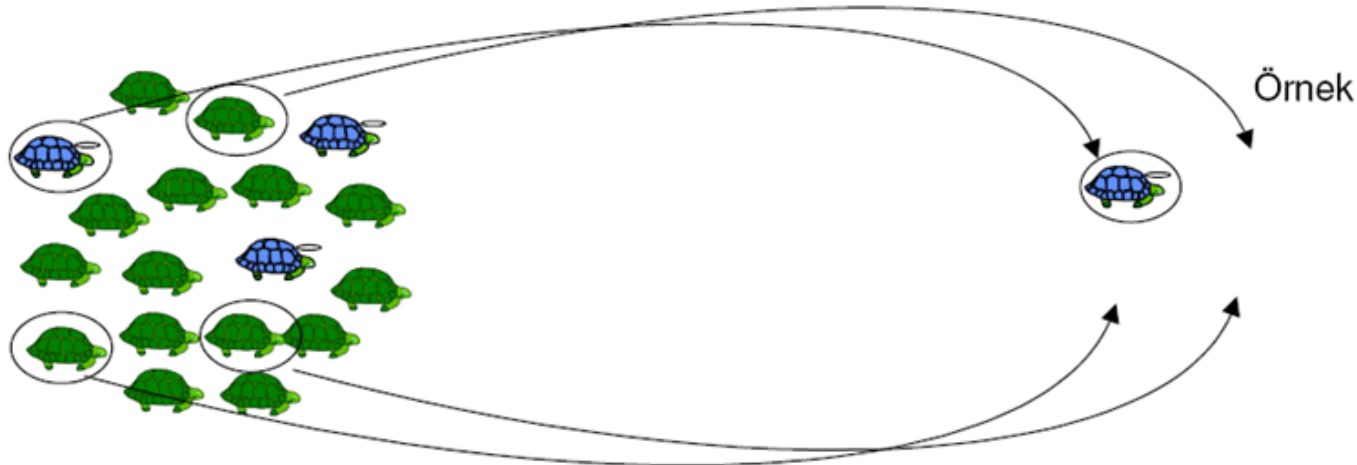
- Genellikle bir şey hakkındaki verilerin tamamını toplamak maliyetli yada imkansızdır.
- Bazı durumlarda ise ürüne zarar verecek şekildedir (tahribatlı muayene).
- Yeterli bilgi doğru metot kullanılarak örnekleme ile sağlanabilir

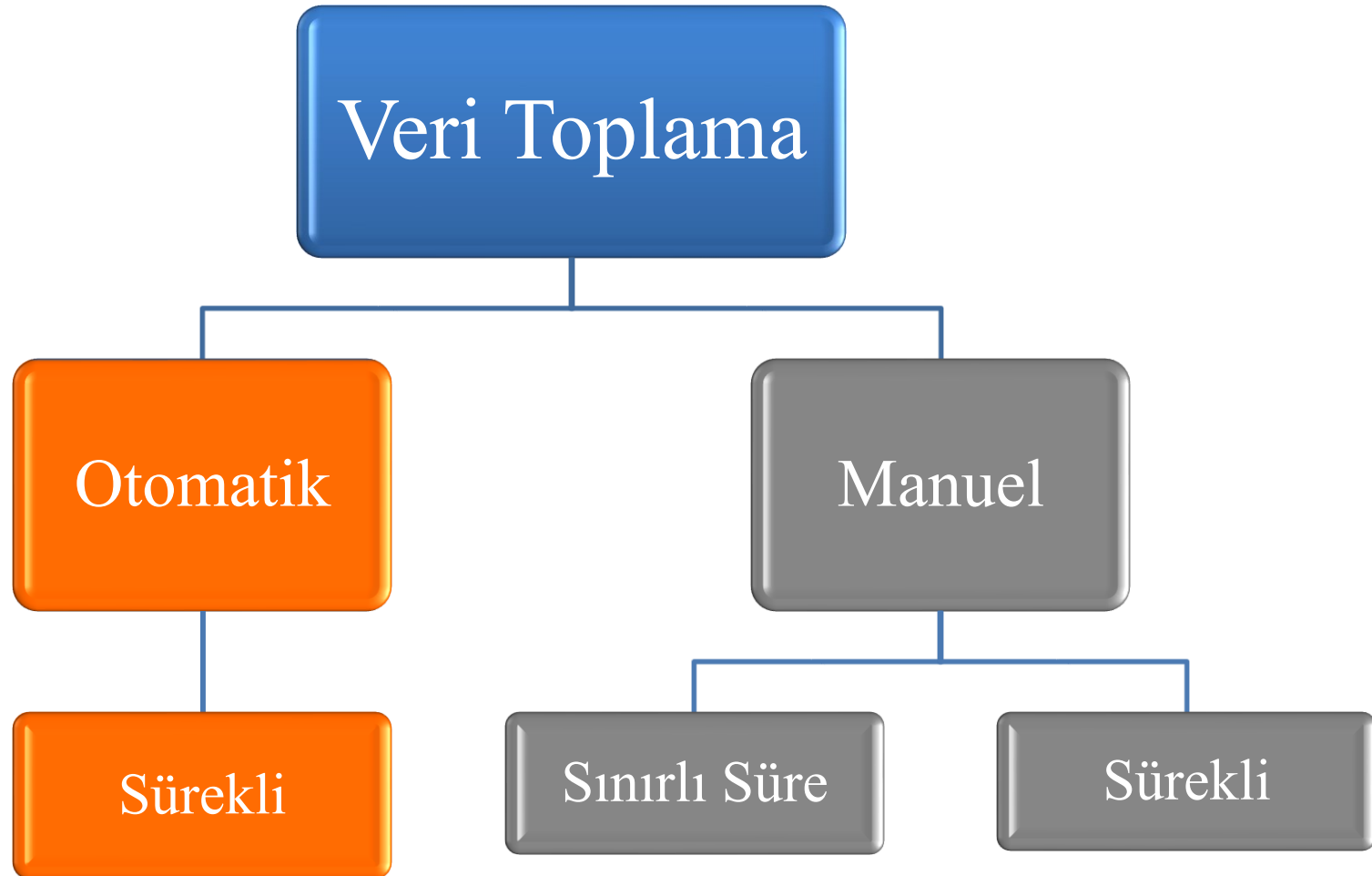


- ◆ Proses örnekleme: prosesin doğasını ve durumunu anlatır, gidişat hakkında bilgi verir



- ◆ Popülasyon örnekleme: popülasyonunun karakterini anlatır





- 😊 Hata olasılıđı dűřüktür,
- 😊 İstatistik analizler kendiliğinden oluşturulabilir,
- 😊 **Canlı veri** olduğundan eşzamanlı olarak paylaşılabilir,
- 😊 Hızlı aksiyon fırsatları yaratır,
- 😊 **Otonom sistemlere geçiş imkanı sağlar,**
- 😊 Farklı platformlardan ulaşılabilir.



- ☹️ Pahalıdır,
- ☹️ Genellikle hantaldır, ilavelere uyumlu değildir,
- ☹️ Arıza kaynağıdır,

- 😊 Düşük maliyetlidir,
- 😊 Değişime, gelişime uygundur,
- 😊 İstenildiği anda sonlandırılır,



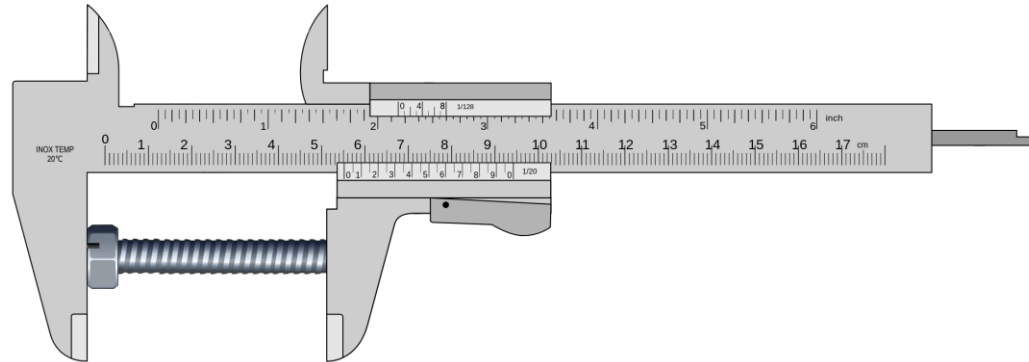
- 😡 İnsana, zamana, koşula göre değişkenlik gösterir,
- 😡 Hataya açıktır,
- 😡 Gerçek zamanlı olmadığından aksiyon alınması gecikebilir,
- 😡 Genellikle sınırlıdır.
- 😡 Başka platformlarla haberleşmesi mümkün değildir.

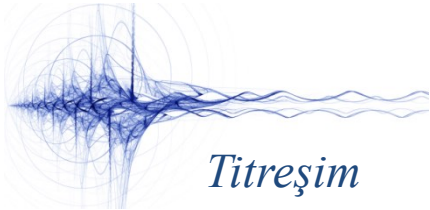
- Veri toplama planının oluşturulması,
- Toplanan verilerin saklanması,
- Veri toplama işinin denetlenmesi, hatalar için aksiyon alınması,**
- Veri toplama **maliyet-getiri** analizinin yapılması,
- Veri toplama iş yükünün dikkate alınması,
- Toplanan verilerin test edilmesi,**
- Otomatik veri aktarımının mevcut sistemle uyumu,
- ...



- 🔧 Niteliksel ve Niceliksel ölçümler için **Ölçüm Sistemler Analizi (MSA)**,
- 🔧 **Veri toplama bilincinin sağlanması,**
- 🔧 Veri toplama periyodunun doğru tayini,
- 🔧 Kayıt standardının oluşturulması,

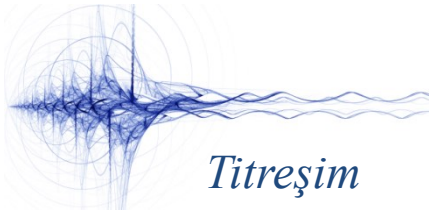
Tarih (GG/AA/YY)	Saat (00:00)	Ad-Soyad	Sicil No	Makine Numarası	Cıvata boyu (mm)
22.11.2016	18:41	Erkan Fidan	54128	EH-418	38.22





*Basınç*

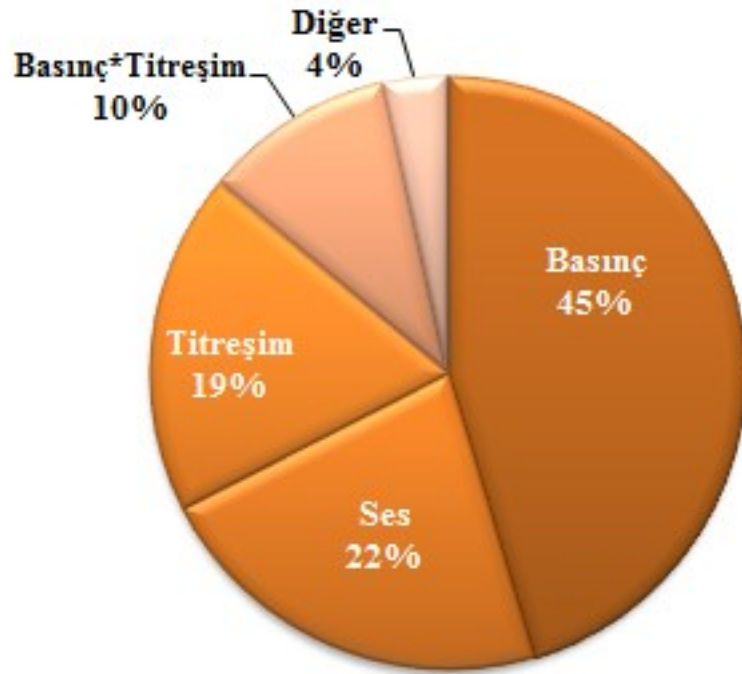




$$Y = f(x)$$

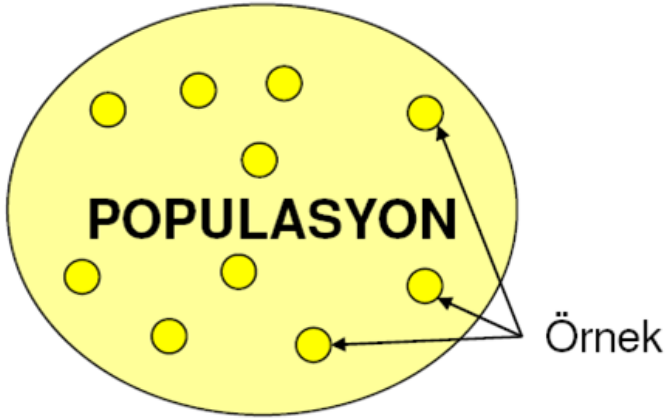
*Performans*



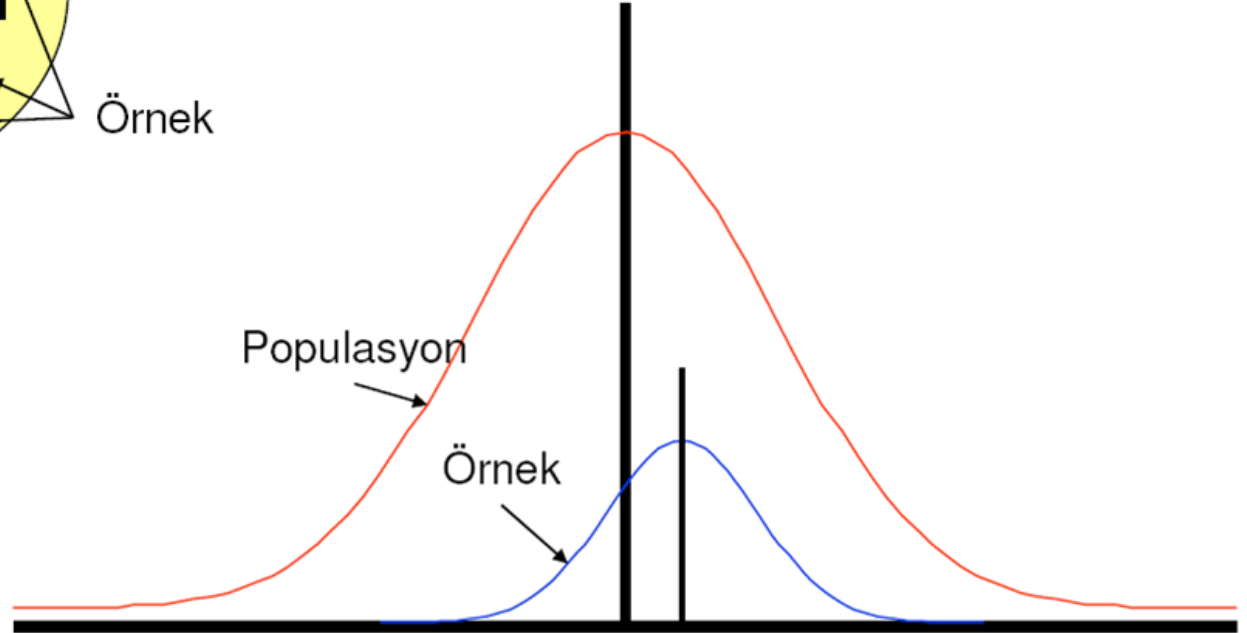


$$Y = f(x)$$



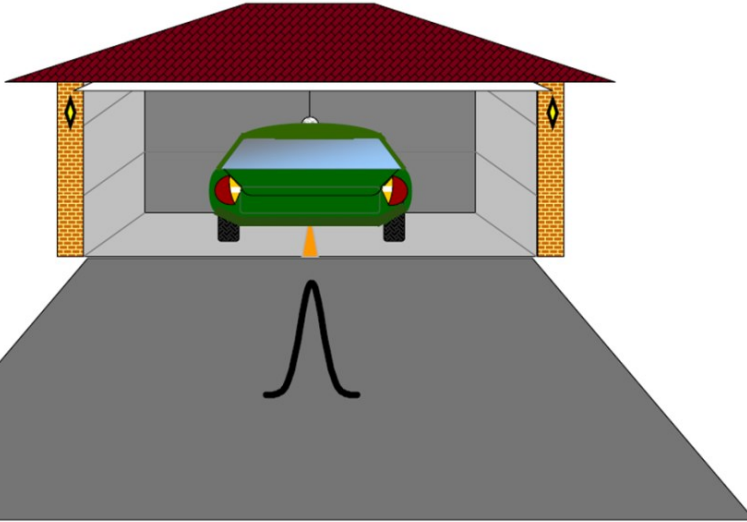


Fiziksel ilişki

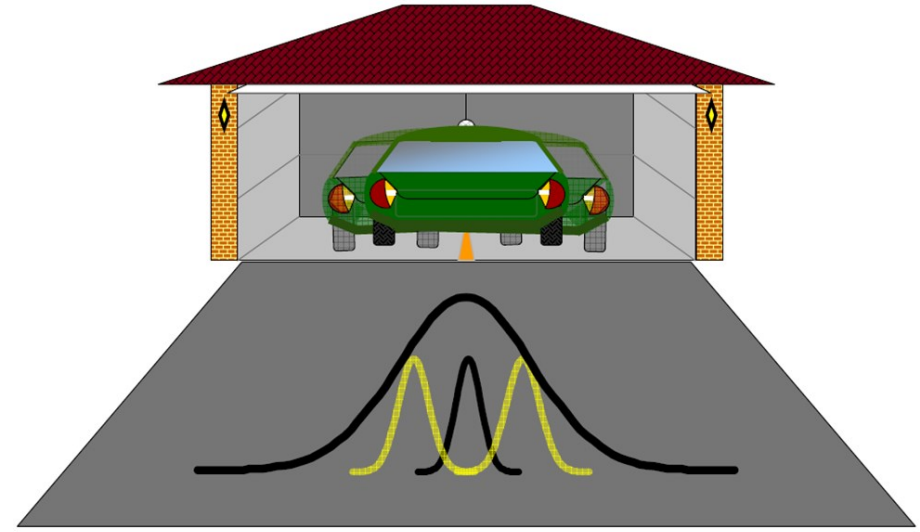


İstatistiksel ilişki

## KISA SÜRELİ VERİ



## UZUN SÜRELİ VERİ



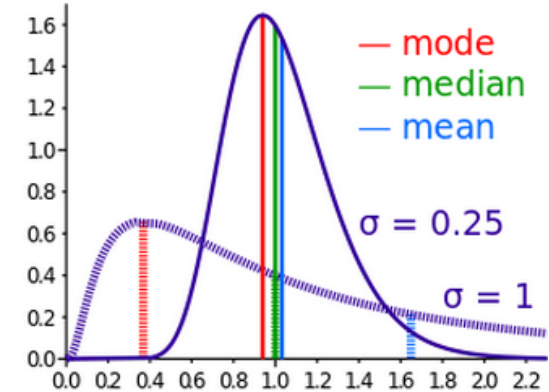
Merkezi eğilim ölçüleri kitleye ilişkin bir değişkenin bütün farklı değerlerinin çevresinde toplandığı merkezi bir değeri gösterirler.

## ANALİTİK ORTALAMALAR

- Aritmetik Ortalama
- Ağırlıklı Ortalama
- Geometrik Ortalama
- Harmonik Ortalama

## ANALİTİK OLMAYAN MERKEZİ EĞİLİM ÖLÇÜLERİ

- Median
- Mod



## ARİTMETİK ORTALAMA

Merkezi eğilim ölçüleri arasında en fazla tercih edilendir. Birimlerin aldıkları değer toplamının birim sayısına bölümü ile hesaplanır. Hem popülasyon hem örneklem için aritmetik ortalama alınır.

$\bar{x}$  = Örnekleme ilişkin aritmetik ortalama

$\mu$  = Popülasyona ilişkin aritmetik ortalama

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

## AĞIRLIKLIL ORTALAMA

Aritmetik ortalamadan farklı olarak verinin ağırlığı da hesaba katılır.

$$X_{ort} = \frac{W_1 X_1 + W_2 X_2 + \dots + W_n X_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n}$$

**Örnek :** Bir gömlek üreticisi tanesini 200 TL'ye mal ettiği 500 adet A marka gömleğin 200 adedini 300 TL, 150 adedini 250 TL den ve kalan 150 adedini 200 TL' den satmıştır. Gömlek için ortalama satış fiyatı nedir?

$$\begin{aligned} \text{Ortalama Satış Fiyatı} &= (200 \cdot 300 + 150 \cdot 250 + 150 \cdot 200) / (200 + 150 + 150) \\ &= 255 \text{ TL} \end{aligned}$$

## GEOMETRİK ORTALAMA

Verilerin değişimleri yüzde, oransal, vb. şekillerde verildiği zaman değişim oranlarının hesaplanmasında kullanılır.

$$\text{Geometrik Ortalama} = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * x_3 * \dots * x_n}$$

Geometrik ortalama verilerdeki ortalamaya uzak (çok küçük yada çok büyük) değerlerden aritmetik ortalamaya göre daha az etkilenir.

**Örnek :** A şirketinin son 5 yıldaki kar yıllık kar oranı sırasıyla %10, %12, %11, %14, %36 olarak gerçekleşmiştir. Şirketin ortalama yıllık kar oranı nedir?

*Aritmetik Ortalama* = % 17

*Geometrik Ortalama* = %15

## HARMONİK ORTALAMA

Değişkenlerin biri sabit diğeri değişken olduğu verilerde harmonik ortalama kullanılır.

$$H = \frac{N}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \dots + \frac{1}{X_n}} = \frac{N}{\sum \frac{1}{X_i}}$$

**Örnek :** İki şehir arasında yolculuk eden bir araç gidişte 100 km/saat ve dönüşte 70 km/saat hız ile gitmiştir. Ortalama hız nedir?

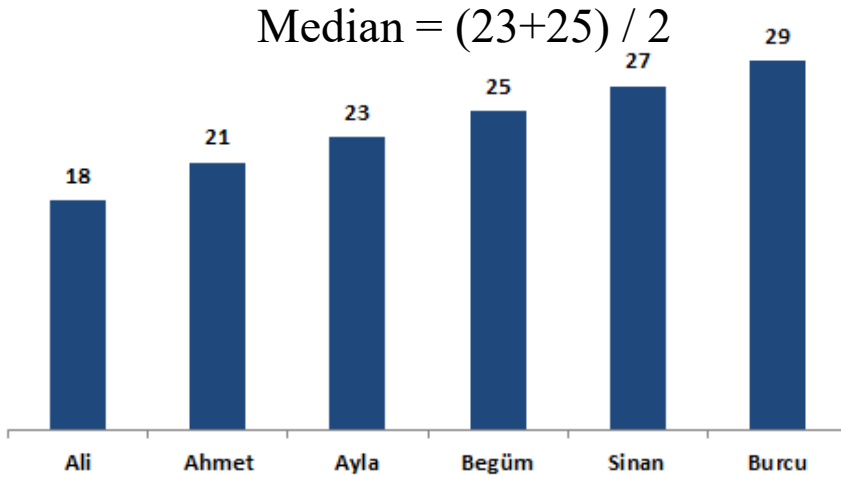
$$\begin{aligned} \text{Harmonik Ortalama} &= 2 / (1/100 + 1/70) \\ &= 82 \text{ km / saat} \end{aligned}$$

# Analitik Olmayan Merkezi Eğilim Ölçüleri

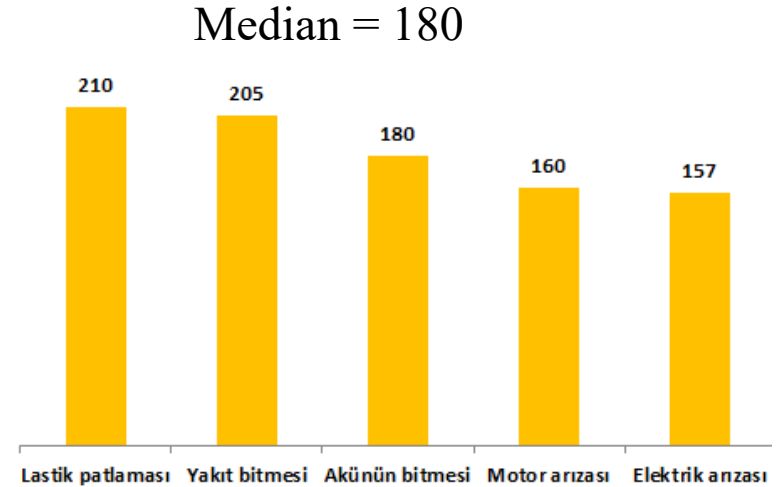
## MEDYAN

Eldeki veriler küçükten büyüğe yada büyükten küçüğe sıralandığında ortadaki veri «**MEDYAN**» dır.

Veri sayısı «n» **çift ise;**



Veri sayısı «n» **tek ise;**



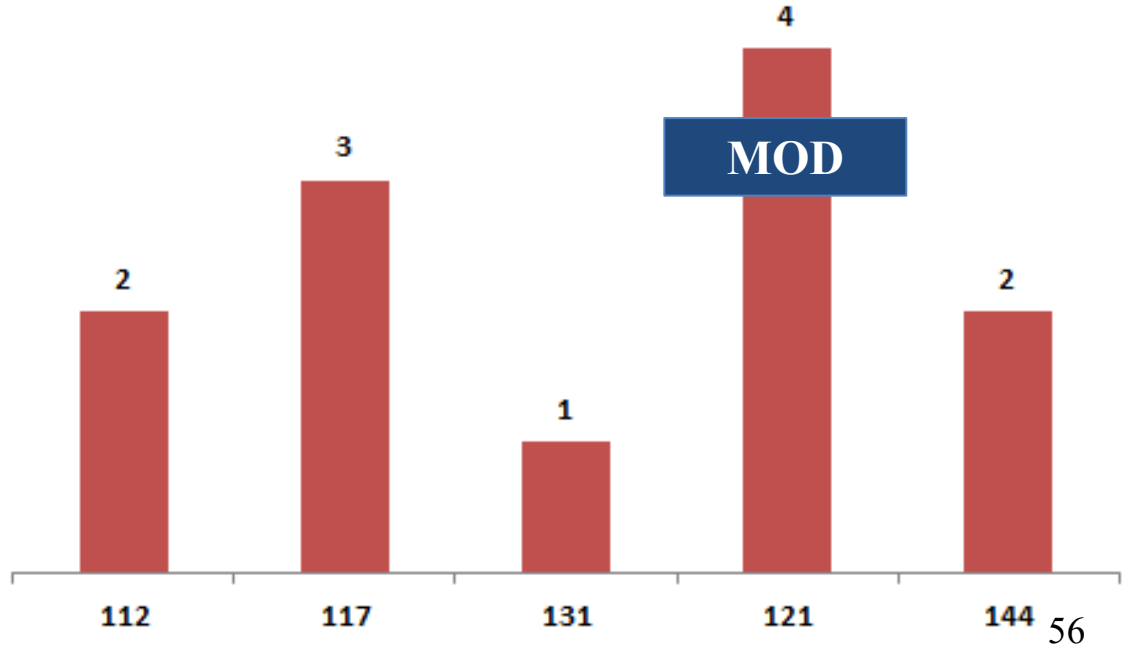
# Analitik Olmayan Merkezi Eğilim Ölçüleri

## MOD

Bir veri setinde en çok tekrarlanan değer «MOD» olarak alınır

**Örnek :** Bir gün içerisinde gelen çağrı sayıları düzensiz şekilde kayıt altına alınmış

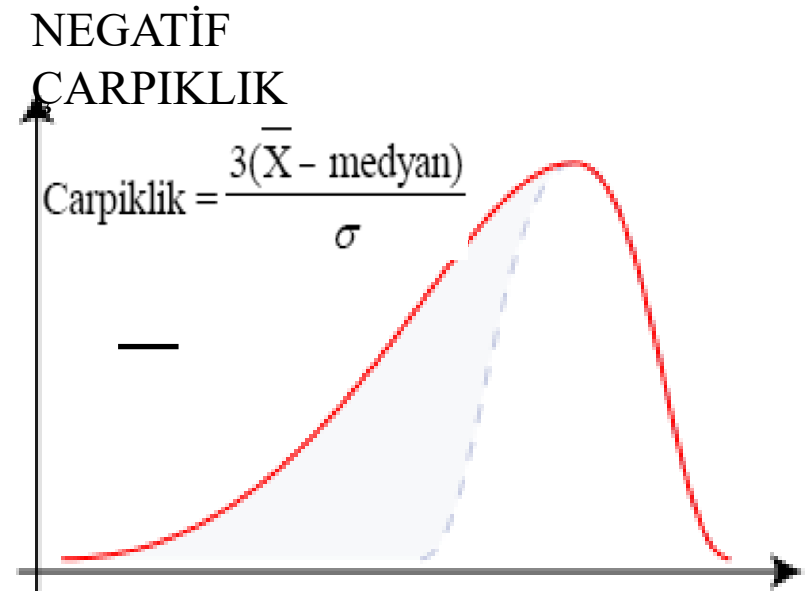
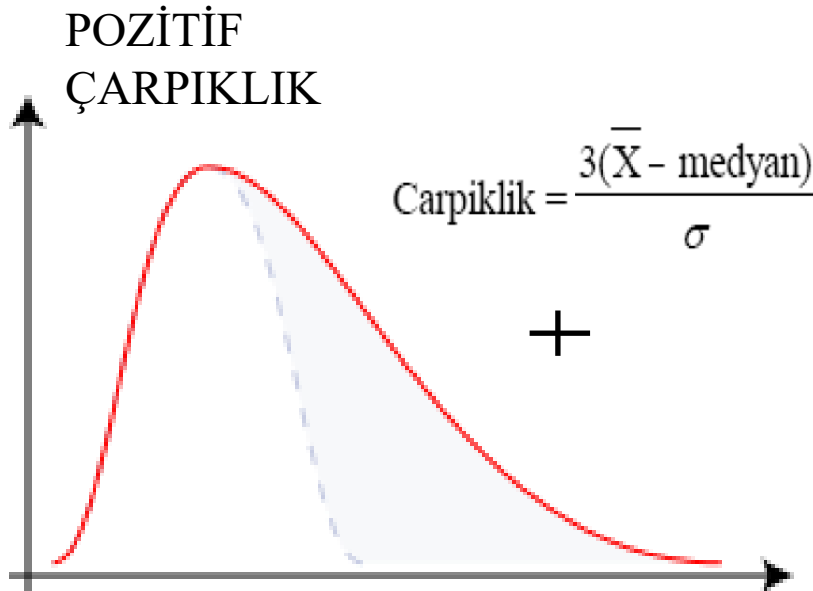
112	117	117
117	131	144
121	112	144
121	121	121



## ÇARPIKLİK (SKEWNESS)

**Pozitif çarpıklık:** Sağdaki kuyruğun uzun olma halidir. Dağılımın ağırlığı sol taraftadır

**Negatif çarpıklık:** Soldaki kuyruğun uzun olma halidir. Dağılımın ağırlığı sağ taraftadır



## Sürekli Değişken

İki değer arasında sonsuz sayıda değer alabilen değişkendir.

*Örnek; insanların boyları 170 cm ile 171 cm arasında sonsuz sayıda ondalıklı sayılar bulunur.*



## Süreksiz Değişken

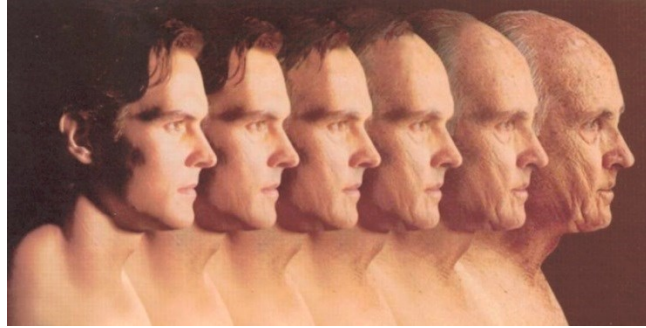
Herhangi iki değer arasında, başka bir değer alamayan, sınırlı sayıda değer alabilen değişkenlerdir.

*Örnek; bir zarı kaç kere atarsanız atın 6 olasılıktan biri çıkar. Bunun arasında bir değer alamaz.*



# Varyasyon Nedir?

- Doğadaki hiçbir şey ömrü boyunca aynı özelliklerde kalmaz. **Fiziksel, kimyasal** bir takım değişiklikler gösterir.

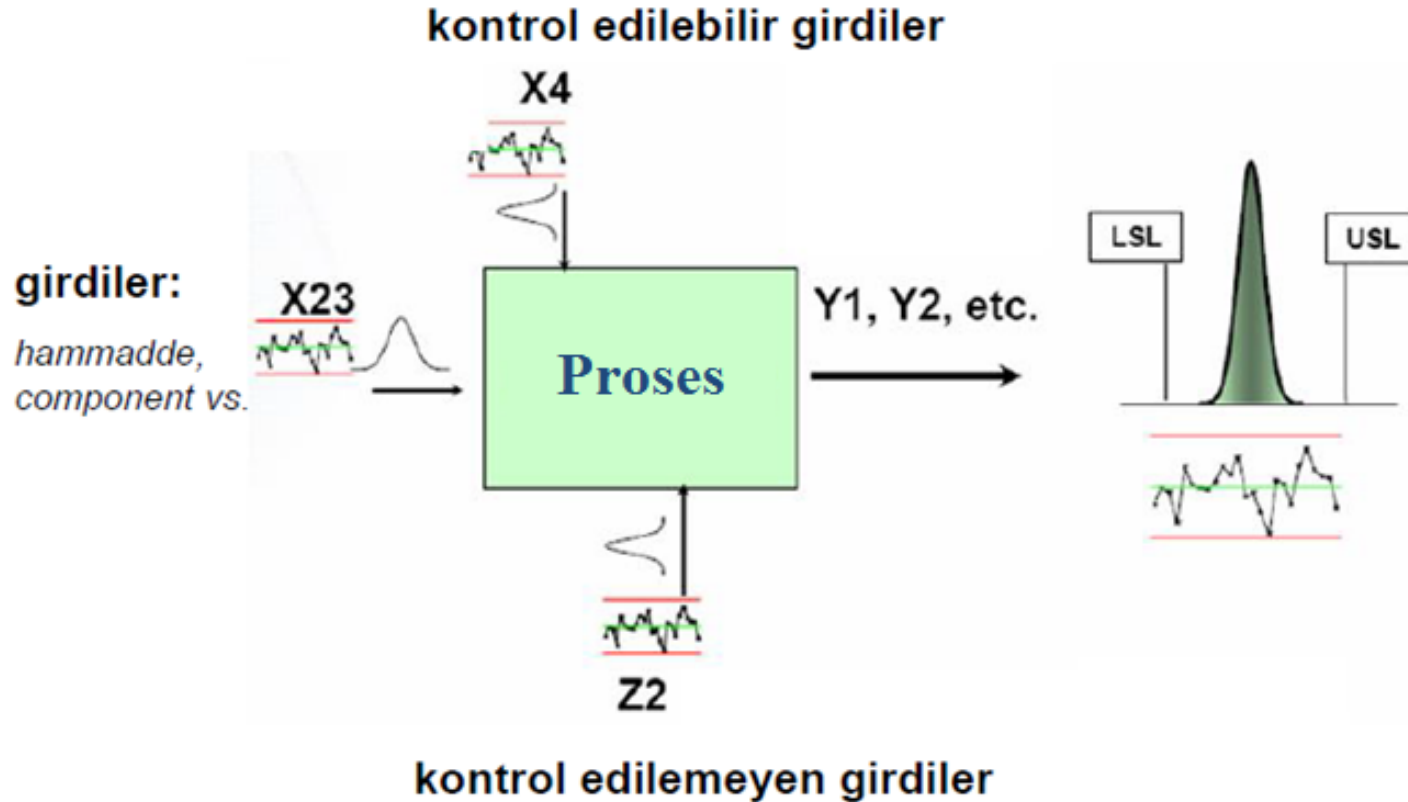


- Yine aynı özelliklerde olduğunu bildiğimiz 2 ürün mutlaka kendi içinde farklılıklar gösterir. **%100 aynı özellikleri taşıması söz konusu değildir.**

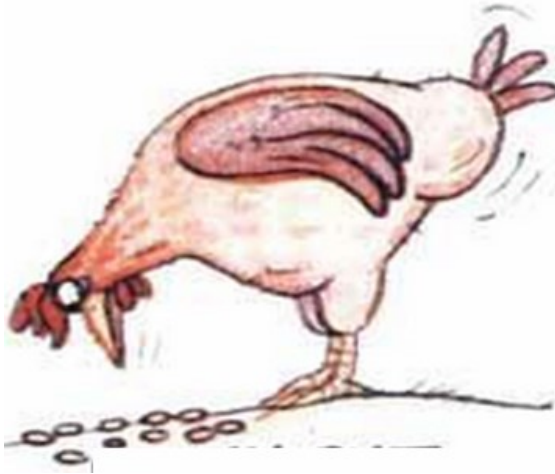


# Varyasyon Nedir?

- 🔗 Tüm prosesler varyasyona sahiptir. **Varyasyon hata kaynağıdır.**



🔗 Bir proseste ölçülebilir girdi ve çıktılarına **değişken** denir.



**Bağımsız Değişken:** Bir prosesteki **girdilerdir**. Miktar ve durumları belirlenebilir.



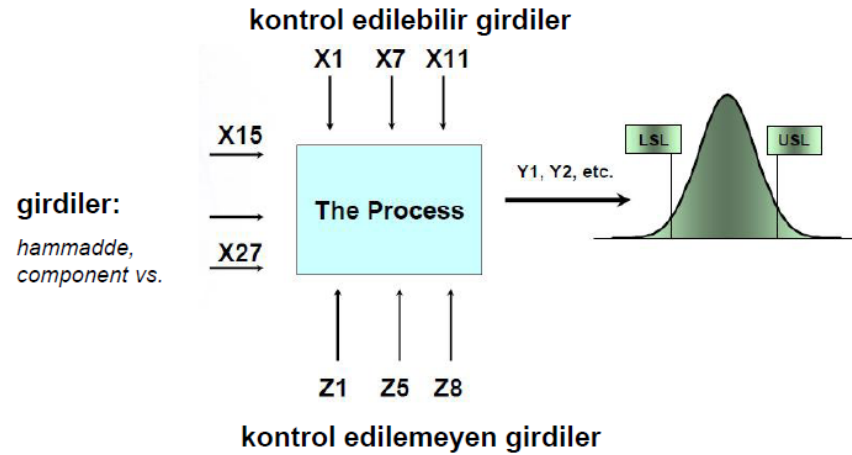
**Bağımlı Değişken:** Bağımsız değişkene (girdi) bağlı olarak değişen **çıkılardır**.

- ✎ Bir prosesin çıktıları (**Y**) o prosesin girdilerinin (**X**) bir fonksiyonudur. Dolayısıyla girdilerde oluşan varyasyon çıktıları etkiler.

$$\text{Çıktı} = \text{Sevkiyat} = Y = f(X)$$

$$\text{Sevkiyat} = f(\text{üretim}, \text{taşıma aracı}, \text{operatör}, \text{yol durumu})$$

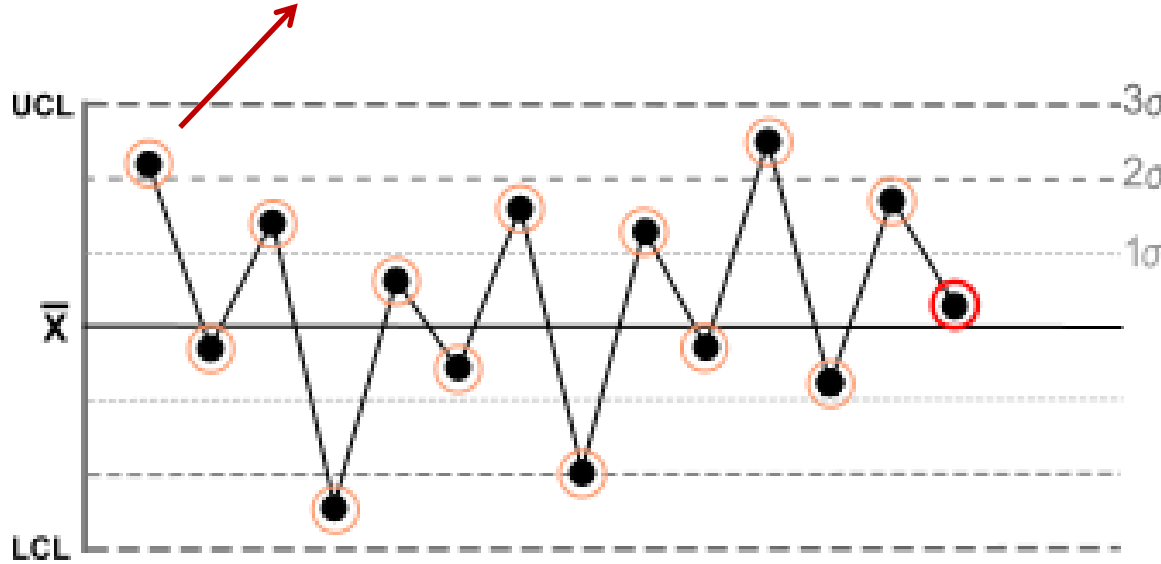
**Y**                      **X1**                      **X2**                      **X3**                      **X4**



# Varyasyon Nedir?

- Proses varyasyonları kontrol diyagramları kullanılarak takip edilir ve kontrol altında tutulur.

**Her bir alt grubun ortalaması ( $\bar{X}$ )**



**Üst kontrol limiti**

**+  $3\sigma$**

**Merkez çizgisi**

**-  $3\sigma$**

**Alt kontrol limiti**

X1  
X2  
X3  
X4  
X5  
**Xort**

# Varyasyon Nedir?

**Ekipman: Şanzıman Dişlisi**

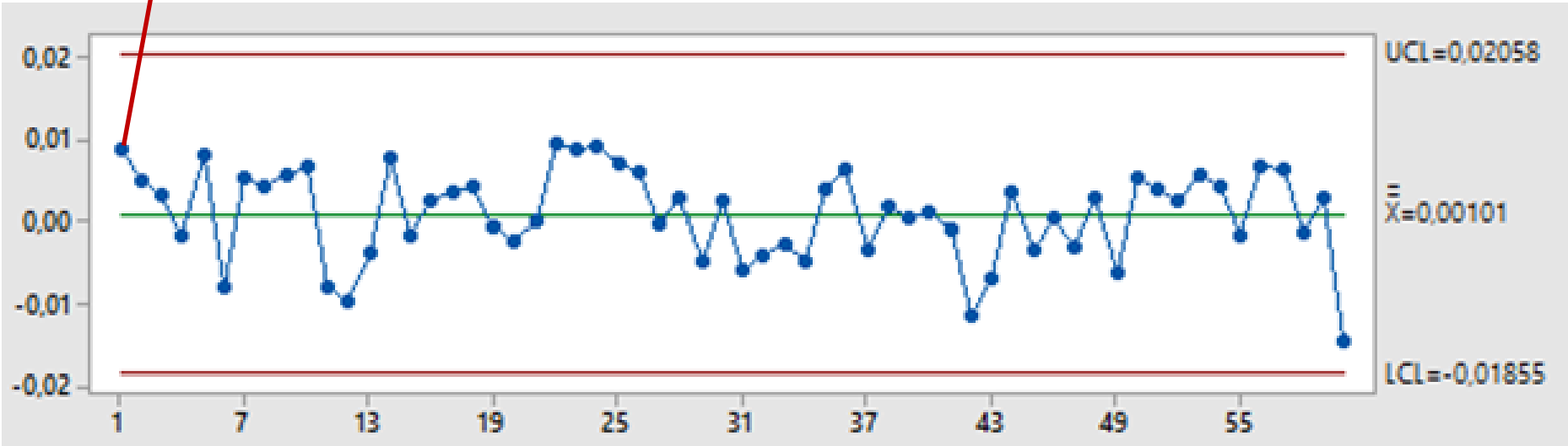
**Yükleme: 25 Nm**

**Devir : 250 d/d**

**Veri sayısı : 20 / dk**

**Ölçülen Değer : Titreşim Genliği (mm)**

**Her bir 20 değer  
ortalaması ( $\bar{X}_{ort}$ )**

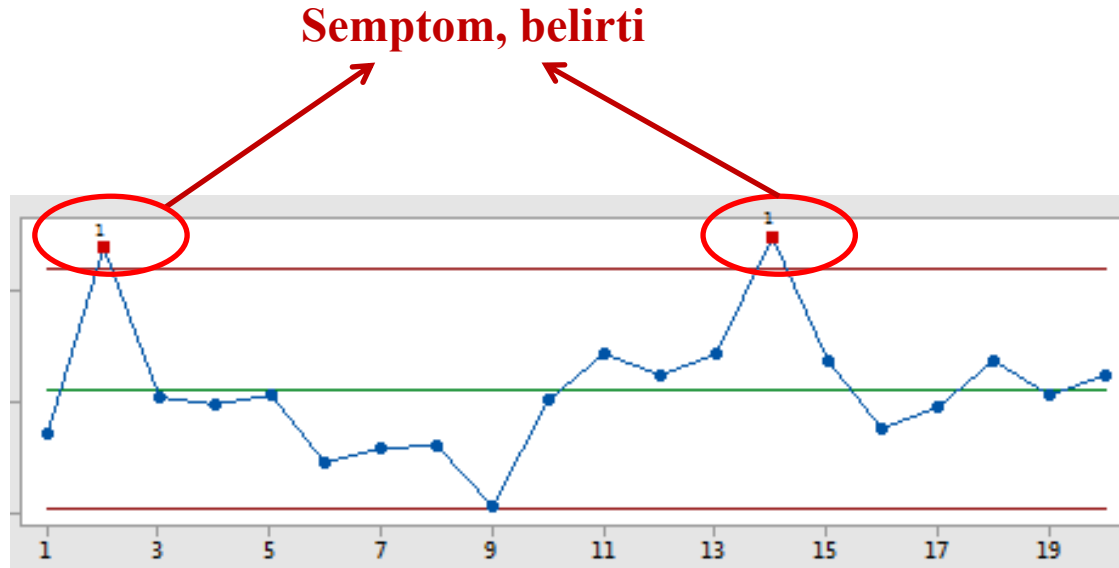


**dakika**

# Semptom, Belirti Nedir?

Proseslerimizde, ürünlerimizde, makinalarımızda normalin dışında ortaya çıkan durumlara **semptom, belirti** denir.

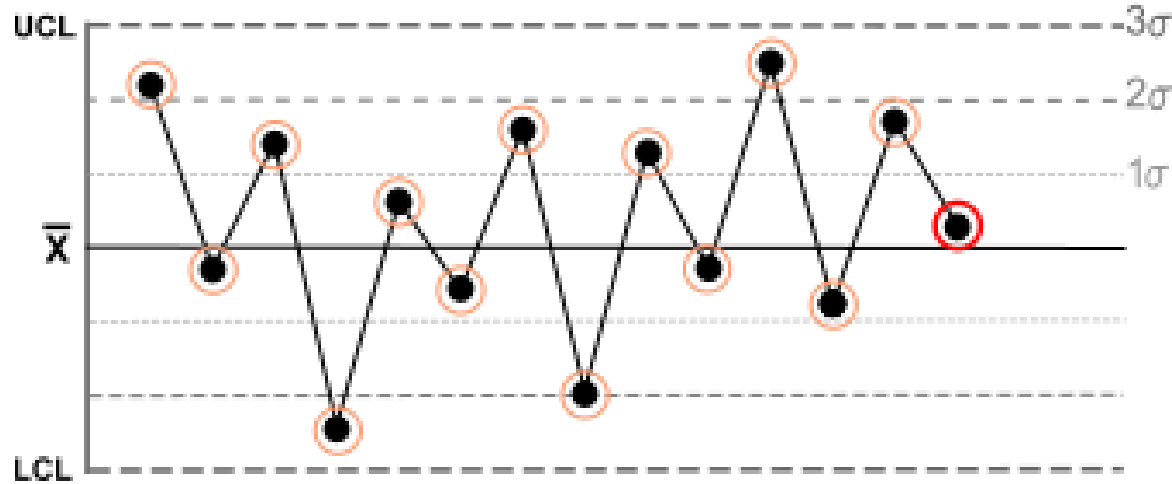
- *Vibrasyon,*
- *Gürültü,*
- *Renk değişimi,*
- *Iskarta,*
- *Isı vs.*



# Range (R) - Aralık

- ✎ Bir veri grubunda bulunan **en yüksek ve en küçük arasındaki farktır. «R»** ile gösterilir.

**R = Maksimum Değer – Minimum Değer**



X1 = 18  
X2 = 13  
X3 = 17  
X4 = 19  
X5 = 15

$$R = X4 - X2 = 6$$

# Range (R) - Aralık

- ✎ Bir veri grubunda bulunan **en yüksek ve en küçük arasındaki farktır. «R»** ile gösterilir.

$$R = \text{Maksimum Değer} - \text{Minimum Değer}$$

Ham Veri

Yaş
18
19
20
21
22
23
34
24
24
24
25
25
25
26
27
30

Gruplanmış veri

Yaş Grubu	Frekans
18-20	3
21-23	4
24-26	7
27-30	2

$$R = ?$$

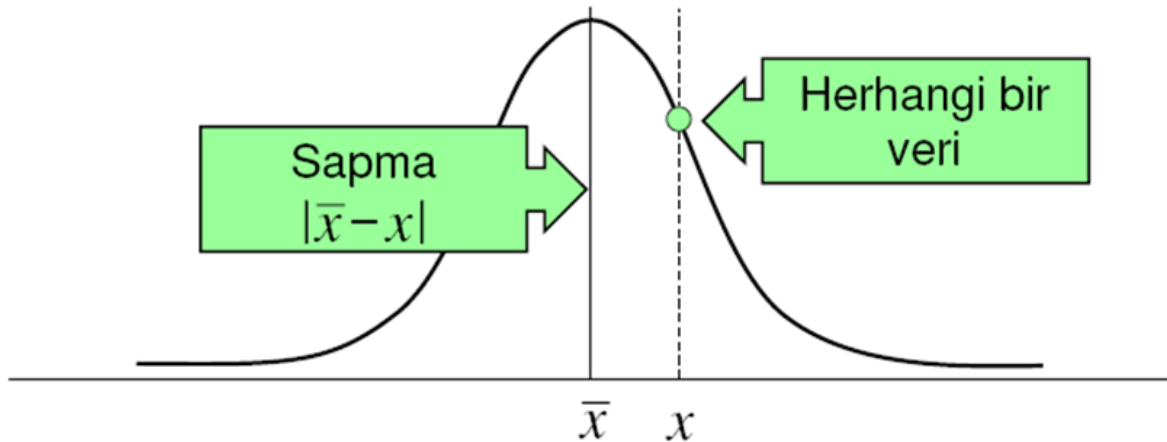
## ✿ SAPMA

Ölçümlerin kararlılığının (dağılımının) bir ifadesidir.

## ✿ MUTLAK SAPMA

Ortalama değer ile her bir ölçüm arasındaki farka ise mutlak sapma denir.

Örneğin ikinci ölçümün mutlak sapması =  $|X_2 - X_{ort}|$



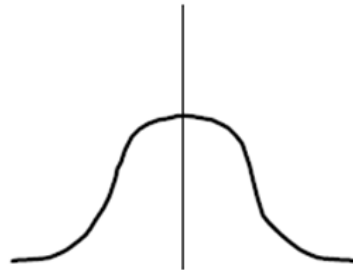
## ✿ STANDART SAPMA

Kararlılığın ölçümü için daha geçerli bir birimdir. Her bir ölçümün **mutlak sapmalarının** kareleri toplamının ölçüm sayısının bir eksiğine bölümünün kareköküne eşittir ve  $\sigma$  ile gösterilir.

Standart sapma varyansın kareköküne eşittir.

*Popülasyon için*

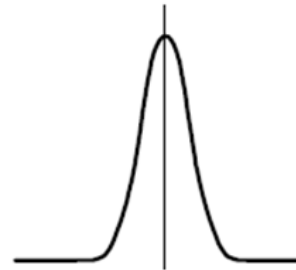
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{ort})^2}{n}}$$



Büyük st sapma  
Büyük varyasyon

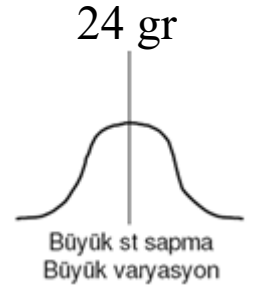
*Örneklem için*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{ort})^2}{n-1}}$$

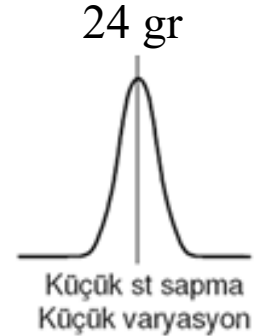


Küçük st sapma  
Küçük varyasyon

# Neden Standart Sapma?



*Ortalama Ağırlık = 24 gr*



*Ortalama Ağırlık = 24 gr*

**Örnek :** Aşağıda bir firmanın yıllara göre değişen satış adetleri milyon cinsinden verilmiştir. Satış rakamlarının **standart sapmasını** hesaplayınız.

## GRUPLANMAMIŞ VERİ

Yıllar	Satış Adedi (x1000)	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
2009	68		
2010	56		
2011	85		
2012	61		
2013	56		
2014	72		
Toplam			

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{ort})^2}{n}}$$

**Örnek :** Aşağıda bir firmanın yıllara göre değişen satış adetleri milyon cinsinden verilmiştir. Satış rakamlarının **standart sapmasını** hesaplayınız.

## GRUPLANMAMIŞ VERİ

Yıllar	Satış Adedi (x1000)	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
2009	68	1.67	2.7778
2010	56	-10.33	106.78
2011	85	18.67	348.44
2012	61	-5.33	28.444
2013	56	-10.33	106.78
2014	72	5.67	32.111
Toplam	66.33		625,33

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{625,33}{6}}$$

$$\sigma = 10.2$$

- ✿ **Standart sapma** dağılımın yaygınlığını gösteren bir ölçüdür.
- ✿ Ancak sadece standart sapma ile dağılım hakkında yorum yapmak mümkün değildir.

*Standart sapma = 5.1 → Ne ifade ediyor?*

- ✿ Yorum yapabilmek için **Varyasyon Katsayısı**'nı hesaplamak gerekir.

- ✿ **Varyasyon Katsayısı** = 
$$\frac{\text{Standart Sapma } (\sigma)}{X_{ort}} \times 100$$

**Örnek :** Ardışık üretilen elmasların ağırlıklarının **varyasyon katsayısı** nedir?

<i>Bant 2</i>						
	25 gr	27 gr	22 gr	26 gr	20 gr	24 gr

$$X_{ort} = 24 \text{ gr,}$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma) = 2,608$$

$$\text{Varyasyon Katsayısı} = \frac{2,608}{24} \times 100 \rightarrow \%10.9 \text{ de\u011fi\u015fim s\u00f6z konusudur}$$

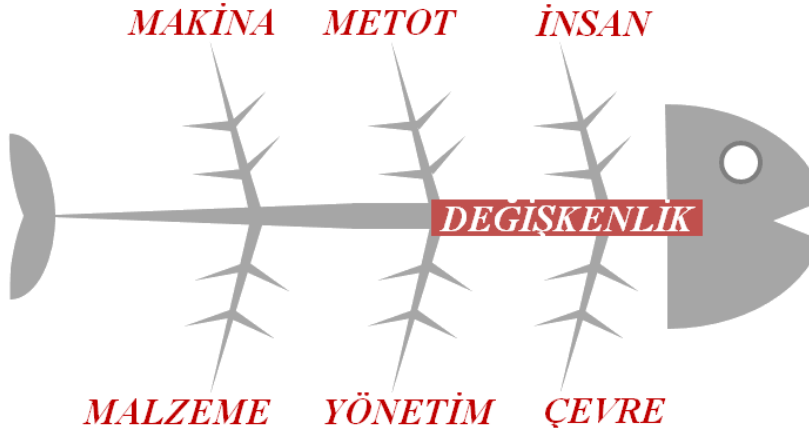
# Değişim (Varyasyon) Kaynakları

- Bütün prosesler; **Makine, Takım, Yöntem, Malzeme, Operatör, Bakım** ve **Çevre** şartlarından kaynaklanan değişime uğrarlar. Hiçbir zaman iki ürün veya ürünün herhangi bir özelliği aynı olamaz. *İşlenen parçaların ölçüleri/ özellikleri arasında küçük de olsa mutlaka birbirine göre fark vardır.* Bu durum spesifikasyonların niçin toleransları olduğunu açıklar.

*Proses*

*Değişkenlik Sebepleri*

*Kalite Karakteristiği : Boy*



*Üst Limit*



*Alt Limit*

- ✎ Birçok küçük kaynaktan oluşan, her proseste tesadüfi olarak değişik seviyelerde bulunan ve tespit edilmesi ve düzeltilmesi zor olan değişimlere ***Genel Sebepler*** denir.

## **Genel Sebepler;**

- ➡ ***Titreşim***
- ➡ ***Sıcaklık***
- ➡ ***Nem***
- ➡ ***Gerilim Dalgalanması v.b.***

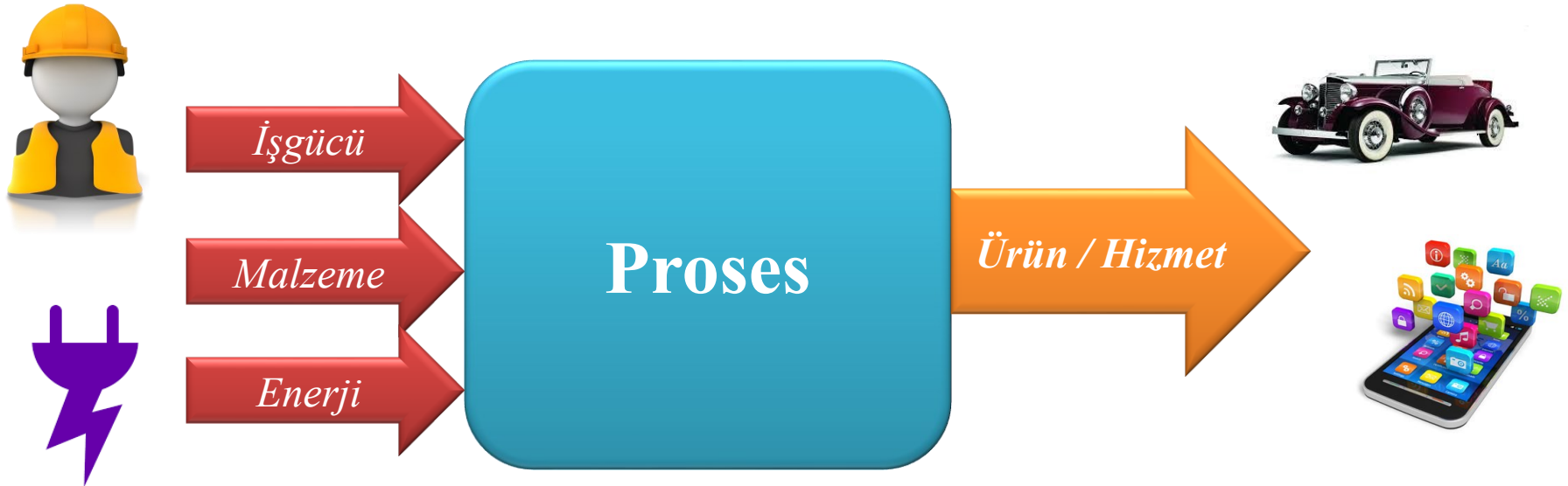
- ✎ Belirsiz bir kaynaktan oluşan, önceden tahmin edilemeyen ve düzensiz değişimlere ise **Özel Sebepler** denir ve önlem almadıkça tekrar ederler. Özel sebeplerin ne zaman ortaya çıktığı bilirse kolaylıkla tespit edilebilir ve düzeltilebilir.

## Özel Sebepler;

- ➡ *Takım kırılması, aşınması*
- ➡ *Gevşeyen bağlantılar,*
- ➡ *Tezgah boşlukları,*
- ➡ *Yatak aşınmaları,*

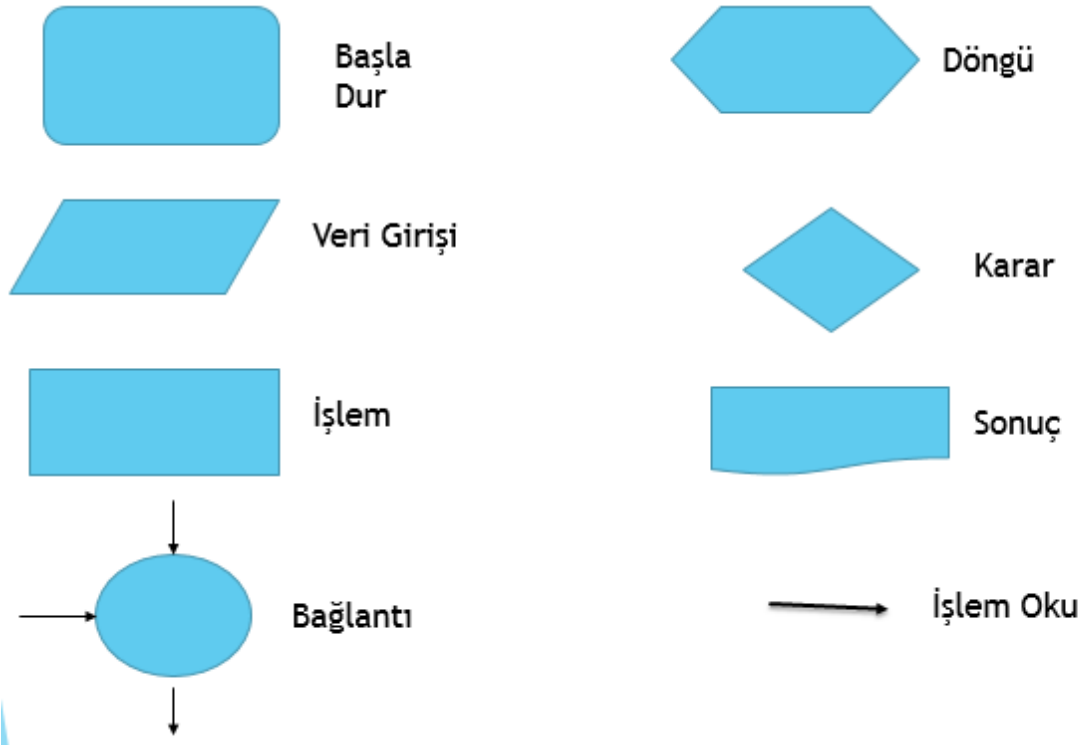
# Proses Nedir?

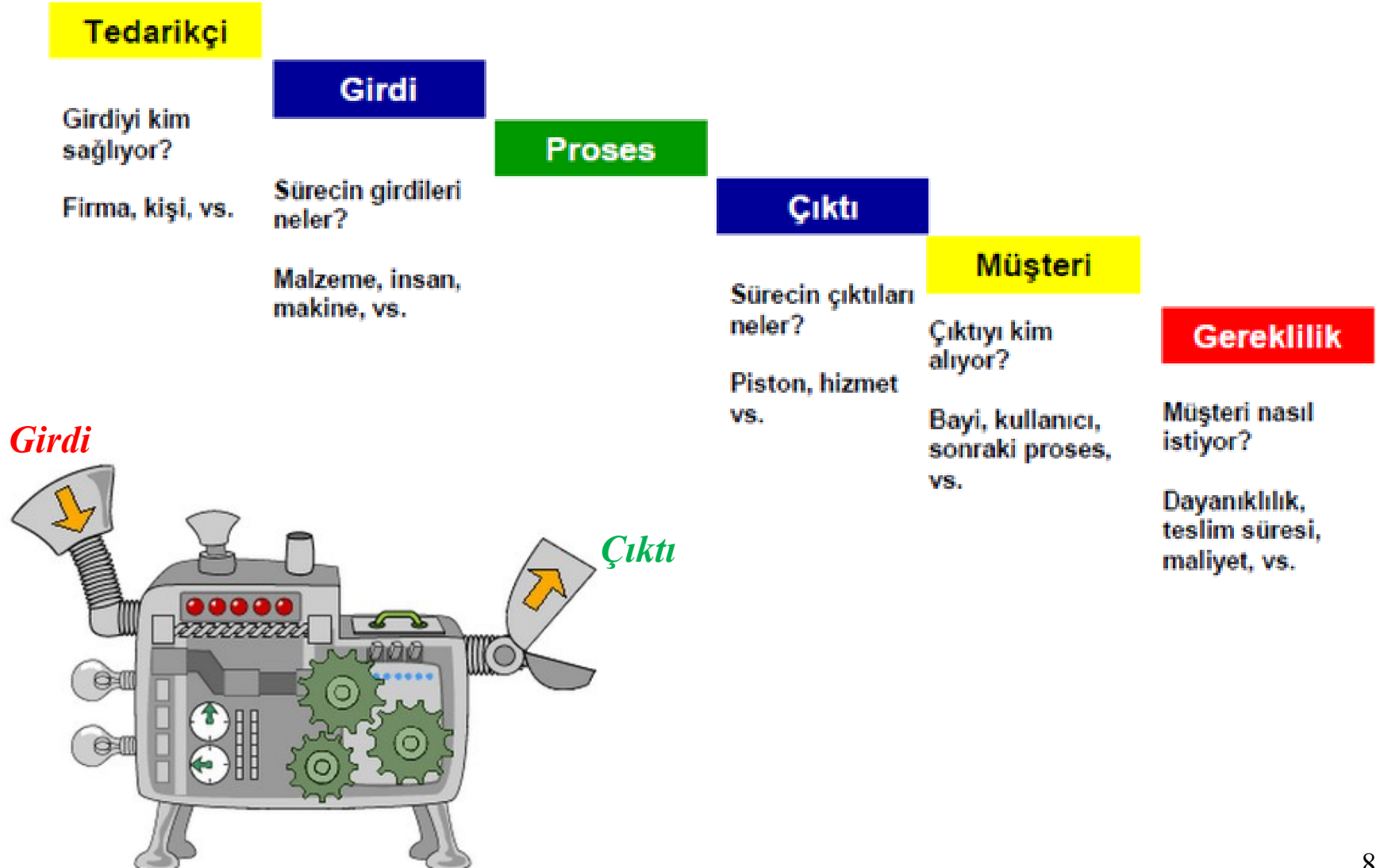
- ✿ **Girdileri** alıp bir **Çıktıya** dönüştüren her bir aktivite **proses (süreç)** olarak isimlendirilebilir.
- ✿ Bir prosesin çıktısı genellikle bir sonraki prosesin girdisi olarak sistemi etkileyecektir.
- ✿ Bir kuruluştaki proseslerin sistematik tespiti ve yönetimi **proses yaklaşımı** olarak ifade edilir.



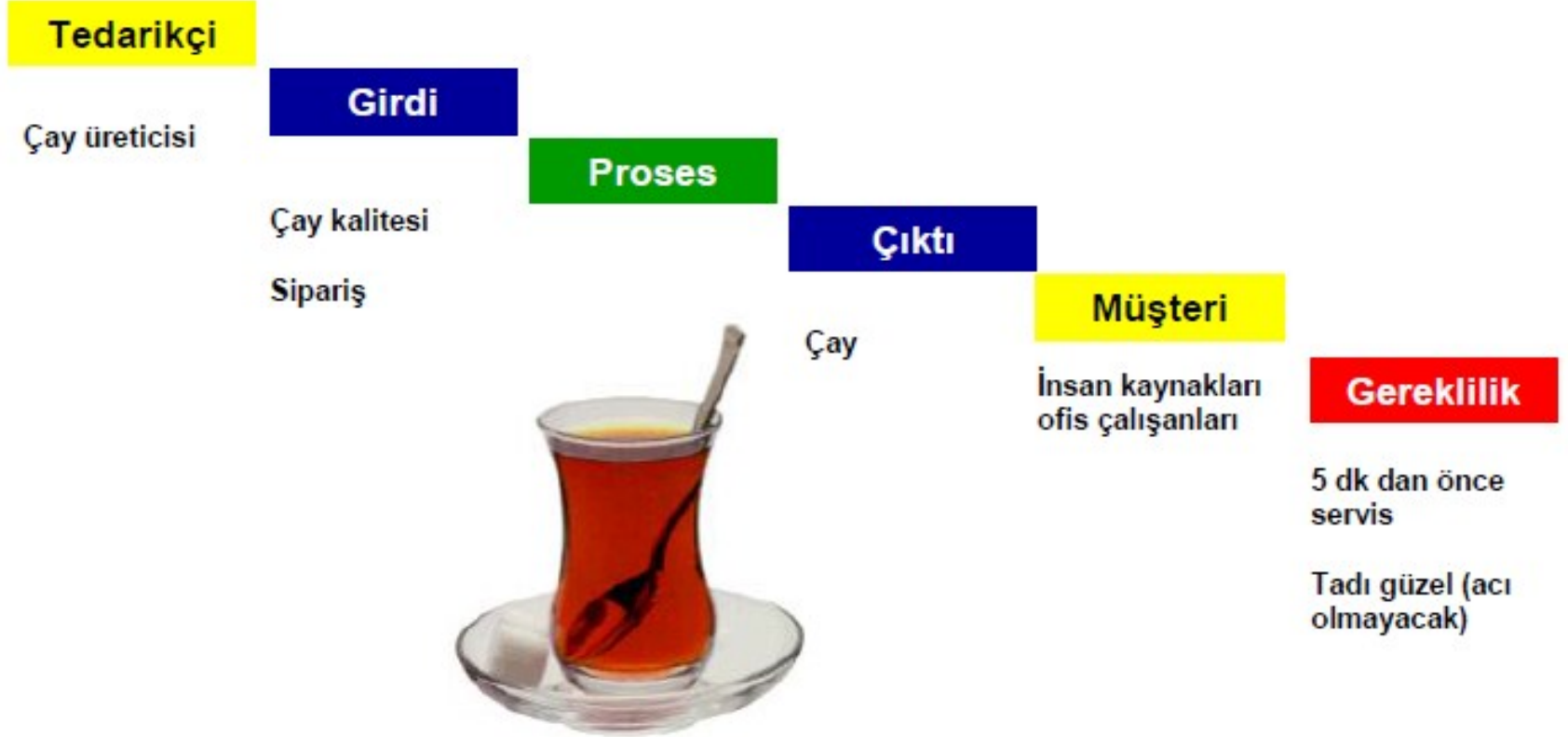
- **Proses akış diyagramlarıyla** başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar yapılmakta olan işlemlerin sistematik olarak şekli çizilir ve sembollerle gösterilir.

İşin tanımını, gerçekleştiği yer, üretim tipi gibi bilgiler çalışma üzerinde gösterilmelidir.



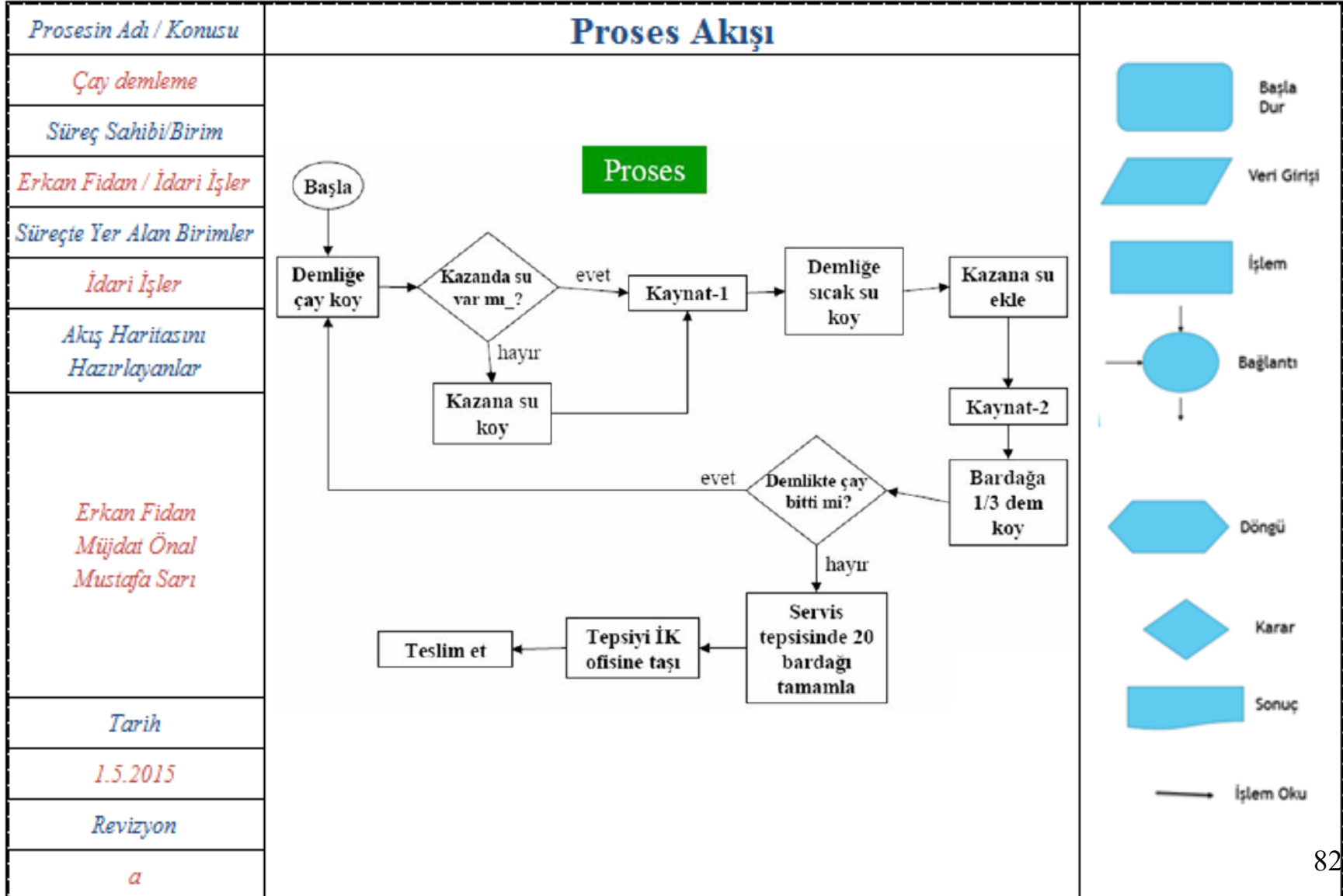


# Akış Diyagramları

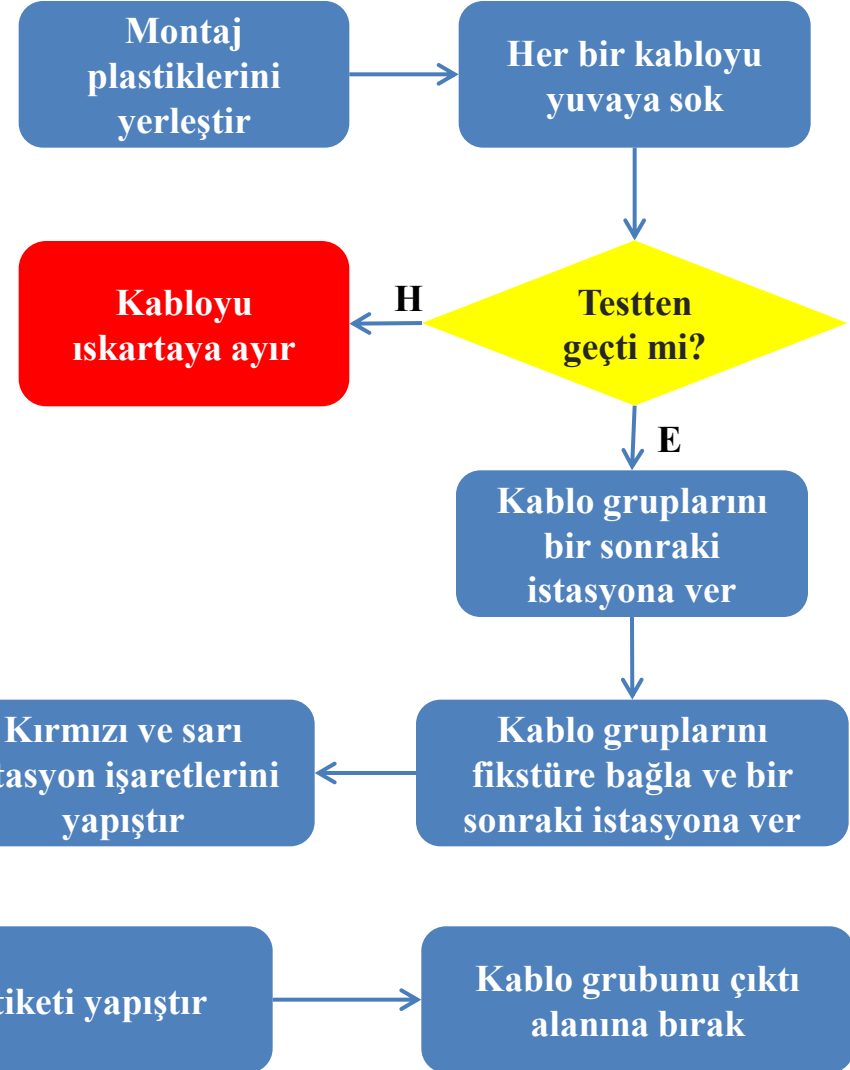
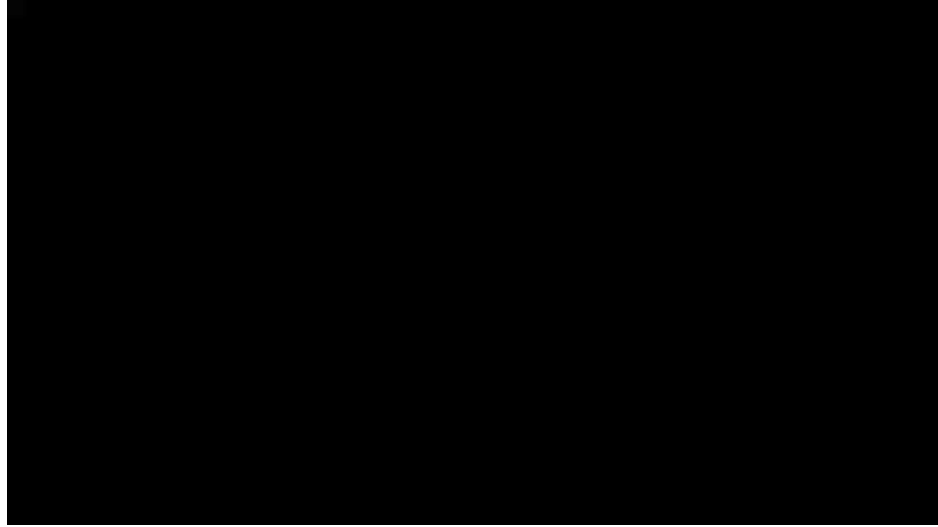


**Müşteri : “5dk içerisinde güzel bir çay istiyorum!”**

# Akış Diyagramları



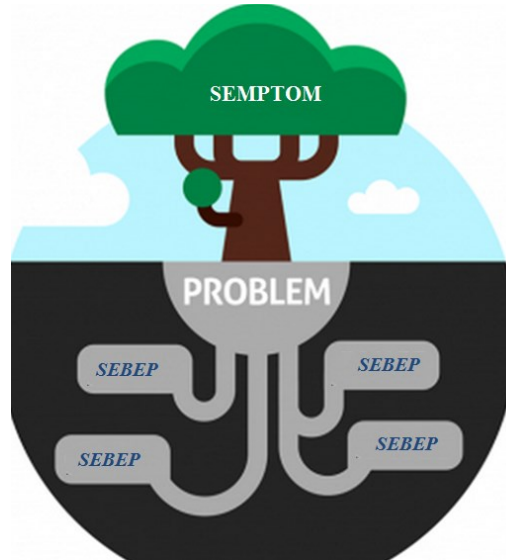
# Akış Diyagramları



# Kök Neden Analizi

1.Adım 2.Adım 3.Adım 4.Adım **5.Adım** 6.Adım 7.Adım 8.Adım

- Hatanın gerçekleştiği *proses akış haritası* oluşturulur.
- Adım adım inceleyerek *beyin fırtınası* ile potansiyel tüm sebepler araştırılır.
- Analiz için *balıkkılçığı, sebep-sonuç matrisi, 5Why*, gibi gerekli araçlar kullanılır
- Potansiyel sebepleri belirlemek için gerekirse yeni veriler toplanır.



- ✿ Analiz aşaması sonunda, **Çıktı (Y)**'daki mevcut performansın sebebi olan **Etkin Girdileri (X)** elde etmiş olmalıyız.
- ✿ Bunun bir yolu ölçüm aşamasında elde ettiğimiz verilerin analiz edilmesi; yani **veri analizidir**.
- ✿ Diğer yol ise prosesin bütüncü altına alınarak incelenmesi; **proses analizidir**.
- ✿ Kök Neden Analizinde ekipler her iki kapıdan da geçerek kök nedenlere ulaşacaktır.



- ✿ Genel olarak, üretim süresi azaltmak, verimliliği arttırmak, vs. hedeflenen projelerde **proses analizi yapılarak x'ler belirlenir.**

**Örnek:** *Çay teslimat süresinin kısaltılması hedeflenirse yapılabilecek analiz, teslimat prosesinin adımlarını mercek altına almak; **hangi detay adımlarda en büyük varyasyonun ve kayıpların olduğunu belirlemektir.***

- ✿ Üretilen şeyin bir karakteristigini söz konusu ise; motor gücü, yakıt miktarı, kapı kapama eforu, vs, bu durumda **veri analizi ile x'ler** belirlenir.

**Örnek:** *Çayın tadının iyileştirilmesi amaçlandığında, hangi x'lerin tadı etkilediği **veri analizi** ile bulunabilir.*

❖ *Kök neden analizi bir **sistemsel çözümlü** amaçlamalıdır. Oluşan problemin insan kaynaklı olduğuna karar vermek yeterli değildir. Sistemde bu hataya neyin izin verdiği tespit edilmelidir.*

*Etkin bir kök neden analizi için **3 alan bu gözle doğru analiz** edilmelidir;*

## **1. Teknik**

➡ *Makine yada malzemedeki hangi hatalar probleme neden olabilir?*

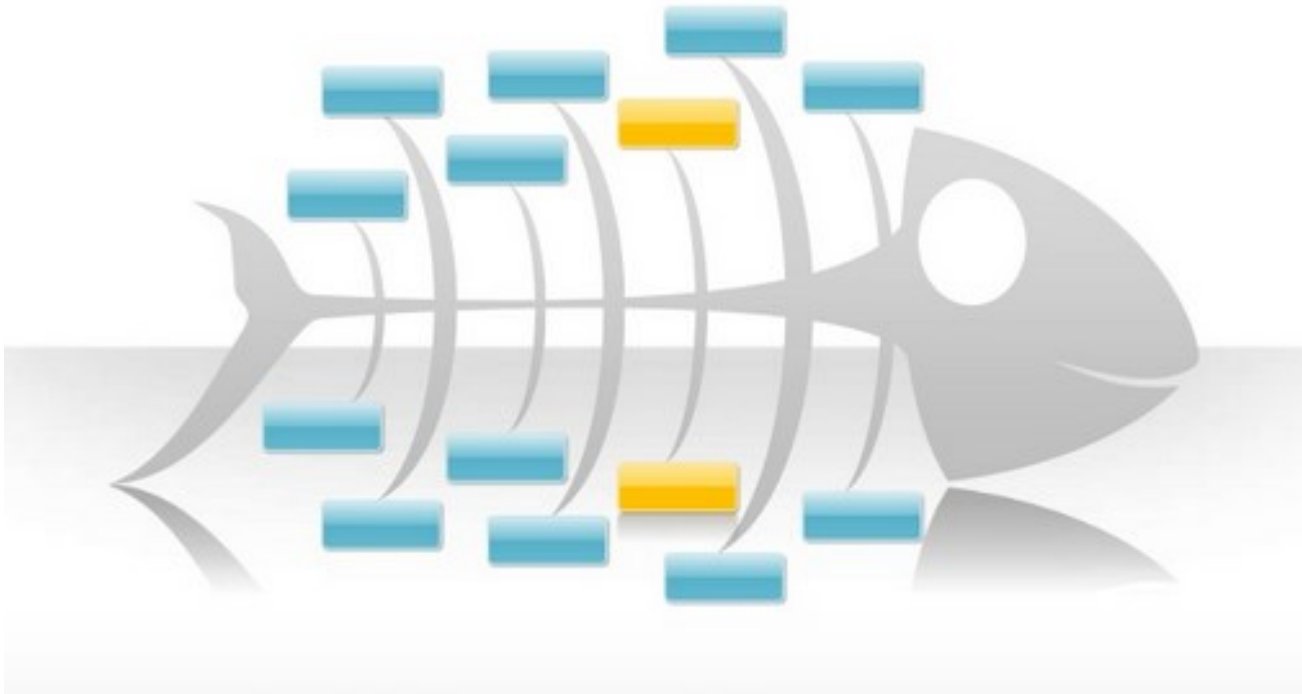
## **2. Kontrol**

➡ *Kontrol sistemindeki hangi hata yada eksiklik hatanın yakalanmasına engel olabilir?*

## **3. Sistem**

➡ *Üretim prosesinde yada yönetim sistemindeki hangi hata/hatalar probleme sebep olmuş olabilir?*

# *Balıkkılçığı (Ishikawa)*



- **Ishikawa Diyagramı** olarak da bilinen **Balık Kılçığı Tekniği**, 1943 yılında **Kaoru Ishikawa** tarafından geliştirilen bir tür kalite diyagramıdır.

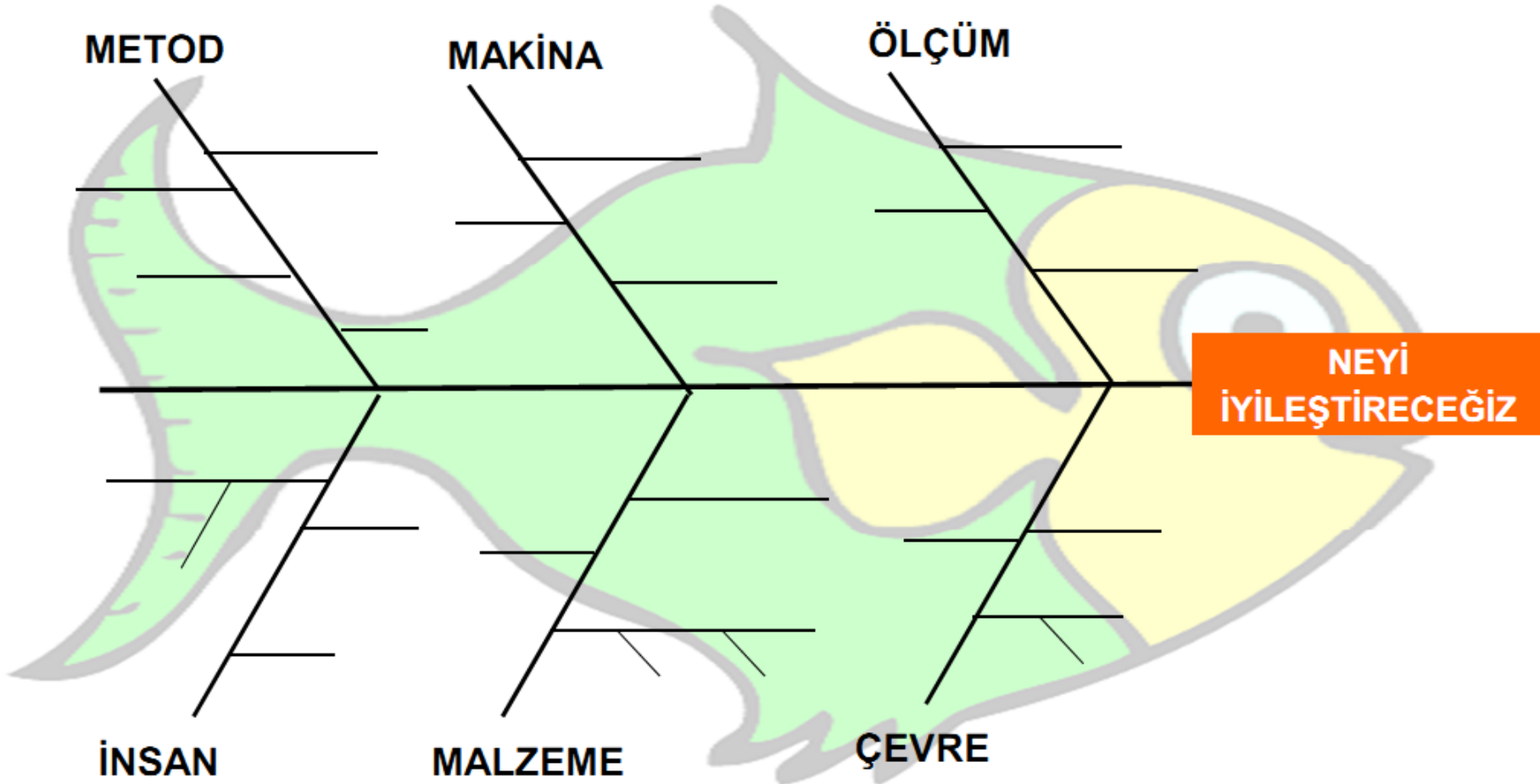


- ✿ **Balık Kılçığı Diyagramı**, belli bir sonuca neden olan temel faktörleri bulmaya ve bunların etkilerini belirlemeye yönelik bir analiz ve karar verme tekniğidir.
- ✿ Teknik, bir problemin nedenlerini ve alt nedenlerini tanımlama sürecini yapılandırmaya yardımcı olur.
- ✿ **Balık Kılçığı** tekniği problemin tanımlanması ve nedenlerinin belirlenmesine yardımcı olurken **problem için net bir çözüm sunmaz.**



- ❖ Probleme neden olan kaynakların tespit edilebilmesini kolaylaştırmak amacıyla ana kategoriler belirlenmiştir.
  - **İnsan:** Sürece dahil olan tüm kişiler
  - **Yöntem/Metot:** Sürecin nasıl işlediği, süreçte kullanılan prosedür, kural, düzenleme ve kanunların gereklilikleri
  - **Malzeme:** Süreçte kullanılan tüm malzemeler
  - **Makinalar:** Bilgisayar, alet gibi işin yapılışı için gerekli olan ekipmanlar
  - **Ölçümler:** Kaliteyi değerlendirmek için kullanılan referans değerler ve ölçüm verileri
  - **Çevre:** Sürecin işlediği yer, zaman, sıcaklık, kültür gibi koşullar

# Balık Kılçığı (Ishikawa) Diyagramı



## ■ Balık kılçığı oluşturulurken dikkat edilecek hususlar;

- Sebepler yazılırken tarafsız davranılmalı
- Diyagram değişen koşullara göre güncellenmeli
- Sebepler araştırılırken farklı kesimden kimselerin görüşlerine başvurulmalı ve **fikir özgürlüğü** ilkesine dikkat edilmeli
- Sebeplerin **kısa ve öz** olması sağlanmalı

## ■ Uygulama Aşamaları:

- Problemin Belirlenmesi
- Tekniğin Kullanımını Hakkında Bilgilendirme
- Neden ve Alt Nedenlerin Belirlenmesi

## ■ Neden Balık Kılçığı?

- Bilinen ve tespit edilmiş bir nedenden **bilinmeyen verilere doğru giden** sistematik bir yöntemdir.
- Sonuca etki eden tüm faktörlerin ortaya koyulmasını sağlar.
- Evrenseldir, **her sektöre ve her probleme** uygulanabilecek bir yöntemdir.



- Süreç girdilerinin çıktılar üzerindeki **ilişki kuvveti** aşağıdaki skalaya göre puanlanır.

*0 → İlişki yok*

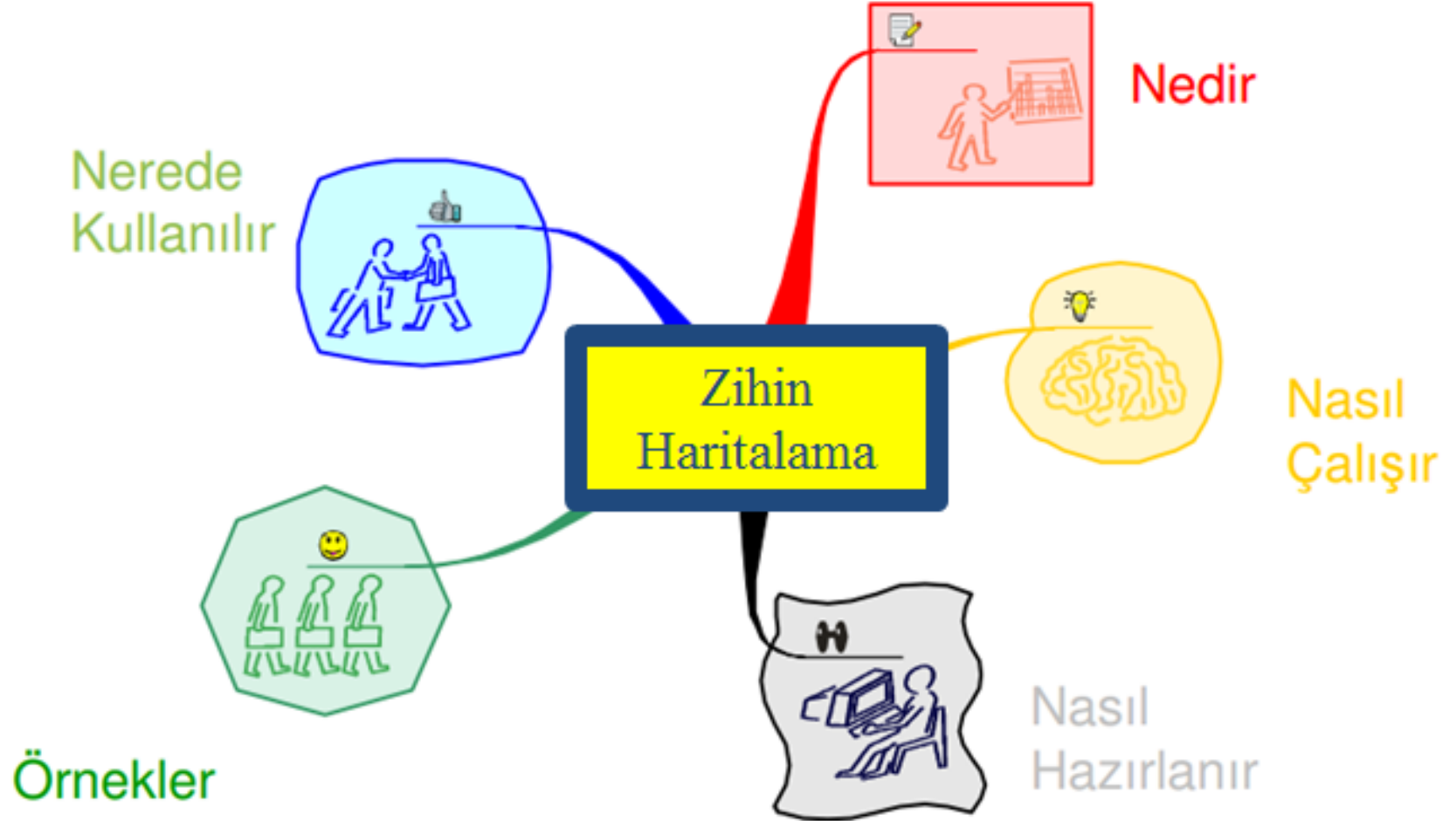
*1 → Çok zayıf ilişki*

*3 → Orta düzeyde ilişki*

*5 → Güçlü ilişki*

*9 → Çok güçlü ilişki*





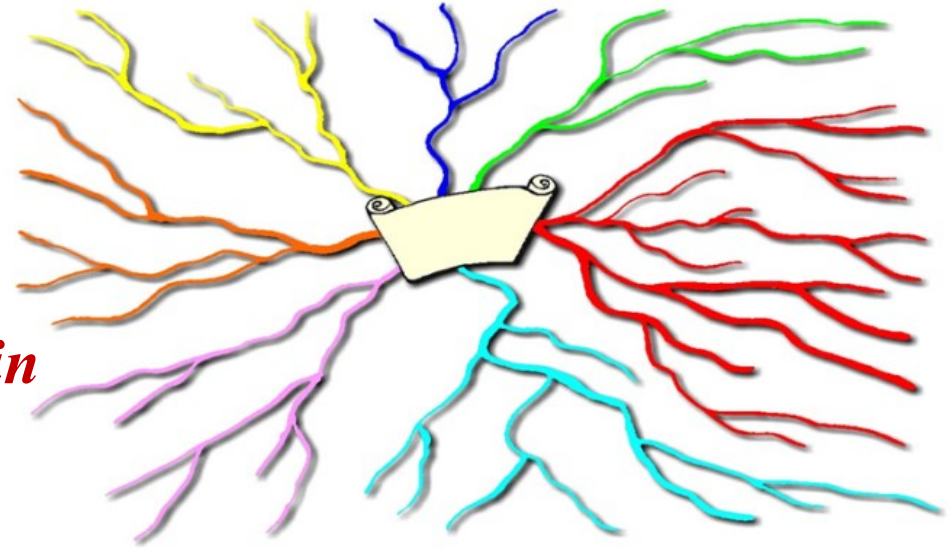
■ **Tony Buzan** tarafından geliştirilmiş olan, beyni bütün kapasitesiyle kullanmayı hedefleyen güçlü bir grafik tekniktir.

**Zihin Haritalama**, fikirlerin kağıda aktarılması için geliştirilmiş olan bir sistemdir. Uygulama süreci oldukça basit olan bu teknik, özel bir öğrenme güçlüğü olmayan, okuma yazma bilen her yaştan, herkese öğretilir.

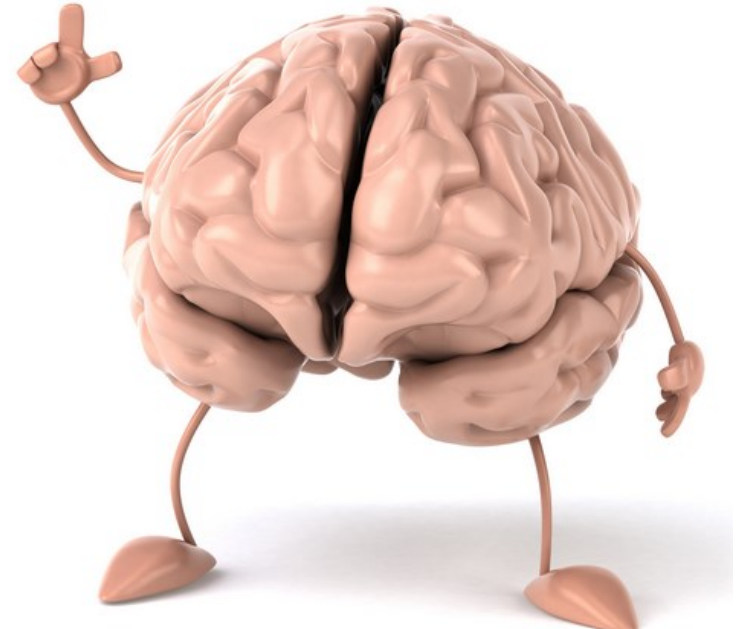


# Nerelerde Kullanılır?

- ✿ Not tutmak için
- ✿ Dil öğrenmek için
- ✿ Öğrenmek ve anlamak için
- ✿ Plan yapmak için
- ✿ Sunum tasarımı için
- ✿ *Yaratıcı problem çözmek için*
- ✿ Konuşma hazırlamak için
- ✿ Hedefleri belirlemek için
- ✿ Zaman yönetiminde

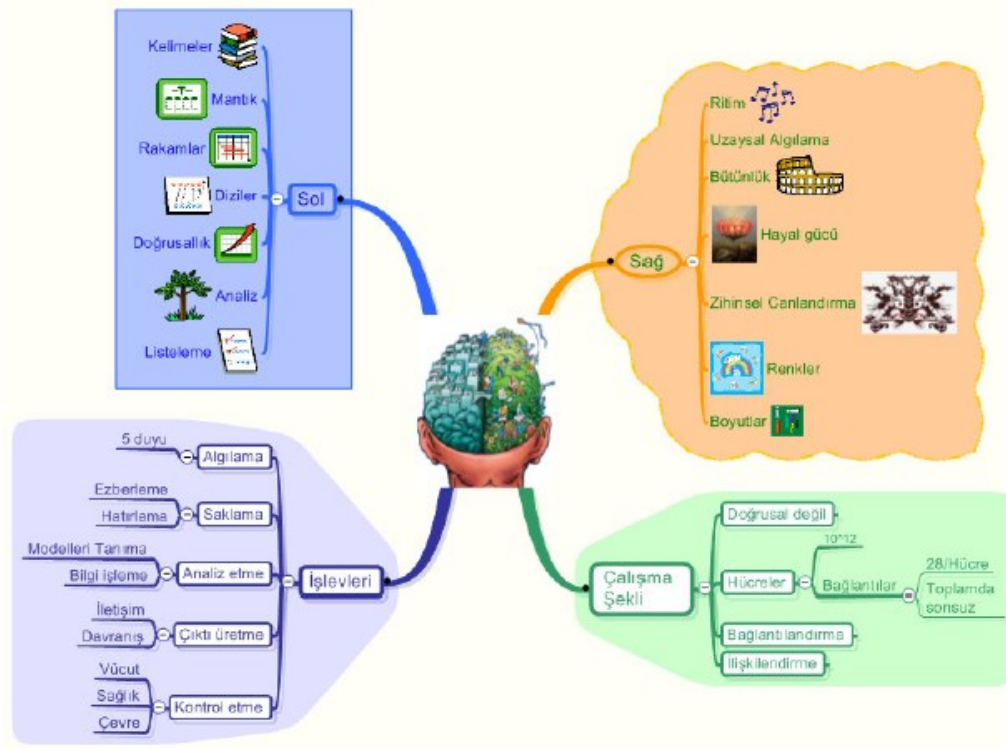


- 1970' li yıllarda beyin konusunda yapılan araştırmalar serebral korteksin iki yarıküresinin birbirinden farklı şekilde işlev gördüklerini keşfetmişlerdir:
- ✿ Beynin **sağ yarıküresi**, sözel olmayan aktivitelerde daha etkin konumdadır:
    - *müzik dinlemek,*
    - *resim yapmak, hayal kurmak,*
    - *yüzleri tanımak,*
    - *ritim hatırlamak,*
    - *renk kullanmak, vb.*
  - ✿ **Sol yarıküre** ise;
    - *dil kullanımını içeren faaliyetlerde,*
    - *yazı yazmada,*
    - *matematiksel problemlerin çözümü*
    - *akademik faaliyetler vb.*



- **Zihin Haritalama Tekniği**, sağ ve sol yarıkürelerin işleyiş süreçlerini birlikte ele almayı ve bütünleştirmeyi temel almaktadır.

Zihin Haritası tekniği kullanılırken, kişi fikirleri kayıt etmede sadece kelimeleri değil, sembolleri de kullanır. Böylece, **kelime ve sembollerin birlikte kullanımı** beynin her iki yarıküresini de faaliyete geçirir.

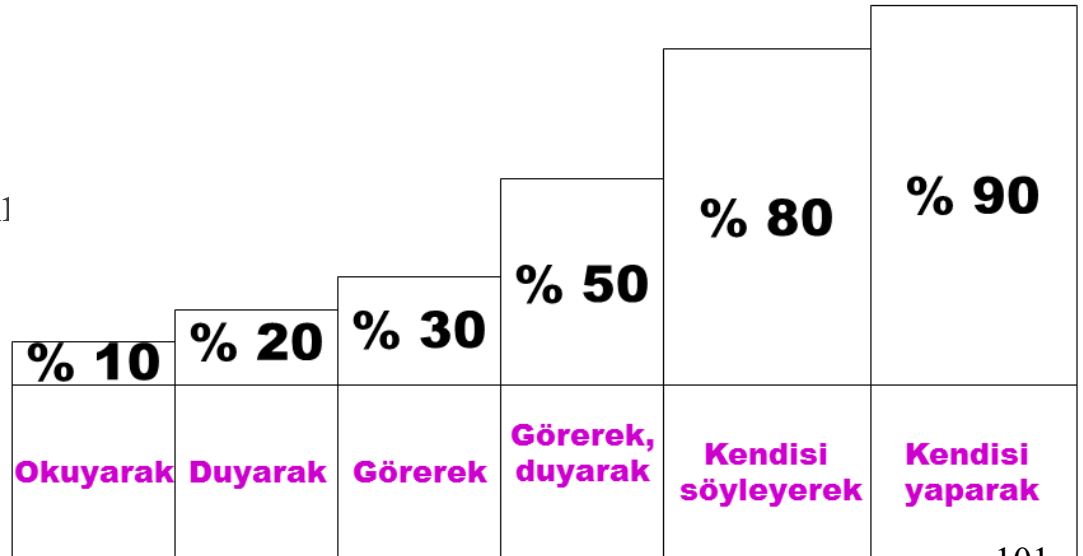


📌 **Zihin haritası** hem **yaratıcılığı** hem de **üretkenliği** artırır.

- Bu yöntemle düşünce üretme, organize etme ve gösterme çok kısa zaman alır.
- Düşünceler, (zihnin) hatırlaması ve öğrenmesi kolay, görsel grafiklere çevirilir.
- Elde edilen görsel düşüncelerin başkalarıyla paylaşılması ve yeni eklemeler yapılması çok kolaydır.

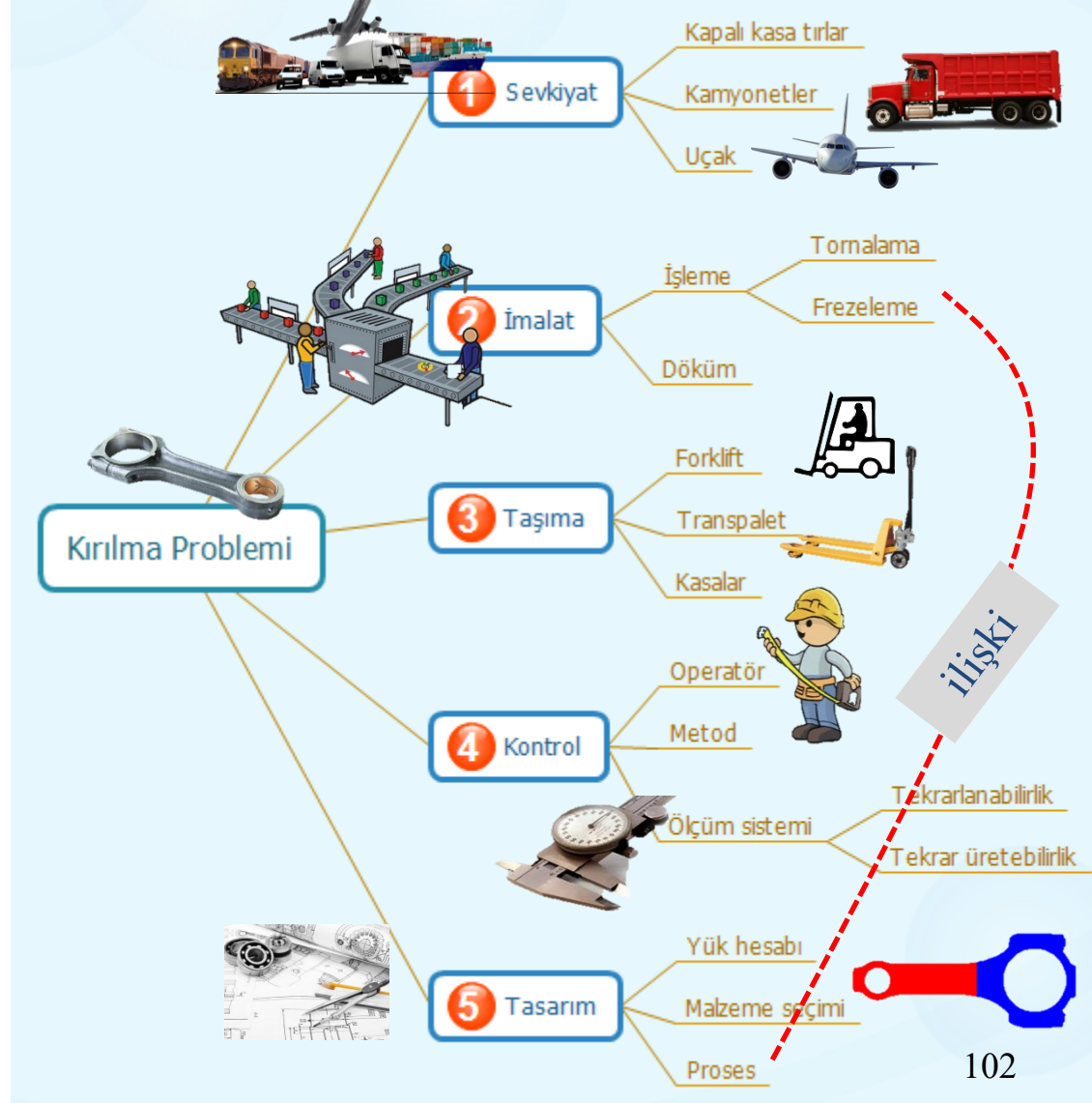
**Zihin haritasında** bilgi:

- Çok boyutludur
- Doğrusal değildir
- Görsel olarak ifade edilir



# Nasıl Hazırlanır?

1. Merkezde ana başlık, kalın çizgilerle gösterilir.
2. Tema, merkezden yanlara doğru dallar şeklinde dağılan temel başlıklara ayrılır.
3. Temel başlıklar kendi alt başlıklarına ayrılır.
4. Dallar arasındaki ilişkiler bağlantılarla gösterilir.
5. **Dalların üzerinde kodlar, resimler vb. yer alır.**

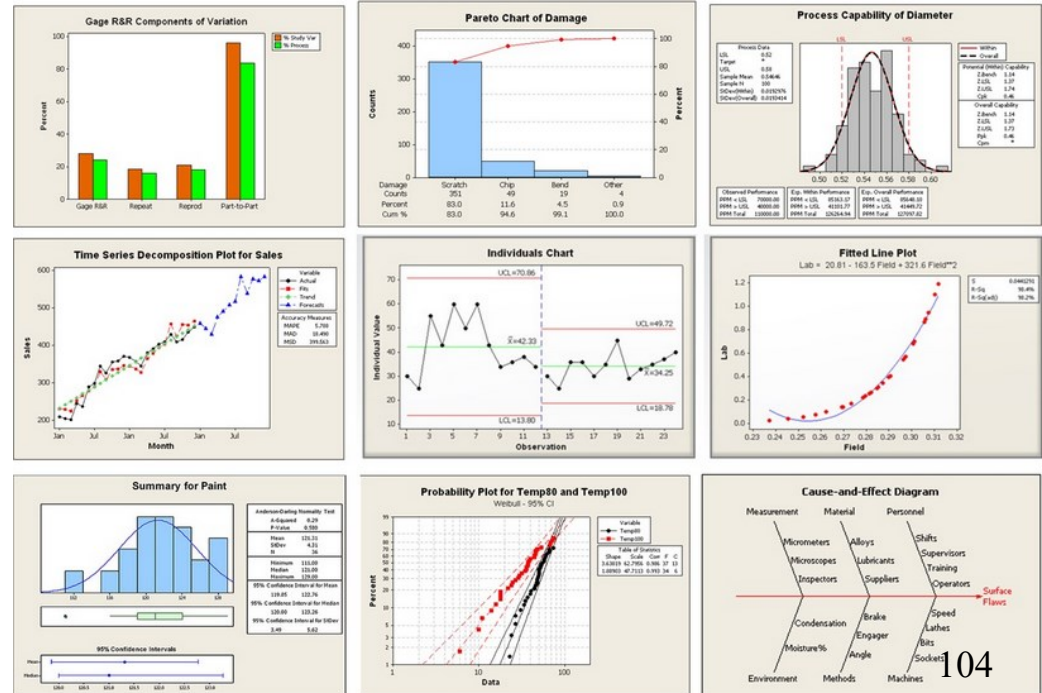





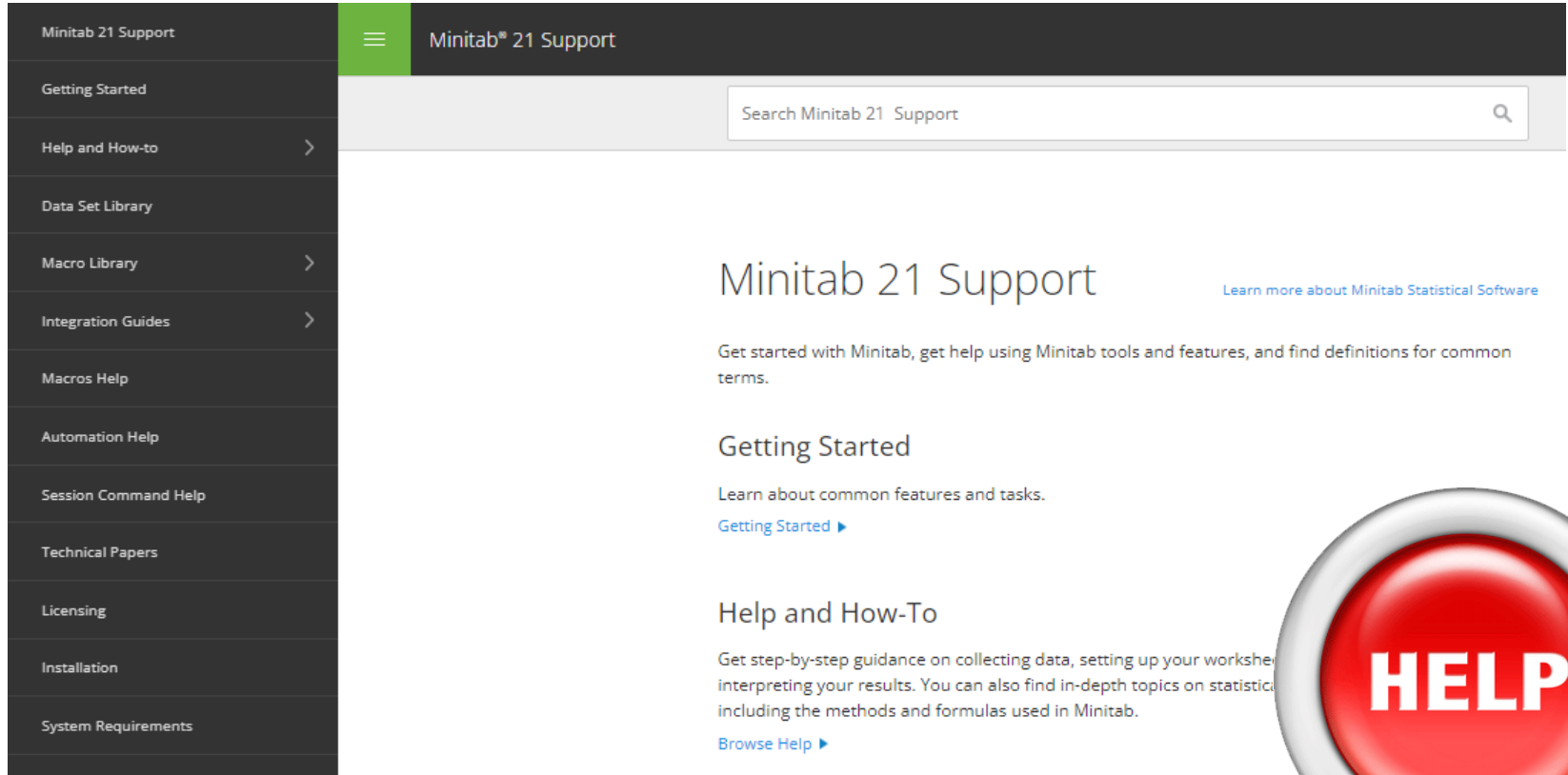
# Minitab 21.3.1

👉 **Minitab**, 1972 yılında tasarlanmış olan bir istatistik yazılımıdır. İşletmelerde verilerin analiz edilerek durum tespiti yapılması ve gerekli aksiyonların alınması hayati önem taşımaktadır. **Minitab** bu amaçla birçok işletmede ve istatistik eğitimi veren 4000'in üzerinde üniversitede kullanılmaktadır.

👉 Günümüzde en popüler araçlardan biri olarak bilinen **6 Sigma** uygulamalarında en çok kullanılan yazılımıdır.



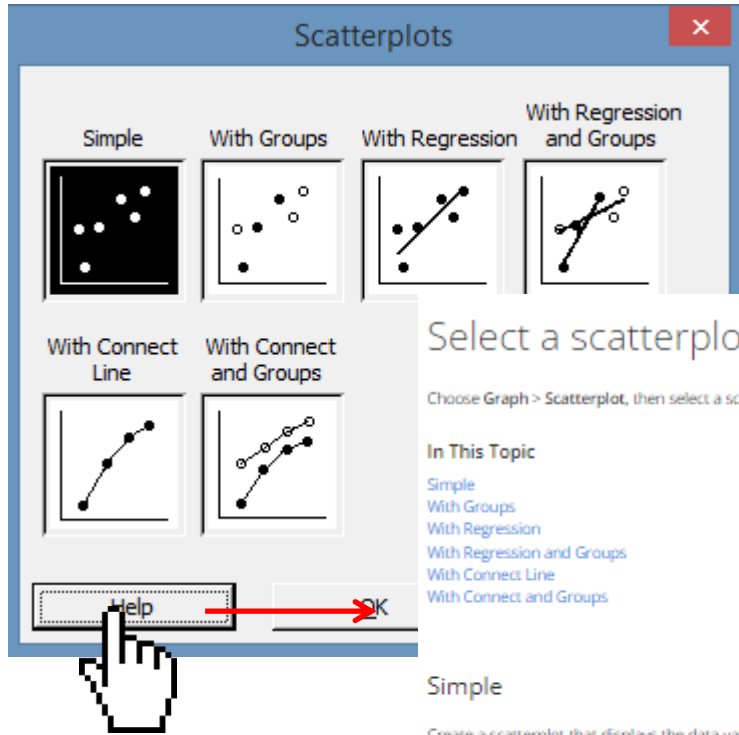
 **Minitab Help** menüsünde geniş kapsamlı bir bilgi bankası mevcuttur. Araç Çubuğu menülerinden başlayarak tüm uygulamalara yönelik açıklamalara **Help** menüsünden ulaşılabilir



The screenshot shows the Minitab 21 Support website. On the left is a dark sidebar menu with the following items: Minitab 21 Support, Getting Started, Help and How-to, Data Set Library, Macro Library, Integration Guides, Macros Help, Automation Help, Session Command Help, Technical Papers, Licensing, Installation, and System Requirements. The main content area has a search bar at the top with the text "Search Minitab 21 Support". Below the search bar, the page title is "Minitab 21 Support" with a link "Learn more about Minitab Statistical Software". The main content is organized into sections: "Get started with Minitab, get help using Minitab tools and features, and find definitions for common terms." followed by "Getting Started" with a link "Getting Started", and "Help and How-To" with a link "Browse Help".



## Grafik Komutunda Help Kullanımı



### Select a scatterplot

[Learn more about Minitab Statistical Software](#)

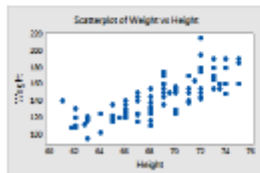
Choose Graph > Scatterplot, then select a scatterplot based on how you want the plot to look.

#### In This Topic

- [Simple](#)
- [With Groups](#)
- [With Regression](#)
- [With Regression and Groups](#)
- [With Connect Line](#)
- [With Connect and Groups](#)

### Simple

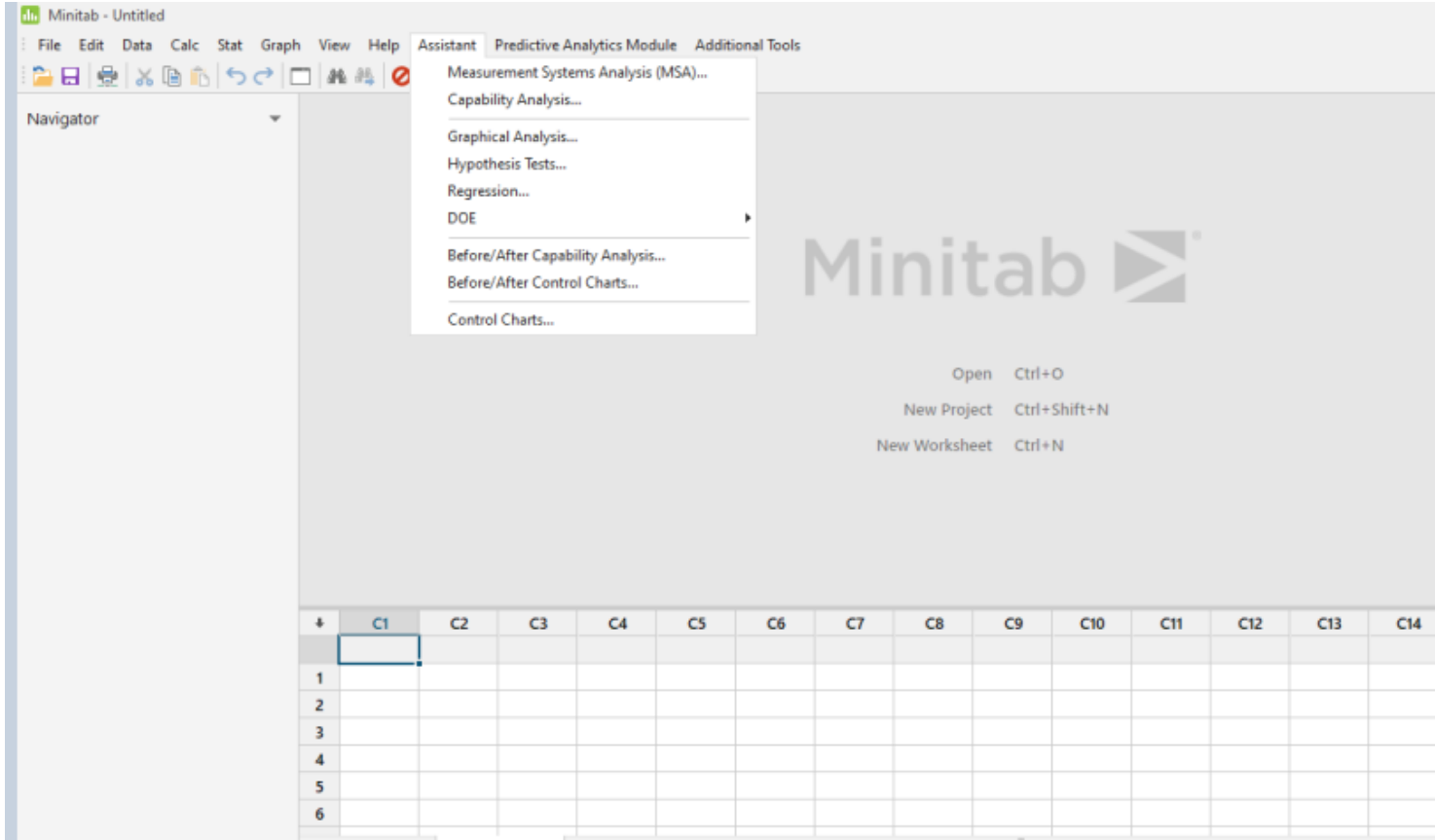
Create a scatterplot that displays the data values for a pair of variables at their (x, y) coordinates. For example, the following scatterplot shows the relationship between weight and height.



For more information, go to [Create a simple scatterplot](#).



- Minitab kullanıcıların hangi aracı kullanacağına karar verebilmeleri için **Assistant** hizmeti sunmaktadır. **Assistant** *istatistik testler, grafikler, kalite analizleri, Deney Tasarımı (DOE)* uygulamaları için kullanılabilir.



The screenshot shows the Minitab Assistant menu open, displaying various statistical analysis options. The menu items are:

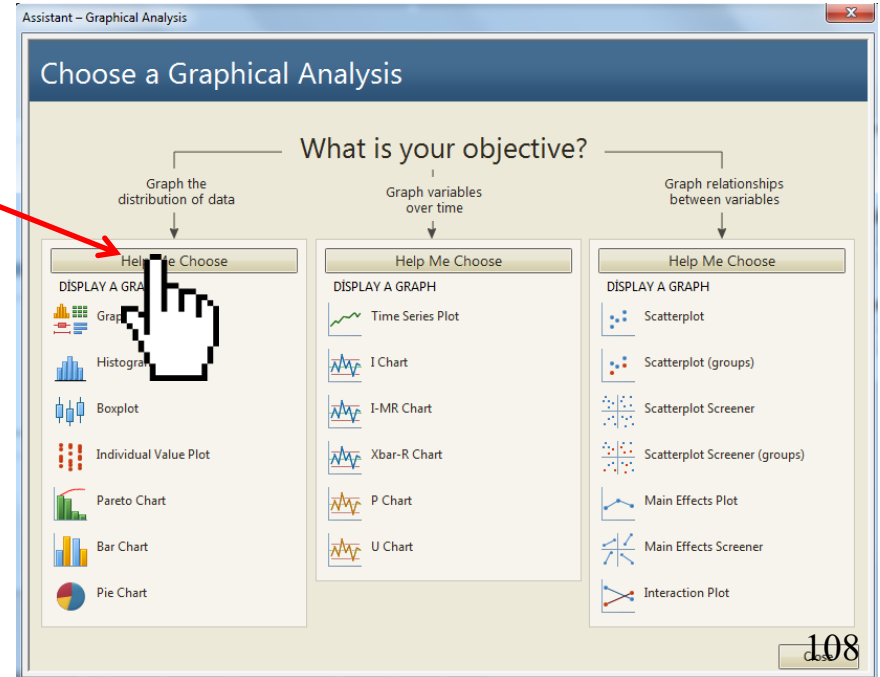
- Measurement Systems Analysis (MSA)...
- Capability Analysis...
- Graphical Analysis...
- Hypothesis Tests...
- Regression...
- DOE
- Before/After Capability Analysis...
- Before/After Control Charts...
- Control Charts...

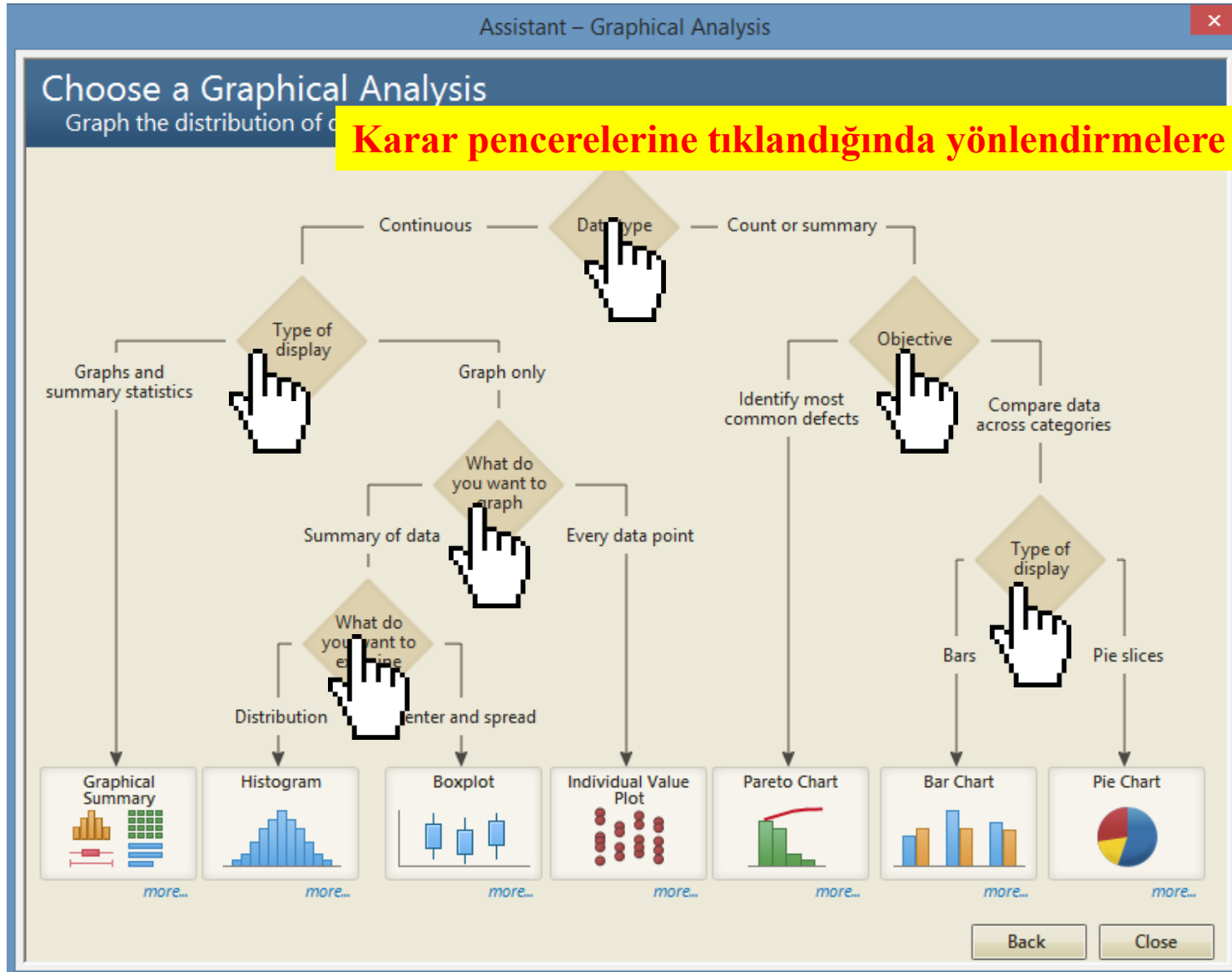
The background shows the Minitab interface with the 'Minitab' logo and keyboard shortcuts: Open (Ctrl+O), New Project (Ctrl+Shift+N), and New Worksheet (Ctrl+N). The Navigator pane on the left is empty, and the main workspace shows a grid with columns C1 through C14 and rows 1 through 6.

## Assistant bize ne sağlar?

- ➔ Veri analizi için ihtiyacımız olan aracın seçiminde yardımcı olur.
- ➔ Açıklamalar daha az teknik terminoloji içerdiğinden anlaşılması kolaydır.
- ➔ Çıktılar görsel ve açıklama konusunda yorumlamayı basit hale getirebilecek kadar detaylıdır.

**Grafik seçimi için destek**





- 👉 *Analiz etmek istediğiniz verinin hangi kategoriye girdiğine karar verebilmek için örneklerle açıklama karşımıza çıkar*


### What type of data do you have?

**Continuous data**

Measures a characteristic of a part or process, such as length, weight, or temperature. The data often includes fractional (or decimal) values.

**Example**

A food manufacturer wants to investigate how the weights of a cereal product vary. To collect data, a quality analyst records the weights from a sample of cereal boxes.




Box 1	500.3 g
Box 2	499.3 g
Box 3	498.4 g
Box 4	501.2 g
Box 5	500.7 g

**Count or summary data**

Counts the occurrence of an attribute, such as a type of defect, or summarizes data using a calculated value, such as a sum, mean, or percentage.

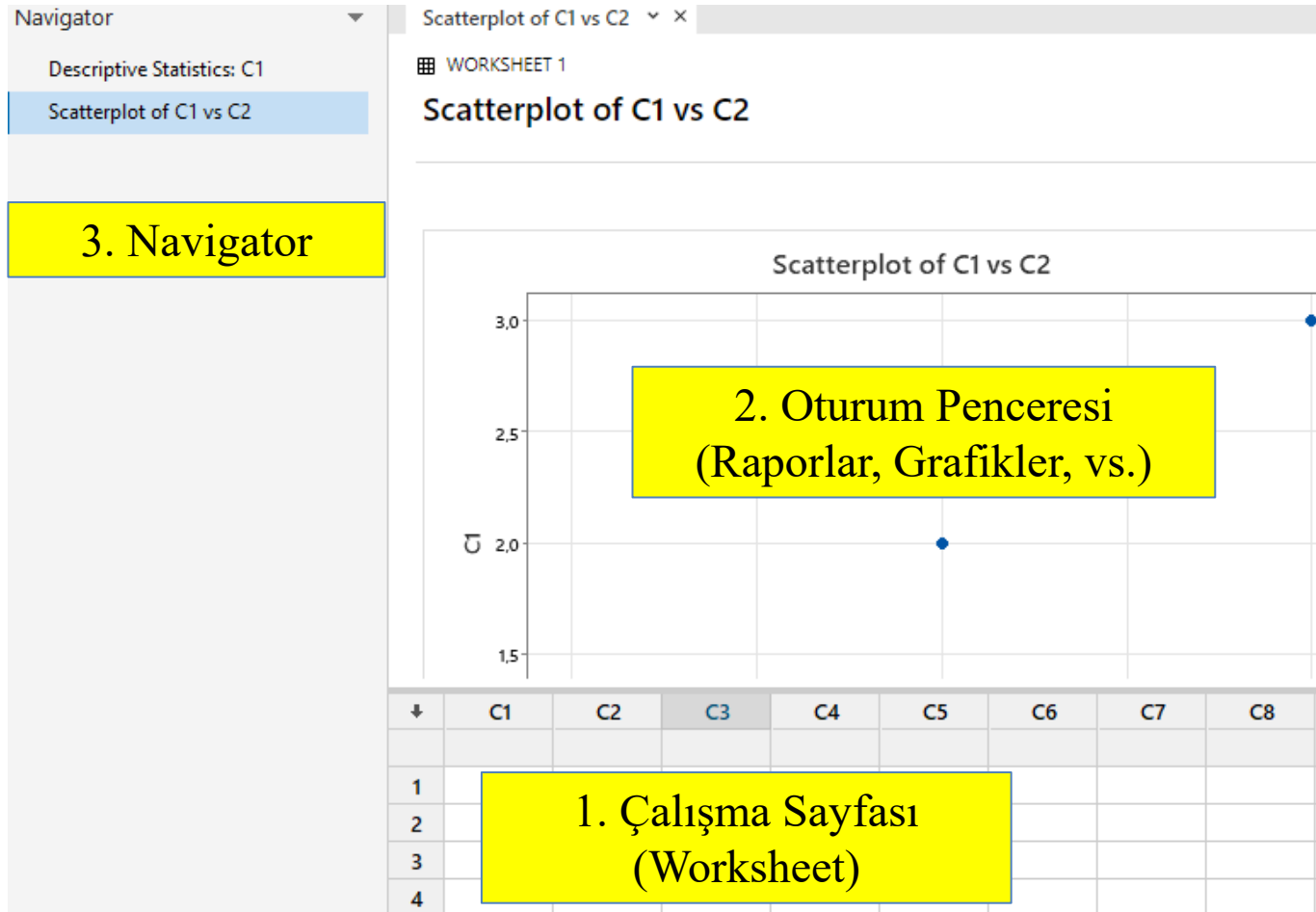
**Example**

Inspectors want to compare the frequency of different types of defects in shirts. To collect data, they examine each shirt and count the number of tears, pulls, and improper stitches.



■ Stitching	
■ Tears	
■ Pulls	

🔗 Minitab ekranı açıldığında 3 alan görürüz.



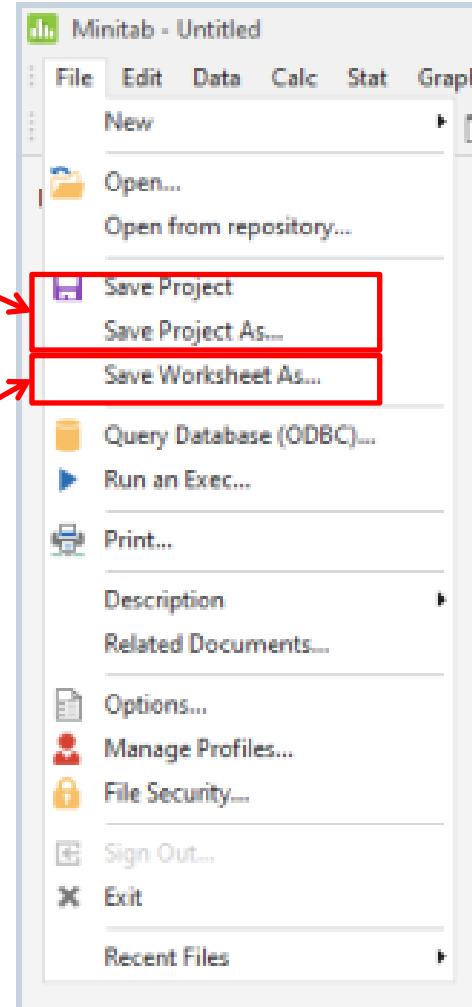
Bir proje içerisinde *Veri, Grafikler, Performans Analizi*, bir yada daha fazla *Çalışma Sayfası (Worksheet)* bulunur.

## Project (.MPJ/mpx) klasörü içerikleri;

- ▶ Çalışma Sayfaları (Worksheets)
- ▶ Grafikler
- ▶ Oturum Penceresi (Session Window)
- ▶ Pencere Layout'u

## Worksheet (.MTW/mwx) klasörü içerikleri;

- ▶ Veriler
- ▶ Matrisler
- ▶ Disayn Objeleri
- ▶ Kolon Tanımları
- ▶ Çalışma Sayfası Tanımları



**Sayısal Veri** → *1, 2, 5000, 1.258 vs*

**Tarih/Zaman Verisi**

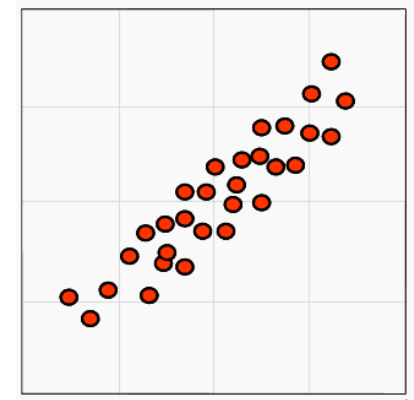
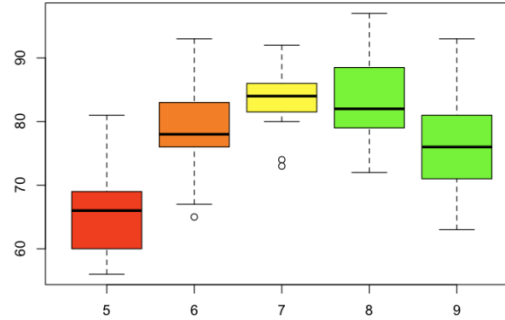
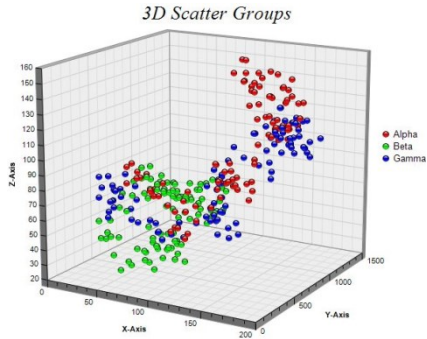
*Tarih* → *Mar-22-2015, 21-Mar-2015, 4/17/15, 19/06/15.*

*Saat* → *10:22:18 AM,*

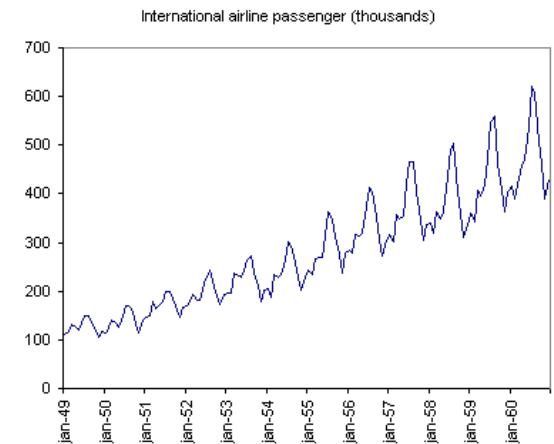
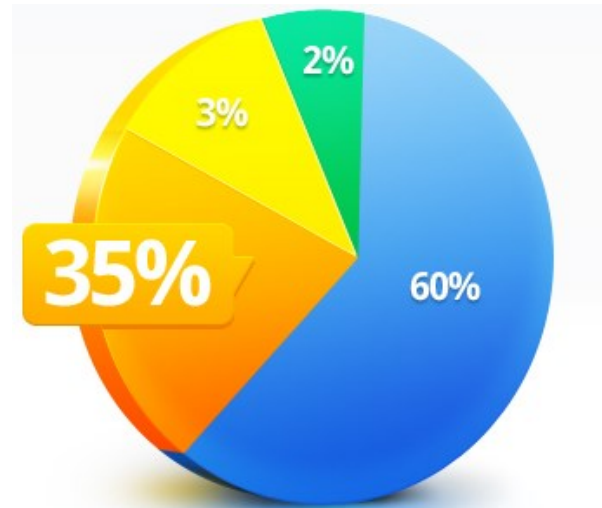
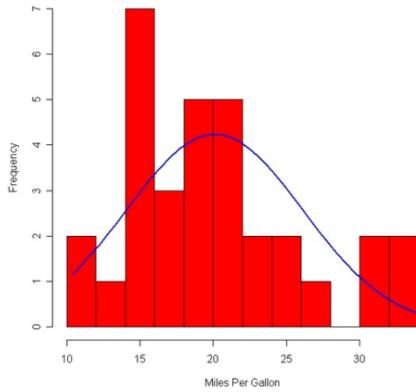
*Tarih ve Saat* → *4/21/15 10:25:22 AM*

*Süre* → *[12]:22:14*

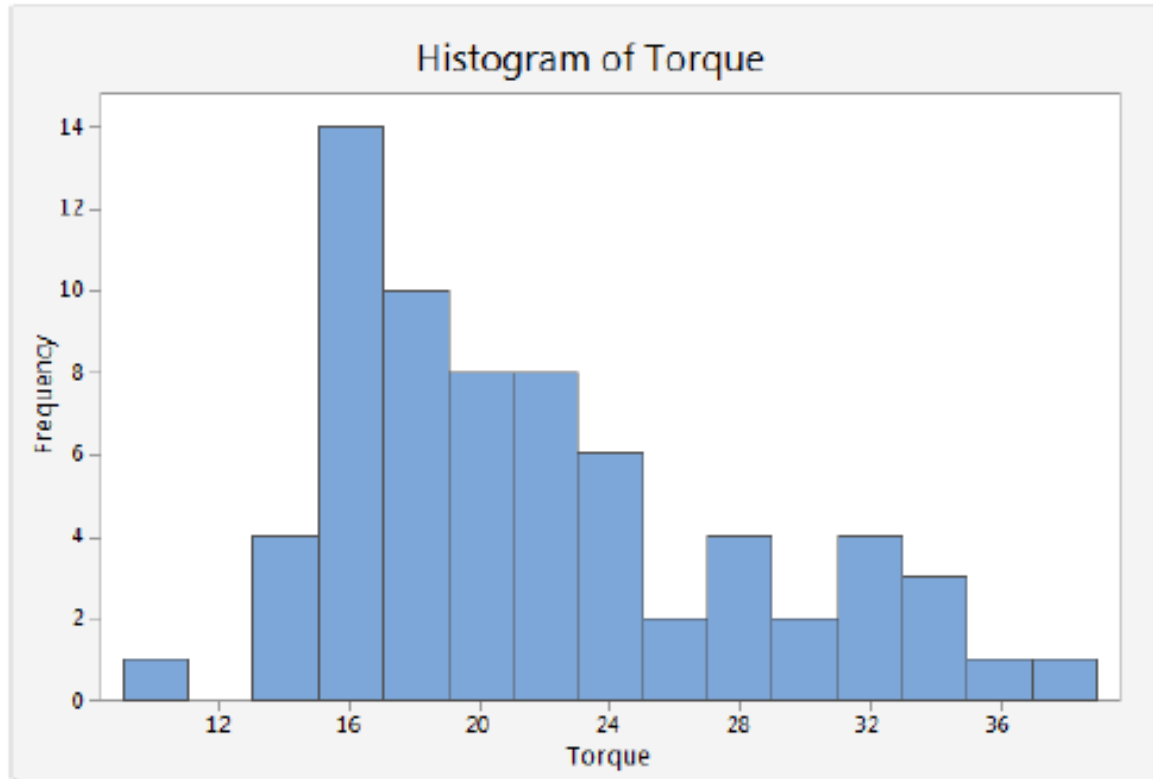
**Metin** → *harf, özel karakter, sayı, boşluk vs.*



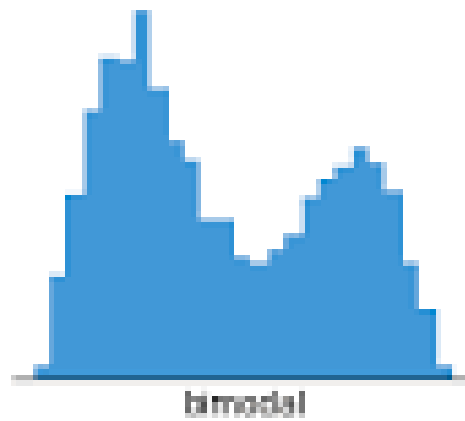
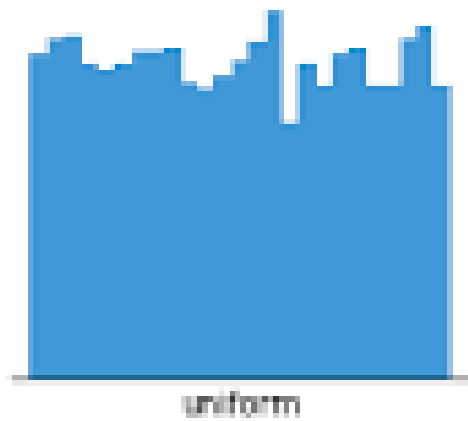
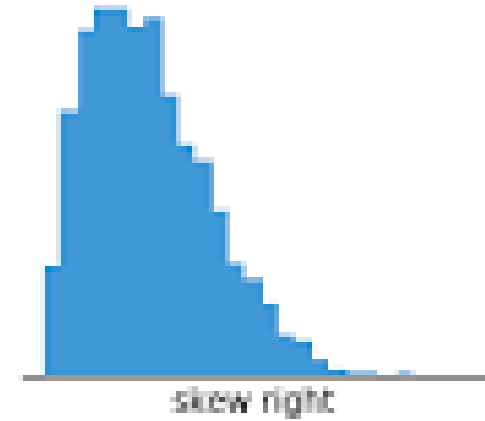
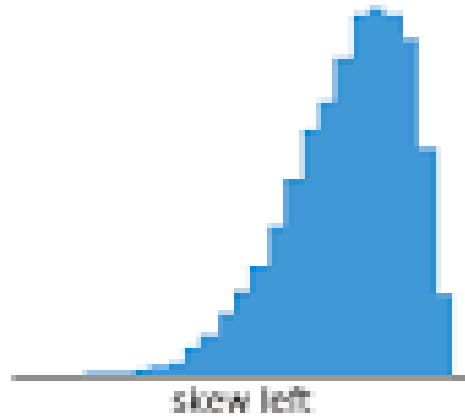
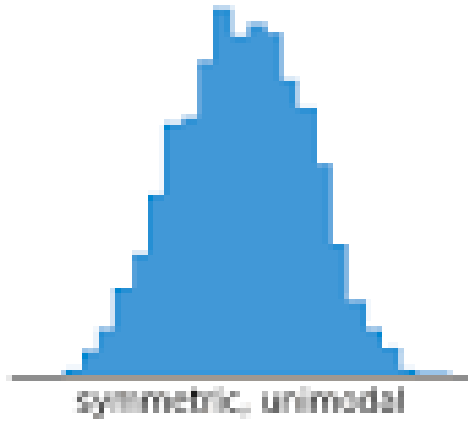
# GRAFİKLER



- **Histogramlar** verilerin şekli ve dağılımının analizinde kullanılan histogramlar örneklem verilerini gruplandırır ve her bir gruptaki verilerin frekansını çubukla gösterir.



# Histogram



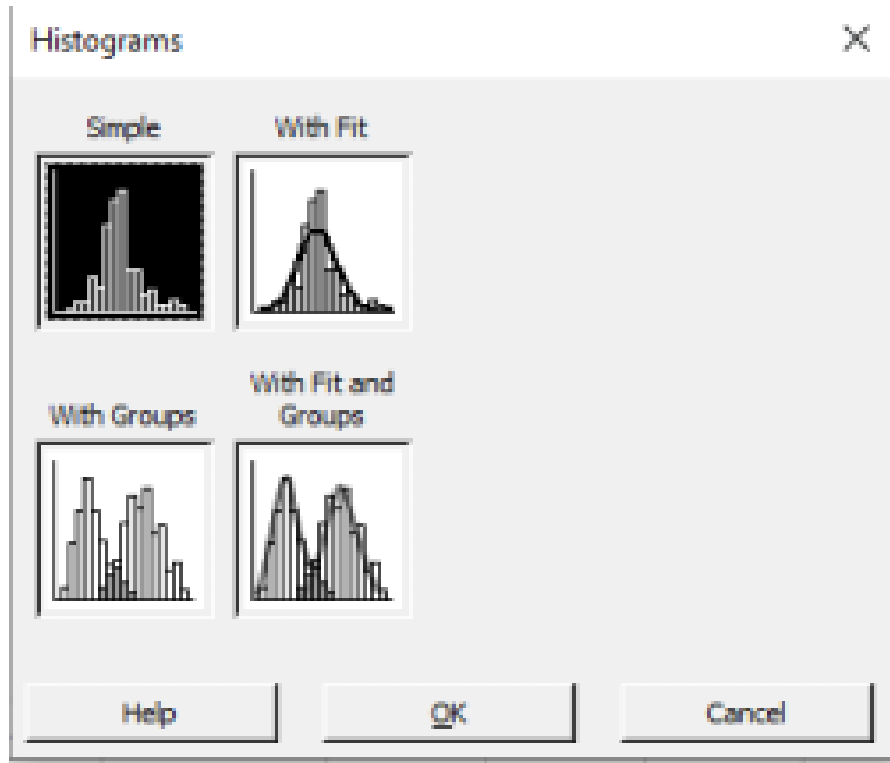
**Soru :** Bir üretim mühendisi sorumluluğunda bulunan operatörlerin üretim performanslarını istatistiksel verilerle analiz etmektedir.

**ARIZA (.MTV)** dosyasını açınız.



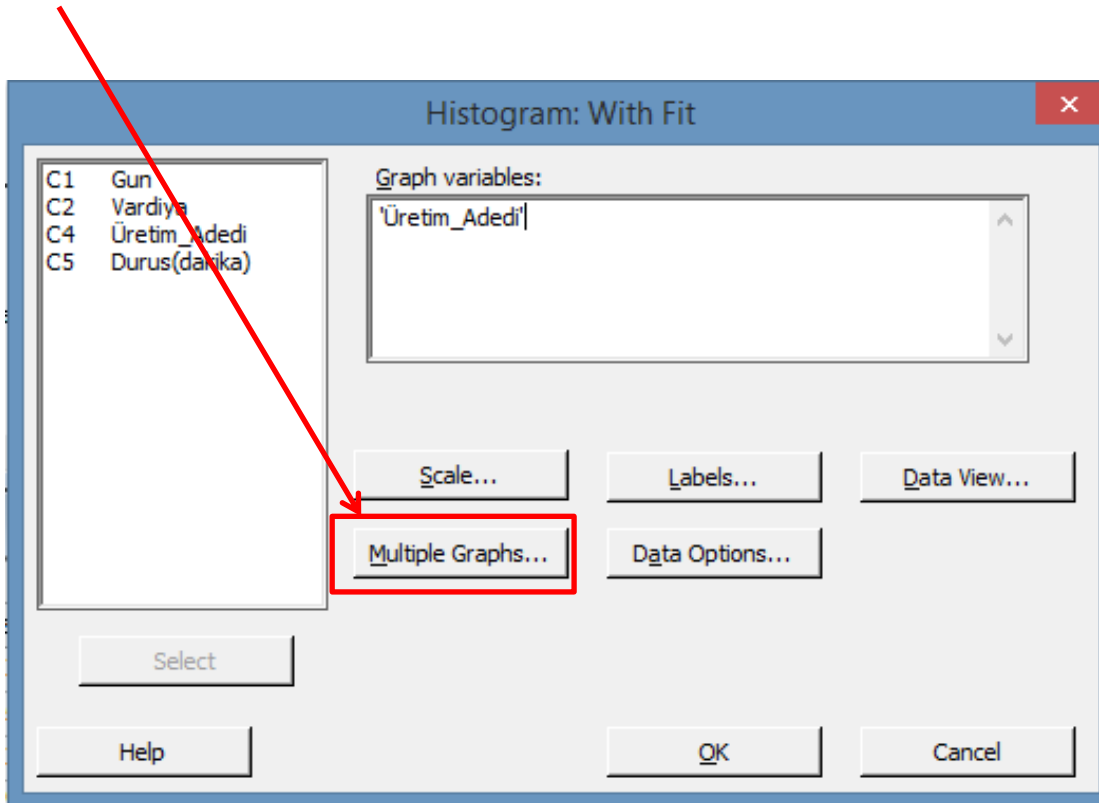
# Histogram

1. **Graph** menüsünden *Histogram*'ı seçiniz
2. Veri grupları formunu göstermek için *With Fit* seçeneğini işaretleyiniz

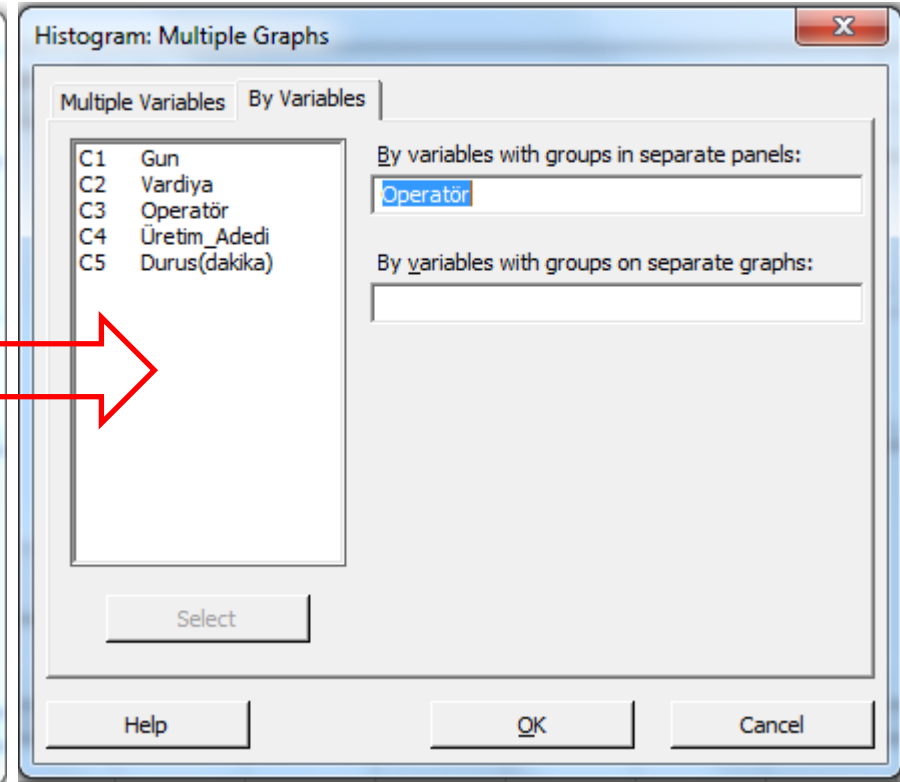
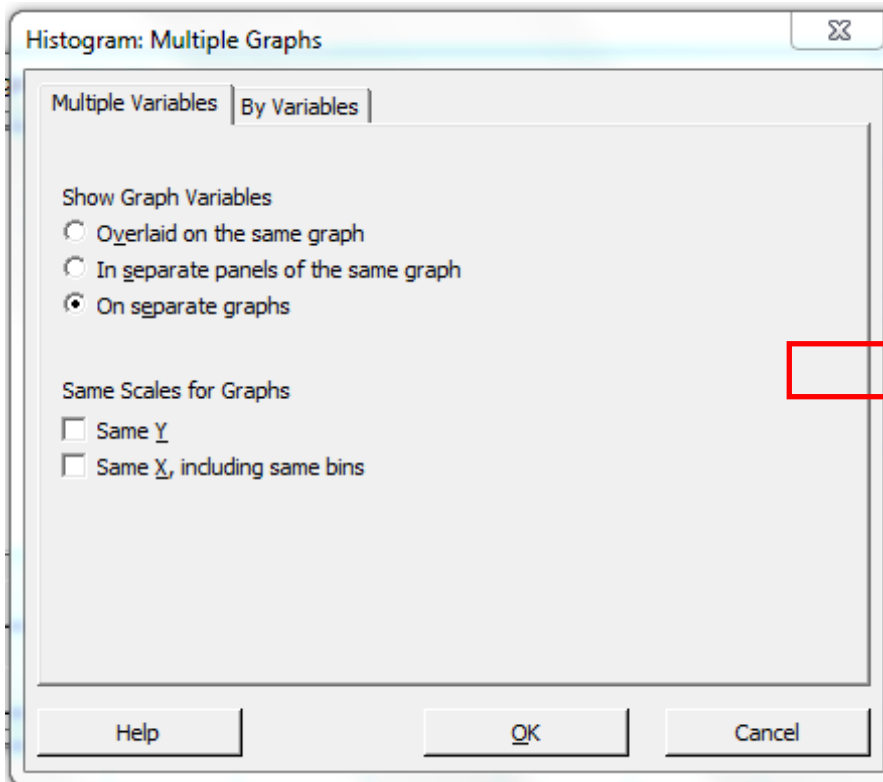


3. *Graph Variables* kutuna sol taraftaki seçeneklerden **Üretim Adedi**'ni seçiniz.

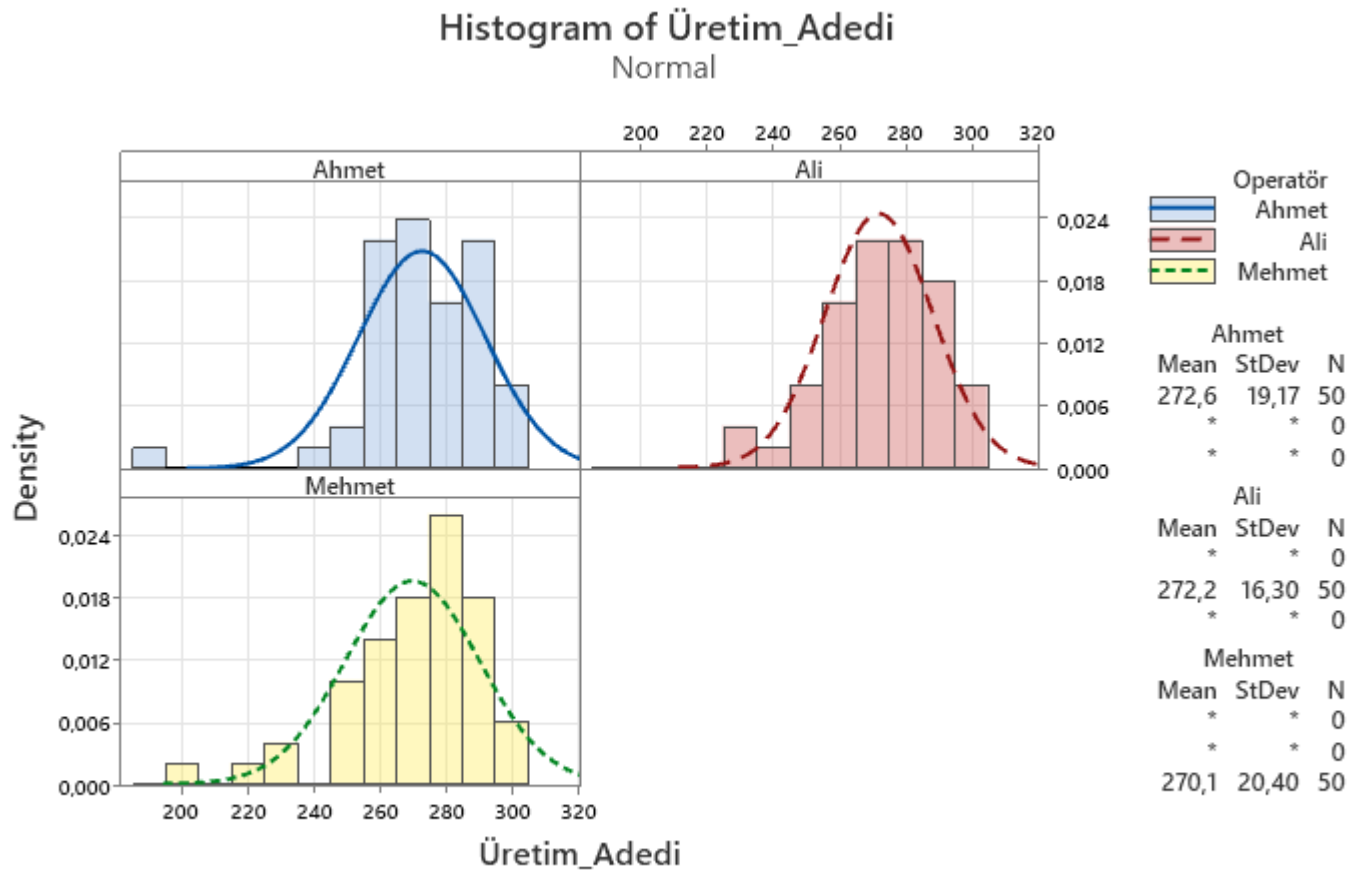
4. *Multiple Graphs*' a tıklayınız.



5. Gelen ekranda **By Variables** sekmesine tıklayınız
6. **By Variables with groups in separate panels** kutusuna **Operatör** verisini seçiniz.
7. **OK** butonuna basınız



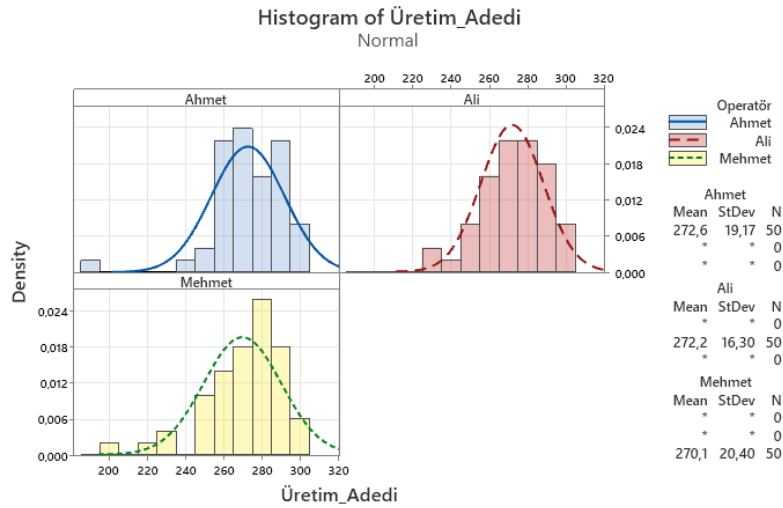
3 operatöre ait üretim adetlerinin histogram ile gösterimi.



Panel variable: Operatör

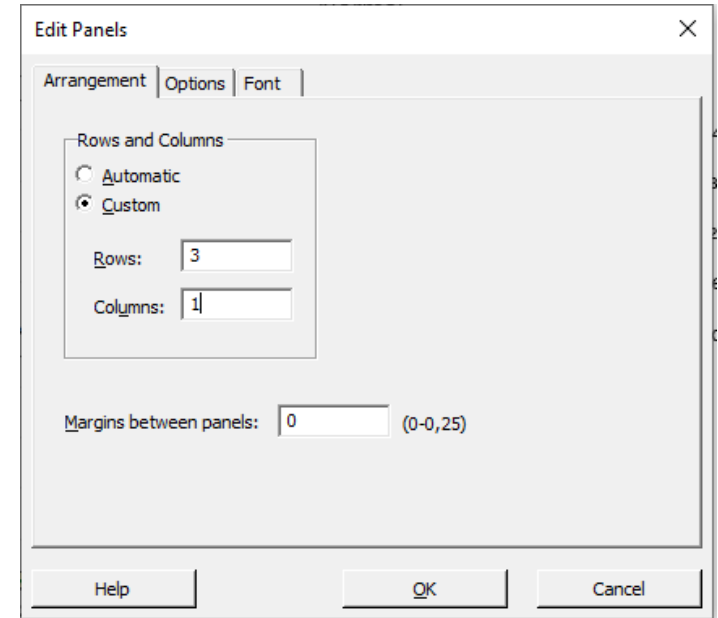
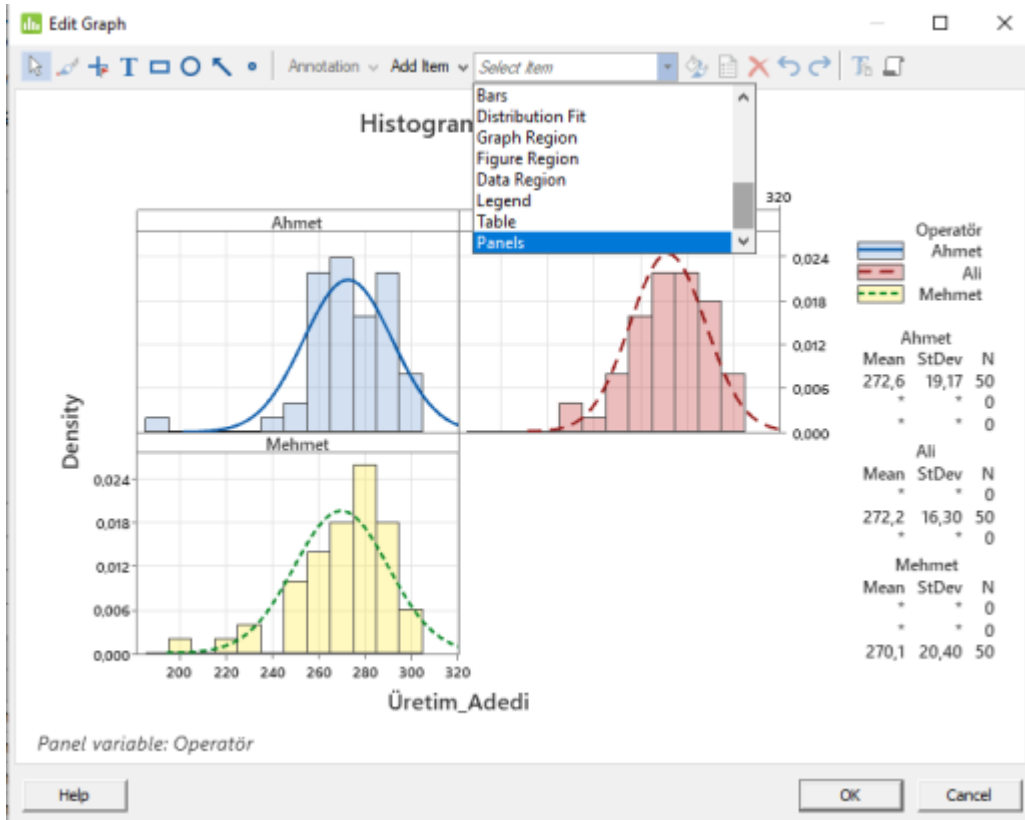
## Yorum...

	Örnek Sayısı	Ortalama	S.Sapma
Ahmet	50	272.6	19.17
Ali	50	272.2	16.30
Mehmet	50	270.1	20.4



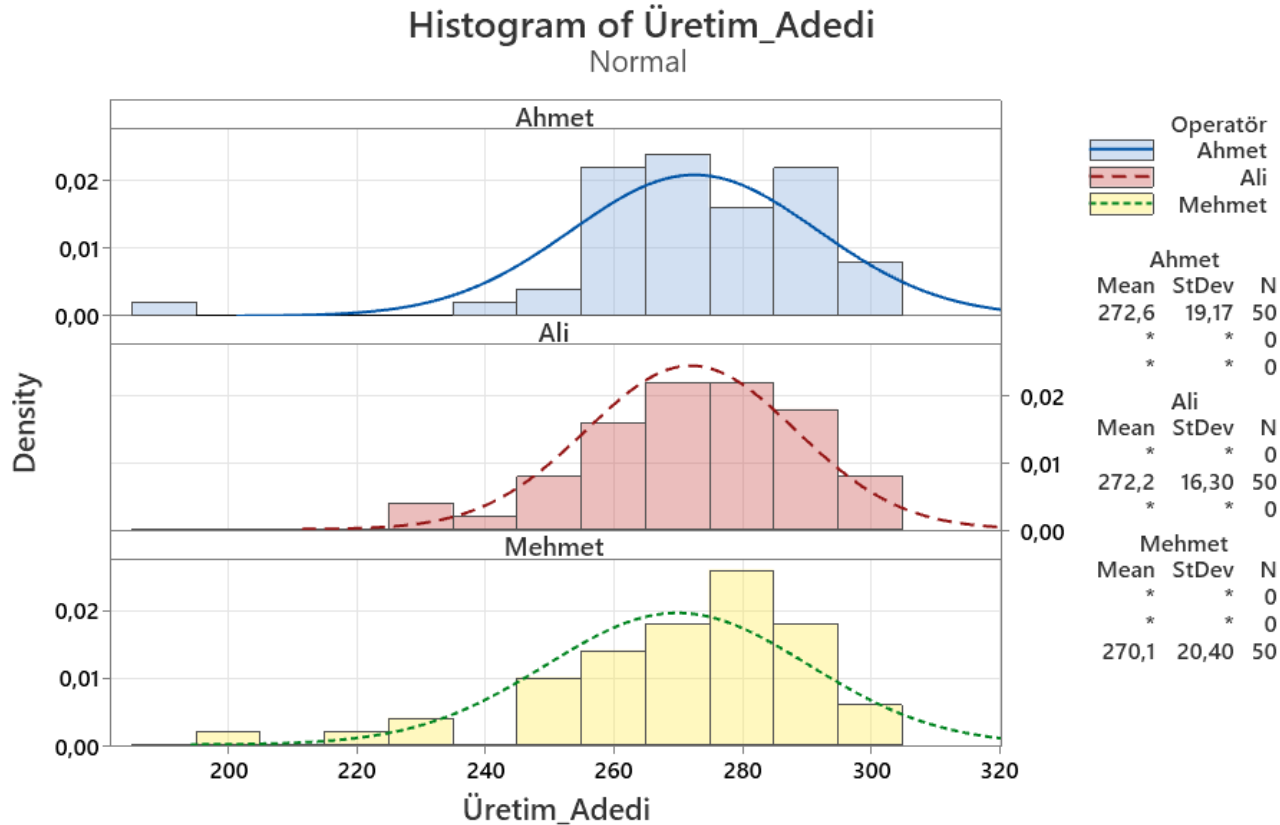
# Panel Ayarları

1. Grafik üzerinden **Panel**'i seçiniz. **Edit** butonuna basarak **Edit Panel** menüsünü açınız.
2. Önce **Arrangement** sekmesini seçip sonra **Custom** işaretleyiniz.
3. **Rows** ve **Columns** kutularına istenilen sayıları giriniz.



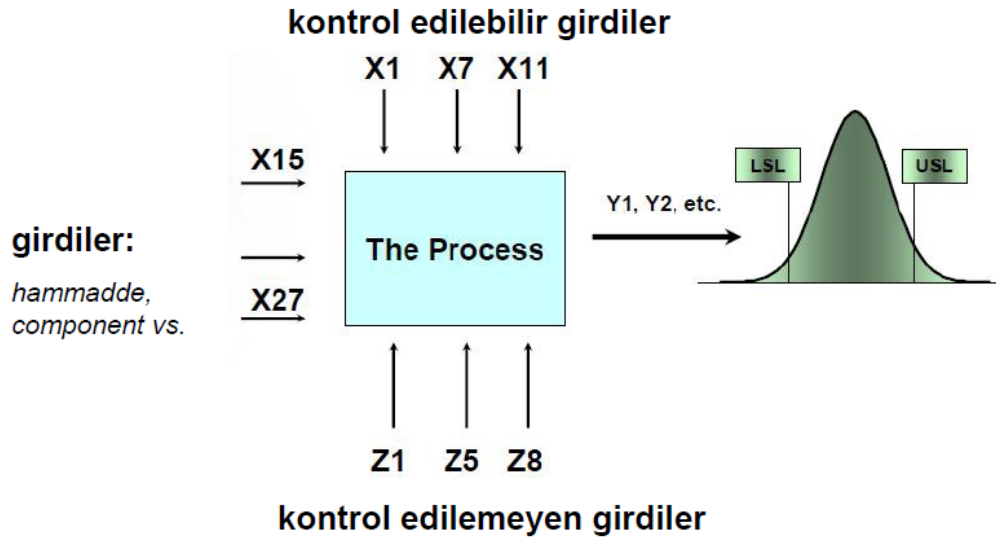
4. **OK** butonuna basıldığında histogramların istediğimiz düzene girdiğini görürüz.

5. **Histogram of Üretim\_Adedi** başlığına çift tıkladığımızda Edit Title menüsü açılır. Bu menüyü kullanarak başlıkla ilgili istediğimiz değişiklikleri yapabiliriz.



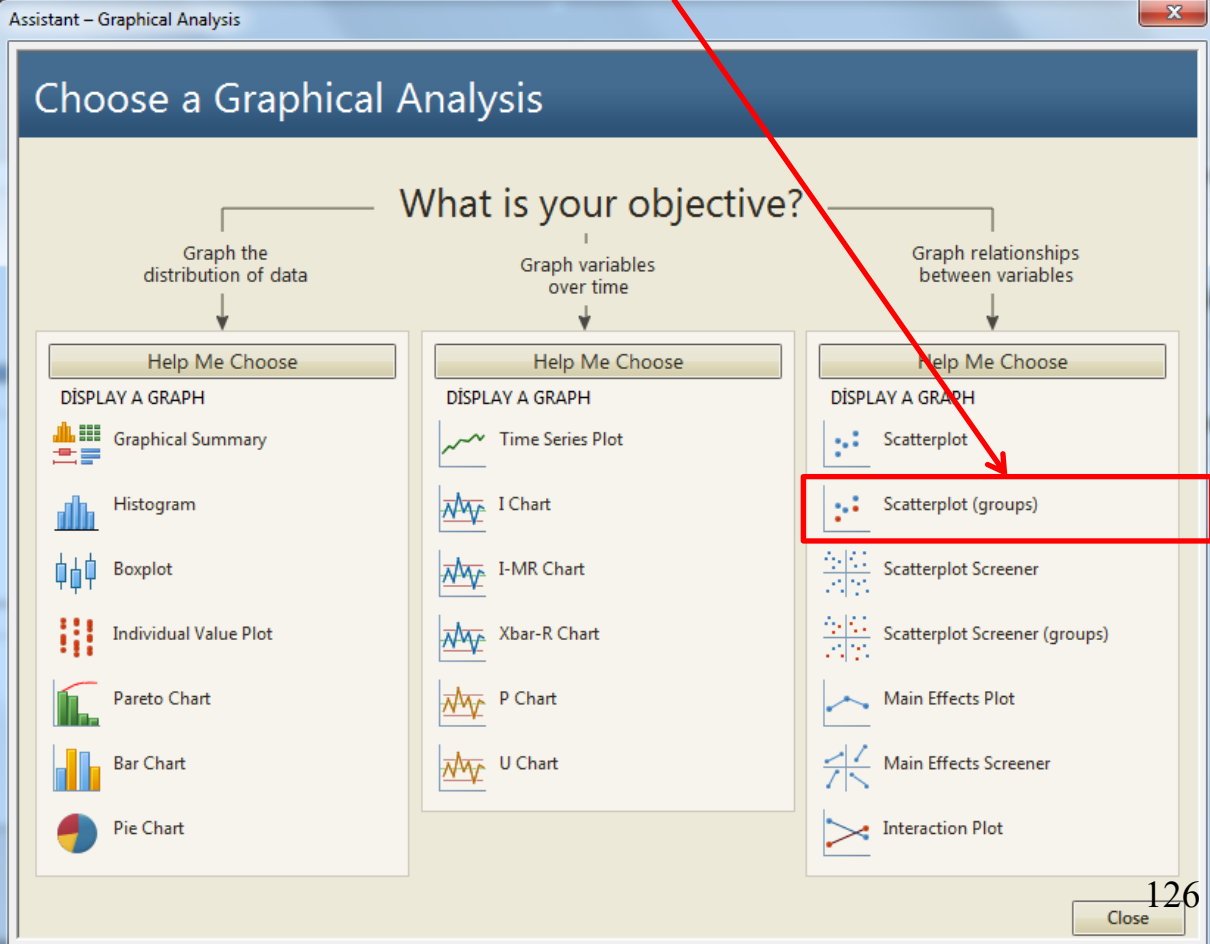
Grafikler değişkenler arasında *ilişki olup olmadığı yada ilişkinin şiddeti* hakkında fikir verirler. Bu öngörü ile hangi değişkenlerle ilgili analize ihtiyacımız olduğuna karar veririz.

İki yada daha fazla değişkenin birbiri üzerindeki etkilerini incelerken  $y = f(x)$  fonksiyonunu kullanırız. Bu denklemde « $x$ » bağımsız değişken « $y$ » bağımlı değişkeni temsil eder.



# Scatter Diagramı

1. Menu çubuğundan *Assistant* > *Graphical Analysis* seçiniz.
2. «Graph relationships between variables» altından *Scatterplot (groups)* seçiniz.



Assistant – Graphical Analysis

Choose a Graphical Analysis

What is your objective?

- Graph the distribution of data
  - Help Me Choose
  - DISPLAY A GRAPH
    - Graphical Summary
    - Histogram
    - Boxplot
    - Individual Value Plot
    - Pareto Chart
    - Bar Chart
    - Pie Chart
- Graph variables over time
  - Help Me Choose
  - DISPLAY A GRAPH
    - Time Series Plot
    - I Chart
    - I-MR Chart
    - Xbar-R Chart
    - P Chart
    - U Chart
- Graph relationships between variables
  - Help Me Choose
  - DISPLAY A GRAPH
    - Scatterplot
    - Scatterplot (groups)**
    - Scatterplot Screener
    - Scatterplot Screener (groups)
    - Main Effects Plot
    - Main Effects Screener
    - Interaction Plot

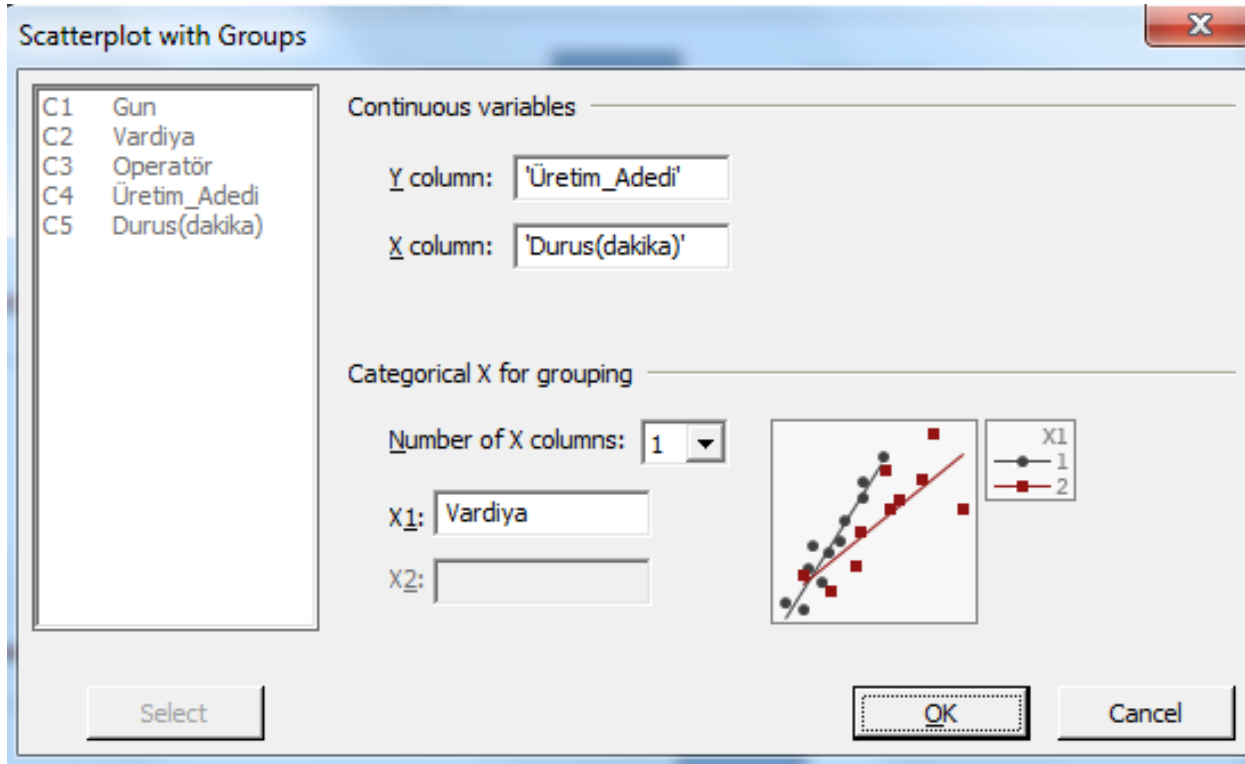
Close

126

# Scatter Diagramı

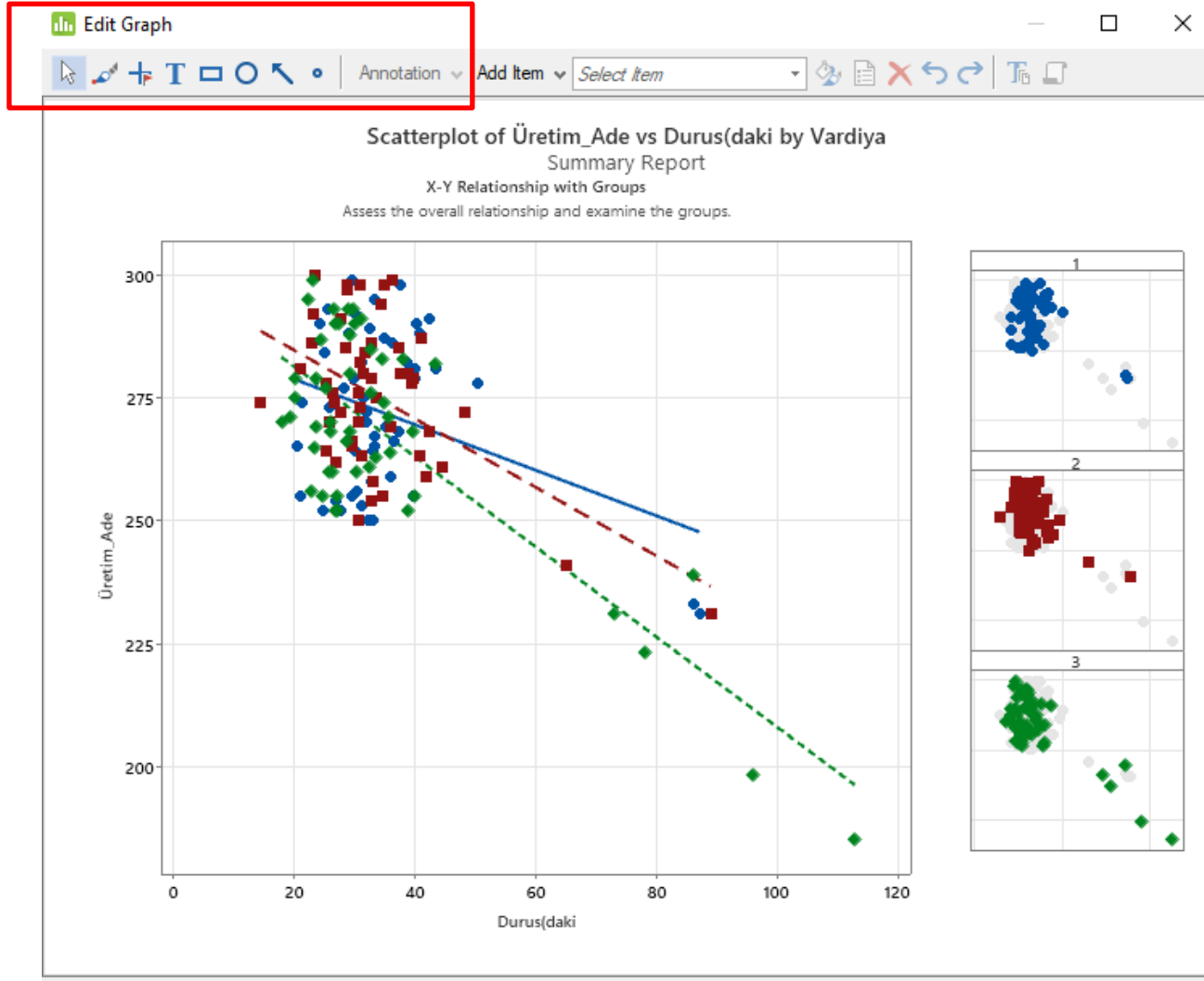
3. Açılan menüde **Y (çıktı)**, **X (girdi)** ve **X1 kategori** kutularına **Üretim Adedi**, **Duruş(dakika)** ve **Vardiya** verilerini seçiniz.

4. **OK** butonuna tıklayınız.



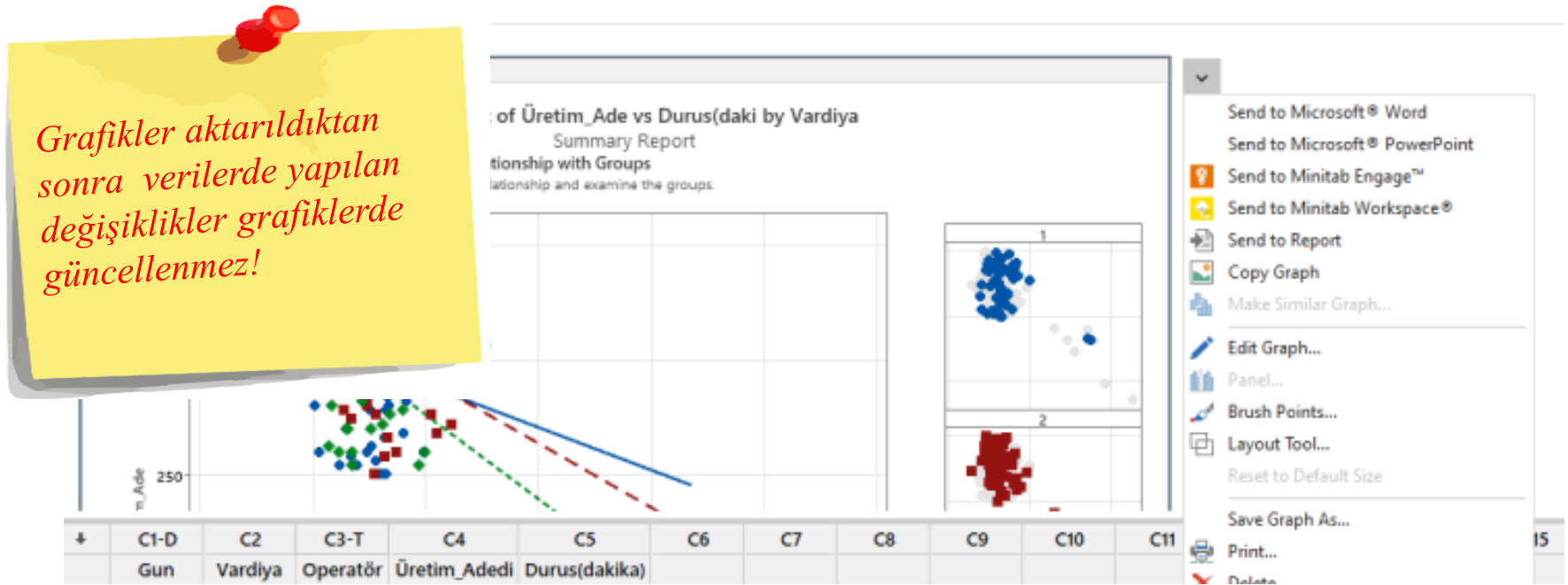
# Scatter (Groups) Diagramı

5. Araç çubuğundan açıklama, işaretler, ek bilgiler girilebilir.



- Layout üzerinde mouse sağ tuş ile «**Send Graph to ...**» seçeneğinden grafiği herhangi bir uygulamaya transfer edebiliriz.

*Grafikler aktarıldıktan sonra verilerde yapılan değişiklikler grafiklerde güncellenmez!*

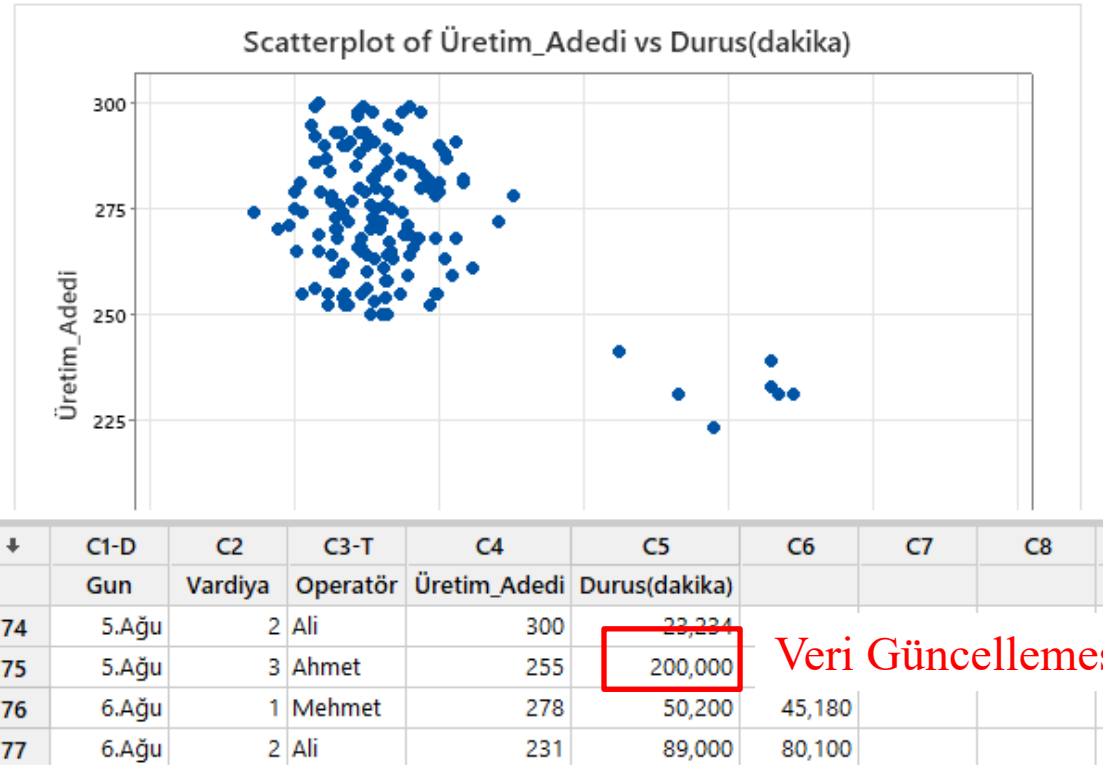


of Üretim\_Ade vs Durus(daki by Vardiya  
Summary Report  
Relationship with Groups  
Relationship and examine the groups.

	C1-D	C2	C3-T	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
+	Gun	Vardiya	Operatör	Üretim_Adedi	Durus(dakika)						

- Worksheet'te herhangi bir veri güncellemesi olduğunda program **uptade these results** ve **create new results** seçeneklerini sunar.

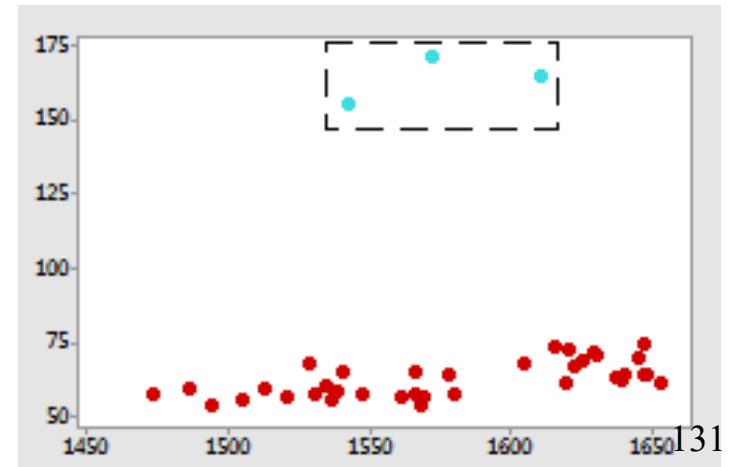
! Results do not use current data. [Update these results](#) or [create new results](#) using the current data.

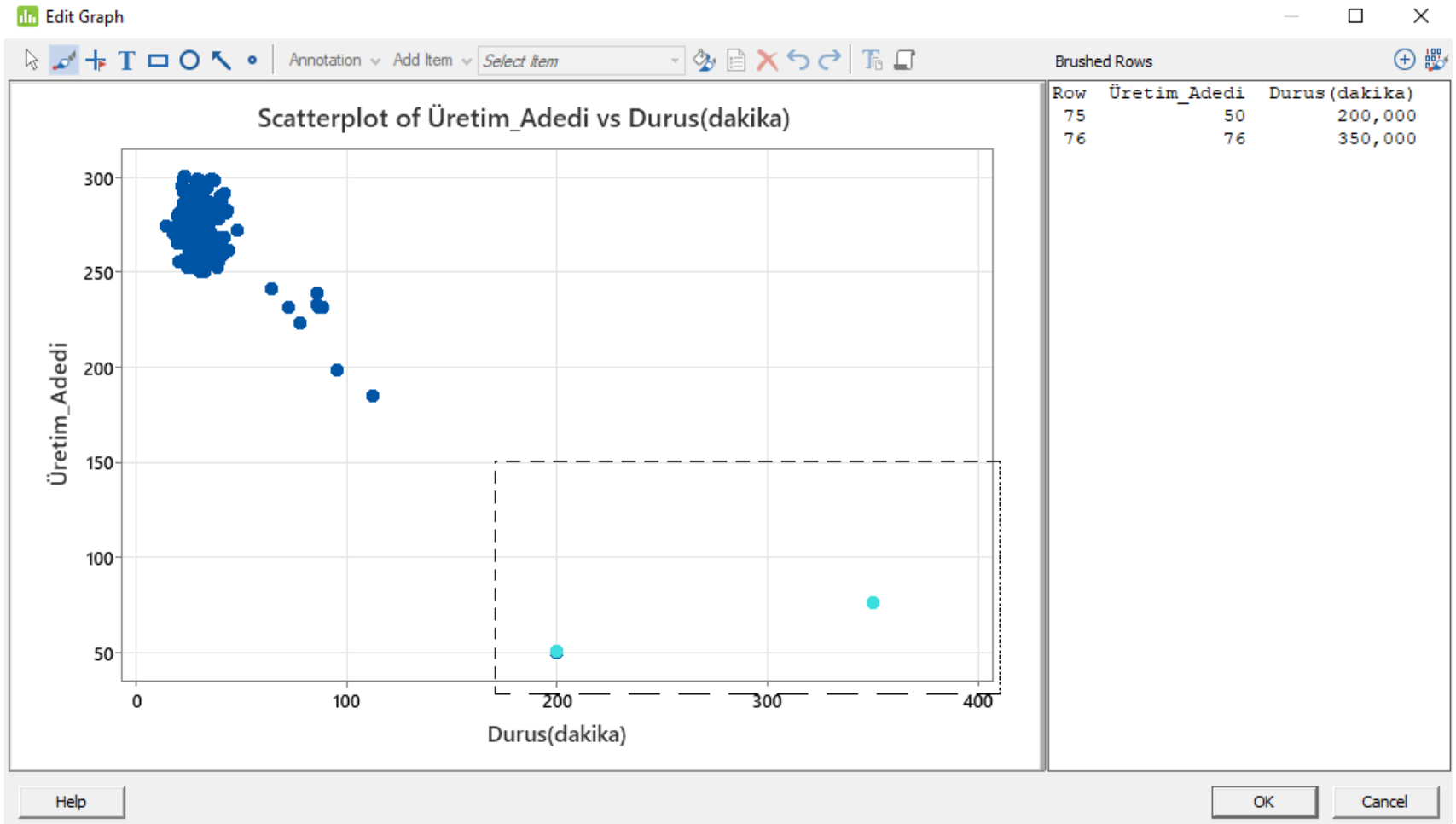


Veri Güncellemesi

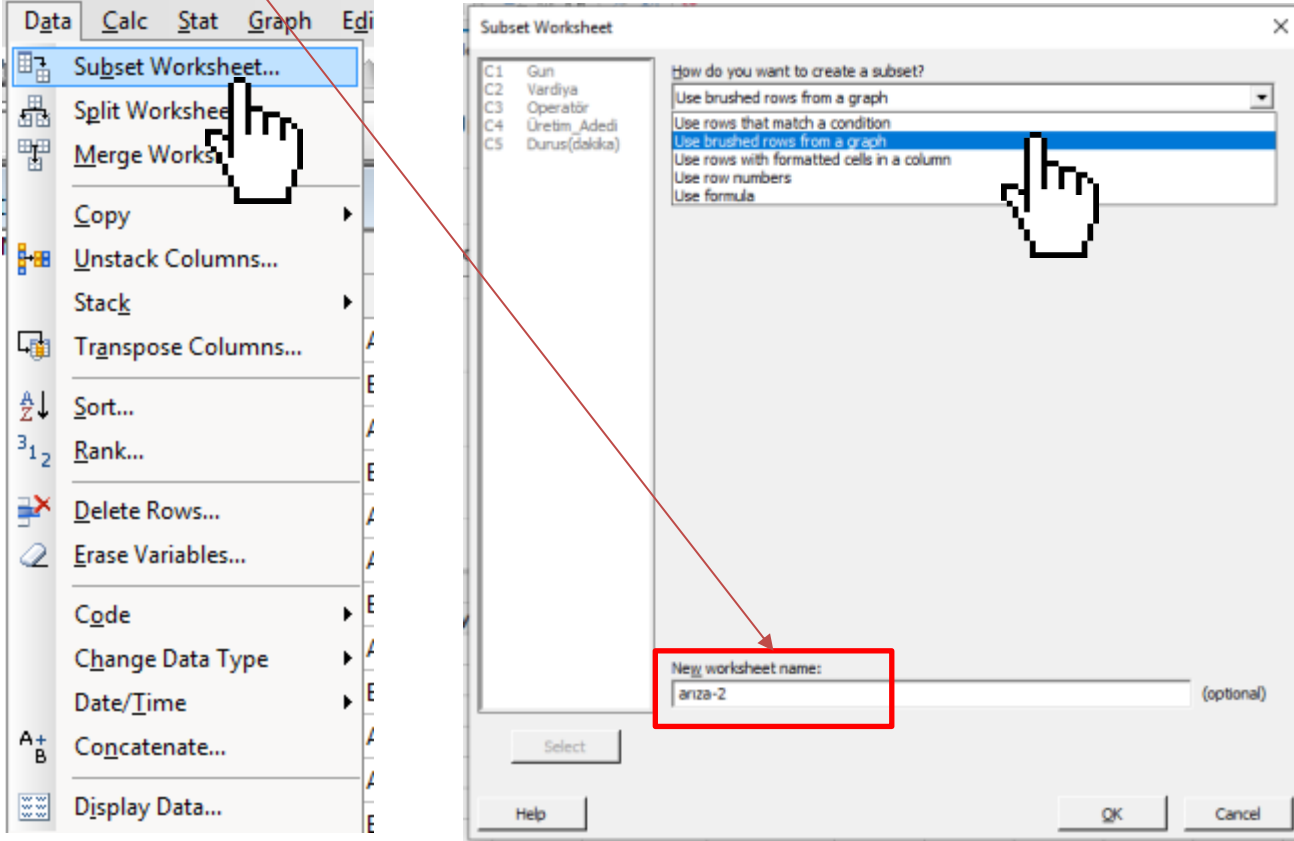
- ✎ Grafiklerimizde bazen popülasyon karakterini yansıtmayan örneklere rastlarız. Bunun birkaç sebebi olabilir;
- Yanlış veri girişi yapılmış olabilir
  - Ölçüm hatası olabilir
  - Beklenmedik bir durum nedeniyle sonuç popülasyon karakterini yansıtmıyor olabilir.

Böyle bir durumda bu gözlemleri incelemek isteriz. **Brush** özelliği bu konuda bize kolaylık sağlar.





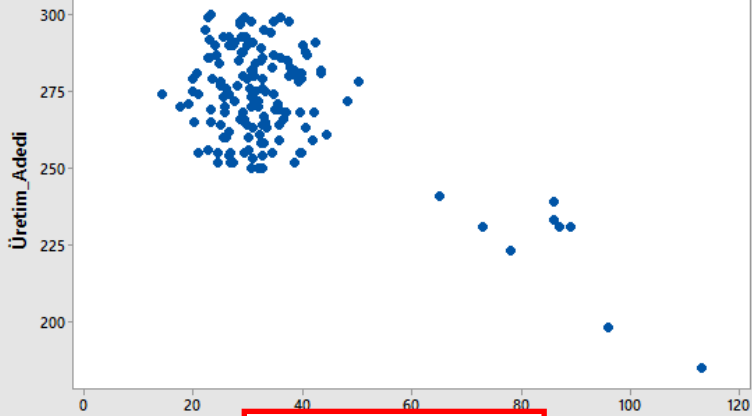
- **Brush** ile işaretlenen verileri çalışma sayfasından silebilir yada o verilerden ayrı bir **worksheet** oluşturabiliriz.



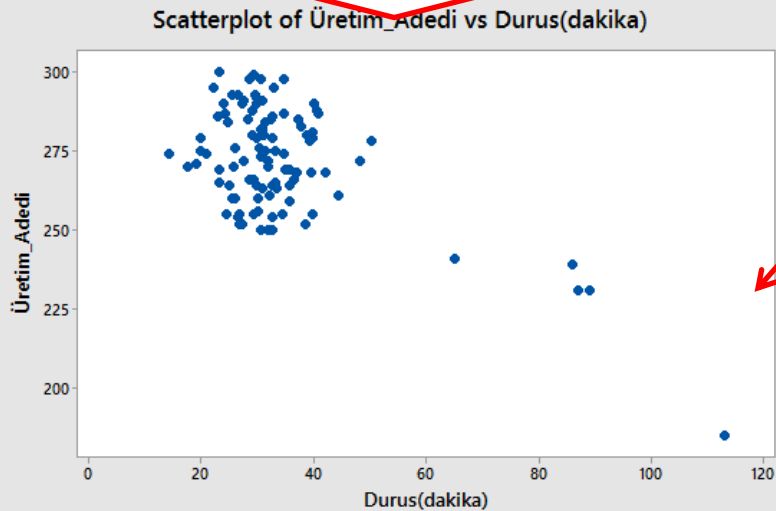
The image shows a screenshot of a spreadsheet application's 'Data' menu and the 'Subset Worksheet' dialog box. The 'Data' menu is open, and 'Subset Worksheet...' is selected. The dialog box is titled 'Subset Worksheet' and contains a list of rows (C1-C5) and a dropdown menu for 'How do you want to create a subset?'. The 'Use brushed rows from a graph' option is selected. The 'New worksheet name:' field is set to 'ariza-2'.

# Brushing

## Data Options



**İlk 50 veri yok  
sayılırsa**



## Subset Worksheet

How do you want to create a subset?

Use row numbers

Do you want to include or exclude rows?

Exclude rows

Range type:

Row number less than or equal to

Row number: 50

New worksheet name:

ariza-2

(optional)

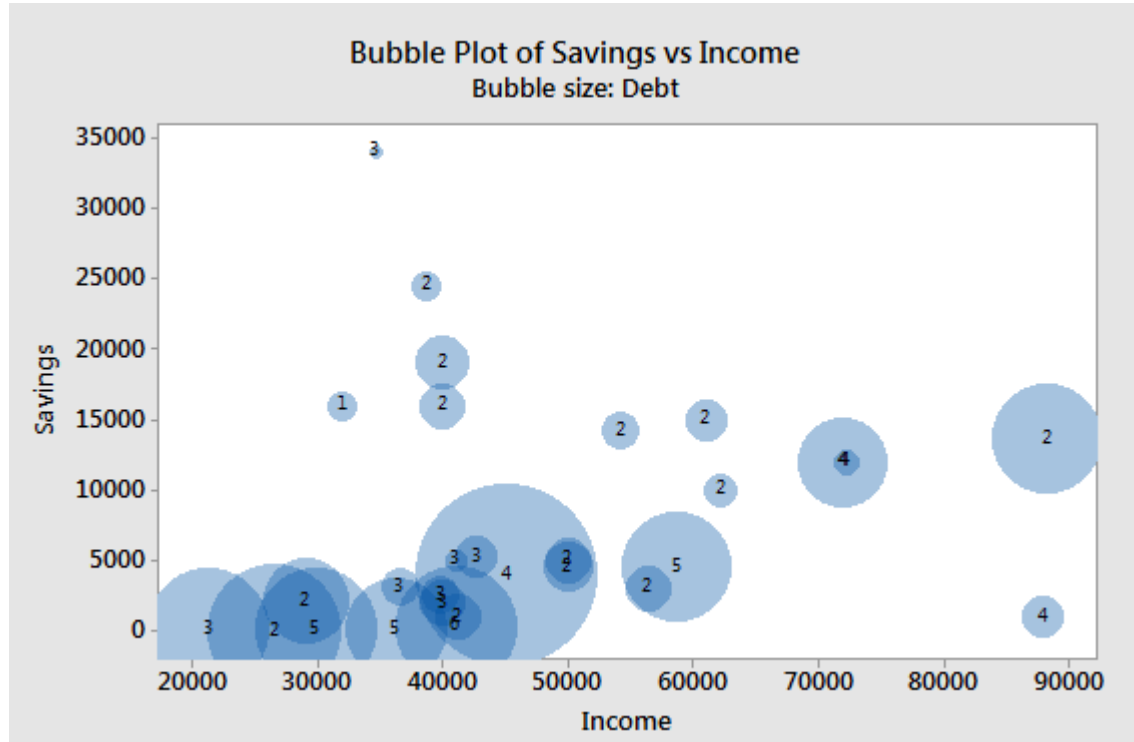
Select

Help

OK

Cancel

- 🔗 **Bubble Plot** 3 farklı veriyi tek bir pencerede gösteren bir grafik türüdür. Verilerden biri «Y» eksenini diğeri «X» ekseninde görülürken 3. değişken «balonun çapı» ile gösterilir.



**Soru :** Bir fast food işletmesi bayileri arasında benchmarking yapmak amacıyla hamburger satışları ile ilgili 12 ay boyunca veri toplamıştır.

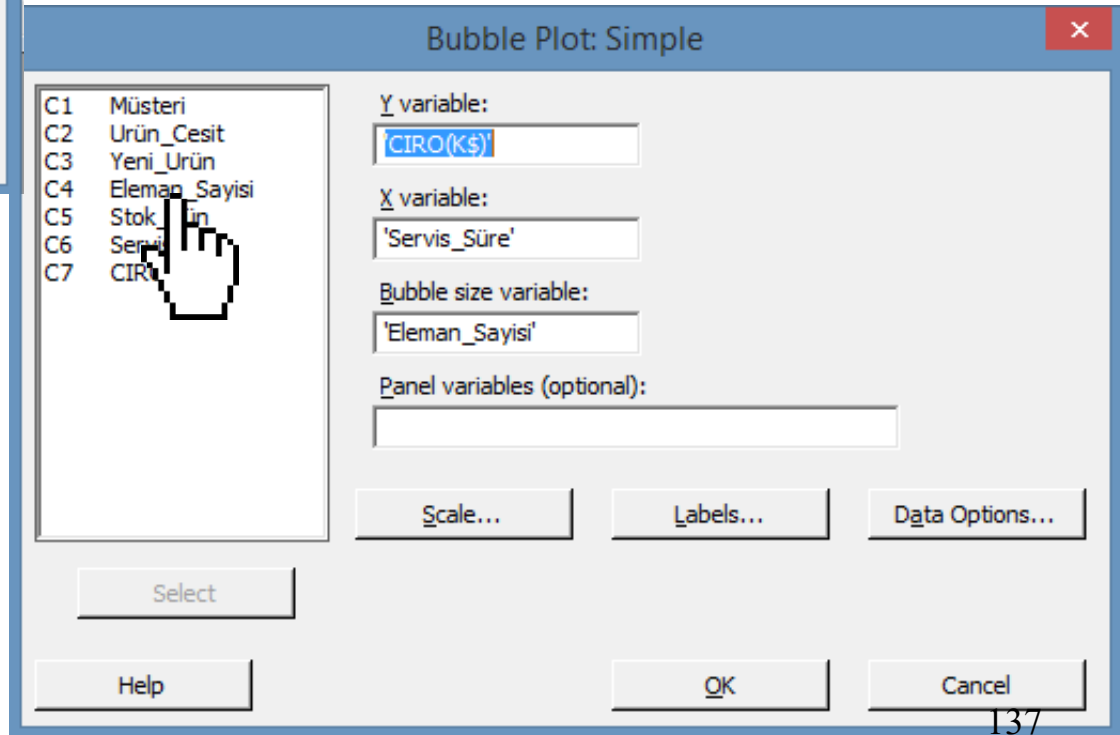
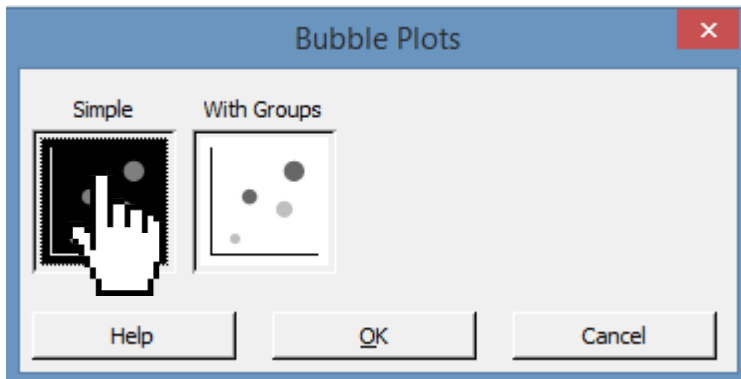
- Ciro ile servis süresi ve eleman sayısı ilişkilerini aynı grafik üzerinde yorumlayınız.
- Eleman sayısı ve Ciro arasındaki ilişkiyi **Bubble Plot** kullanarak yorumlayınız.

**HAMBURGER (.MTV)** dosyasını açınız.

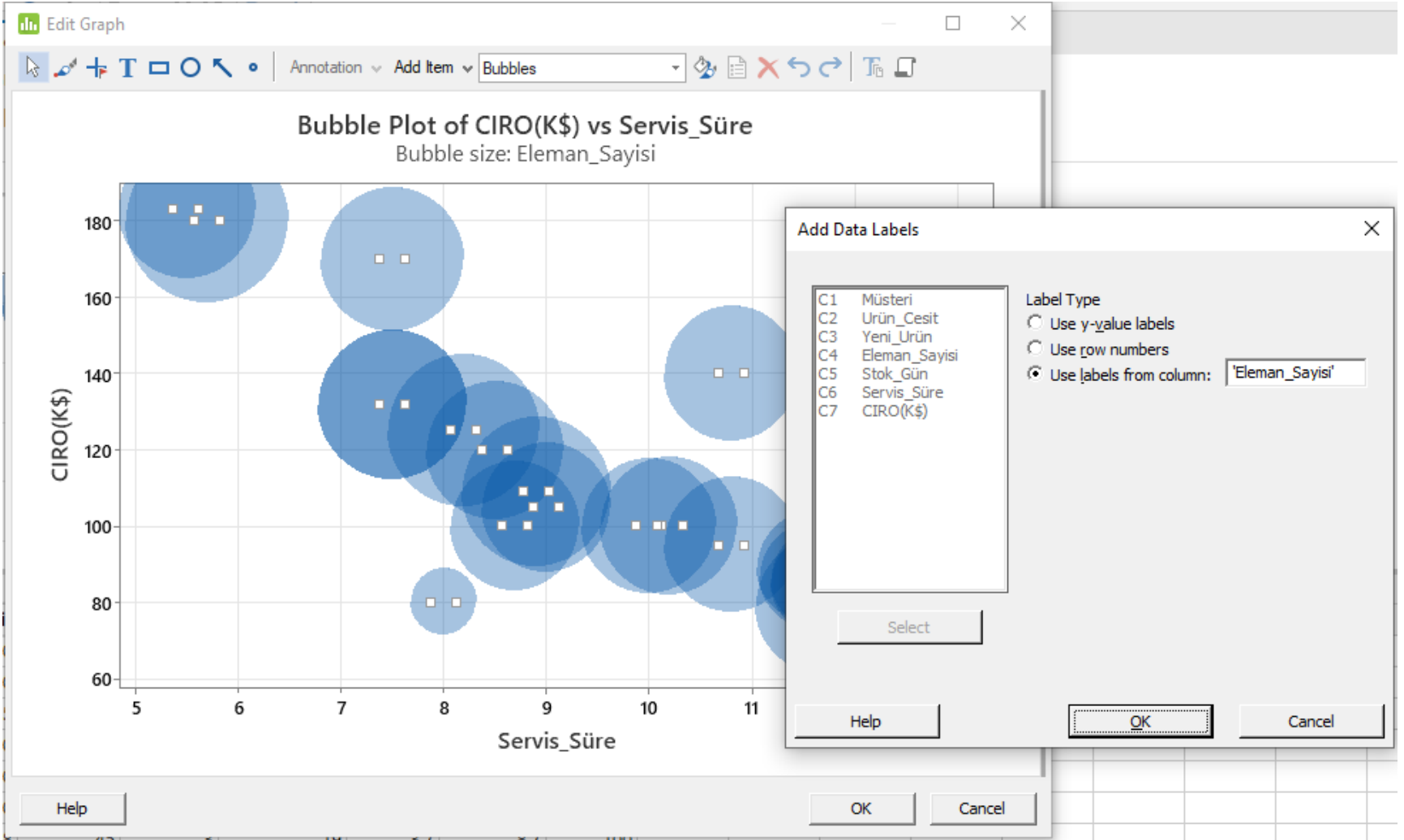


# Bubble Plot

 *Graph > Bubble Plot > Simple*



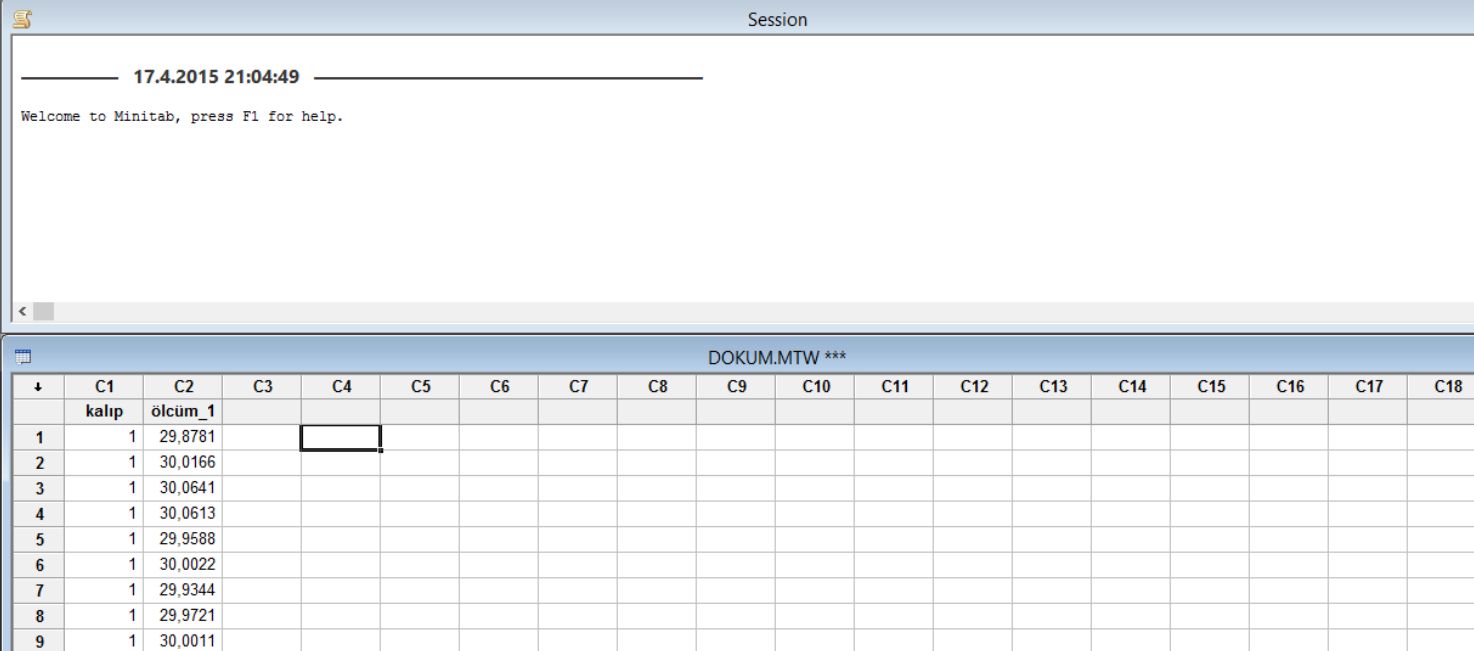
👉 Sağ tıklayarak «Add Data Lables»'tan istenilen veri eklenir



**Soru :** Bir döküm imalatçısı 4 farklı kalıpta imal ettiği silindirlerin dış çap ölçülerinin verilerini kayıt altına almıştır. Kalıp performanslarını istatistiksel olarak incelemek istemektedir.

- Verilerle ilgili tanımlayıcı istatistikleri çıkarınız.
- Kalıp bazında ölçüm sonuçlarını yorumlayınız.

**DOKUM (.mvx) dosyasını açınız.**



Session

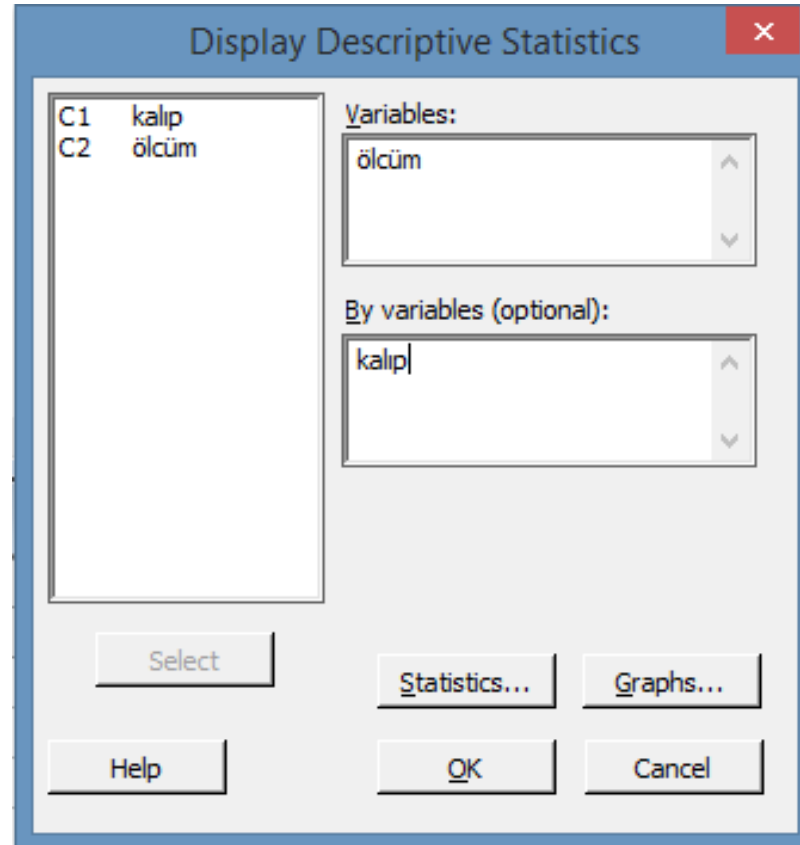
17.4.2015 21:04:49

Welcome to Minitab, press F1 for help.

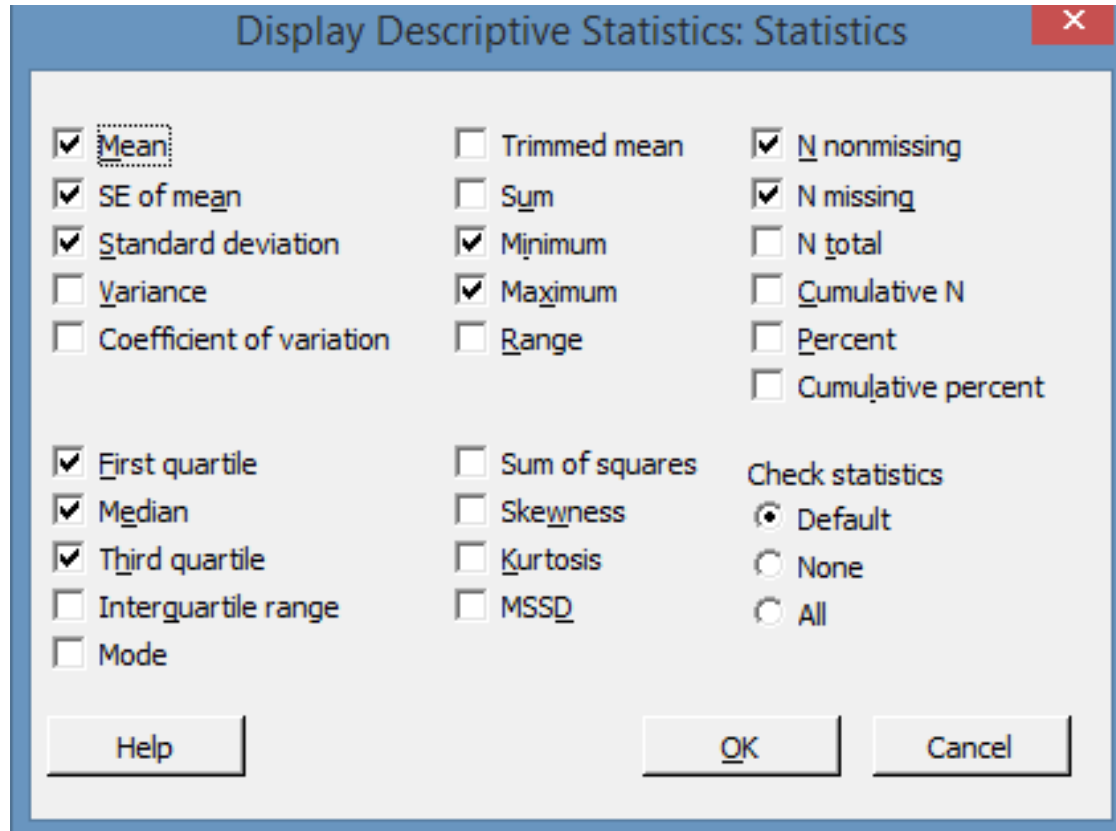
DOKUM.MTW \*\*\*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
	kalıp	ölçüm_1																
1	1	29,8781																
2	1	30,0166																
3	1	30,0641																
4	1	30,0613																
5	1	29,9588																
6	1	30,0022																
7	1	29,9344																
8	1	29,9721																
9	1	30,0011																

1. Menü çubuğundan **Stat > Basic Statistics > Display Descriptive Statistics** ' i seçiniz.
2. Çıkan menüde **Variables** kutusuna «ölçüm» ve **By variables** kutusuna «kalıp» verilerini seçiniz.



3. **Statistics** butonuna basıldığında çıkan menüde raporlanmasını istediğiniz verileri seçiniz.



Display Descriptive Statistics: Statistics

<input checked="" type="checkbox"/> Mean	<input type="checkbox"/> Trimmed mean	<input checked="" type="checkbox"/> N nonmissing
<input checked="" type="checkbox"/> SE of mean	<input type="checkbox"/> Sum	<input checked="" type="checkbox"/> N missing
<input checked="" type="checkbox"/> Standard deviation	<input checked="" type="checkbox"/> Minimum	<input type="checkbox"/> N total
<input type="checkbox"/> Variance	<input checked="" type="checkbox"/> Maximum	<input type="checkbox"/> Cumulative N
<input type="checkbox"/> Coefficient of variation	<input type="checkbox"/> Range	<input type="checkbox"/> Percent
		<input type="checkbox"/> Cumulative percent
<input checked="" type="checkbox"/> First quartile	<input type="checkbox"/> Sum of squares	Check statistics
<input checked="" type="checkbox"/> Median	<input type="checkbox"/> Skewness	<input checked="" type="radio"/> Default
<input checked="" type="checkbox"/> Third quartile	<input type="checkbox"/> Kurtosis	<input type="radio"/> None
<input type="checkbox"/> Interquartile range	<input type="checkbox"/> MSSD	<input type="radio"/> All
<input type="checkbox"/> Mode		

Help OK Cancel

*Tanımlayıcı istatistiklerle ilgili yapılan seçimler sadece mevcut oturum içindir. Değişiklikleri kalıcı yapmak istiyorsak;*

**Tools > Options > Individual Commands > Display Descriptive Statistics**

*ile çıkan menüden yapabiliriz.*

## Çap Ölçülerine Ait İstatistiksel Veriler

Ölçüm sayısı

Ortalama

Standart sapma

Ortalamanın standart hatası

**Descriptive Statistics: ölçüm**

Variable	kalıp	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
ölçüm	1	30	29,991	0,00931	0,0510	29,878	30,086
	2	30	30,007	0,00922	0,0505	29,911	30,111
	3	30	30,001	0,00774	0,0424	29,919	30,084
	4	30	30,117	0,00847	0,0464	30,033	30,205

## Boxplot Analizi

\* → **Outlier (\*)** - Alt yada üst uçların (bıyık) dışındaki gözlem değeri

→ **Upper whisker** – Kutunun üst sınırından kutu yüksekliğinin 1.5 katı kadar uzanır

**Interquartile range box** – Değerleri ortadaki %50 aralığa giren gözlemler (Q3-Q1)

→ ▪ **Q3 (third quartile)** - Verilerin %75'i bu değere eşit yada altındadır.

→ ▪ **Q2 (median)** – Verilerin %50'si bu değere eşit yada küçüktür.

→ ▪ **Q1 (first quartile)** – Verilerin %25'i bu değere eşit yada altındadır.

→ **Lower Whisker** - Kutunun üst sınırından kutu yüksekliğinin 1.5 katı kadar uzanır

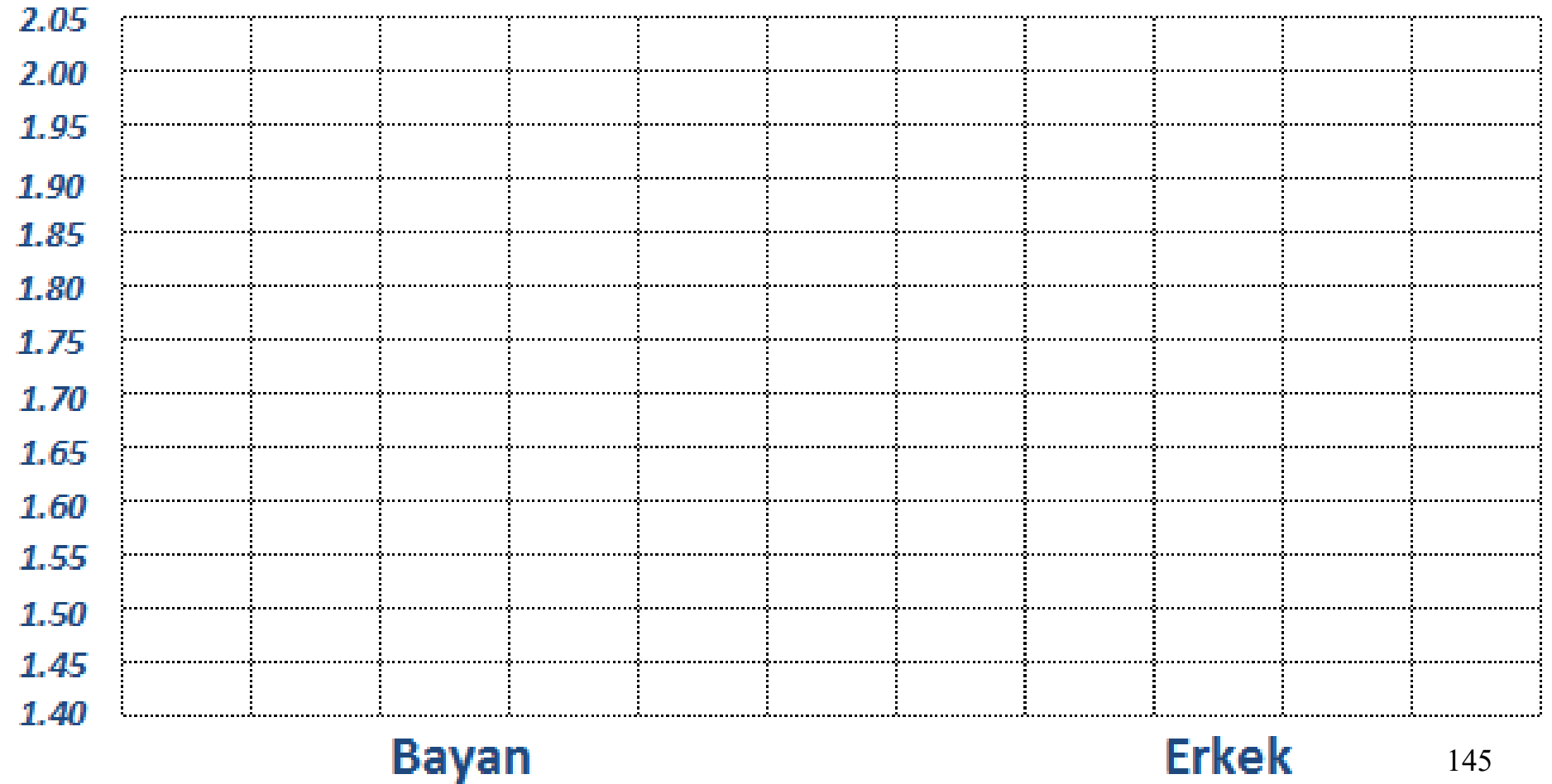
**Soru :** Bir sınıfta bulunan bayan ve erkek öğrencilerin boy ölçüm değerleri aşağıdaki gibidir.

- a. Bir sonraki sayfa üzerinde Boxplot grafiğini çizerek cinsiyet bazında boy ölçümlerini yorumlayınız.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Erkek	1.72	1.75	1.61	1.74	1.79	1.83	1.9	1.94	1.81	1.79
Bayan	1.63	1.65	1.62	1.65	1.65	1.67	1.71	1.71	1.83	1.56



	Min	Max	Median	Q1	Q3	Bıyık üst	Bıyık alt
Erkek							
Bayan							



**Soru :** Bir döküm imalatçısı 4 farklı kalıpta imal ettiği silindirlerin dış çap ölçülerinin verilerini kayıt altına almıştır. Kalıp performanslarını istatistiksel olarak incelemek istemektedir (Spekt: 29.89-30.21).

**DOKUM (.mvx)** dosyasını açınız.

Session

17.4.2015 21:04:49

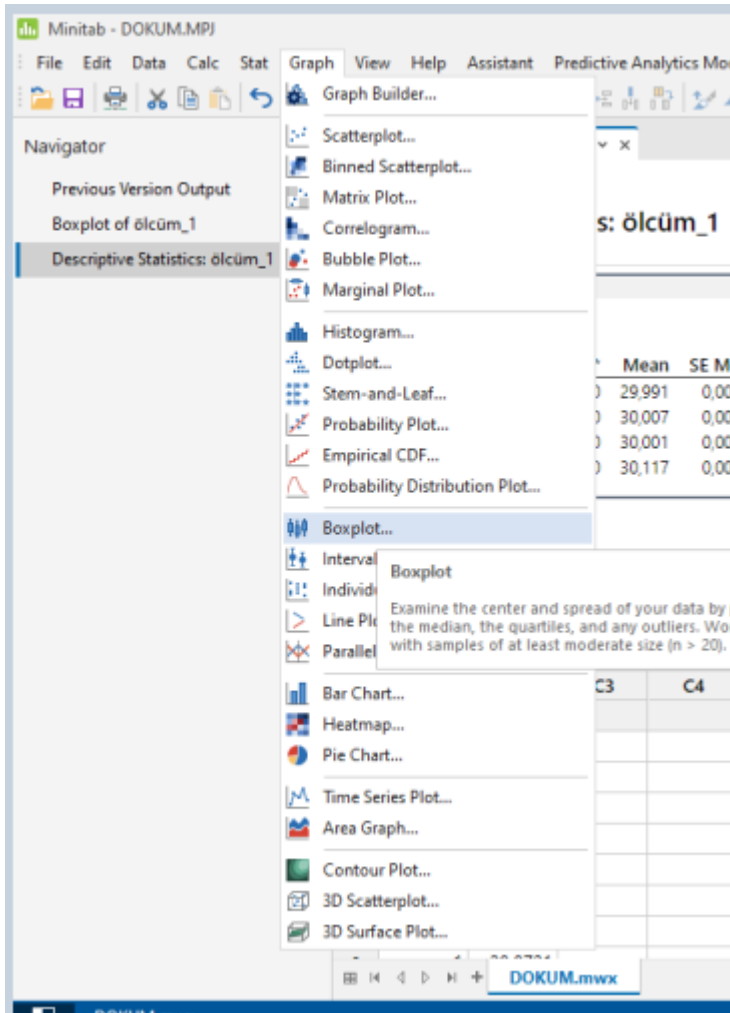
Welcome to Minitab, press F1 for help.

DOKUM.MTW \*\*\*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
	kalıp	ölçüm_1																
1	1	29,8781																
2	1	30,0166																
3	1	30,0641																
4	1	30,0613																
5	1	29,9588																
6	1	30,0022																
7	1	29,9344																
8	1	29,9721																
9	1	30,0011																

# Box Plot

 *Graph > Boxplot > Multiple Y's Simple*



Minitab - DOKUM.MPJ

File Edit Data Calc Stat Graph View Help Assistant Predictive Analytics Mo

Graph Builder...

Scatterplot...  
Binned Scatterplot...  
Matrix Plot...  
Correlogram...  
Bubble Plot...  
Marginal Plot...

Histogram...  
Dotplot...  
Stem-and-Leaf...  
Probability Plot...  
Empirical CDF...  
Probability Distribution Plot...

**Boxplot...**

Interval  
Individual  
Line Pl  
Parallel

Bar Chart...  
Heatmap...  
Pie Chart...  
Time Series Plot...  
Area Graph...  
Contour Plot...  
3D Scatterplot...  
3D Surface Plot...

Navigator

Previous Version Output  
Boxplot of ölçüm\_1  
Descriptive Statistics: ölçüm\_1

s: ölçüm\_1

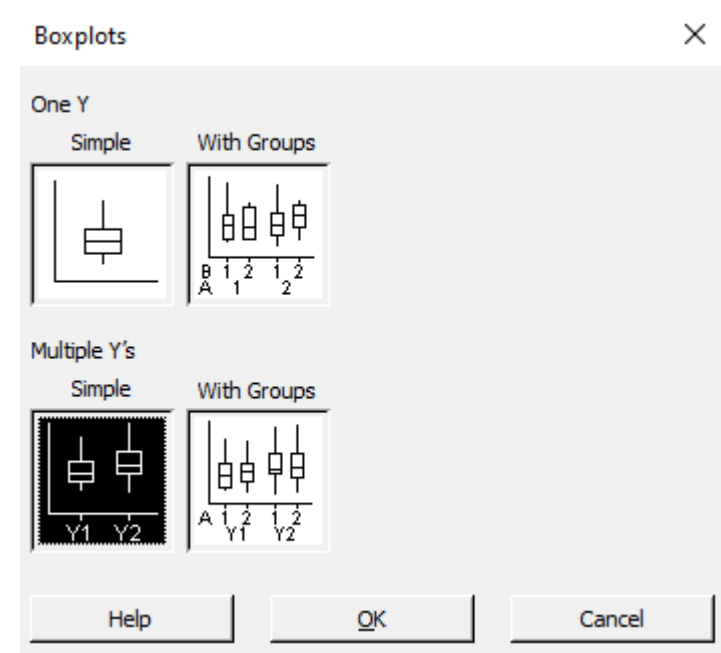
	Mean	SE M
	29,991	0,00
	30,007	0,00
	30,001	0,00
	30,117	0,00

Boxplot

Examine the center and spread of your data by the median, the quartiles, and any outliers. Work with samples of at least moderate size (n > 20).

C3 C4

DOKUM.mwx



Boxplots

One Y

Simple With Groups

Multiple Y's

Simple With Groups

Help OK Cancel

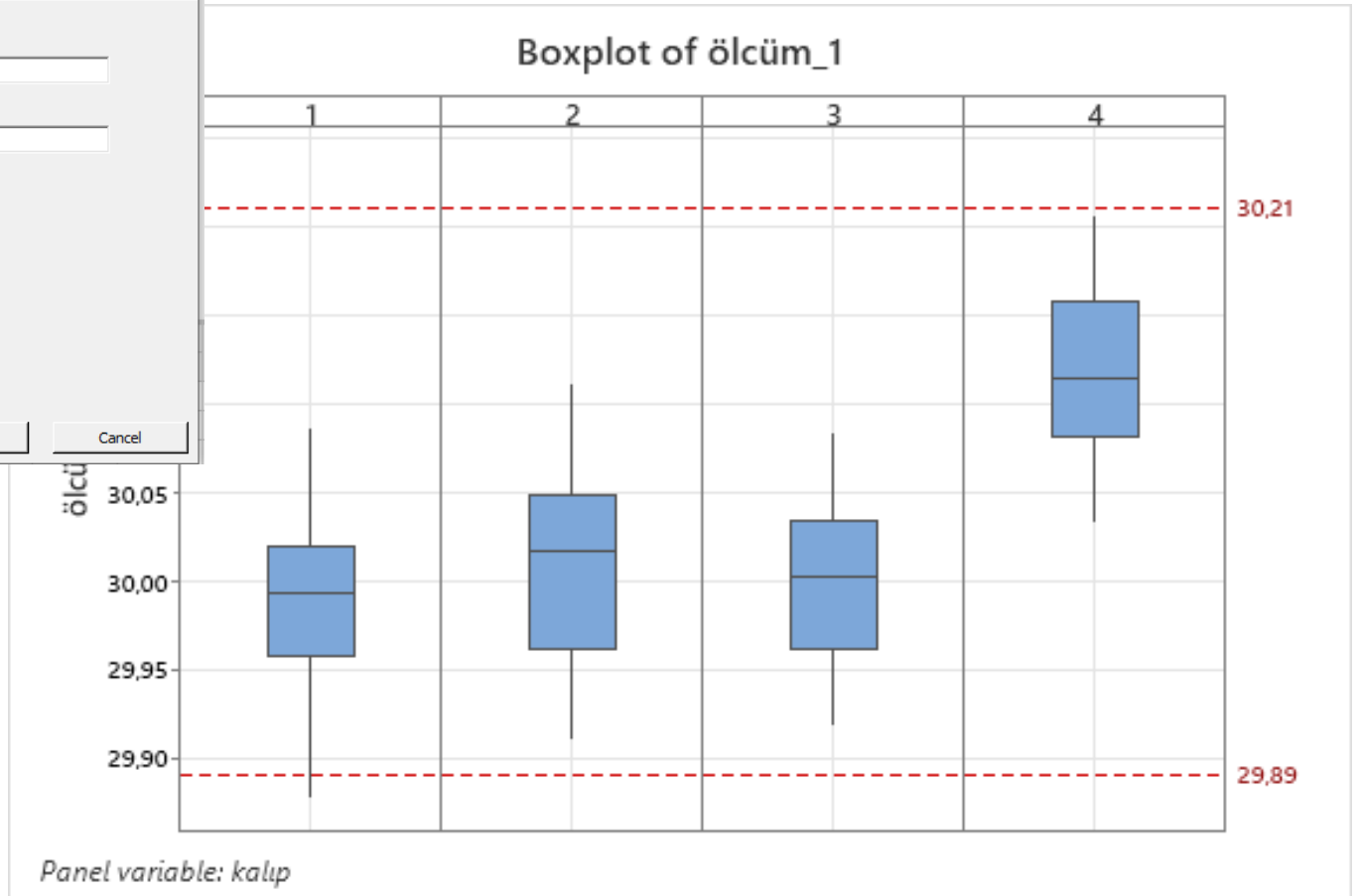
 Sağ tıklarak Add Referens Lines seçilir

Add Reference Lines

Show reference lines at Y values:  
39,2

Show reference lines at category scale positions:  
29,9

Help OK Cancel

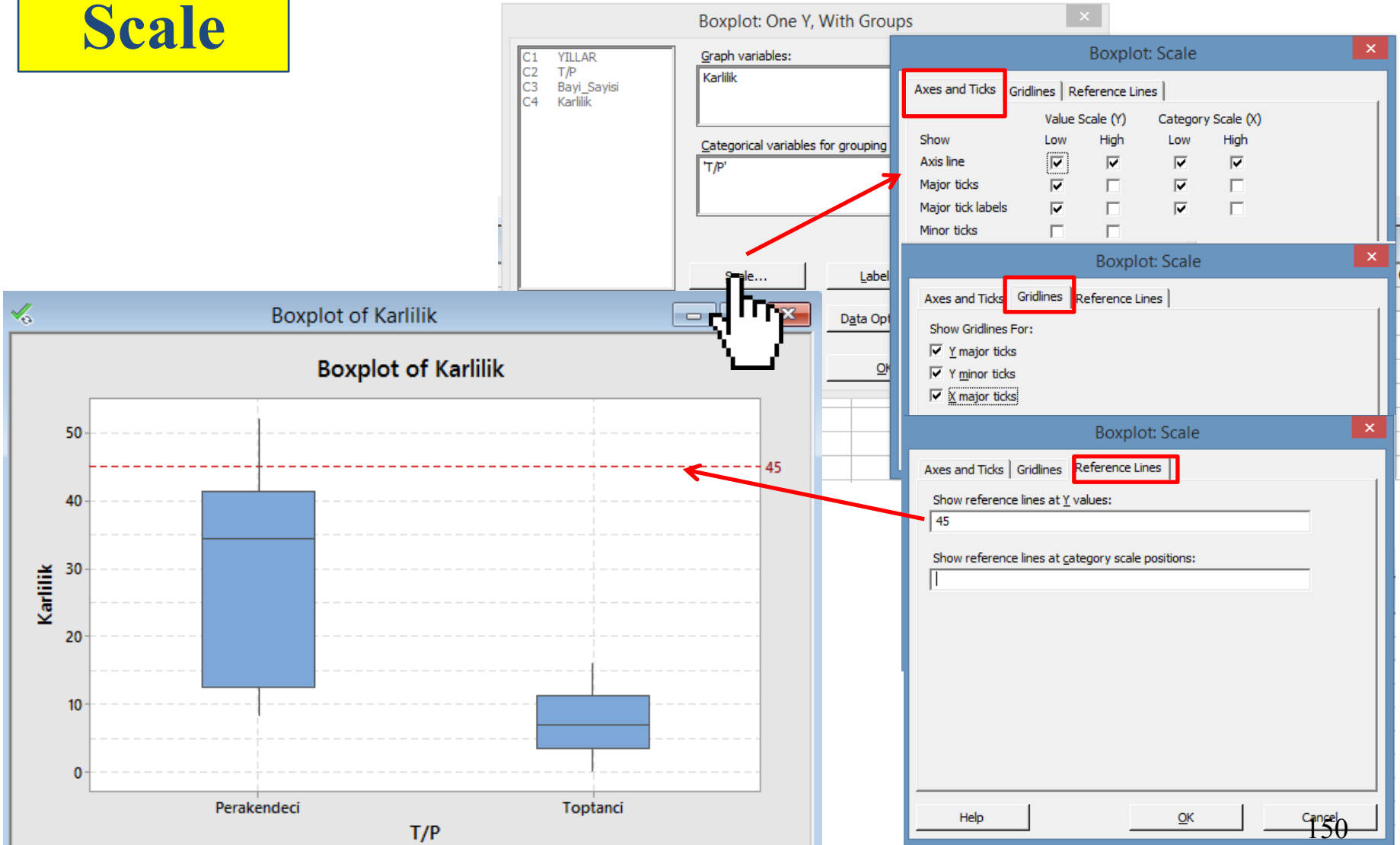


**Soru :** Bir Sinek İlacı üreticisi satışlarını yıllara ve satış şekline göre analiz etmek istemektedir.

**KARLILIK (.mvx)** dosyasını açınız.

↓	C1	C2-T	C3	C4	
	YILLAR	T/P	Bayi_Sayisi	Karlilik	
1	2002	Toptanci	39	5,46	
2	2002	Toptanci	40	7,07	
3	2002	Toptanci	46	3,54	
4	2002	Toptanci	46	4,25	
5	2002	Toptanci	49	1,27	
6	2002	Toptanci	35	10,21	
7	2002	Toptanci	38	7,33	

## Scale



The image shows a Minitab software interface for formatting a boxplot. The main window is titled "Boxplot of Karlilik" and displays a boxplot for the variable "Karlilik" grouped by "T/P" (Perakendeci and Toptanci). The y-axis ranges from 0 to 50. A red dashed horizontal line is drawn at the value 45, representing a reference line. Three dialog boxes are open to show the configuration of this reference line:

- Boxplot: Scale (Top):** Shows the "Axes and Ticks" tab. The "Value Scale (Y)" section has "Axis line" checked. The "Category Scale (X)" section has "Low" and "High" checked for both "Perakendeci" and "Toptanci".
- Boxplot: Scale (Middle):** Shows the "Gridlines" tab. The "Show Gridlines For:" section has "Y major ticks", "Y minor ticks", and "X major ticks" checked.
- Boxplot: Scale (Bottom):** Shows the "Reference Lines" tab. The "Show reference lines at Y values:" field contains the value "45".

The chart shows two boxplots: one for "Perakendeci" (retailer) and one for "Toptanci" (wholesaler). The y-axis is labeled "Karlilik" and ranges from 0 to 50. A red dashed line is drawn at the value 45, indicating a reference line.

## Labels

Boxplot: One Y, With Groups

C1 YILLAR  
C3 Bayi\_Sayisi  
C4 Karlilik

Graph variables:  
Karlilik

Categorical variables for grouping (1-4, outermost first):  
T/P

Scale... **Labels...** Data View...

Select Multiple Graphs... Data Options...

Help OK Cancel

Boxplot: Labels

Titles/Footnotes | Data Labels

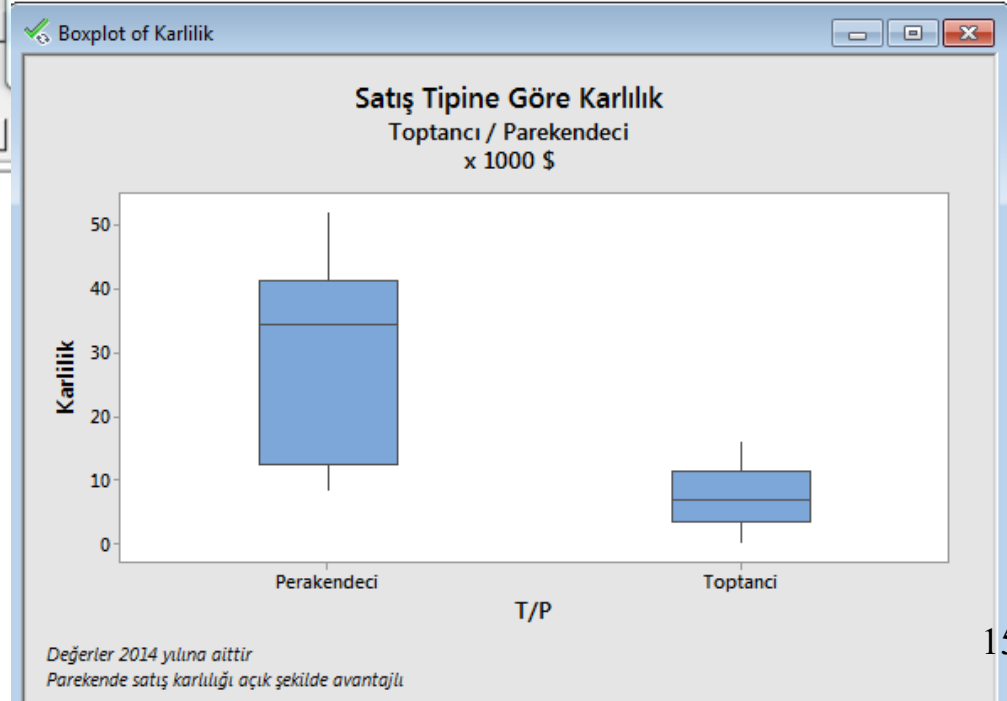
Title:  
Satış Tipine Göre Karlilik

Subtitle 1:  
Toptancı / Parekendeci

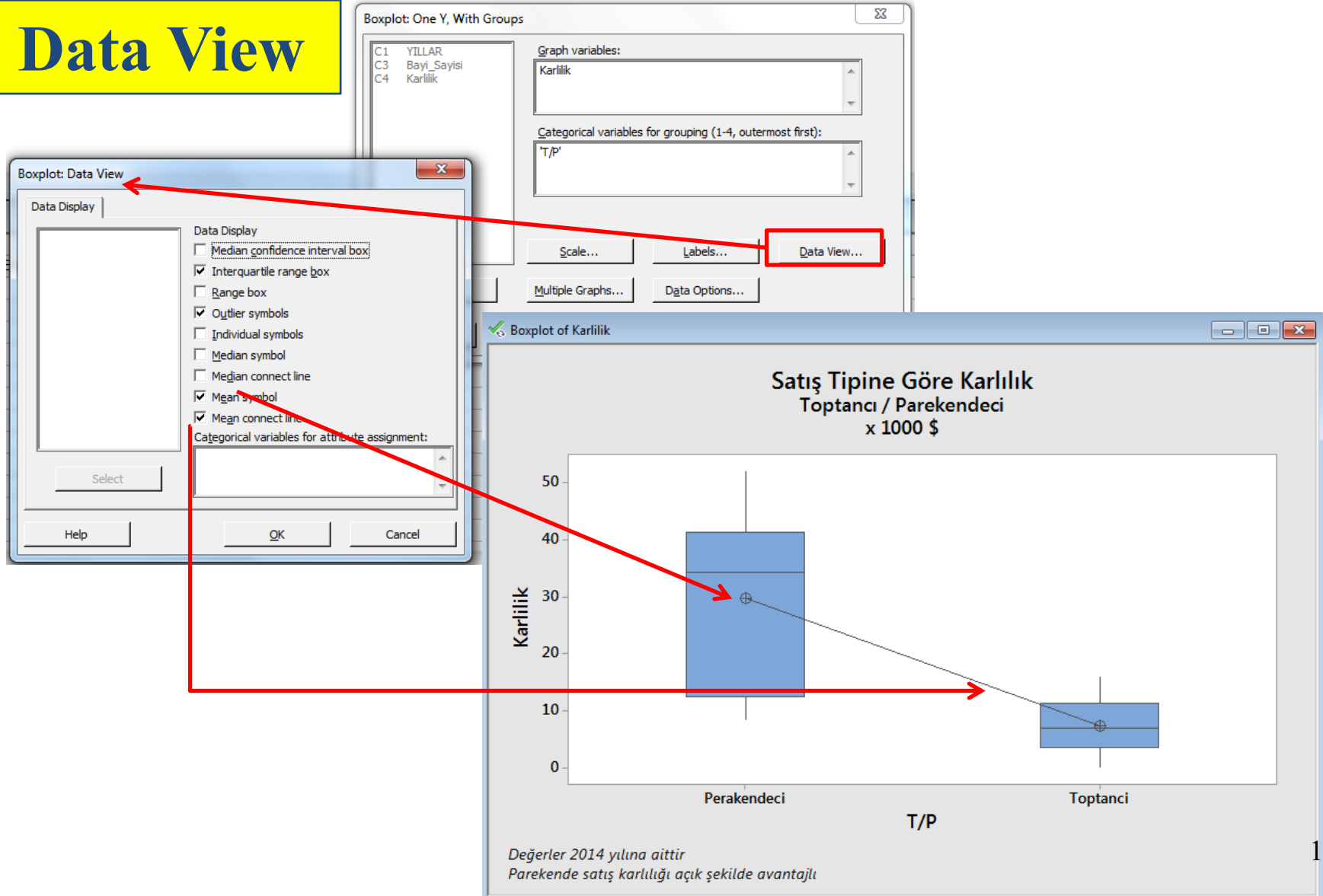
Subtitle 2:  
x 1000 \$

Footnote 1:  
Değerler 2014 yılına aittir

Footnote 2:  
Parekende satış karlılığı açık şekilde avantajlı



## Data View



# Grafik Biçimlendirme

## Multiple Graphs

Boxplot: One Y, With Groups

Graph variables:  
Karlilik

Categorical variable:  
'T/P'

Scale...

Select Multiple Graphs...

C1 YILLAR  
C3 Bayi\_Sayisi  
C4 Karlilik

Boxplot: Multiple Graphs

Multiple Variables By Variables

Show Graph Variables

In separate panels of the same graph

On separate graphs

Boxplot: Multiple Graphs

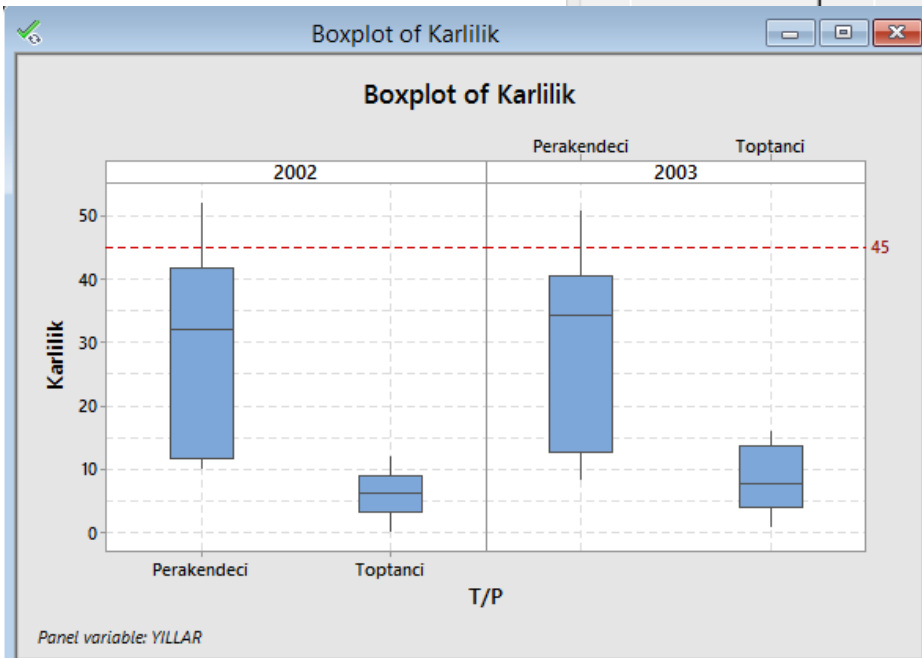
Multiple Variables By Variables

By variables with groups in separate panels:  
YILLAR

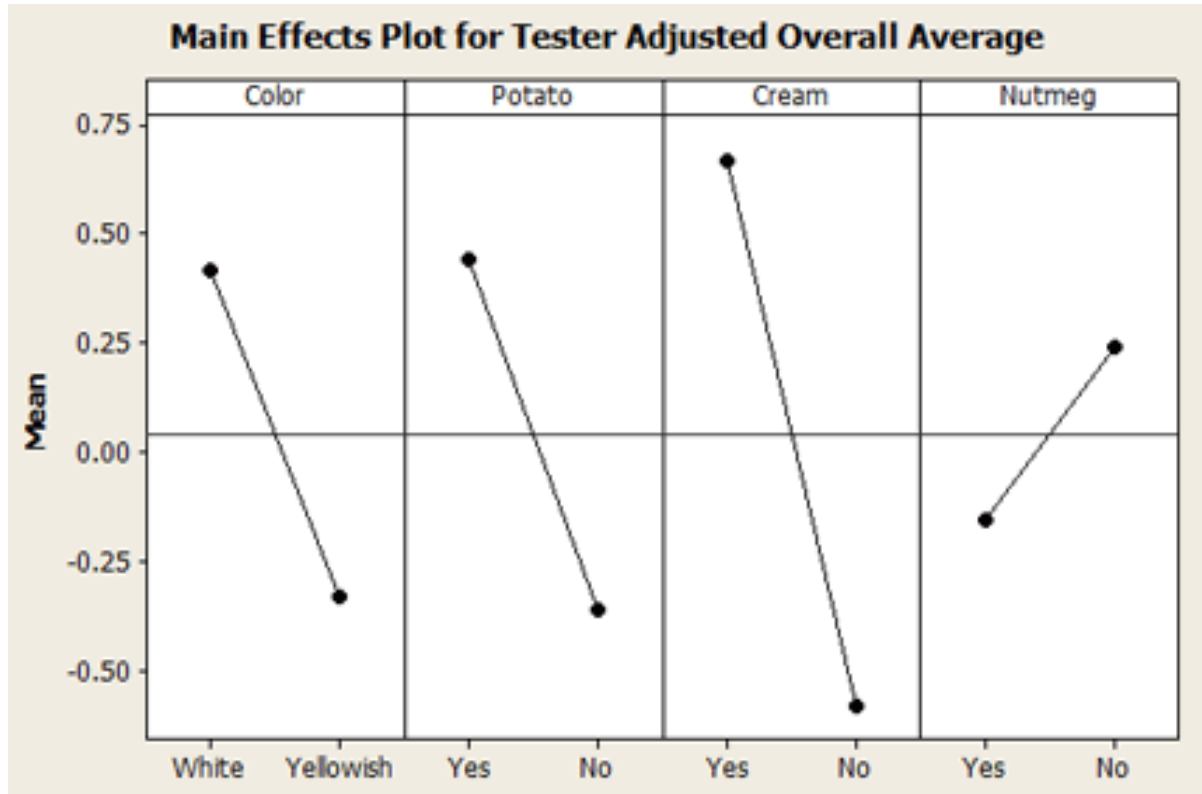
By variables with groups on separate graphs:

Select

Help OK Cancel



- ✎ **Nitel Girdi - Nicel ıktı** ilişkilerinin analizinde kullanılır. Birden çok girdinin birden çok varyasyonu bulunması durumunda **Ana Etki Grafiği** kullanışlı bir analiz aracıdır.



**Soru :** Otomotiv sektöründe plastik parça üreten bir işletmede ıskarta iyileştirme çalışması yapılacaktır. Bu kapsamda proses girdileri ile çıktıları arasında ilişki analizi yapılacaktır.

**UrunIskarta (.mtx)** dosyasını açınız.

Gun	Vardiya	Kalip	Malzeme	Reçine gr	Süre dk	%Iskarta
1	1	1	1	91	100	4,2
1	1	1	2	97	104	4,1
1	1	1	3	88	96	4,4
1	1	1	4	87	95	3,1
1	1	2	1	109	102	8,1
1	1	2	2	98	97	6,3
1	1	2	3	103	107	5,1
1	1	2	4	99	101	7,1
1	2	1	1	111	107	3,1
1	2	1	2	103	105	3,5
1	2	1	3	106	106	6,4
1	2	1	4	93	107	2,1
1	2	2	1	101	98	6,9
1	2	2	2	93	100	5,8
1	2	2	3	97	106	3,1
1	2	2	4	99	101	5,2
2	1	1	1	91	100	3,6
2	1	1	2	97	104	3,9
2	1	1	3	88	96	4,1
2	1	1	4	87	95	2,8
2	1	2	1	109	102	8,2
2	1	2	2	98	97	6,1
2	1	2	3	103	107	5,1
2	1	2	4	99	101	7,2
2	2	1	1	111	107	3,1
2	2	1	2	103	105	3,1
2	2	1	3	106	106	6,1
2	2	1	4	93	107	2,1
2	2	2	1	101	98	7,2
2	2	2	2	93	100	6,1
2	2	2	3	97	106	3,4
2	2	2	4	99	101	5,2

Stat > ANOVA > Main Effects Plot...

**Main Effects Plot** [X]

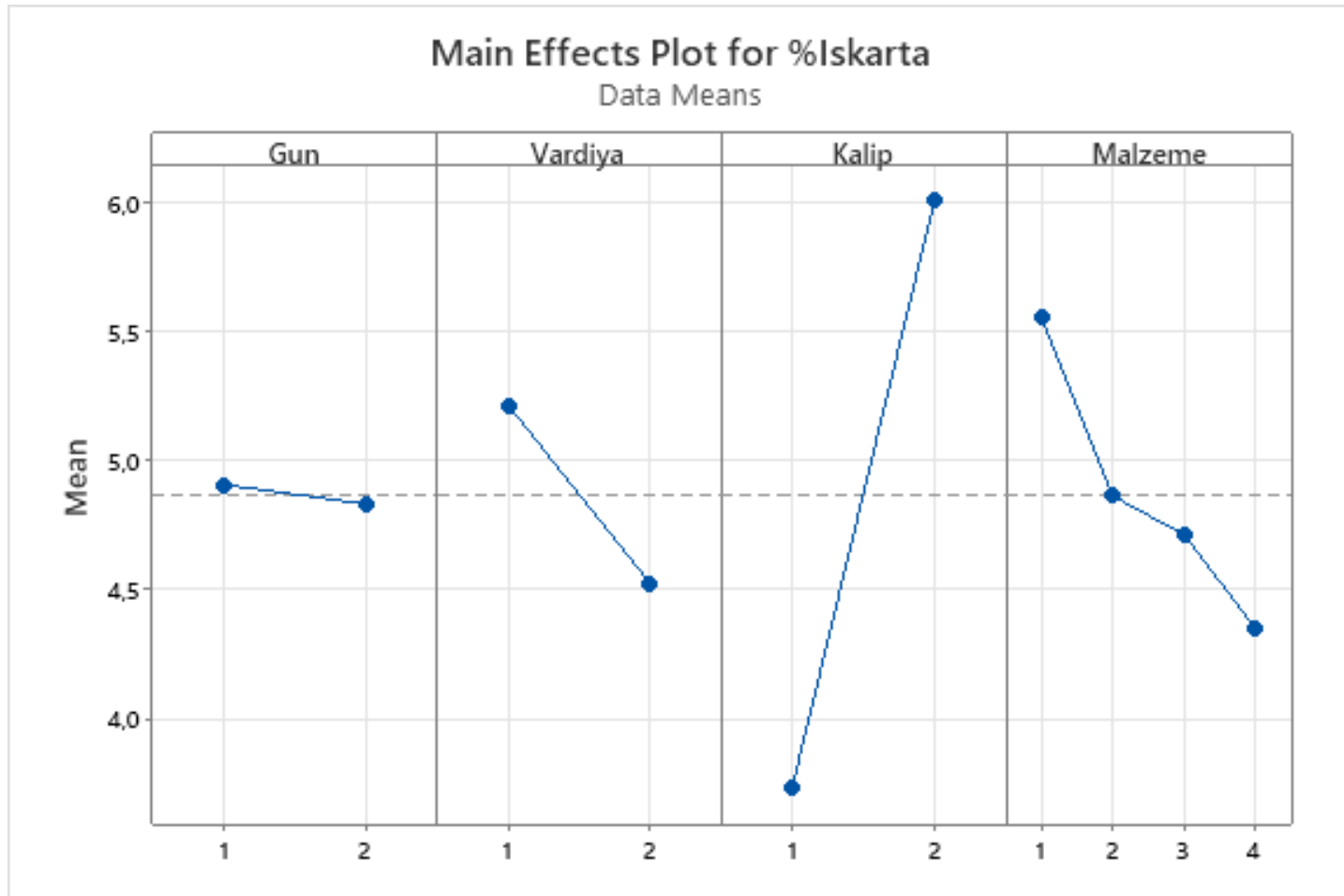
C1	Gun
C2	Vardiya
C3	Kalip
C4	Malzeme
C5	Reçine gr
C6	Süre dk
C7	%Iskarta

Responses:  
'%Iskarta'

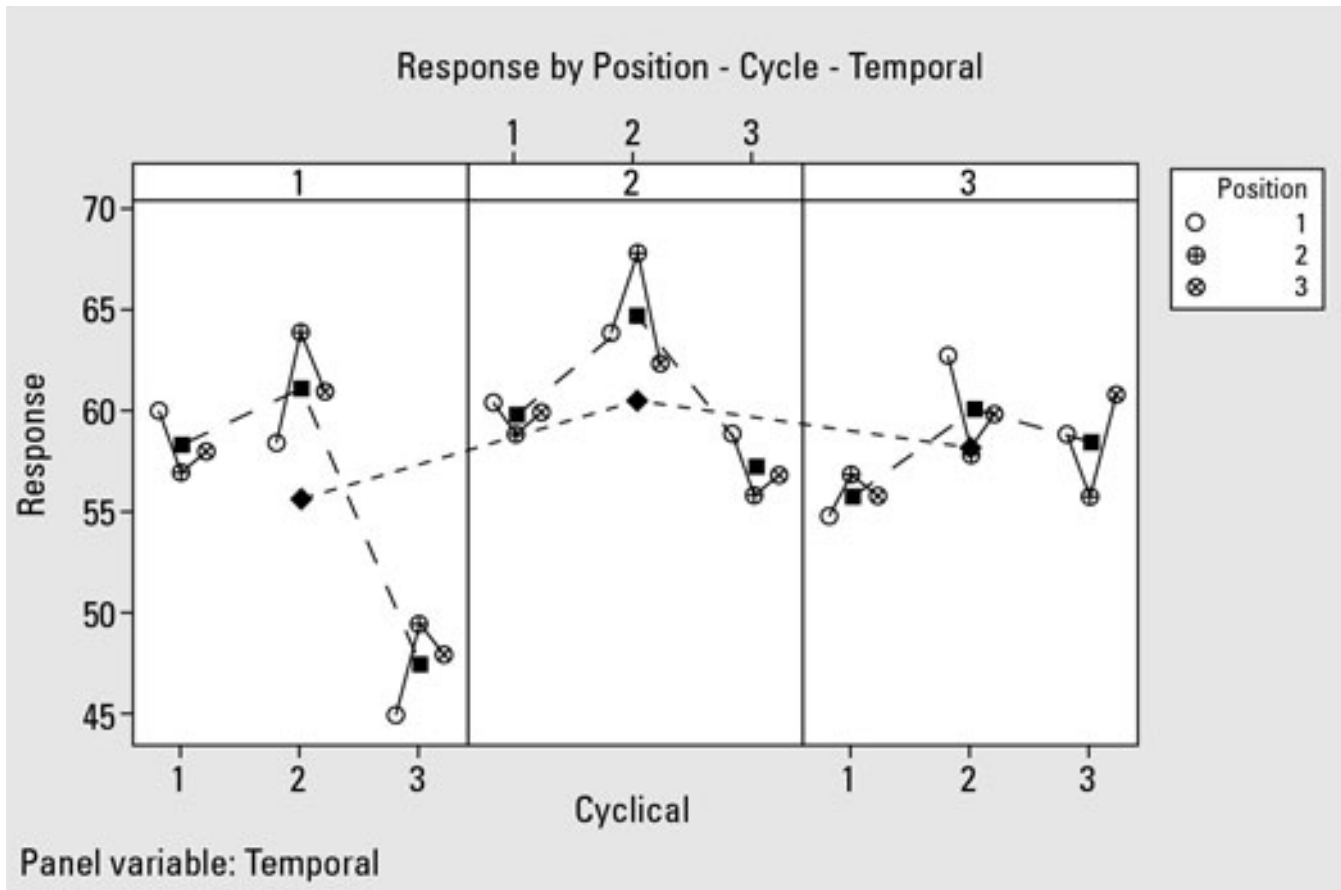
Factors:  
Gun Vardiya Kalip Malzeme

Select Options... Help OK Cancel

Stat > ANOVA > Main Effects Plot...



- 1 Nicel Çıktı ve maksimum 4 Nitel Girdi analizine imkan veren **Multi-Vari Grafiği** etkili görsel analiz araçlarından biridir.

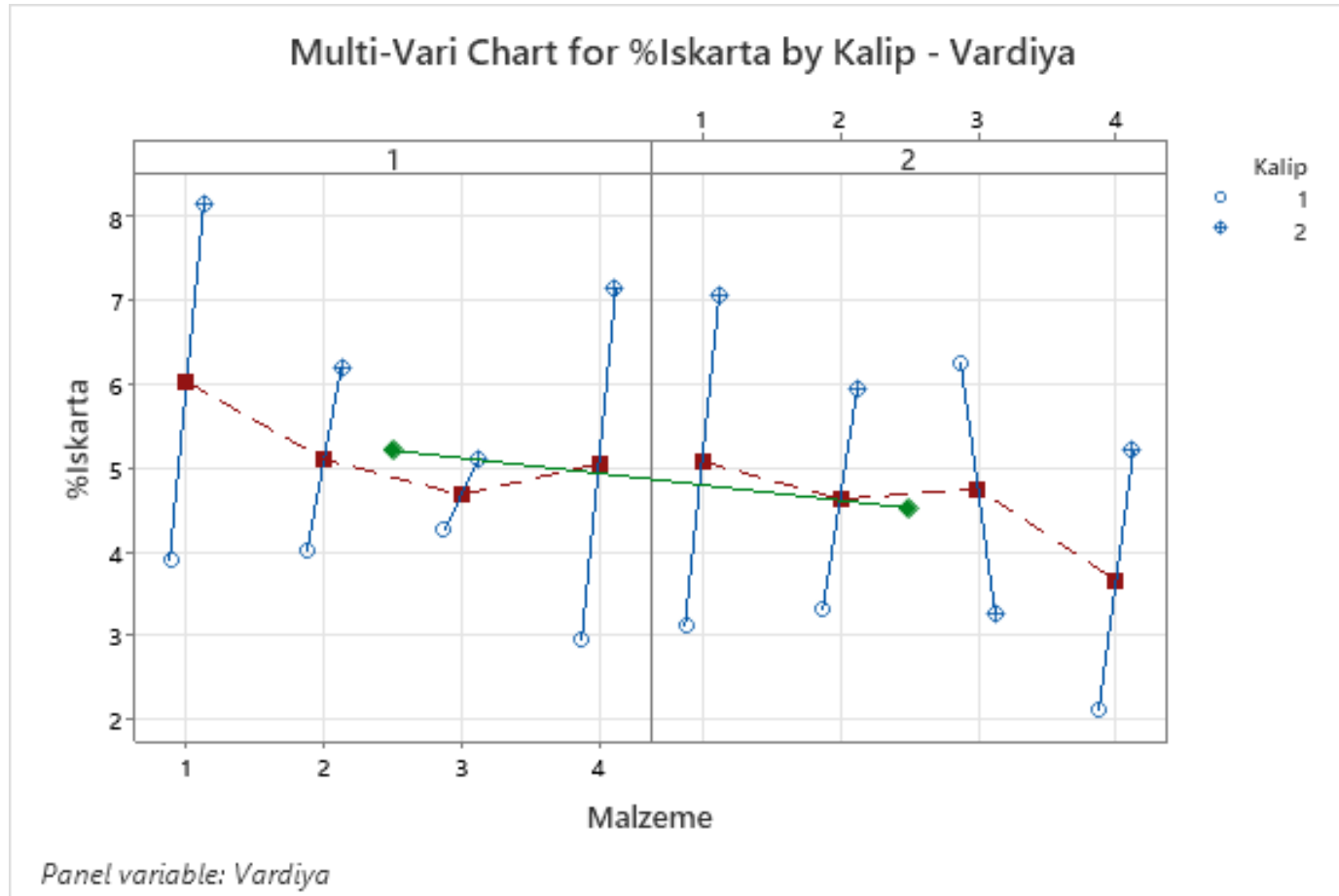


Stat > Quality Tools > Multi Vari Chart...

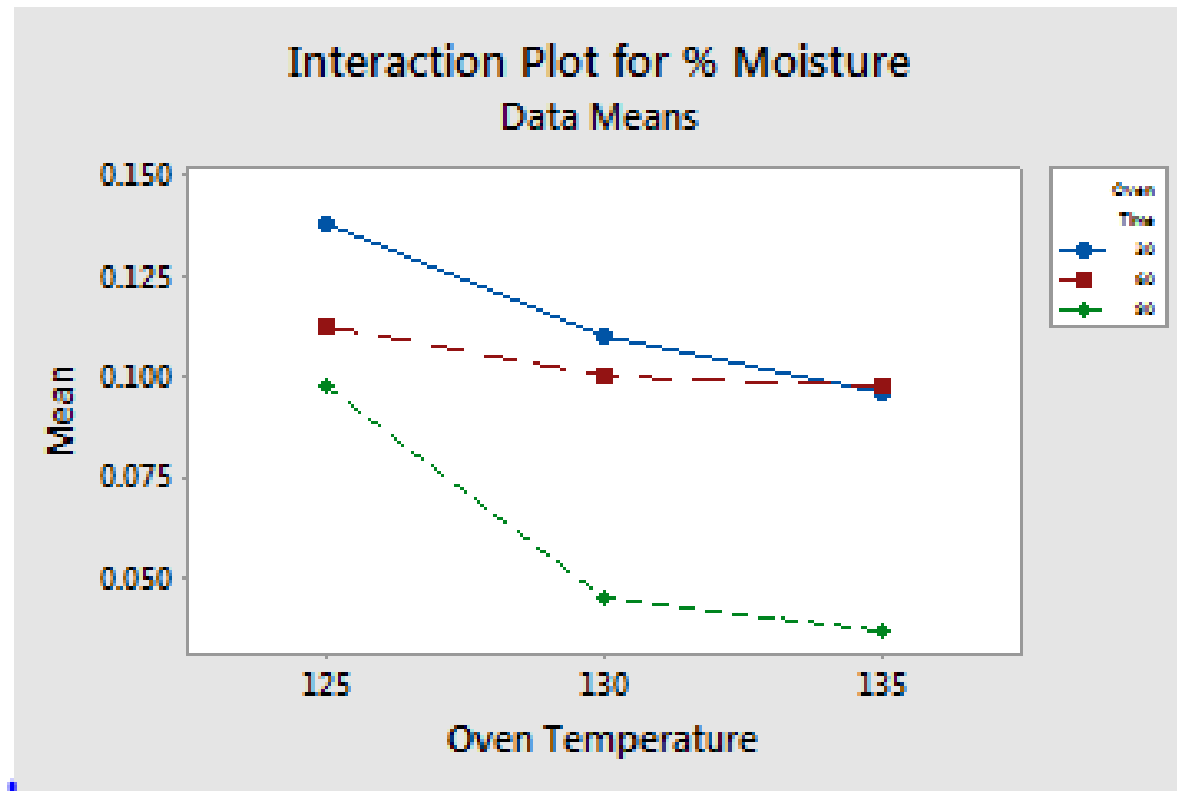
### Multi-Vari Chart

C1	Gun	Response:	<input type="text" value="%Iskarta"/>	<input type="button" value="Options..."/>
C2	Vardiya	Factor 1:	<input type="text" value="Kalip"/>	
C3	Kalip	Factor 2:	<input type="text" value="Malzeme"/>	
C4	Malzeme	Factor 3:	<input type="text" value="Vardiya"/>	
C5	Reçine gr	Factor 4:	<input type="text"/>	
C6	Süre dk			
C7	%Iskarta			

Stat > Quality Tools > Multi Vari Chart...



- 🔗 **Interaction Plot;** bir faktörün etkisinin diğer faktör (ler)'in düzeyine bağlılığını inceler. Diğer bir deyişle girdilerinin birbiri ile etkileşimini analiz eder.



**Soru :** Bir ilacın 500 mg tuzlu suyun içerisinde çözümlmesi ile ilgili bir deney yapılmaktadır. Değişkenler suyun sıcaklığı, ilaç miktarı ve sudaki tuz konsantrasyonudur.

**İlac (.mtx) dosyasını açınız.**



Stat > ANOVA > Interaction Plot...

### Interaction Plot


C1 İlac (gr)  
C2 Konstantrasyon  
C3 Sıcaklık  
C4 Süre

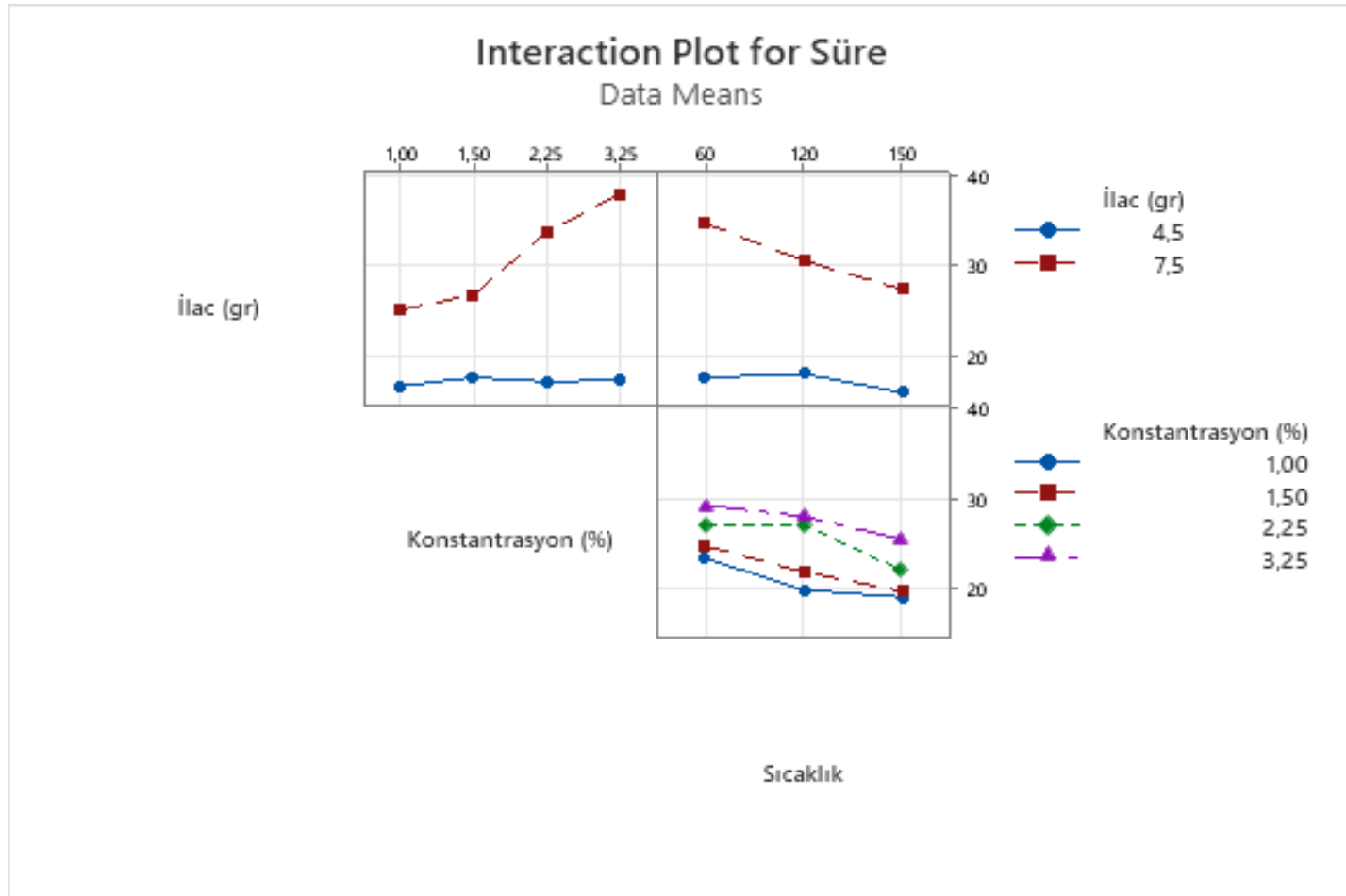
Responses:  
Süre

Factors:  
'İlac (gr)' 'Konstantrasyon (%)' Sıcaklık

Display full interaction plot matrix

Select Options...  
Help OK Cancel

 *Stat > ANOVA > Interaction Plot...*



- **Hipotez;** olaylar arasında ilişkiler kurmak ve olayları bir nedene bağlamak üzere tasarlanan ve geçerli sayılan bir önermedir.

**Hipotez Testleri;** popülasyonu temsil eden örnekler kullanılarak hipotezi ispatlamak yada çürütmek amacıyla yapılır.

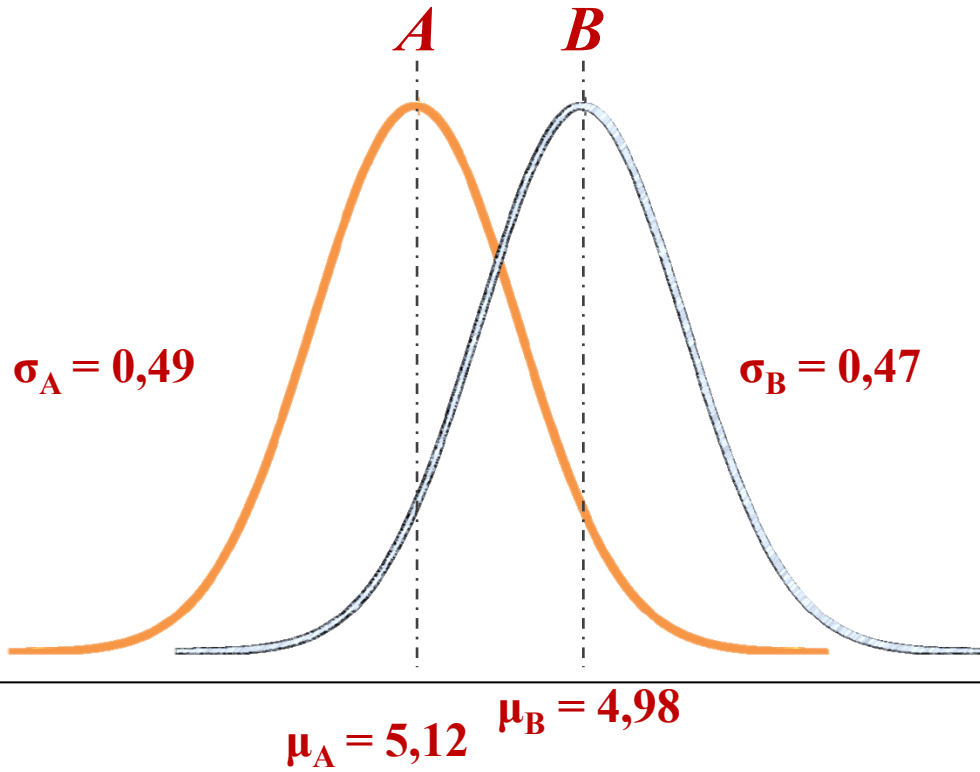
$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_A : \mu \neq \mu_0$$

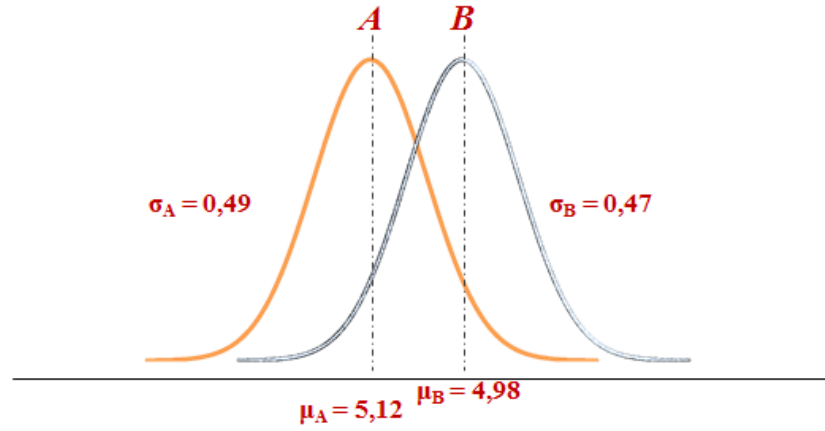
## Örnekler;

- *Kullanılan hammaddelerden birinde değişiklik yapıldı ve bu değişikliğin çıktı üzerinde **etkili olup olmadığını** belirlemek istiyoruz.*
- *Bir makinanın arıza ve bakım sonrası **yeterliliğinin değişip değişmediğini** tespit etmek istiyoruz.*
- *Bir otomobilin performansının yağ değişimi sonrası **değişip değişmediğini** test etmek istiyoruz.*

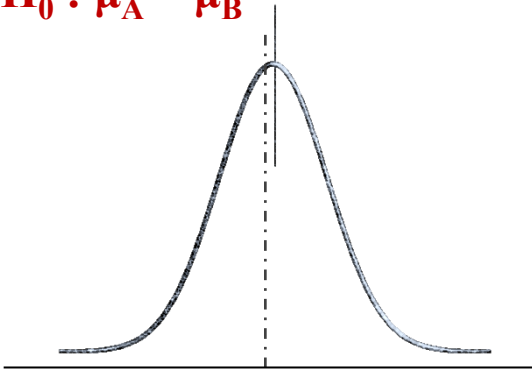
- Kullanılan hammaddelerden birinde değişiklik yapıldı ve bu değişikliğin çıktı üzerinde etkili olup olmadığını belirlemek istiyoruz.



- Kullanılan hammaddelerden birinde değişiklik yapıldı ve bu değişikliğin çıktı üzerinde etkili olup olmadığını belirlemek istiyoruz.

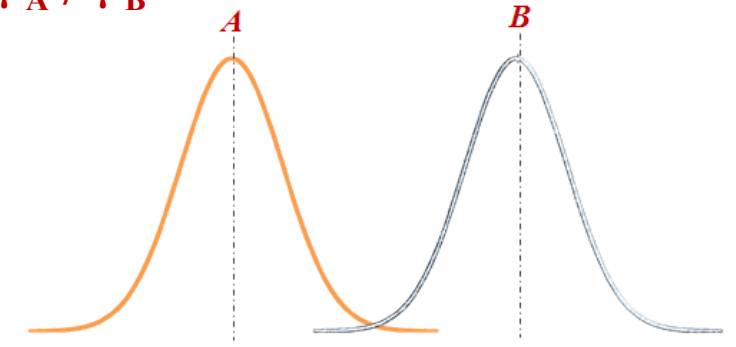


$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$



*A ve B hammaddeleri arasında çıktı yönünden bir fark yoktur.*

$$H_A : \mu_A \neq \mu_B$$



*A ve B hammaddeleri arasında çıktı yönünden fark vardır.*

- Hipotez testlerinde karar verirken alınacak **risk;  $\alpha$**  ile gösterilir. Endüstride genellikle kabul edilebilir **risk düzeyi ( $\alpha$ ) %5**'tir.

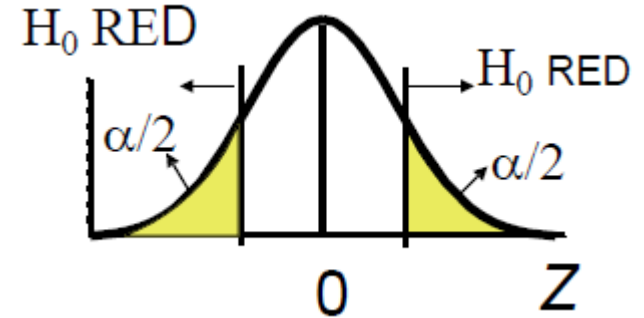
		Hipotez testi sonucunda verilen karar	
		$H_0$ kabul edildi	$H_0$ Reddedildi
Gerçek	$H_0$ doğru	Doğru karar ( $1-\alpha$ ) $\rightarrow$ Güven düzeyi	I. Tip Hata ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ $\alpha$ hatası
	$H_0$ yanlış	II. Tip Hata ( $\beta$ )	Doğru Karar ( $1-\beta$ ) $\rightarrow$ Testin Gücü

- ❏ Hipotez testlerinin tümü **H<sub>0</sub> hipotezinin doğru** olduğu varsayımı altında gerçekleştirilir.
- ❏ Başlangıçta **1.Tip hata** için bir değer belirlenir. Bu değer **alfa ( $\alpha$ )** değeri ile gösterilir. Bu değer genellikle **0,05** alınır. Bunun anlamı **H<sub>0</sub>** gerçekte doğru iken onu yanlışlıkla reddetme olasılığımız **maksimum %5** olmalı.
- ❏ Minitab, bir hipotez testi sonucunda gerçekleşen **1.Tip** hata miktarını hesaplar ve bu değere **P değeri** denir. **P değeri** önceden belirlenmiş  **$\alpha$**  değeri ile karşılaştırılarak karar verilir.
- ❏  **$P \leq \alpha$**  ise **H<sub>0</sub>** ret edilir. Bunun anlamı, **H<sub>0</sub>**'ı ret etmekle alınan risk (gerçekleşebilecek hata) **öngörülenden küçüktür**.
- ❏  **$P > \alpha$**  ise **H<sub>0</sub>** kabul edilir.



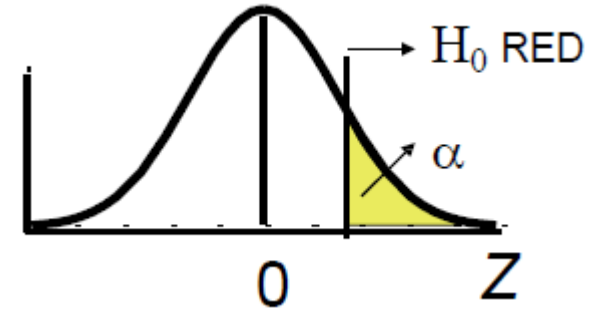
$$H_0 : \mu = \mu_0$$
$$H_A : \mu \neq \mu_0$$

*Çift taraflı test*



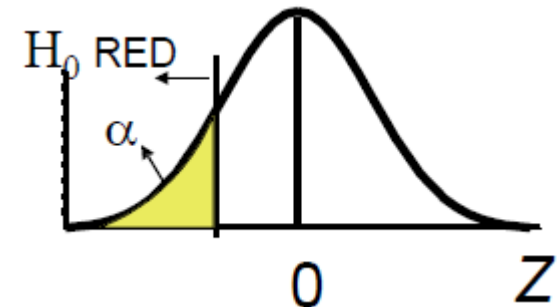
$$H_0 : \mu \leq \mu_0$$
$$H_A : \mu > \mu_0$$

*Tek taraflı test  
(Sağ taraf)*



$$H_0 : \mu \geq \mu_0$$
$$H_A : \mu < \mu_0$$

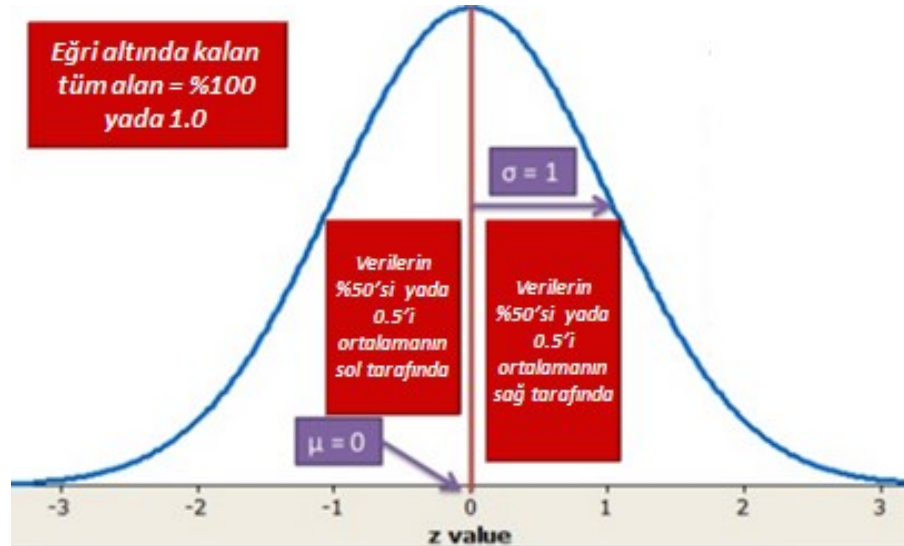
*Tek taraflı test  
(Sol taraf)*



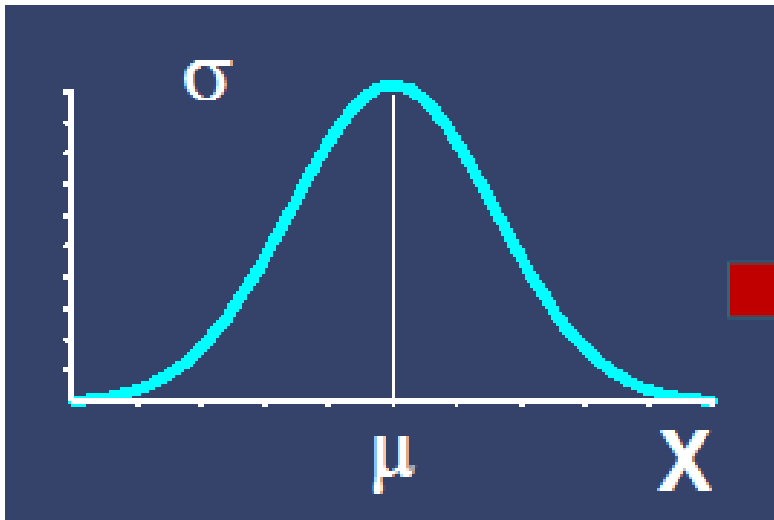
Normal dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

Popülasyon varyansı bilindiğinde  $\rightarrow Z = \frac{\bar{x} - \mu_x}{\sigma / \sqrt{n}}$

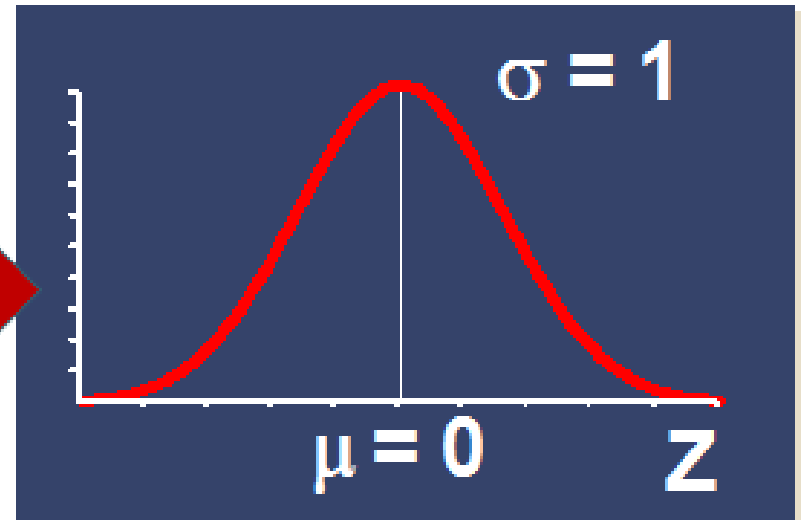
**Z değerleri dağılımının ortalaması  $\mu_x = 0$  ve standart sapması = 1'e eşitlendiğinde; normal dağılım, standart normal dağılıma dönüşür.**



Normal Dağılım



Standart Normal Dağılım



**Örnek:** Bir CNC tezgahında üretilmekte olan vidaların boylarının ortalaması 100 mm, ve standart sapması 2 mm olan normal dağılım gösterdikleri bilinmektedir. Makinada olan bir arıza giderildikten sonra üretilen vidalardan alınan 34 vidalık bir örneğin boy ortalaması 102 mm olarak bulunmuştur. Makinadaki arıza giderilirken vidaların boyunun ayarı bozulmuş mudur? (%5 hata riski ile)

$$H_0 : \mu = 100 \text{ mm}$$

$$H_A : \mu \neq 100 \text{ mm}$$

$$\sigma = 2 \text{ mm}$$

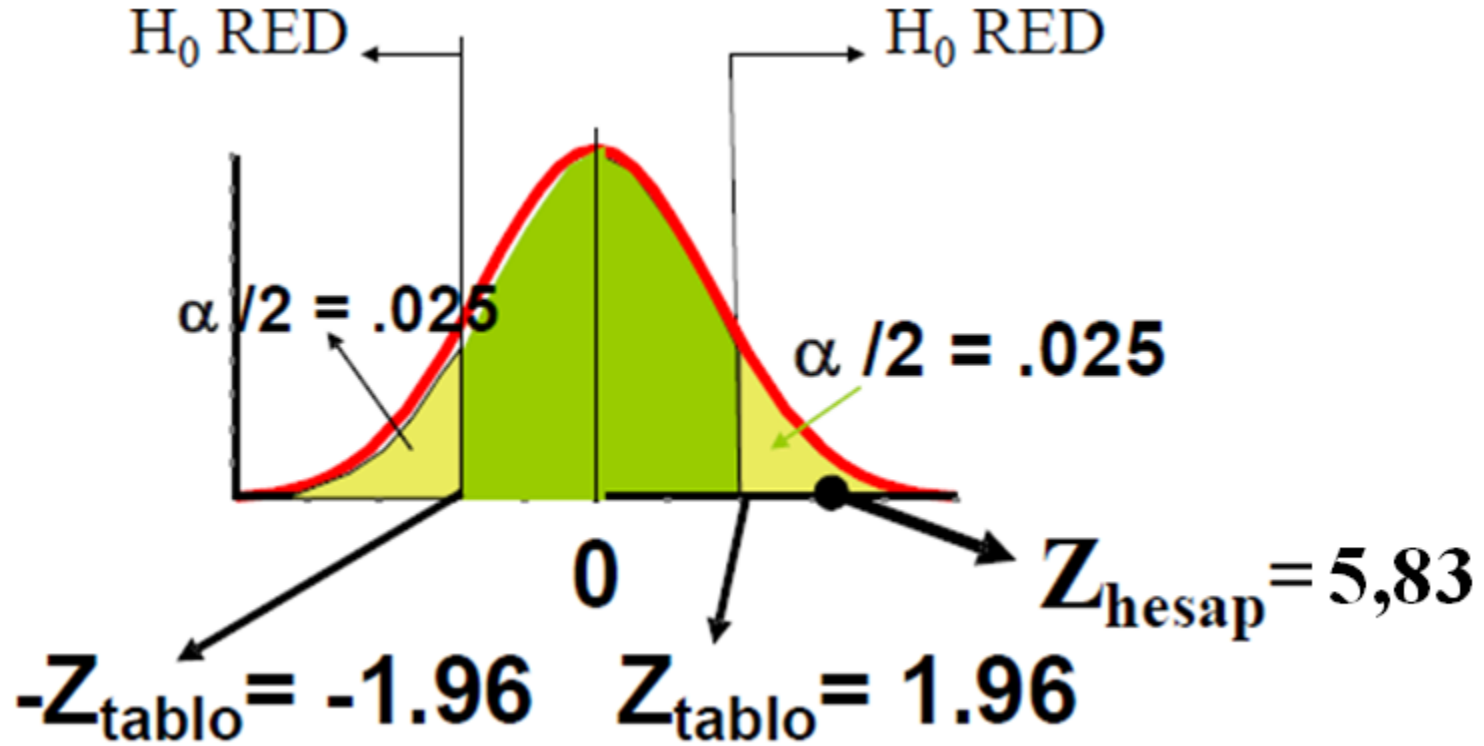
$$\mu = 100 \text{ mm}$$

$$n = 34$$

$$\bar{X} = 102 \text{ mm}$$

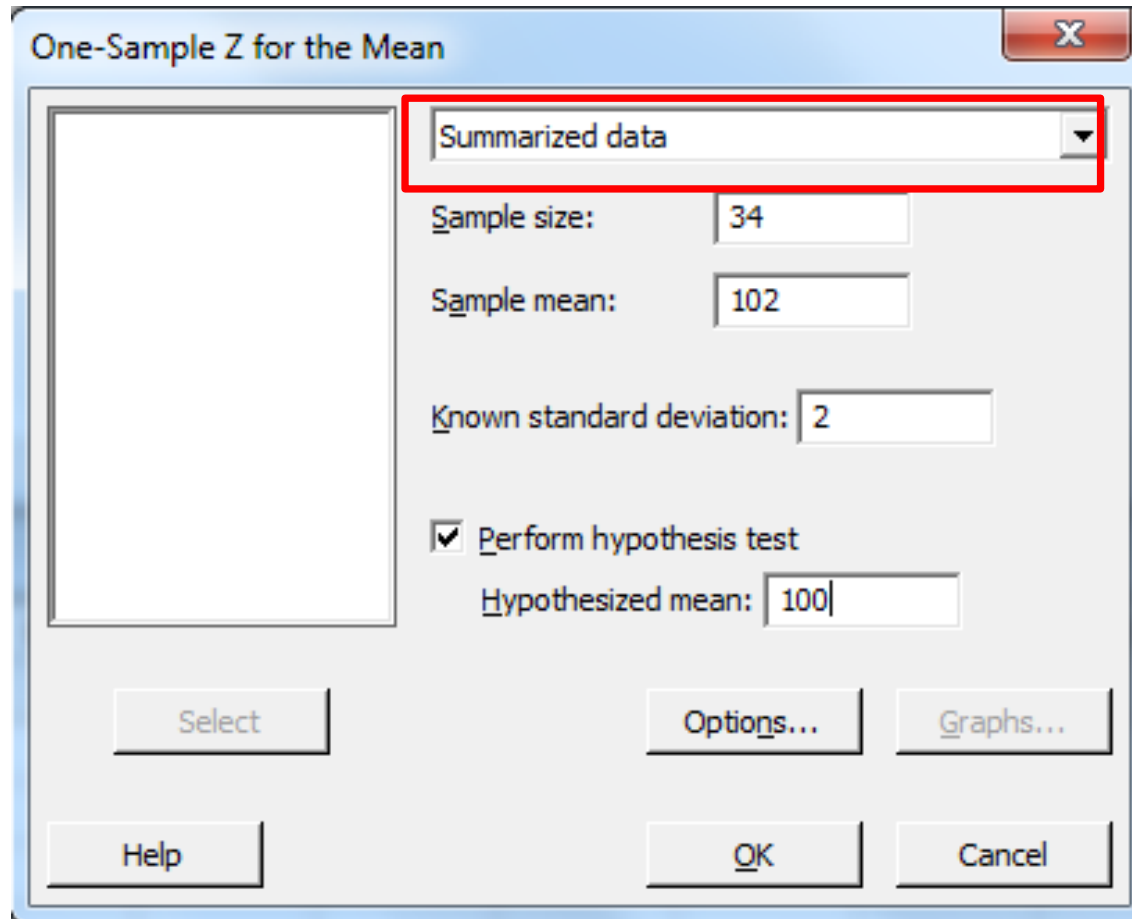
$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_x}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$Z = \frac{102 - 100}{2 / \sqrt{34}} = 5,83$$



$Z_{hesap}$  değeri  $H_0$  **RET** bölgesine düştüğü için  $H_0$  hipotezi reddedilir, yani vidaları boy ortalaması 100 mm'den farklıdır, **makinanın ayarı bozulmuştur.**

Stat > Basic Statistics > 1-Sample Z...



One-Sample Z for the Mean

Summarized data

Sample size: 34

Sample mean: 102

Known standard deviation: 2

Perform hypothesis test

Hypothesized mean: 100

Select Options... Graphs...

Help OK Cancel

**Örnek:** Bir CNC tezgahında üretilmekte olan vidaların boylarının ortalaması 100 mm, ve standart sapması 2 mm olan normal dağılım gösterdikleri bilinmektedir. Makinada olan bir arıza giderildikten sonra üretilen vidalardan alınan 34 vidalık bir örneğin boy ortalaması 102 mm olarak bulunmuştur. Makinadaki arıza giderilirken vidaların boyunun ayarı bozulmuş mudur? (%5 hata riski ile)

## One-Sample Z

Test of  $\mu = 100$  vs  $\neq 100$

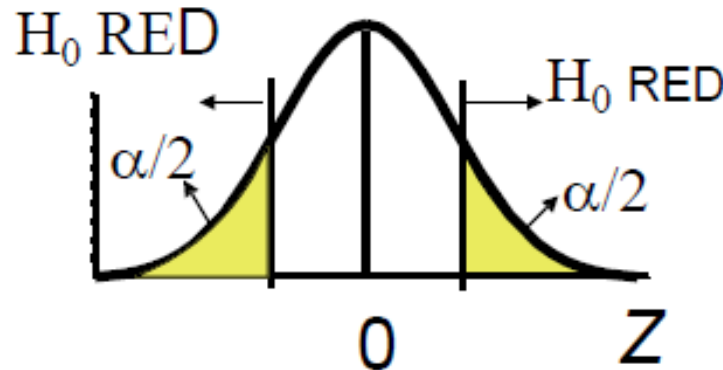
The assumed standard deviation = 2

N	Mean	SE Mean	95% CI	Z	P
34	102.000	0.343	(101.328; 102.672)	5.83	0.000

*Hesaplanan P değeri  $\alpha$  riskinden küçükse  $H_a$  kabul edilir. Büyükse  $H_0$  ret edilemez.*

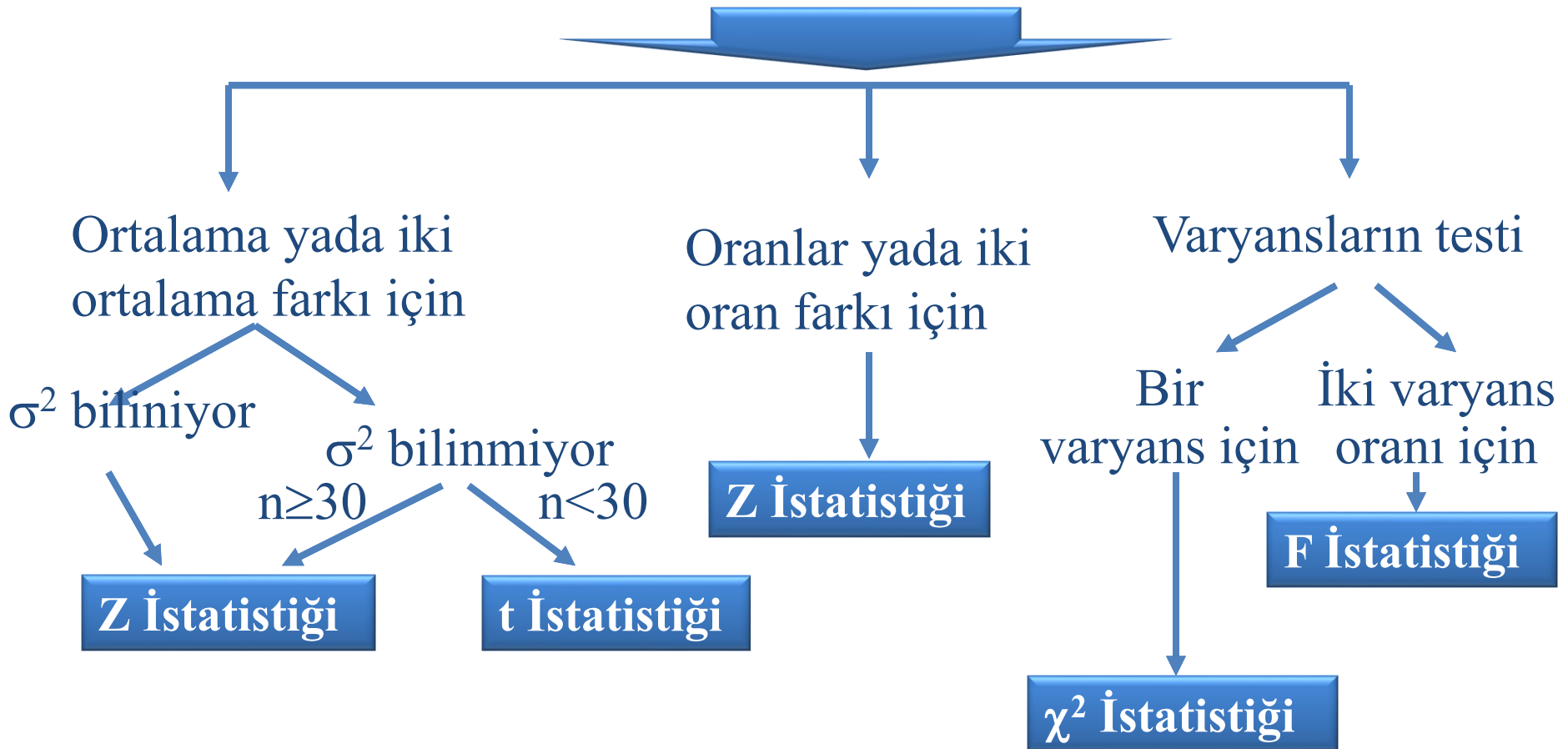
■ Süreç ile ilgili toplanan veriler değerlendirilirken **Sinyal (önemli girdiler)** ve **Gürültü (diğer girdiler)** arasında bir oran araştırılır (**Sinyal/Gürültü**).

- ➔ *Sinyal/Gürültü küçük ise sinyaller gürültüler içerisinde kaybolur ve “P” değeri yüksek çıkar,  **$H_0$  doğru** olur.*
- ➔ *Sinyal/Gürültü büyük ise sinyaller gürültülere göre baskındır ve “P” değeri düşük çıkar,  **$H_A$  doğru** olur.*



$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_A : \mu \neq \mu_0$$



**Örnek:** Fren mekanizması üreten bir firma tedarikçisinden fren teli satın almaktadır. Tedarikçi lokasyon değişikliği yaptığından onay için **30 adet** parça giriş kontrolde %100 ölçülmüştür. Firmanın lokasyon değişikliği öncesinde hedef değer olan **1,23 mm** ortalamasında çalıştığı bilindiğine göre lokasyon değişikliği sonrası önemli bir fark oluşmuş mudur?

**TelCap\_1 (.MTW)** dosyasını açınız.

## One-Sample T: Tel\_Cap\_1

Test of  $\mu = 1,23$  vs  $\neq 1,23$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
Tel_Cap_1	30	1,2425	0,0614	0,0112	(1,2195; 1,2654)	1,11	0,275

*Hesaplanan P değeri  $\alpha$  riskinden küçükse  $H_a$  kabul edilir. Büyükse  $H_0$  ret edilemez.*

**Örnek:** Fren mekanizması üreten bir firma tedarikçisinden fren teli satın almaktadır. Tedarikçi lokasyon değişikliği yaptığından onay için **30 adet** parça giriş kontrolde %100 ölçülmüştür. Firmanın lokasyon değişikliği öncesinde hedef değer olan **1,23 mm** ortalamasında çalıştığı bilindiğine göre lokasyon değişikliği sonrası önemli bir fark oluşmuş mudur?

## Descriptive Statistics: Tel\_Cap\_1

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Tel_Cap_1	30	0	1,2425	0,0112	0,0614	1,1033	1,1884	1,2533	1,2861	1,3812

$$H_0 : \mu = 1,23 \text{ mm}$$

$$H_A : \mu \neq 1,23 \text{ mm}$$

$$t_{hes} = \frac{\bar{x} - \mu_x}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$t_{hes} = \frac{1,2425 - 1,23}{0,0614 / \sqrt{30}}$$

$$t_{hes} = 1,11$$

## *t* tablosu

df	$\alpha$									
	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.177	2.500	2.807	3.215
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.172	2.492	2.797	3.208
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.167	2.485	2.787	3.201
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.162	2.479	2.779	3.194
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.150	2.473	2.771	3.187
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.154	2.467	2.763	3.180
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.150	2.462	2.756	3.173
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.147	2.457	2.750	3.166
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.123	2.423	2.704	3.119



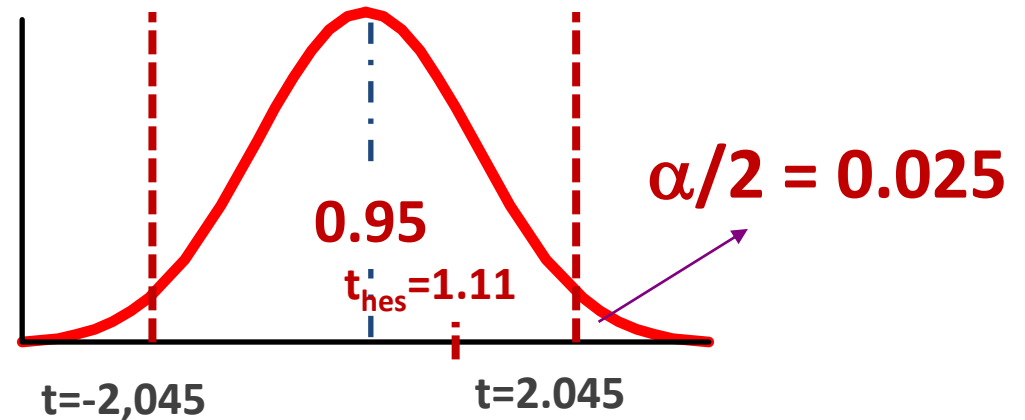
Degrees of freedom (df)

Serbestlik derecesi =  $n-1 \rightarrow 30-1 = 29$

$H_0$ 'ı red et

$H_0$ 'ı red etme

$H_0$ 'ı red et



$t_{hes} = 1,11$  olduğuna göre  
 $H_0$  hipotezini ret edemeyiz.

Stat > Basic Statistics > 1-Sample t...

One-Sample t for the Mean

C1	Tel_Cap_1
C2	B

One or more samples, each in a column

Tel\_Cap\_1

Perform hypothesis test

Hypothesized mean: 1,23

Select Options... Graphs...

Help OK Cancel

**Soru :** Metal sektöründe faaliyet gösteren bir üretici tedarikçiden S420 çeliğinde yapılan bir maliyet düşürme projesi sonucunda akma geriliminde bir fark olup olmadığını test etmek istiyor. Bunun için gelen 1000 adet üründen rastgele 30 tanesi teste sokuluyor . (*Referans ürün örneği: AkmaGerilimi* ).

**AkmaGerilimi (.mwx)** dosyasını açınız.



## Assistant > Hypothesis Test > 2-Sample t...

Assistant – Hypothesis Tests



### Choose a Hypothesis Test

What is your objective?

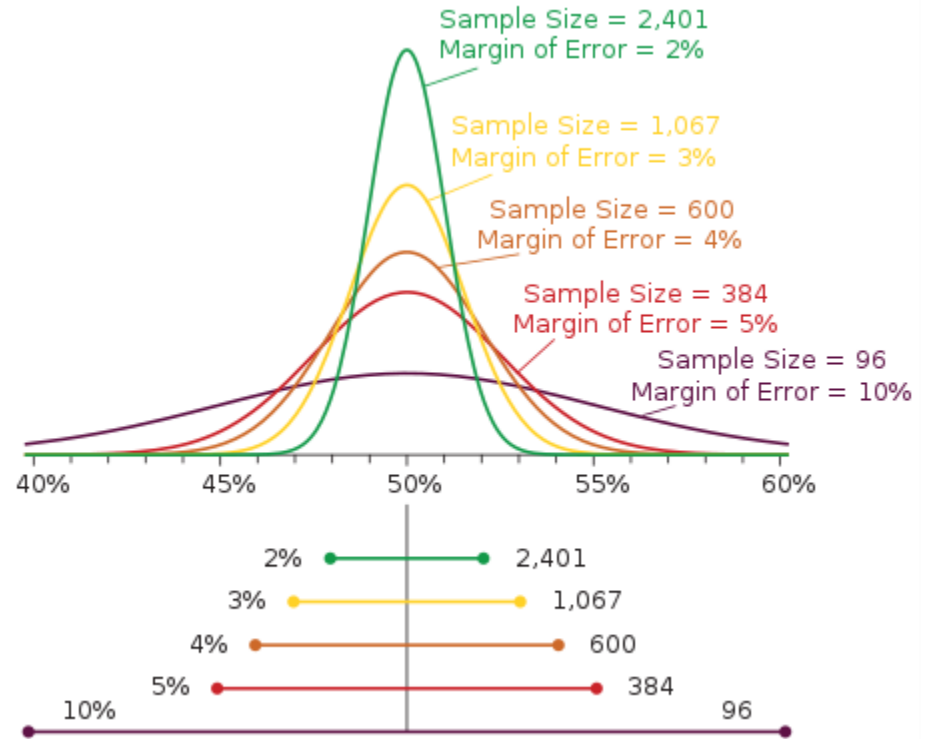
- Compare one sample with a target
  - Help Me Choose
  - PERFORM A TEST
    - $\mu$  1-Sample t
    - $\sigma$  1-Sample Standard Deviation
    - $p$  1-Sample % Defective
    - Chi-Square Goodness-of-Fit
- Compare two samples with each other
  - Help Me Choose
  - PERFORM A TEST
    - $\mu$  2-Sample t
    - $\mu - \mu$  Paired t
    - $\sigma$  2-Sample Standard Deviation
    - $p$  2-Sample % Defective
    - Chi-Square Test for Association
- Compare more than two samples
  - Help Me Choose
  - PERFORM A TEST
    - $\mu$  One-Way ANOVA
    - $\sigma$  Standard Deviations Test
    - $p$  Chi-Square % Defective
    - Chi-Square Test for Association

Close

## 🔍 Power and Sample Size (Ölçüm için gerekli örnek sayısı hesaplama)

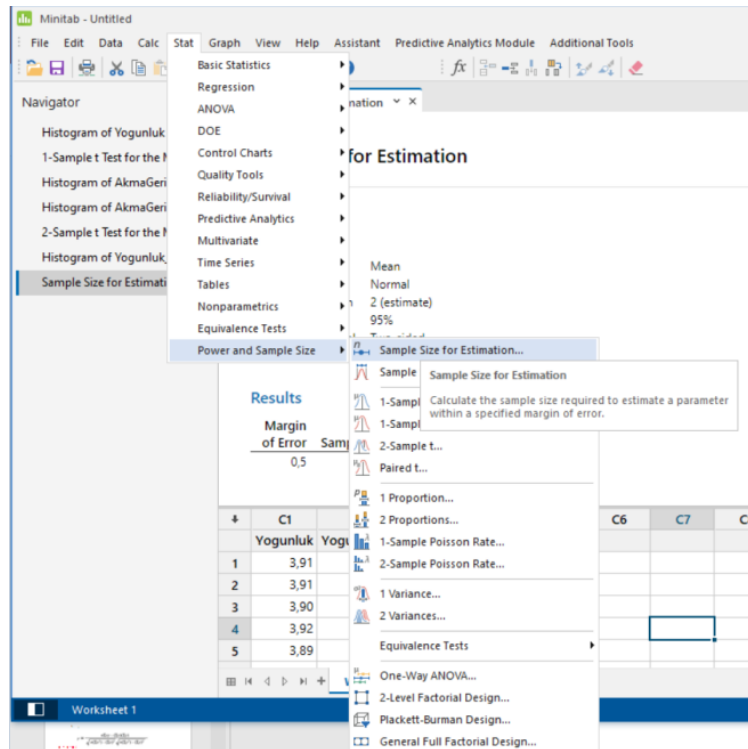
$$\text{Margin of Error} = Z \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Güven aralığı için hata oranı (%)



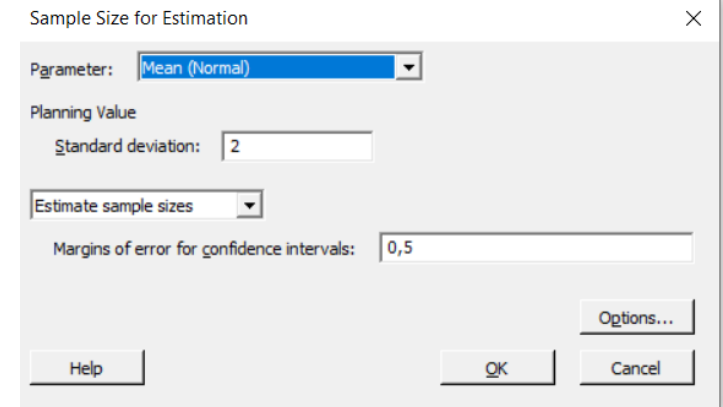
## 👉 Power and Sample Size (Ölçüm için gerekli örnek sayısı hesaplama)

📌 *Stat > Power and Sample Size > Sample Size for Estimation...*



Results

	Margin of Error	Sample Size
1	0,5	
4	C1	
1	3,91	
2	3,91	
3	3,90	
4	3,92	
5	3,89	



Sample Size for Estimation

Parameter: Mean (Normal)

Planning Value

Standard deviation: 2

Estimate sample sizes

Margins of error for confidence intervals: 0,5

Options...

Help OK Cancel

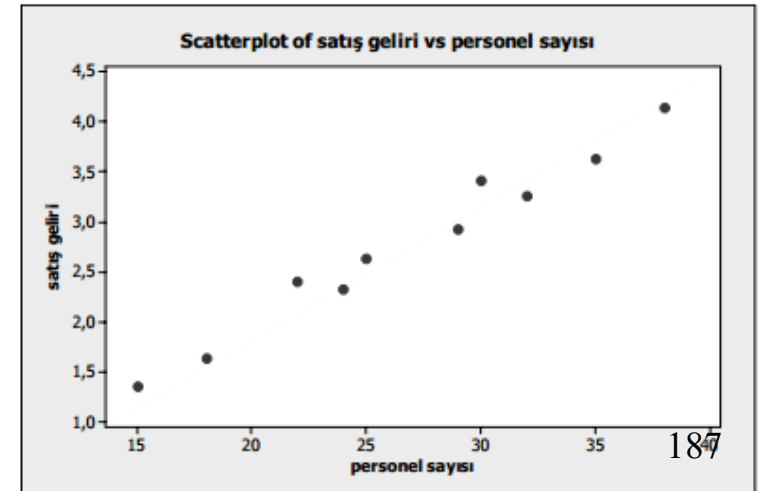
## KORELASYON ANALİZİ

Elimizdeki verilerle **iki değişken** ( $x,y$ ) arasındaki **ilişkinin gücünü ve yönünü** belirlemek için kullanılan bir analiz metotudur.

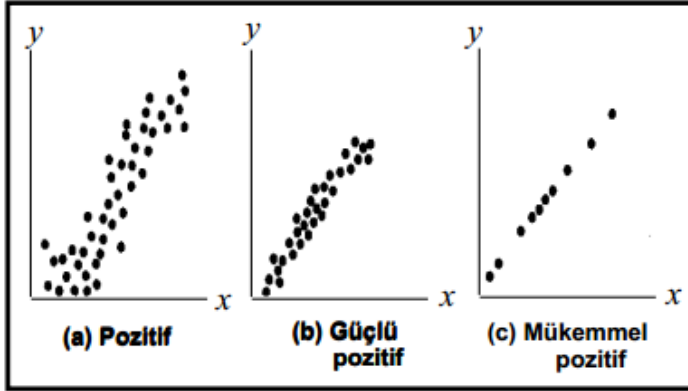
İlişki bir « $r$ » katsayısı ile belirlenir

- ➔  $r = 0$  ➔ Doğrusal bir **ilişki yok**
- ➔  $r > 0$  ➔ İki değişken arasında aynı yonde (**pozitif**) bir ilişki var,
- ➔  $r < 0$  ➔ Değişkenler arasında ters yönlü (**negatif**) bir ilişki söz konusudur.

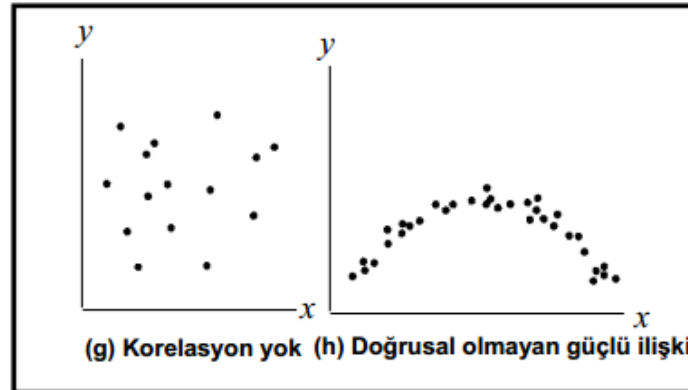
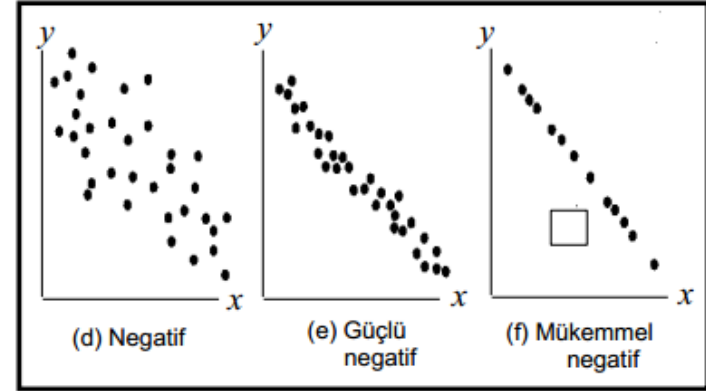
Her zaman için  $-1 \leq r \leq 1$  eşitsizliği geçerlidir.



## POZİTİF İLİŞKİ



## NEGATİF İLİŞKİ

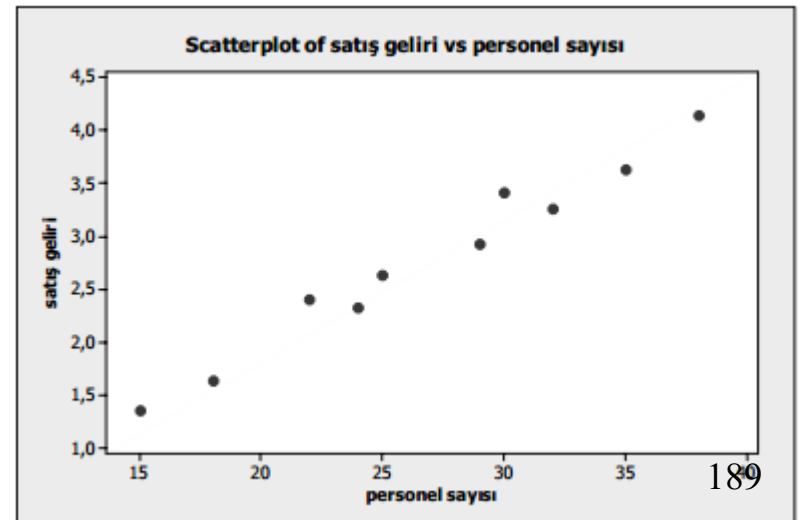


## KORELASYON KATSAYISI

Bir örnekteki x ve y ikili değerleri arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü ölçmektedir.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

- ➔  $-1 \leq r \leq 1$
- ➔ Mükemmel pozitif doğrusal ilişki olduğunda  $r = 1$  olur.
- ➔ Mükemmel negatif doğrusal ilişki olduğunda  $r = -1$  olur.
- ➔ Doğrusal ilişki yok ise  $r = 0$  olur.



**Örnek :** Bir şirkette bulunan satış personeli ile satış gelirleri arasında geçmiş yıllara göre elde edilen veriler aşağıdaki gibidir. **Satış Personel Sayısı** ile **Satış Geliri** arasındaki ilişkiyi gösteriniz.

Yıllar	Satış Personeli Sayısı (x)	Satış Gelirleri (yüz bin \$) (y)	$x^2$	$y^2$	xy
1999	15	1,35	225	1,8225	20,25
2000	18	1,63	324	2,6569	29,34
2001	24	2,33	576	5,4289	55,92
2002	22	2,41	484	5,8081	53,02
2003	25	2,63	625	6,9169	65,75
2004	29	2,93	841	8,5849	84,97
2005	30	3,41	900	11,6281	102,3
2006	32	3,26	1024	10,6276	104,32
2007	35	3,63	1225	13,1769	127,05
2008	38	4,15	1444	17,2225	157,7
<b>Toplamlar</b>	<b>268</b>	<b>27,73</b>	<b>7668</b>	<b>83,8733</b>	<b>800,62</b>

**Örnek :** Bir şirkette bulunan satış personeli ile satış gelirleri arasında geçmiş yıllara göre elde edilen veriler aşağıdaki gibidir. **Satış Personel Sayısı** ile **Satış Geliri** arasındaki ilişkiyi gösteriniz.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$
$$r = \frac{(10)(800,62) - (268)(27,73)}{\sqrt{(10)(7668) - (268)^2} \sqrt{(10)(83,8733) - (27,73)^2}}$$

$$r = 0.987$$

### Yorum

Satış Personeli ile Satış Geliri arasında **GÜÇLÜ POZİTİF İLİŞKİ** var.

**Örnek :** Hidroelektrik santral projesi için oluşturulan similator üzerinde maksimum verimlilik için deneyler yapılmıştır. Amaç 1 ton su ile maksimum miktarda elektrik enerjisi üretmektir.

**SuAkış(.MTW)** dosyasını açınız.

$$Y = f(X)$$

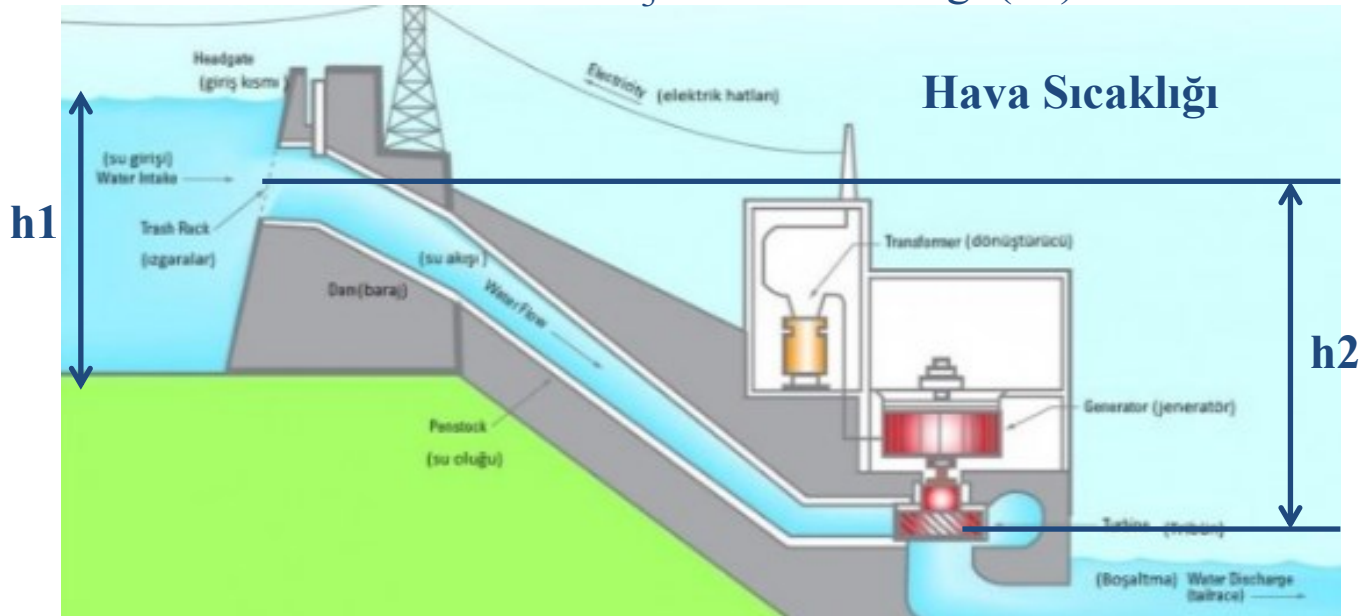
$Y_1 =$  Elektrik Enerjisi (kw/h)

$X_1 = h1 -$  Cebir boru önü su yüksekliği (m)

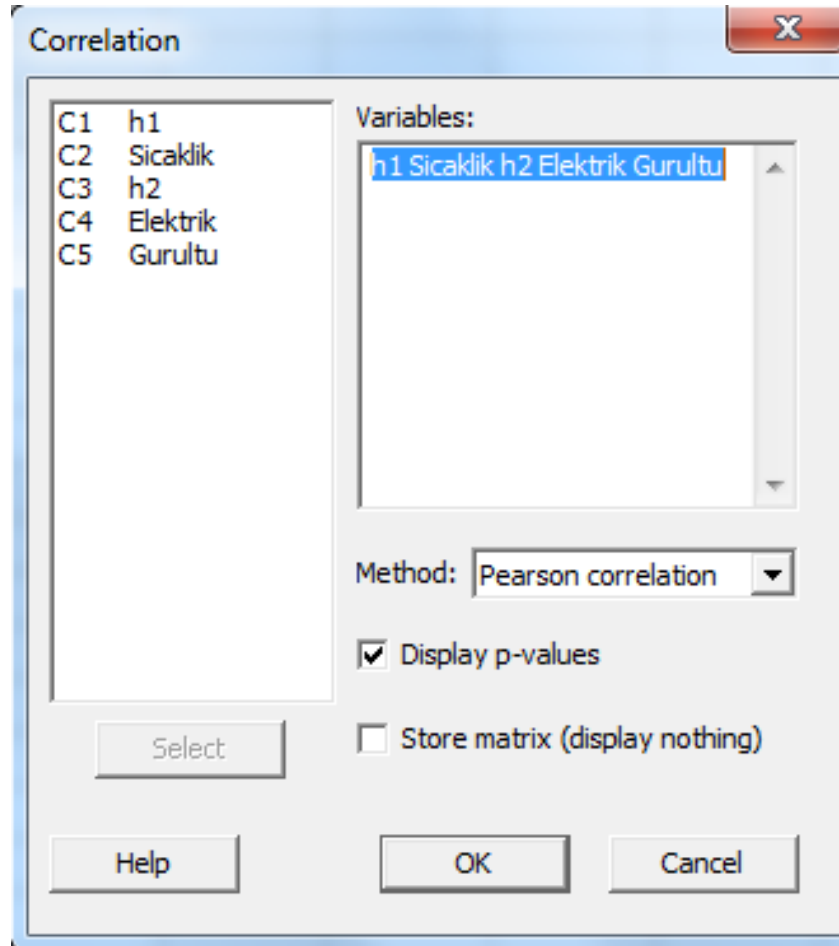
$Y_2 =$  Gürültü seviyesi (dB)

$X_2 = h2 -$  Su düşü yüksekliği (m)

$X_3 =$  Hava sıcaklığı ( $^{\circ}$ C)



Stat > Basic Statistics > Correlation



Stat > Basic Statistics > Correlation

## Correlation: h1; Sicaklik; h2; Elektrik; Gurultu

	h1	Sicaklik	h2	Elektrik
Sicaklik	0.658 0.000			
h2	0.894 0.000	0.360 0.000		
Elektrik	0.728 0.000	-0.024 0.815	0.869 0.000	
Gurultu	0.055 0.584	0.191 0.057	0.147 0.144	-0.102 0.312

## REGRESYON ANALİZİ

İki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir metottur. Analizde kullanılan tek bir değişken varsa **Tekli Regresyon**, birden fazla değişken varsa **Çoklu Regresyon** analizi olarak anılır.

- ✦  $x$  = bağımsız değişken (açıklayıcı değişken)
- ✦  $y$  = bağımlı değişken (açıklanan –yanıt- değişken)
- ✦  $e$  = hata payı
- ✦  $b_0$  (kesen),  $b_1$  (eğim) regresyon katsayıları
- ✦  $n$  = gözlem sayısı

Basit doğrusal regresyon modeli =  $Y_i = b_0 + b_1x_i + e_i \quad (i = 1,2,3\dots n)$

## REGRESYON ANALİZİ

	Anakütle Parametresi	Örnek istatistiği
Regresyon Eşitliğinde Kesen	$\beta_0$	$b_0$
Regresyon Eşitliğinin Eğimi	$\beta_1$	$b_1$
Regresyon Modeli	$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$	$\hat{y} = b_0 + b_1 x$

## ATIKLAR VE EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ

$$\text{Atıklar} = \varepsilon = ( y - \hat{y} )$$

## EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ

$\Sigma \varepsilon^2$  yi minimum yapan  $b_0$  ve  $b_1$  değerlerinin bulunmasıdır.

## EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ

$\beta_0$  ve  $\beta_1$  için En Küçük Kareler Tahminleyicileri

$$b_0 = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - (\sum x) (\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

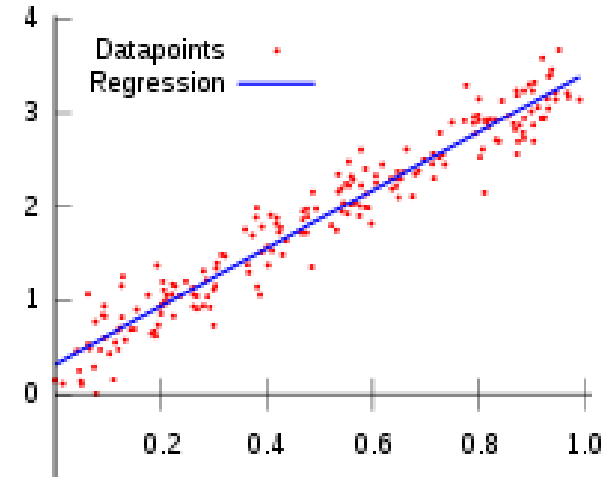
$$b_1 = \frac{n(\sum xy) - (\sum x) (\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Önce  $b_1$  bulunursa;  $b_0 = y - b_1x$

## STANDART HATA

- Gözlenen değerlerin regresyon doğrusu etrafında ne kadar yayıldığını gösteren sayıdır. Tahmin için standart hata  $S_{yx}$  olarak gösterilir.
- Katsayıları hesaplayarak kurduğumuz modelin güvenilirliği yani oluşturduğumuz modelin **popülasyonu ne kadar doğru temsil ettiği** örnekleme ait **standart hatanın** hesaplanması ile ölçülür.
- Tahminin standart hatası  $S_{yx}$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \hat{Y})^2}{n - 2}}$$



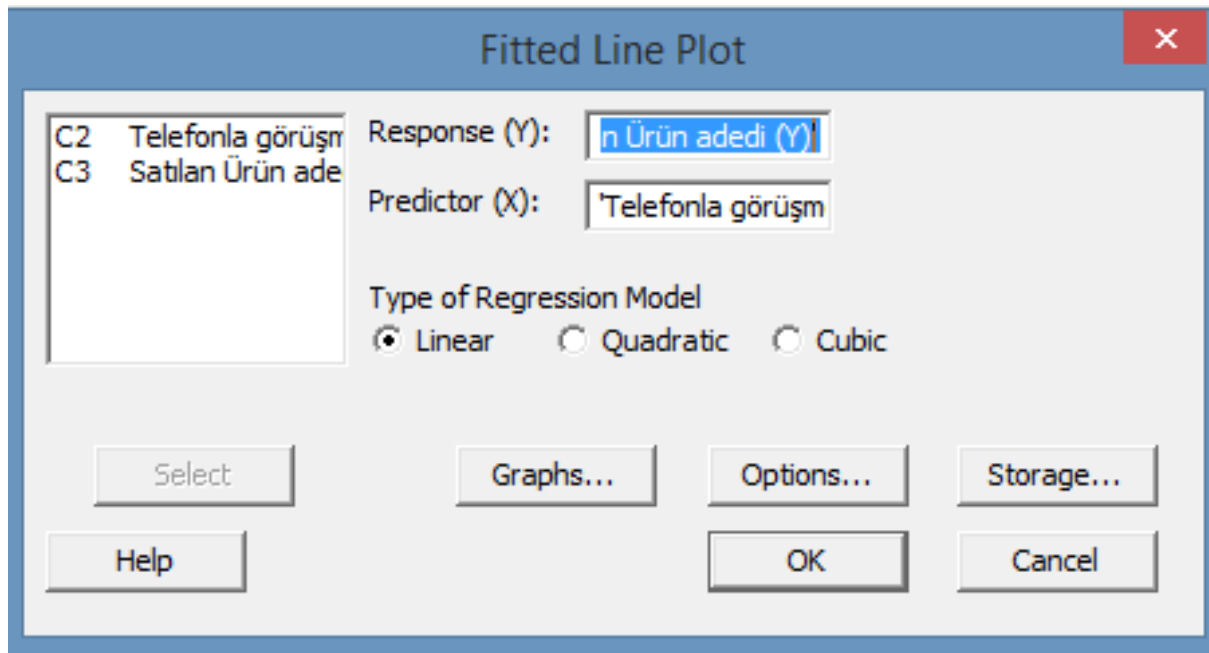
**Örnek:** Aşağıdaki listede bir şirkette satış personeline ait yapılan telefon görüşmesi ve satılan ürün adedi bilgileri verilmiştir.

- Regresyon modelini bulalım
- Standart hatayı ( $S_{yx}$ ) hesaplayalım

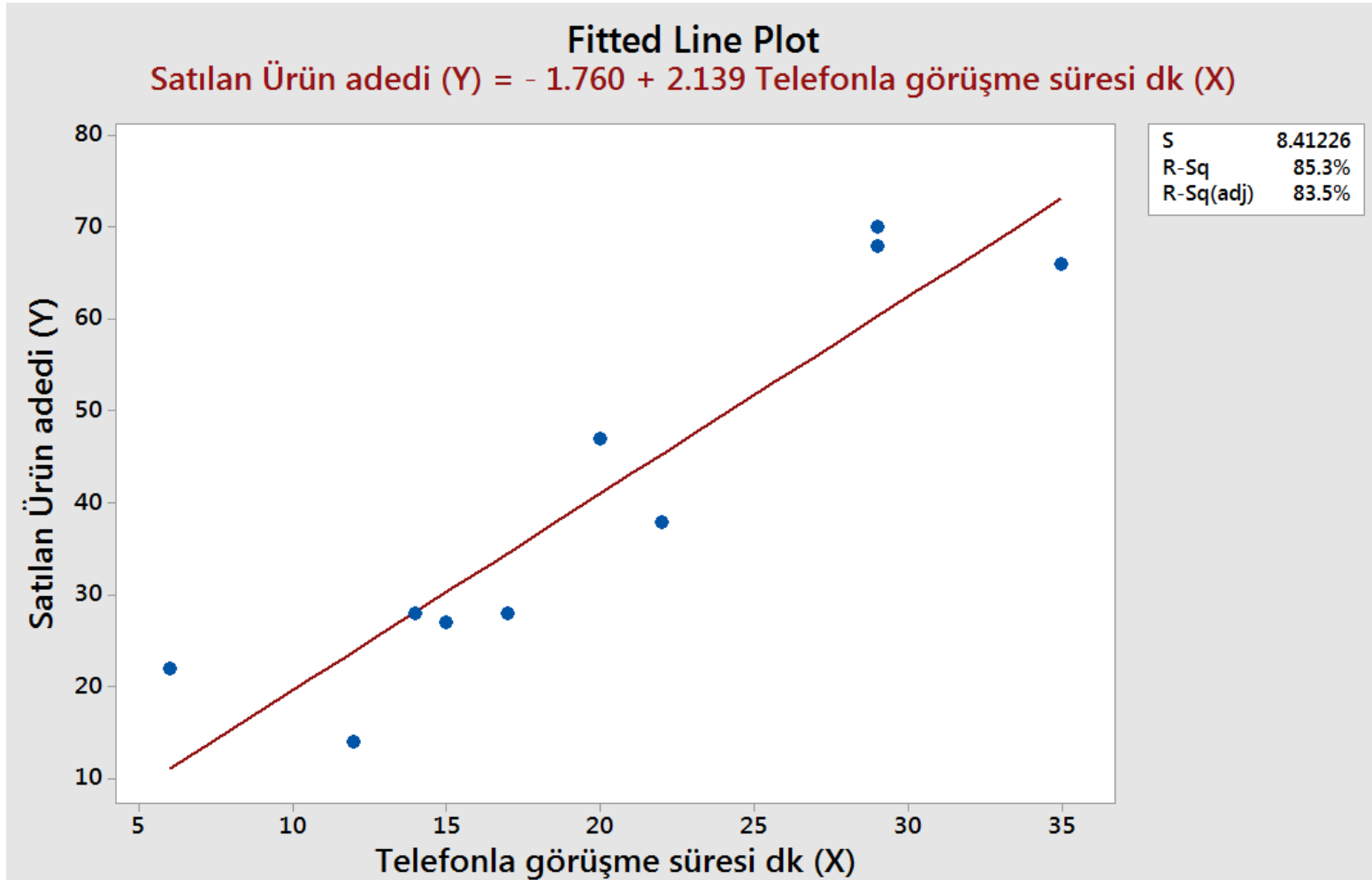
**Satılan Ürün (.MTW)** dosyasını açınız.

	Telefonla görüşme süresi dk (X)	Satılan Ürün adedi (Y)
Derya	14	28
Ayşe	35	66
Gulay	22	38
Ali	29	70
Erdem	6	22
Fatma	15	27
Hasan	17	28
Selim	20	47
Serhan	12	14
Goksel	29	68

Stat > Regression > Fitted Line Plot



Stat > Regression > Fitted Line Plot



Stat > Regression > Fitted Line Plot

## Regression Analysis: Satılan Ürün adedi (Y) versus Telefonla görüşme süresi dk (X)

The regression equation is

Satılan Ürün adedi (Y) = - 1,760 + 2,139 Telefonla görüşme süresi dk (X)

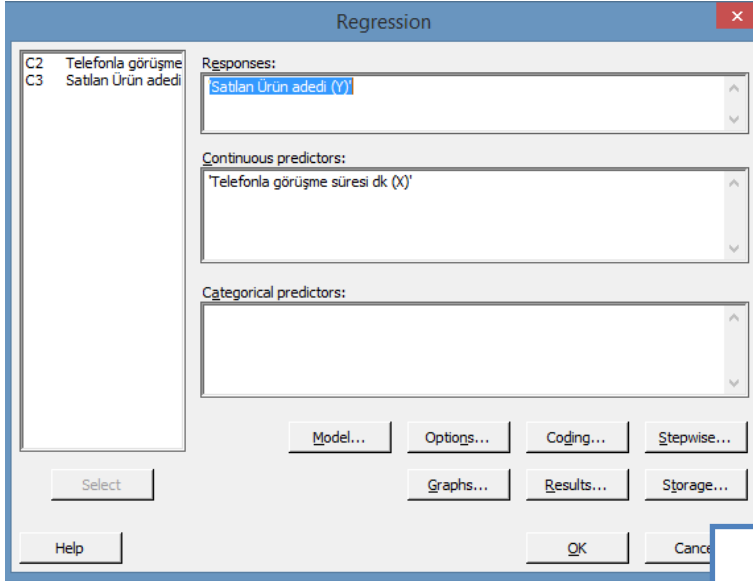
S = 8,41226    R-Sq = 85,3%    R-Sq(adj) = 83,5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	3297,47	3297,47	46,60	0,000
Error	8	566,13	70,77		
Total	9	3863,60			

Fitted Line: Satılan Ürün adedi (Y) versus Telefonla görüşme süresi dk (X)

## Stat > Regression > Regression > Fit Regression Model...



### Regression Analysis: Satılan Ürün adedi (Y) versus Telefonla görüşme süresi dk (X)

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	3297,47	3297,47	46,60	0,000
Telefonla görüşme süresi dk (X)	1	3297,47	3297,47	46,60	0,000
Error	8	566,13	70,77		
Lack-of-Fit	7	564,13	80,59	40,29	0,121
Pure Error	1	2,00	2,00		
Total	9	3863,60			

#### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
8,41226	85,35%	83,52%	73,43%

#### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-1,76	6,78	-0,26	0,802	
Telefonla görüşme süresi dk (X)	2,139	0,313	6,83	0,000	1,00

#### Regression Equation

Satılan Ürün adedi (Y) = -1,76 + 2,139 Telefonla görüşme süresi dk (X)

## GÜVEN ARALIğININ HESAPLANMASI

- ✿ Güven aralığı hesaplanmasında kullanılacak test türü gözlem sayısına göre seçilir;

**$n < 30$  ise t istatistiği,  
 $n \geq 30$  ise z istatistiği kullanılmalıdır.**

- ✿ Güven aralığında eşitsizliğin sol kısmı (küçük değer) alt sınır, sağ (büyük değer) ise üst sınırdır.
- ✿ Belirli bir anlamlılık seviyesi ( $\alpha$ ) üzerinden güven aralığı tespit edilir.

# Ortalama İçin Güven Aralığı

Ortalama için Güven Aralıkları nasıl hesaplarım?

Minimum Güven Sınırı

$$\bar{x} - t \text{ value} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Maksimum Güven Sınırı

$$\bar{x} + t \text{ value} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

s = Örnek Stnd Sapma

n = Örnek Büyüklüğü

X-bar= Örnek Ortalaması

t = T tablosundan değer (ek 2) (dep. of (n-1) en  $\alpha/2$ )

$\alpha$  = alfa risk

(s/ $\sqrt{n}$ ) = Standart Hata

$$\bar{x} - t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

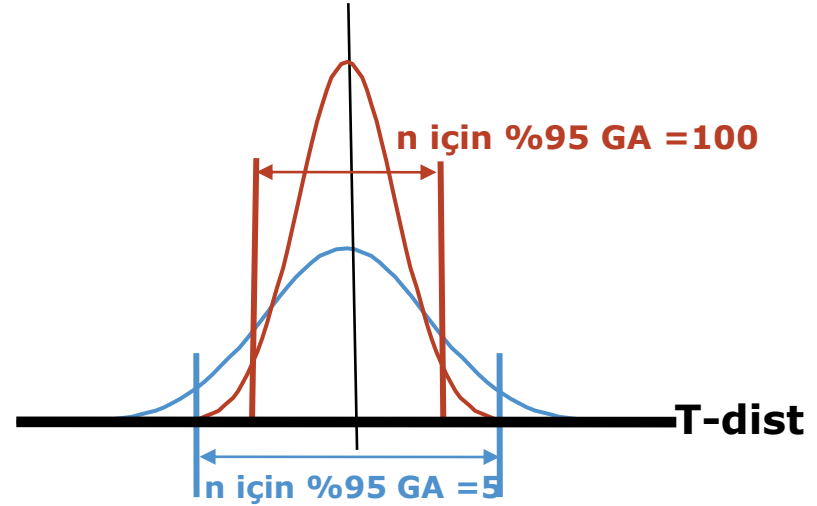
(Greater Than) (Less Than)

Populasyon Ortalaması

# t-Distribution (Dağılımı)

- T-Dağılımı, örneklem büyüklüğüne bağlı bir çan şeklindeki (Normal görünüm) dağılım ailesidir.
- Numune büyüklüğü ne kadar küçük olursa dağılım o kadar geniş ve düz olur.
- Farklı numune büyüklükleri için %95 GA'nın t değerleri hakkında fikir vermek için aşağıdaki tabloya bakabiliriz:

Örnek	t-Değeri
5	2.78
10	2.26
20	2.09
30	2.05
100	1.98
1000	1.96




\* % 95 Güven Aralığı için,  $\alpha = .05$ . Bu nedenle, iki kuyruk dağılımı için :  $\alpha/2 = .05/2 = .025$

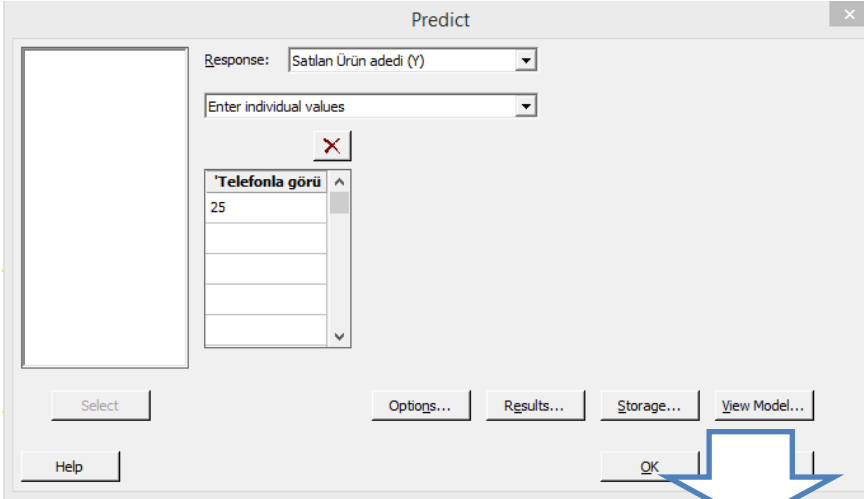
**Örnek:** Aşağıdaki listede bir şirkette satış personeline ait yapılan telefon görüşmesi ve satılan ürün adedi bilgileri verilmiştir.

c) 25 dk görüşme yapan satış uzmanlarının sattığı ürün sayısını %95 güven aralığında hesaplayalım.

**SatılanUrun (.MTW)** dosyasını açınız.

	Telefonla görüşme süresi dk (X)	Satılan Ürün adedi (Y)
Derya	14	28
Ayşe	35	66
Gulay	22	38
Ali	29	70
Erdem	6	22
Fatma	15	27
Hasan	17	28
Selim	20	47
Serhan	12	14
Goksel	29	68

 *Stat > Regression > Regression > Predict*



The image shows the Minitab 'Predict' dialog box. The 'Response' is set to 'Satılan Ürün adedi (Y)'. The 'Enter individual values' dropdown is set to '25'. The 'Telefonla görüşme süresi dk (X)' variable is selected in the list. The 'OK' button is highlighted with a blue arrow.

## Prediction for Satılan Ürün adedi (Y)

Regression Equation

Satılan Ürün adedi (Y) = -1.76 + 2.139 Telefonla görüşme süresi dk (X)

Variable	Setting
Telefonla görüşme süresi dk (X)	25

Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
51.7074	3.10320	(44.5515; 58.8634)	(31.0309; 72.3839)

## MODELİN BELİRLİLİK KATSAYISININ HESAPLANMASI

Oluşturduğumuz regresyon modelindeki değerlerin modele uyumluğunu belirlilik katsayısı ile buluruz. Belirlilik katsayısı « $R^2$ » ile gösterilir.

- $R^2$  bağımlı değişkendeki değişimin **% oranla** kaçının bağımsız değişken tarafından açıklandığını gösterir.
- $R^2$  **1**'e yaklaştıkça modelin uygunluğu artmış demektir.
- $0 \leq R^2 \leq 1$  ise modelde dışlanan değişken yoktur.

## MODELİN BELİRLİLİK (DETERMINASYON) KATSAYISININ HESAPLANMASI

$$R^2 = \frac{\text{Regresyon Kareler Toplamı}}{\text{Genel Kareler Toplamı}}$$

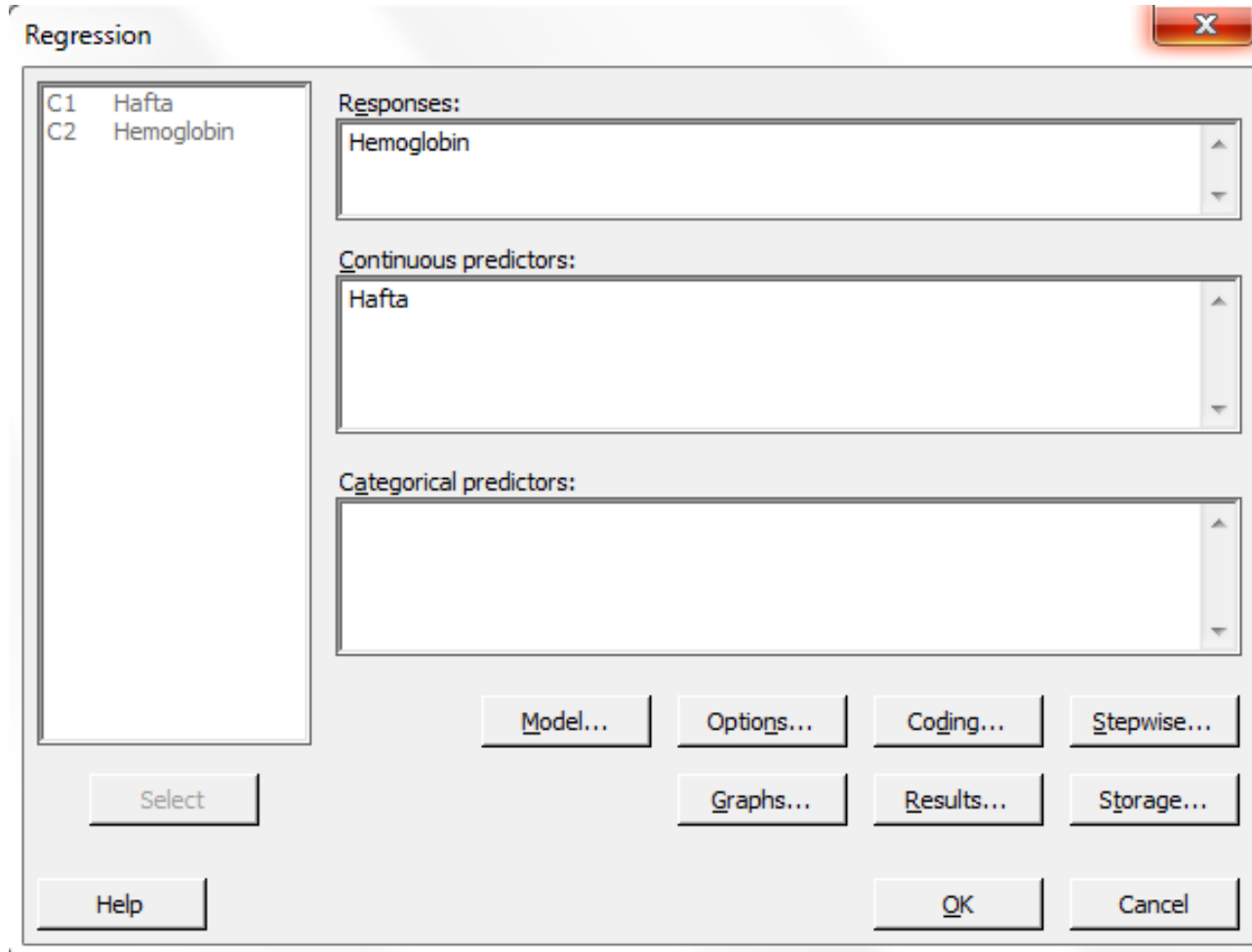
$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} = \frac{RKT}{GKT}$$

**Örnek:** Hamilelik haftası ile hemoglobin düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunmakta mıdır? **Basit doğrusal regresyon modelini** oluşturarak eğim parametresinin **anlamlılığını** test edelim

**Hamilelik (.MTW)** dosyasını açınız.

No	Hafta	Hemoglobin	No	Hafta	Hemoglobin
1	33	10.8	11	33	10.5
2	33	9.5	12	30	11.0
3	23	14.2	13	35	10.9
4	34	9.7	14	25	14.0
5	32	11.2	15	22	13.8
6	35	9.7	16	28	12.9
7	30	12.1	17	27	12.8
8	23	13.0	18	29	11.0
9	28	12.0	19	24	13.5
10	26	13.2	20	31	10.8

Stat > Regression > Regression > Fit Regression Model



## Stat > Regression > Regression > Fit Regression Model

### Regression Analysis: Hemoglobin versus Hafta

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	36,983	36,9825	102,74	0,000
Hafta	1	36,983	36,9825	102,74	0,000
Error	18	6,479	0,3600		
Lack-of-Fit	12	3,103	0,2586	0,46	0,881
Pure Error	6	3,377	0,5628		
Total	19	43,462			

#### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,599976	85,09%	84,26%	81,34%

#### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	21,454	0,959	22,37	0,000	
Hafta	-0,3313	0,0327	-10,14	0,000	1,00

#### Regression Equation

Hemoglobin = 21,454 - 0,3313 Hafta

**Model**

## Belirtme katsayısı (determinasyon katsayısı)

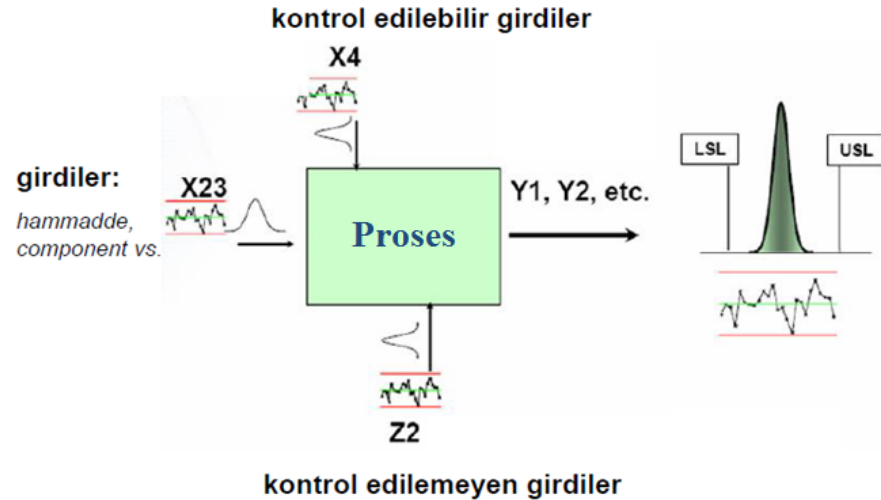
Belirtme katsayısı, doğrusal modelin uyum iyiliğinin en iyi ölçüsüdür. Bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken (ler) tarafından açıklandığını ifade eder. Bu durum, regresyon modelinin açıklayıcılık gücünün iyi bir göstergesidir. ( $R^2$ )

Hemoglobin düzeyindeki değişimin **%85**'nin hamileliğin bulunduğu hafta ile açıklanabileceği hesaplanmıştır.

## ÇOKLU REGRESYON MODELİ

İşletmelerde, doğada, hayatın her alanında bağımlı değişkeni (**çıktı**) etkileyen birden çok bağımsız değişken (**girdi**) olabilir. Bu durumda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken ile ilişkilerini göstermek için **çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis)** kullanılır.

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_kX_k + e$$
$$= a_0 + \sum a_r X_r + e$$



## İKİ BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLİ REGRESYON MODELİ

- Üzerinde hesaplama yapacağımız model **iki bağımsız değişken** ( $X_2$  ve  $X_3$ ) ile bir **bağımlı değişken** ( $Y$ ) içeren;

$$Y = a + bX_2 + cX_3 + e_i$$

- Tahmin modeli ise;

$$\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}X_2 + \hat{c}X_3$$

$$\text{Hata terimi} = e = Y - \hat{Y}$$

**Örnek:** Kek üreten bir firma satışları ile fiyat ve reklam giderleri arasında bir bağlantı saptamak istemektedir. 15 haftalık veri aşağıdaki gibidir.

- a) Satış fiyatı **\$5.50** ve reklam harcaması **\$3.5** için tahmini haftalık satış miktarını bulalım

**KEKSATIS (.MTW)** dosyasını açınız.

Hafta	Kek Satışı	Fiyat	Reklam Gideri
1	350	5,5	3,3
2	460	7,5	3,3
3	350	8	3
4	430	8	4,5
5	350	6,8	3
6	380	7,5	4
7	430	4,5	3
8	470	6,4	3,7
9	450	7	3,5
10	490	5	4
11	340	7,2	3,5
12	300	7,9	3,2
13	440	5,9	4
14	450	5	3,5
15	300	7	2,7

*Stat > Regression > Predict*

## Prediction for KEK SATIS

Regression Equation

KEK SATIS = 307 - 25.0 FİYAT + 74.1 REKLAM

Variable	Setting
FİYAT	5.5
REKLAM	3.5

Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
428.622	17.2126	(391.118; 466.125)	(318.617; 538.626)

## BELİRLİLİK (DETERMİNASYON) KATSAYISI

- ✿ Bağımlı değişken Y'deki toplam varyasyonun tüm X değişkenleri tarafından açıklanan oranını ifade eder.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\text{Regression Sum of Squares}}{\text{Total Sum of Squares}}$$

## ANOVA TABLOSU

### Regression Analysis: KEK SATIS versus fiyat; REKLAM

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	29460	14730	6,54	0,012
fiyat	1	11976	11976	5,32	0,040
REKLAM	1	18360	18360	8,15	0,014
Error	12	27033	2253		
Total	14	56493			

$$R^2 = \frac{29460}{56493} = 0.5215$$

## DÜZELTİLMİŞ (ADJUSTED) $R^2$

Regresyon modelleri için denkleme yeni değişken ilavesi durumunda  $R^2$  değeri genellikle artış yönünde eğilim göstermektedir. Bu nedenle  $R^2$  belirlilik katsayısı çoklu modellerde genellikle yeterli değildir. Bu yüzden anlamlı bir test yapabilmek için çoklu modellerde düzeltilmiş  $R^2$  hesaplanmalıdır.

$n$  = gözlem sayısı

$k$  = bağımlı ve bağımsız değişken sayısı

$$R_{\text{adj}}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{(n-1)}{(n-k)}$$

**Örnek:** Kek üreten bir firma satışları ile fiyat ve reklam giderleri arasında bir bağlantı saptamak istemektedir. 15 haftalık veri aşağıdaki gibidir.

a) Elde edilen regresyon modeline göre düzeltilmiş  $R^2$  değeri nedir?

## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	29460	14730	6,54	0,012
FİYAT	1	11976	11976	5,32	0,040
REKLAM	1	18360	18360	8,15	0,014
Error	12	27033	2253		
Total	14	56493			

## Model Summary

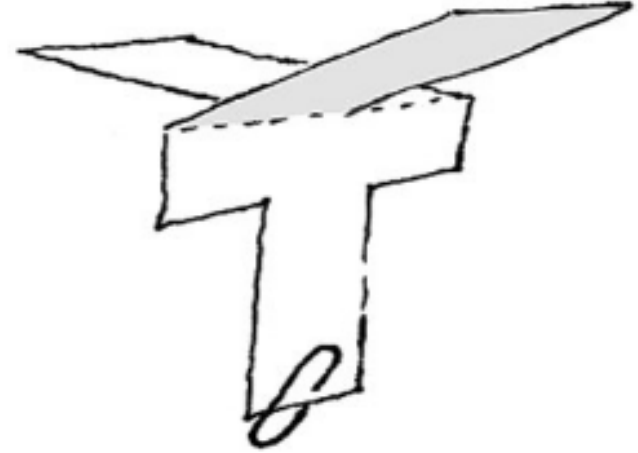
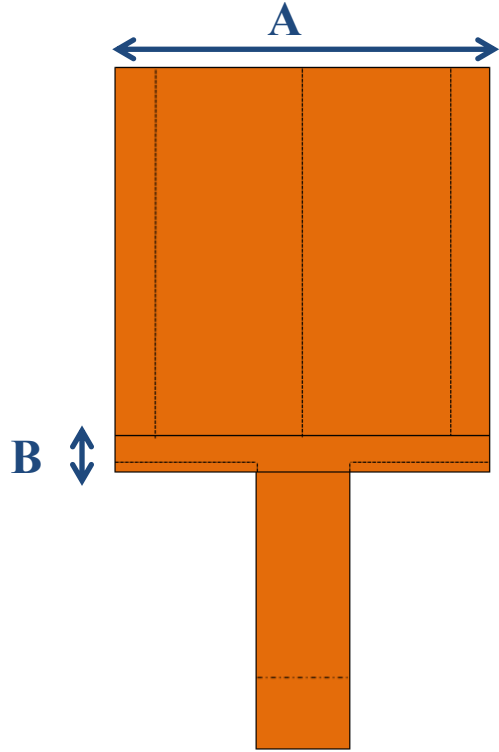
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
47,4634	52,15%	44,17%	35,80%

Hafta	Kek Satışı	Fiyat	Reklam Gideri
1	350	5,5	3,3
2	460	7,5	3,3
3	350	8	3
4	430	8	4,5
5	350	6,8	3
6	380	7,5	4
7	430	4,5	3
8	470	6,4	3,7
9	450	7	3,5
10	490	5	4
11	340	7,2	3,5
12	300	7,9	3,2

## Yorum

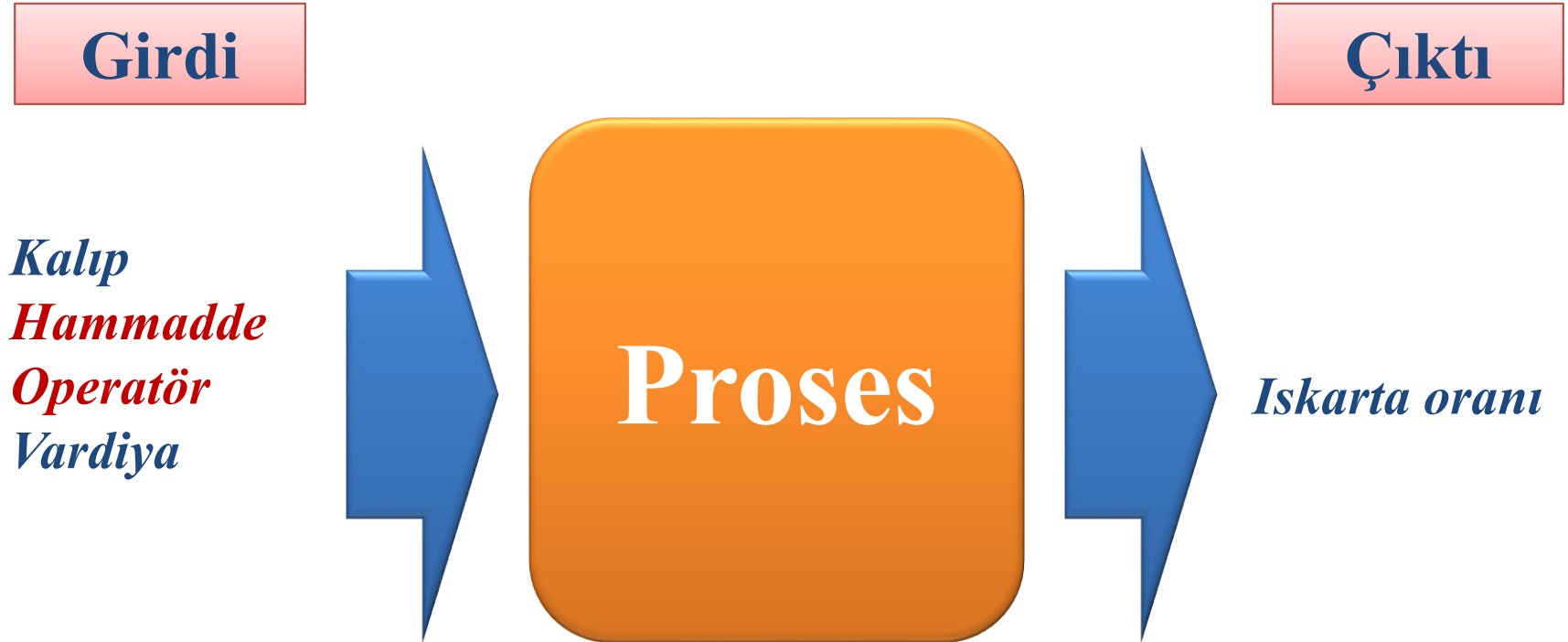
Kek satışlarındaki toplam değişimin **44.2%**'i fiyatlardaki ve reklam harcamalarındaki değişimle açıklanabilmektedir.

# Helikopter Deneyi



Proses Girdileri (X'ler)		Uçuş Süresi (Y sn)	
Kanat Genişliği (A)	48	41	
Gövde Genişliği (B)	22	18	
Yükseklik (C)			

- Kontrol edilebilir girdiler arasında **etki-gürültü** faktörlerini dikkate alarak deney sayısının minimumda tutulmasını amaçlar.



**Örnek:** Bir plastik parça imalatında kullanılan bir ham madde için 4 farklı tedarikçi bulunmaktadır. Hammadde tedarikçisinin kopma ıskartasına etkisi görülmek isteniyor. Ancak **kalıpların** da kopma ıskartasına neden olma ihtimali olduğu düşünülüyor.

**Kopma ıskarta (.MTW) dosyasını açınız.**

**Girdi**

*Kalıp (Gürültü)*

*Tedarikçi (Kontrol edilebilir girdi)*



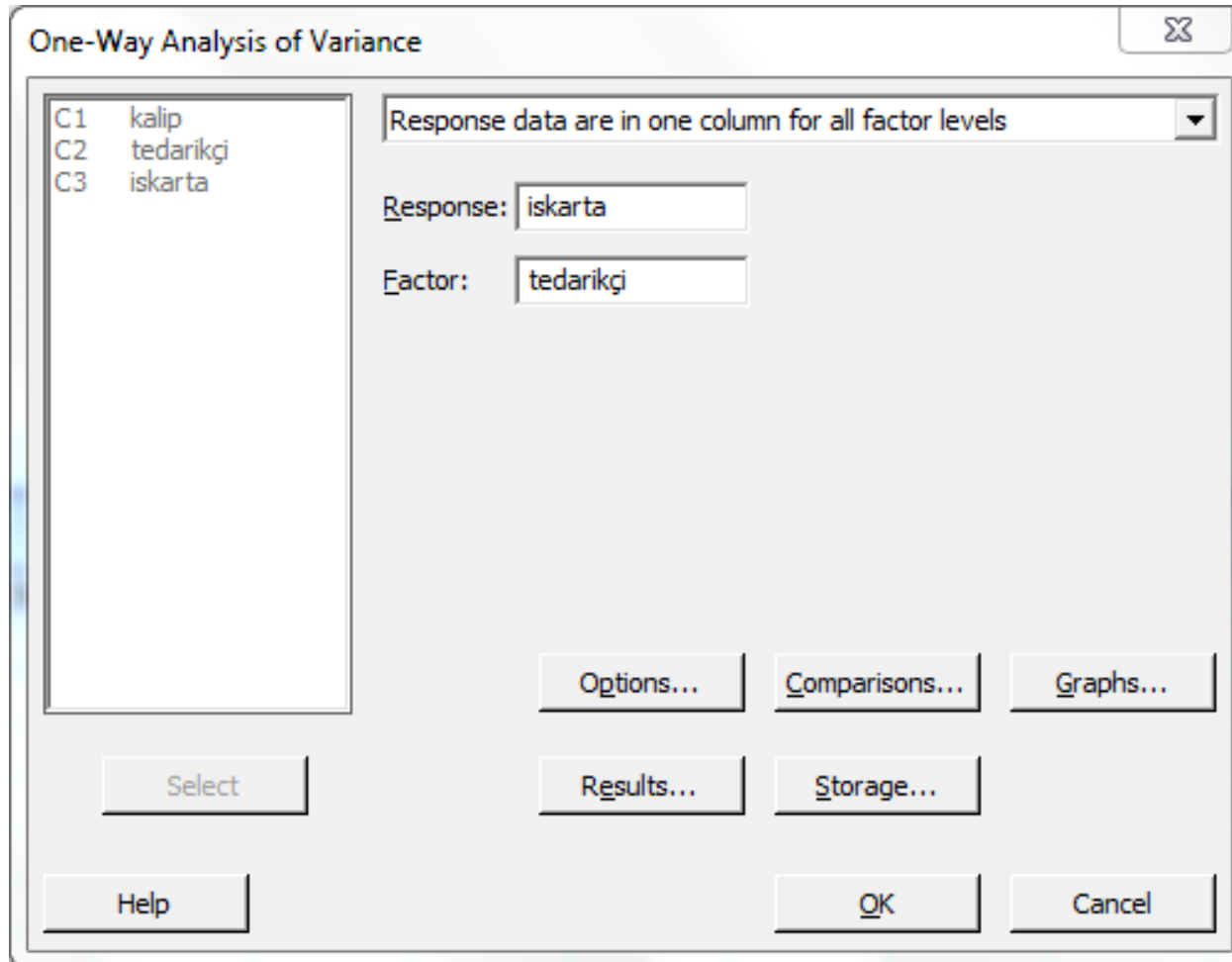
**Üretim**



**Çıktı**

*Kopma ıskartası*

Stat > ANOVA > One-Way...



Stat > ANOVA > One-Way...

## One-way ANOVA: iskarta versus tedarikçi

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
tedarikçi	3	0,3275	0,10917	1,75	0,211
Error	12	0,7500	0,06250		
Total	15	1,0775			

**$P > 0,05$**

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,25	30,39%	12,99%	0,00%

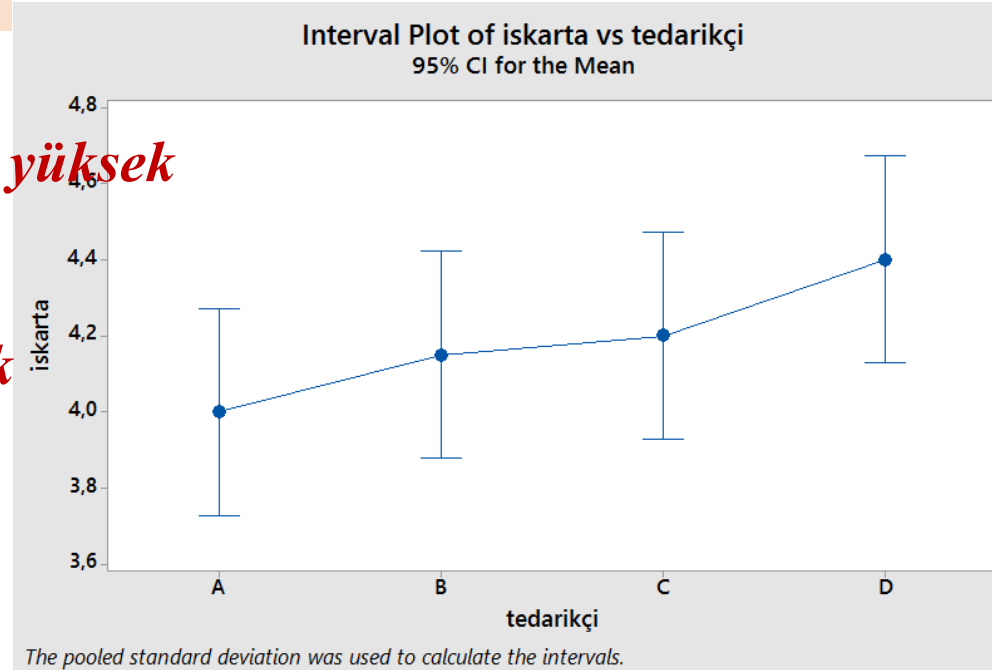
**0,75 Error çok yüksek**

**%12,99 Çok düşük**

Means

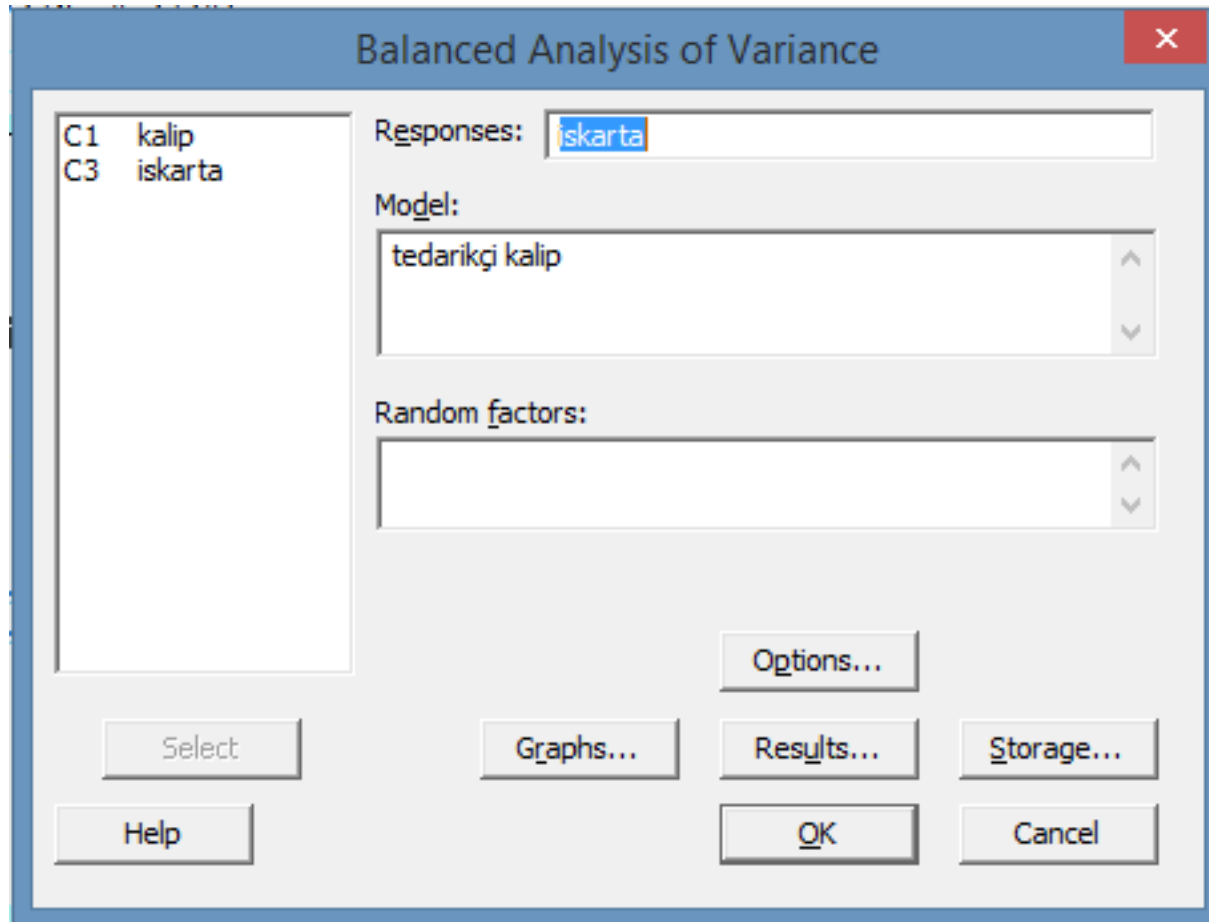
tedarikçi	N	Mean	StDev	95% CI
A	4	4,0000	0,1826	(3,7276; 4,2724)
B	4	4,150	0,332	(3,878; 4,422)
C	4	4,200	0,294	(3,928; 4,472)
D	4	4,4000	0,1414	(4,1276; 4,6724)

Pooled StDev = 0,25



Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...

*Analize Kalıp faktörü de eklenmelidir!*



Balanced Analysis of Variance

C1 kalip  
C3 iskarta

Responses: iskarta

Model:  
tedarikçi kalip

Random factors:

Select Help Options... Graphs... Results... Storage... OK Cancel

Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...

## ANOVA: iskarta versus tedarikçi; kalip

Factor	Type	Levels	Values
tedarikçi	fixed	4	A; B; C; D
kalip	fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance for iskarta

Source	DF	SS	MS	F	P
tedarikçi	3	0,32750	0,10917	6,24	0,014
kalip	3	0,59250	0,19750	11,29	0,002
Error	9	0,15750	0,01750		
Total	15	1,07750			

*P değeri düştü*

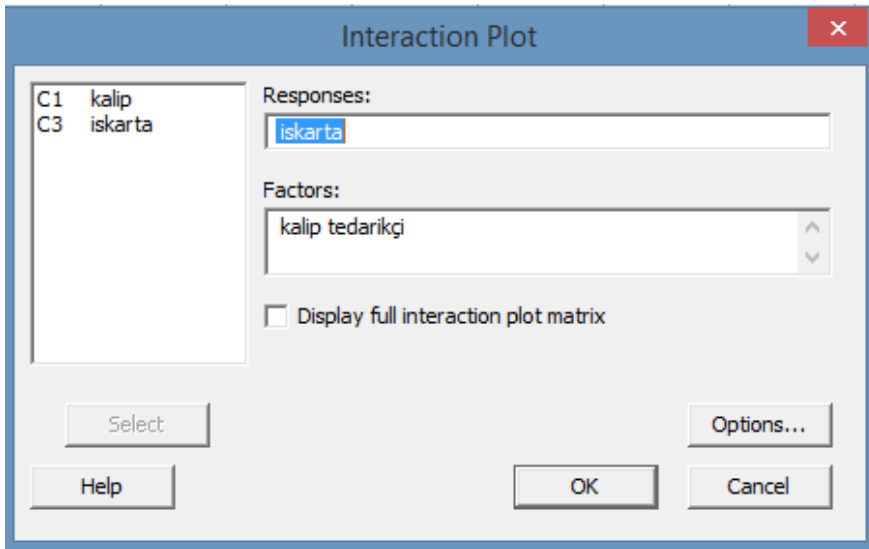
S = 0,132288    R-Sq = 85,38%    R-Sq(adj) = 75,64%

**SS Error (1.Analiz) = SS kalip + SS Error (2.Analiz)**

$$0,75 = 0,59250 \text{ (kalip)} + 0,15750$$

Stat > ANOVA > Interaction Plot...

Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart...



Interaction Plot

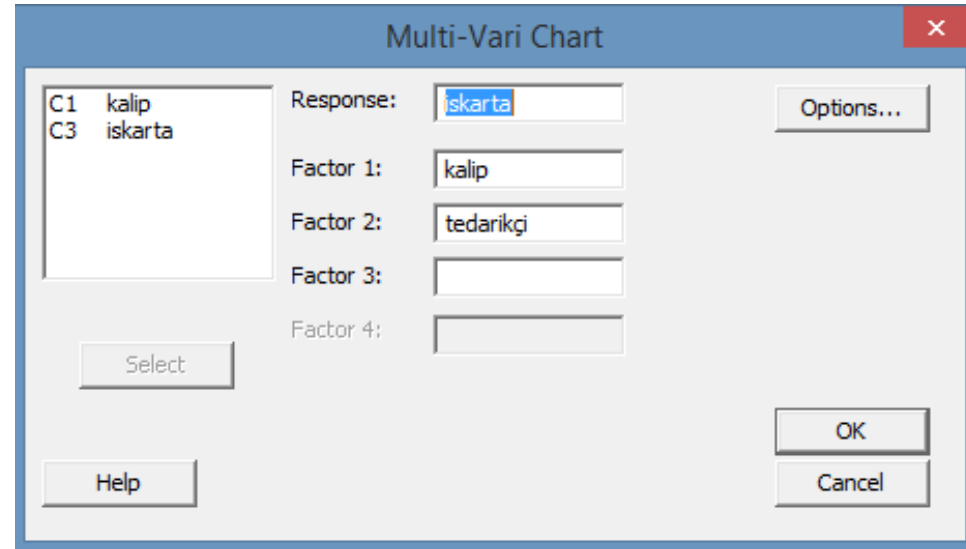
C1 kalip  
C3 iskarta

Responses:  
iskarta

Factors:  
kalip tedarikçi

Display full interaction plot matrix

Select Options...  
Help OK Cancel



Multi-Vari Chart

C1 kalip  
C3 iskarta

Response: iskarta Options...

Factor 1: kalip


Factor 2: tedarikçi

Factor 3:

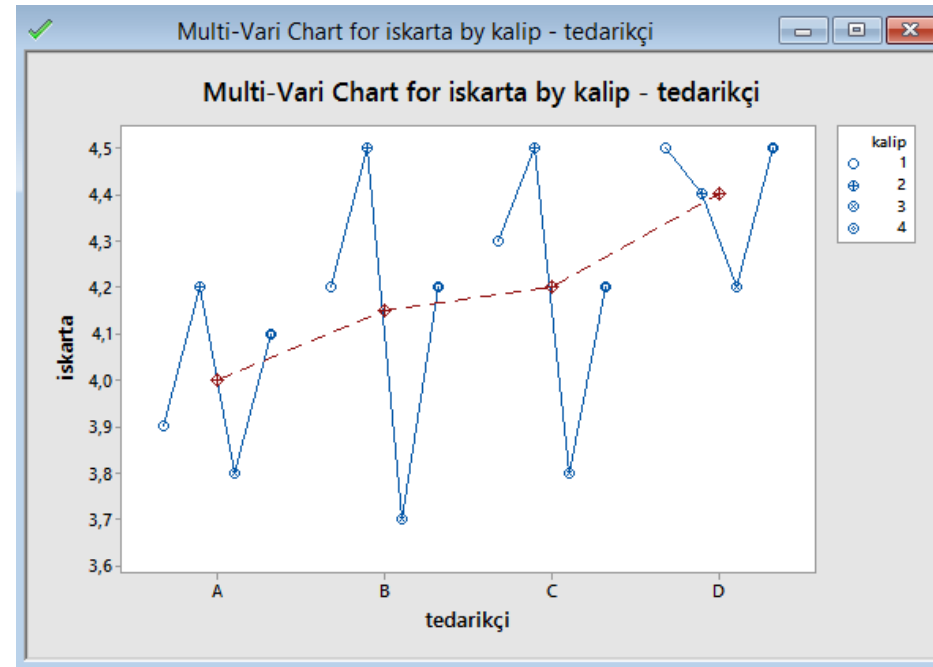
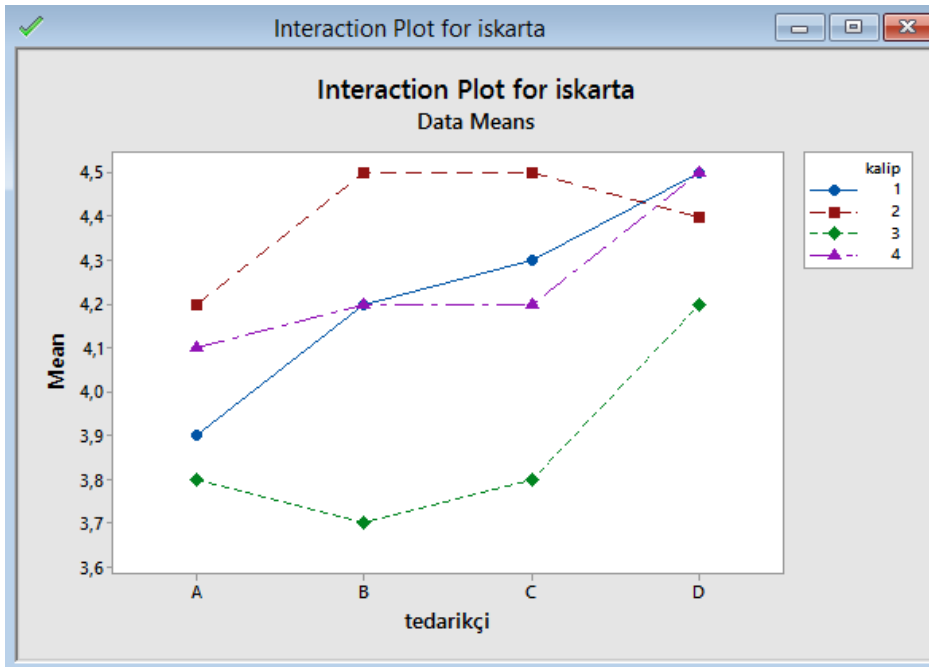
Factor 4:

Select

Help OK Cancel

 *Stat > ANOVA > Interaction Plot...*

 *Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart...*



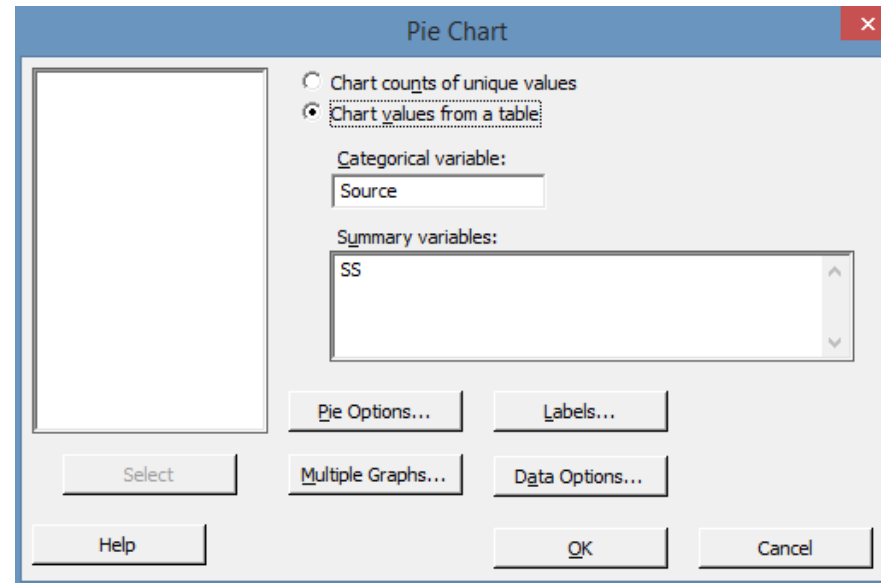
*Session penceresindeki veriler worksheet'e kopyalanır.*

Source	DF	SS
tedarikçi	3	0,32750
kalip	3	0,59250
Error	9	0,15750
Total	15	1,07750

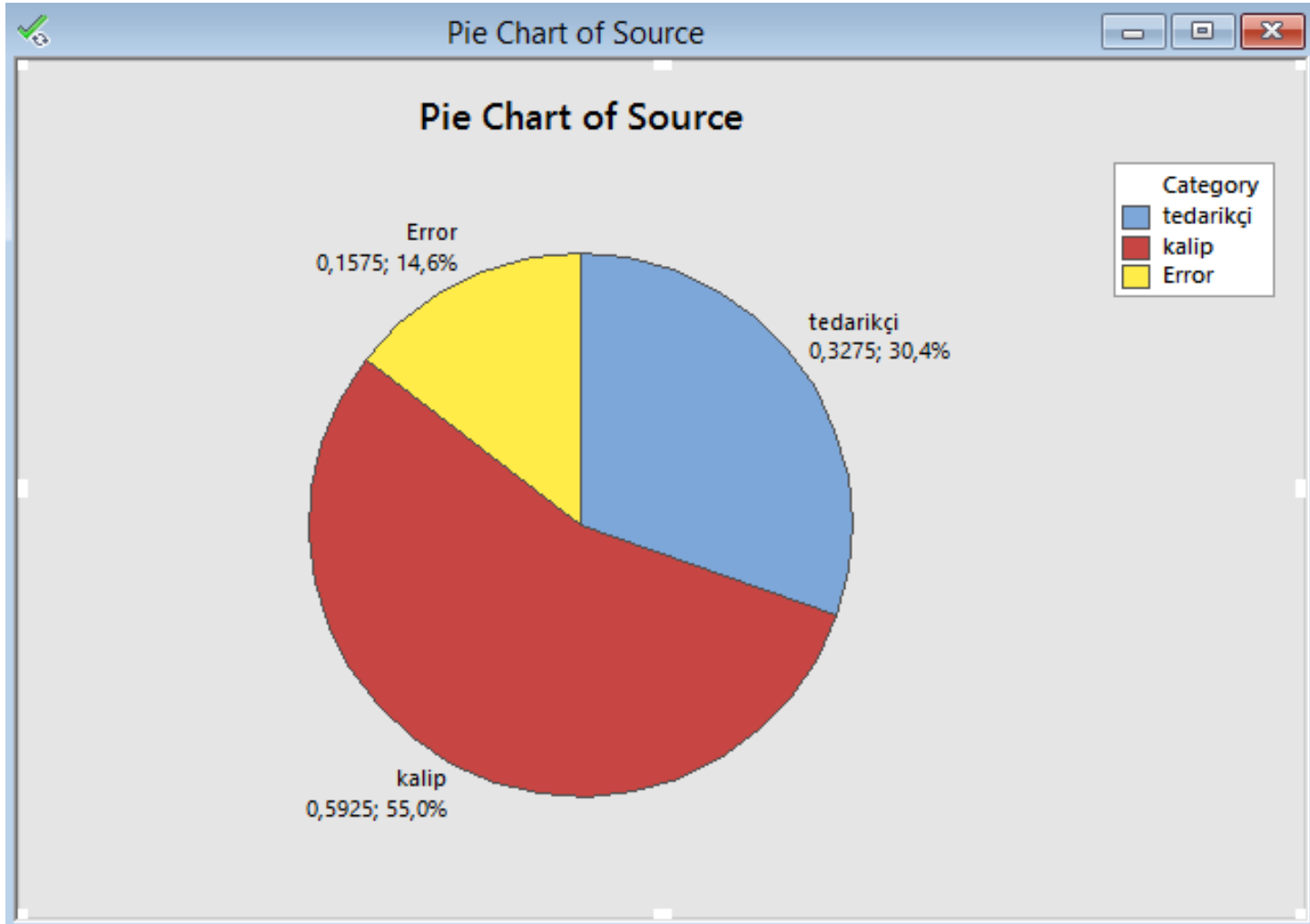


	C7-T	C8	C9
Source	DF	SS	
tedarikçi		3	0,3275
kalip		3	0,5925
Error		9	0,1575

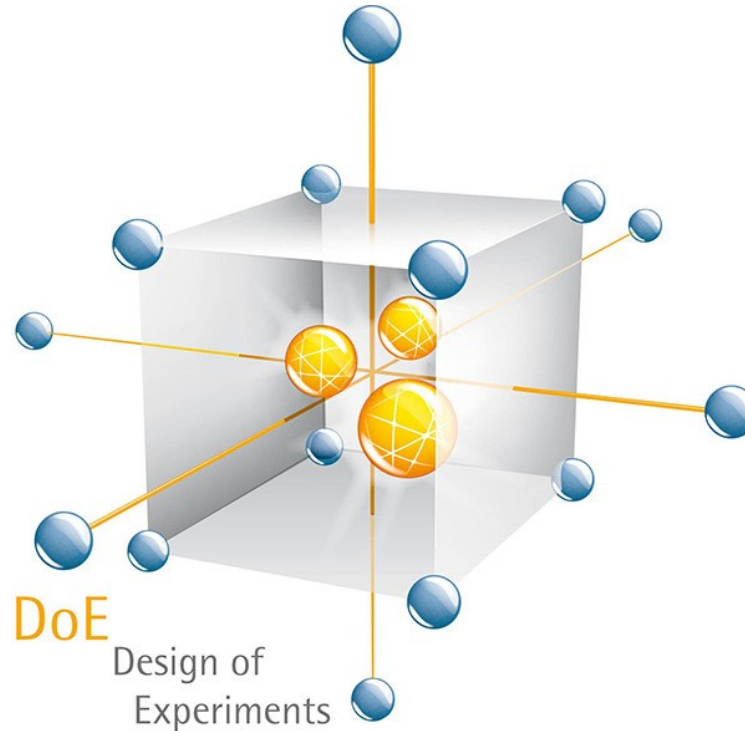
 *Graph > Pie Chart...*



 *Graph > Pie Chart...*



- ✎ **Deney Tasarımı (DOE)**'nin amacı, genel olarak bir sürecin gösterdiği davranışlar hakkında bilgi toplayarak, bu sürecin kalite karakteristiklerini etkileyen **faktörleri belirlemek** ve sürecin kalitesinin iyileştirilebilmesi için **hangi faktörlerin hangi seviyede** olması gerektiğini tespit etmektir.



## **1918 – 1940 tarım uygulamaları**

- R. A. Fisher

## **İlk endüstriyel uygulamalar, 1951 –1970’lerin sonu**

- Box & Wilson, cevap yüzeyleri (response surfaces)
- Kimya endüstrisi uygulamaları

## **1970’lerin sonu – 1990**

- Farklı sektör uygulamaları
- Taguchi ve sağlam (robust) parametre tasarımı, sağlam süreçler.

## **1990’lardan günümüze**

- Sağlam süreçler için cevap yüzeyi uygulamaları vb.

# Neden Deney Tasarımı?

- ❏ **Bağımlı Değişken (Y)**'leri en fazla etkileyen **Bağımsız Değişken (X)**'leri bulmak ve optimize etmek,
- ❏ **X**'lerin **Y**'lere etkilerini sayısallaştırarak sınıflandırmak ve kaynakları etkin kullanmak,
- ❏ **Minimum kaynak kullanımıyla maksimum bilgi elde etmek,**
- ❏ Tecrübeye dayalı bilgilerle tespit edilen önemli **girdilerin etkisini ispat etmek yada çürütmek.**



🔗 Minitab dört farklı **DOE** seçeneği sunar;

## 1. Factorial Designs

- 2-Level Full Designs*
- 2-Level Fractional Designs*

## 2. Response Surface Designs

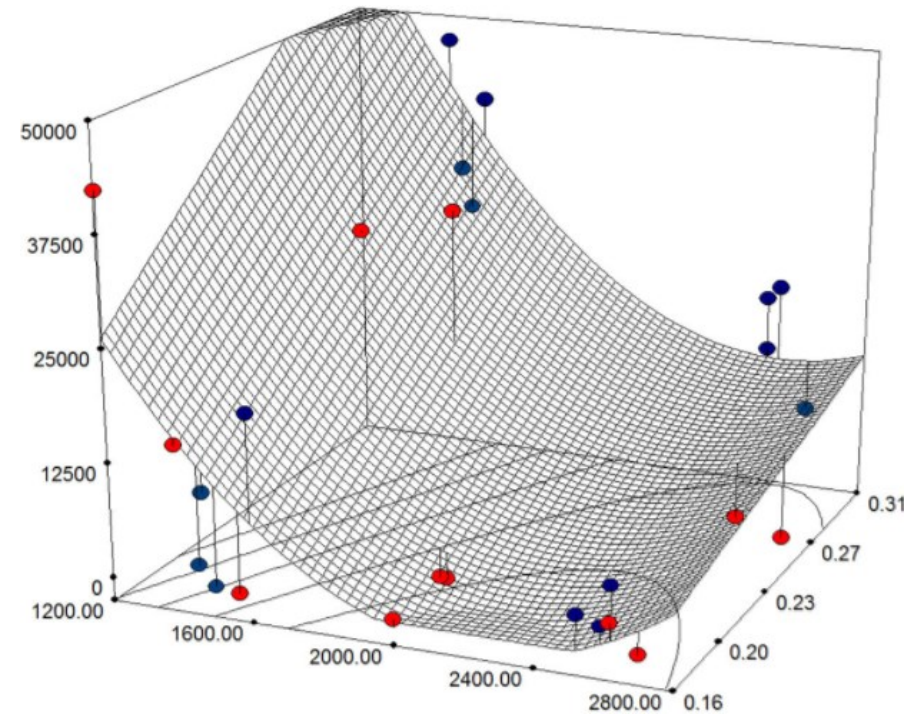
- Central Composite Designs*
- Box-Behnken Designs*






## 3. Mixture Designs

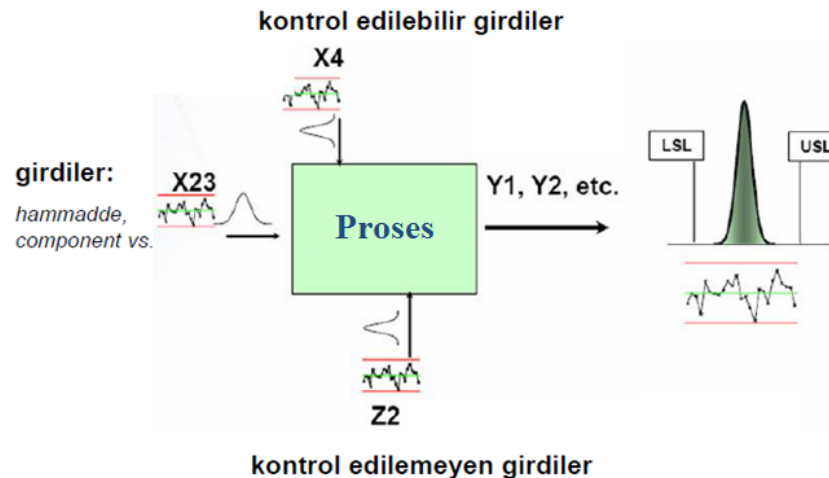
- Simplex Centroid Designs*
- Simplex Lattice Designs*
- Extreme Vertices Designs*

## 4. Taguchi Designs

- 2-Level Designs*
- 3-Level Designs*
- 4-Level Designs*
- 5-Level Designs*
- Mixed-Level Designs*



-  **Faktör** : Çıktı üzerinde etkisi olduğu düşünülen **bağımsız değişkenler**
-  **Düzy** : Her bir faktöre ait seviyeler (**nitel yada nicel**)
-  **Ana Etki** : Her bir faktörün çıktı üzerindeki **bağımsız etkisi**
-  **Etkileşim** : Faktörlerin birbiri ile olan etkileşiminin **çıkıya etkisi**
-  **Gürültü** : Deneyde tanımlanmadığı halde çıktı üzerinde etkisi olan **diğer faktörler**.



## Deney Konusu : 100 km'deki yakıt miktarı

*Y : 100 km'de yakıt miktarı (Lt)*

*X<sub>1</sub> : Ortalama hız (km)*

*X<sub>2</sub> : Lastik basıncı (psi)*

*X<sub>3</sub> : Araç ağırlığı (kg)*

Faktör	Düzyey	
Hız	100	150
Lastik basıncı	29	31
Ağırlık	1050	1350



**Deney Konusu : 100 km'deki yakıt miktarı**

*Y : 100 km'de yakıt miktarı (Lt)*

*X<sub>1</sub> : Ortalama hız (km)*

*X<sub>2</sub> : Lastik basıncı (psi)*

*X<sub>3</sub> : Araç ağırlığı (kg)*

***Deney Sayısı :  $2^3 = 8$  adet deney***

Deney No	Hız (km)	Basıncı (psi)	Ağırlık (kg)	Lt / 100km
1	100	29	1050	Y <sub>1</sub>
2	150	29	1050	Y <sub>2</sub>
3	100	31	1050	Y <sub>3</sub>
4	150	31	1050	Y <sub>4</sub>
5	100	29	1350	Y <sub>5</sub>
6	150	29	1350	Y <sub>6</sub>
7	100	31	1350	Y <sub>7</sub>
8	150	31	1350	Y <sub>8</sub>

**Deney Sayısı = Düzey sayısı** Faktör sayısı

Faktör sayısı	Düzey sayısı	Deney Sayısı
2	2	$2^2$ 4
3	2	$2^3$ 8
4	2	$2^4$ 16
8	2	$2^8$ 256
3	3	$3^3$ 27
8	3	$3^8$ 6561

## 2 x 2 Deneyler

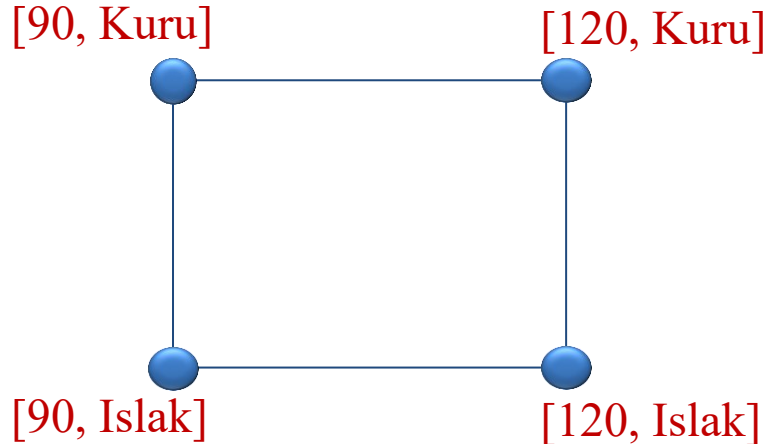
### Faktörler

$X_1$  : Yol durumu

$X_2$  : Hız (km)

### Çıktı

Y= Fren mesafesi



Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	90	38
Islak	90	43
Kuru	120	41
Islak	120	57

✎ Bir faktörün farklı düzeylerinde **Çıktı** üzerindeki etkisine **Ana Etki** denir.

$$\begin{aligned} \text{Ana Etki}_{\text{Yol Durumu}} &= \text{Kuru Yol Ortalaması} - \text{Islak Yol Ortalaması} \\ &= \frac{38+41}{2} - \frac{43+57}{2} \\ &= \mathbf{-10,5 \text{ m}} \end{aligned}$$

Yol durumunun **ıslak** olması fren mesafesini **10,5** metre uzatıyor.

Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	90	38
Islak	90	43
Kuru	120	41
Islak	120	57

- ❗ Faktörlerin çıktıya etkileri diğer faktörlerin farklı düzeylerinde aynı olmayabilir. Bu durum faktörler arasında **Etkileşim** olduğunu gösterir.

Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	90	38
Islak	90	43

**Hız 90 km/s iken;**

$$\text{Ana Etki}_{\text{Yol Durumu}} = 43 - 38 = \mathbf{5}$$

Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	120	41
Islak	120	57

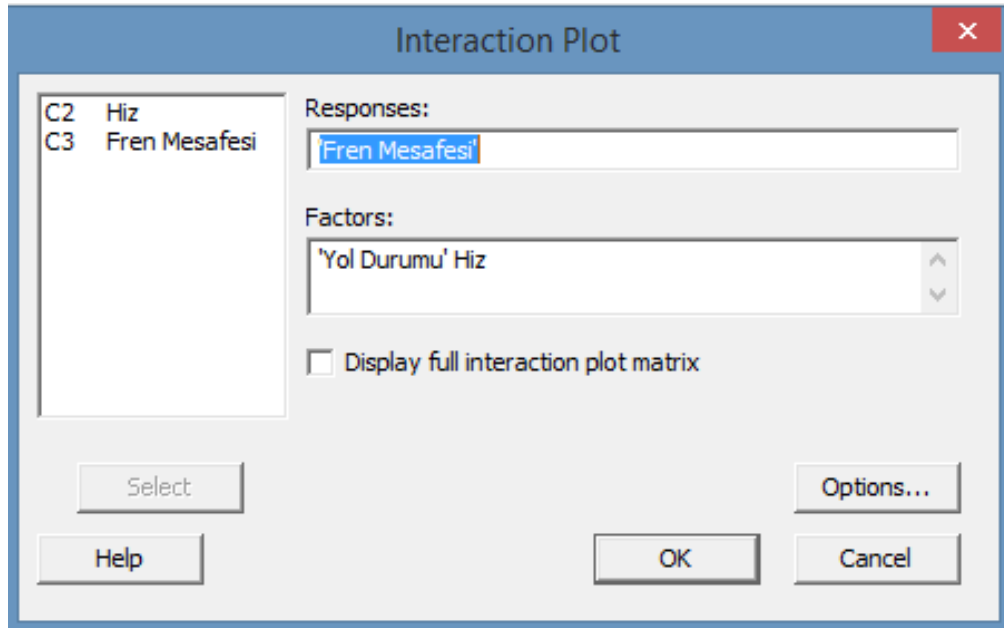
**Hız 120 km/s iken;**

$$\text{Ana Etki}_{\text{Yol Durumu}} = 57 - 41 = \mathbf{16}$$



# Tam Faktöryel Deneyler

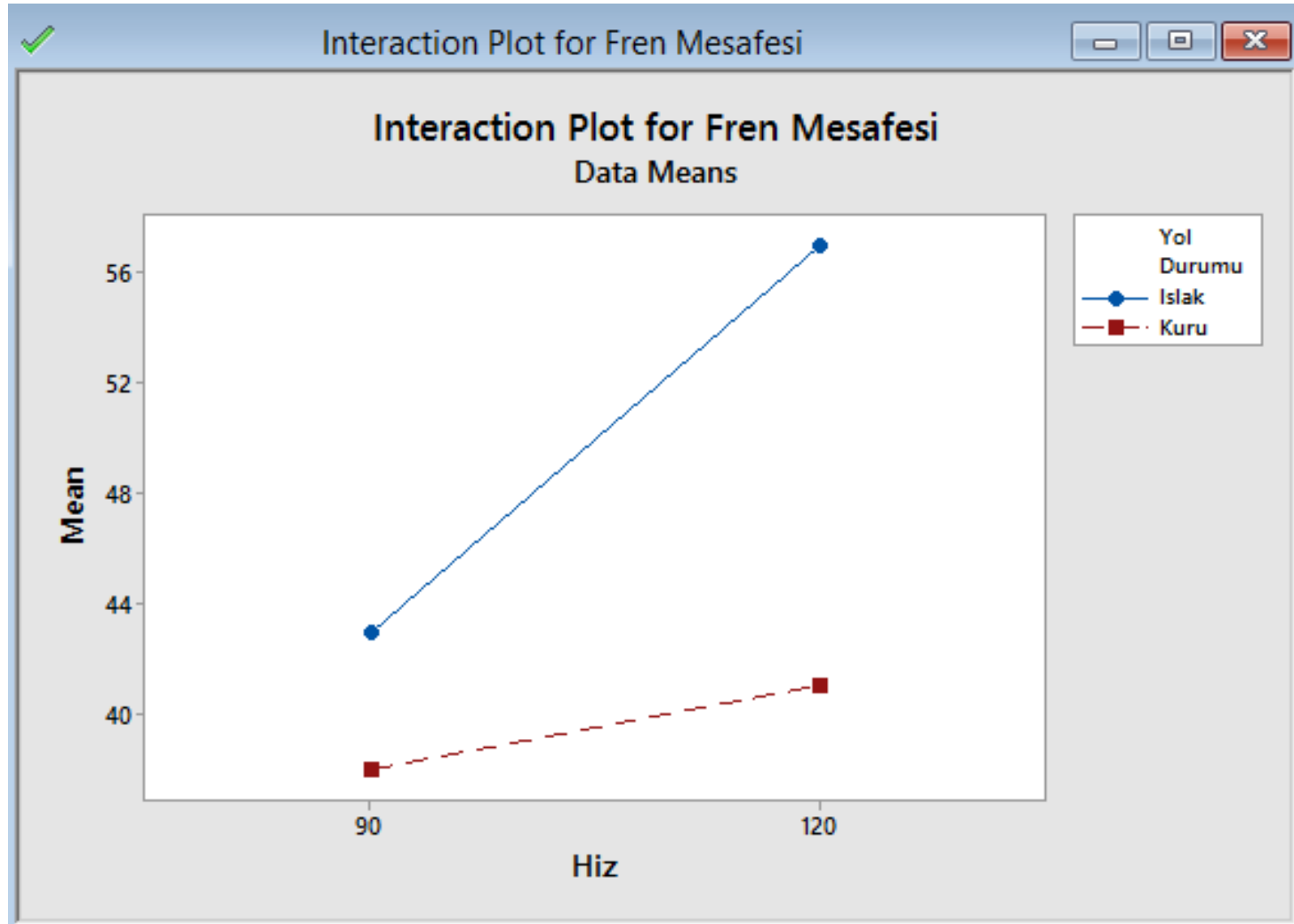
 *Stat > ANOVA > Interactions Plot*



The image shows the 'Interaction Plot' dialog box in Minitab. On the left, a list of variables includes 'C2 Hiz' and 'C3 Fren Mesafesi'. The 'Responses:' field contains 'Fren Mesafesi'. The 'Factors:' field contains '\*Yol Durumu' Hiz'. There is an unchecked checkbox for 'Display full interaction plot matrix'. At the bottom, there are buttons for 'Select', 'Options...', 'Help', 'OK', and 'Cancel'.

Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	90	38
Islak	90	43
Kuru	120	41
Islak	120	57

 *Stat > ANOVA > Interactions Plot*



# Tam Faktöryel Deneyler

 *Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart*

Multi-Vari Chart

C1 Yol Durumu	Response:	'Fren Mesafesi'	Options...
C2 Hiz	Factor 1:	'Yol Durumu'	
C3 Fren Mesafesi	Factor 2:	Hiz	
	Factor 3:		
	Factor 4:		

Select

Help

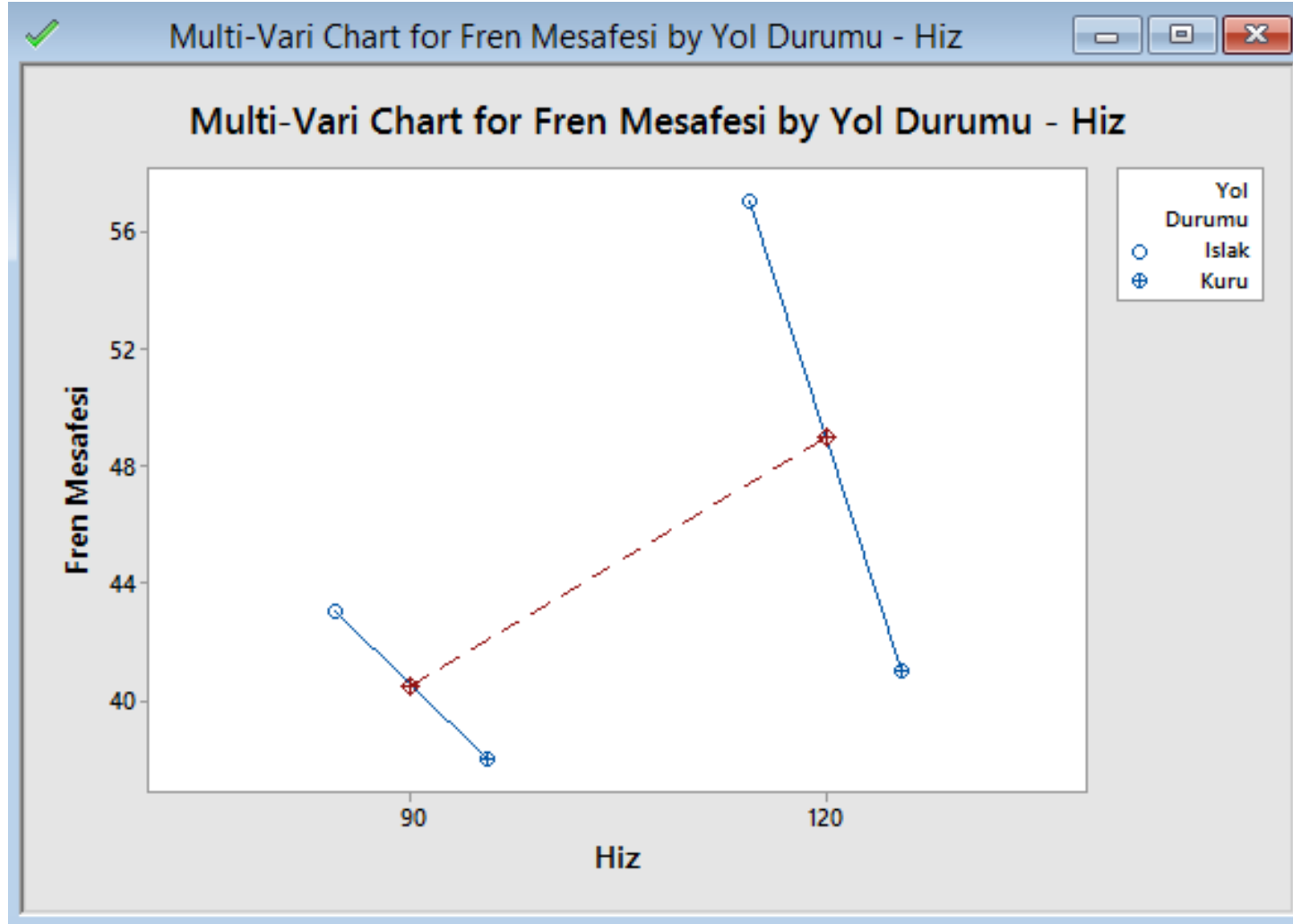
OK

Cancel

Yol Durumu	Hız (km)	Y (m)
Kuru	90	38
Islak	90	43
Kuru	120	41
Islak	120	57

# Tam Faktöryel Deneyler

Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart



## 3 x 3 Deneyler

### Faktörler

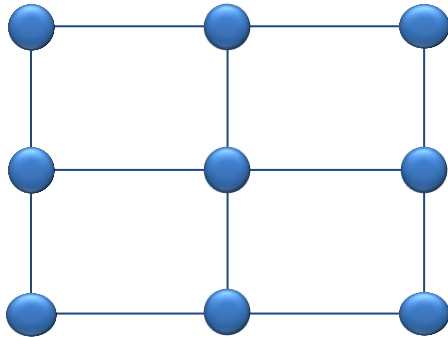
$X_1$  : Sıcaklık

$X_2$  : Vizkozite

### Çıktı

Y= Hız

*Deney Sayısı :  $3^2 = \underline{9}$  adet deney*



Faktör	Düzyey		
Sıcaklık	200	250	300
Vizkozite	Az	Orta	Çok

**Deney Konusu:** Bir kaplama prosesinde metal üzerinde kaplanmamış bölgeler ıskartaya neden olmaktadır. Leke büyüklüğüne etkisi olduğu düşünülen proses parametreleri (**sıcaklık, bekleme süresi**) analiz edilecektir. **2 faktör** ve **3 düzeyden** oluşan deney **2 tekrarlı** yapılacaktır.

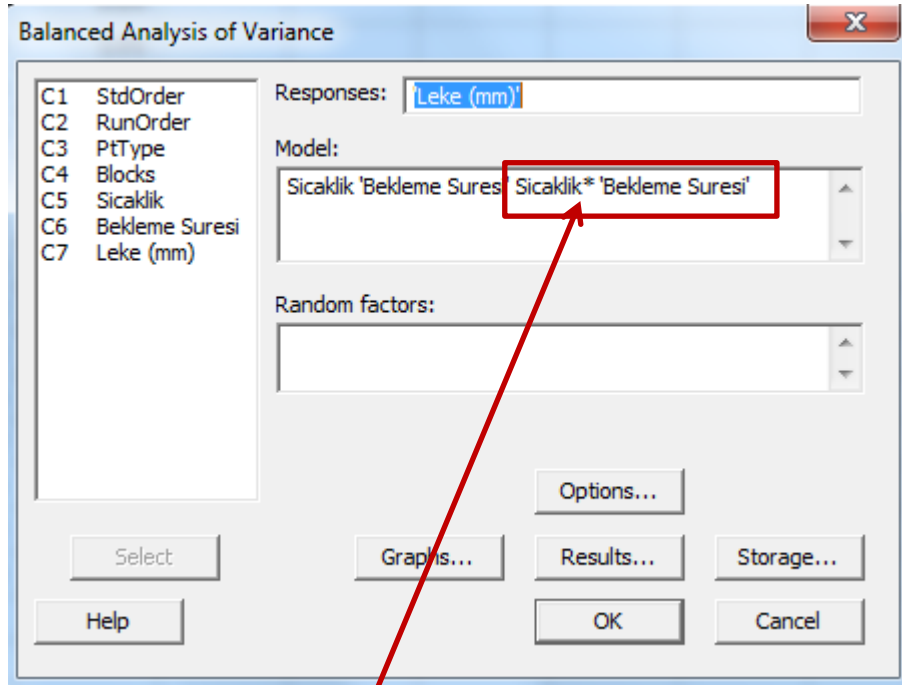


Faktör	Düzye		
Sıcaklık (°C)	260	275	290
Bekleme süresi (sn)	9	12	15

***Sure.MTV dosyasını açınız.***

# Tam Faktöryel Deneyler

 *Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...*



Bekleme Süresi ile sıcaklık etkileşimini de görmek istiyoruz

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	Sıcaklık	Bekleme Süresi	Leke (mm)
1	11	1	1	1	160	12	0.10
2	13	2	1	1	175	9	0.66
3	2	3	1	1	160	12	0.21
4	16	4	1	1	190	9	0.98
5	6	5	1	1	175	15	0.05
6	7	6	1	1	190	9	1.01
7	10	7	1	1	160	9	1.13
8	1	8	1	1	160	9	1.11
9	4	9	1	1	175	9	0.59
10	9	10	1	1	190	15	0.00
11	12	11	1	1	160	15	0.05
12	5	12	1	1	175	12	0.11
13	14	13	1	1	175	12	0.08
14	3	14	1	1	160	15	0.00
15	17	15	1	1	190	12	0.00
16	15	16	1	1	175	15	0.05
17	8	17	1	1	190	12	0.20
18	18	18	1	1	190	15	0.00

👉 *Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...*

## ANOVA: Leke (mm) versus Sicaklik; Bekleme Suresi

Factor	Type	Levels	Values
Sicaklik	fixed	3	160; 175; 190
Bekleme Suresi	fixed	3	9; 12; 15

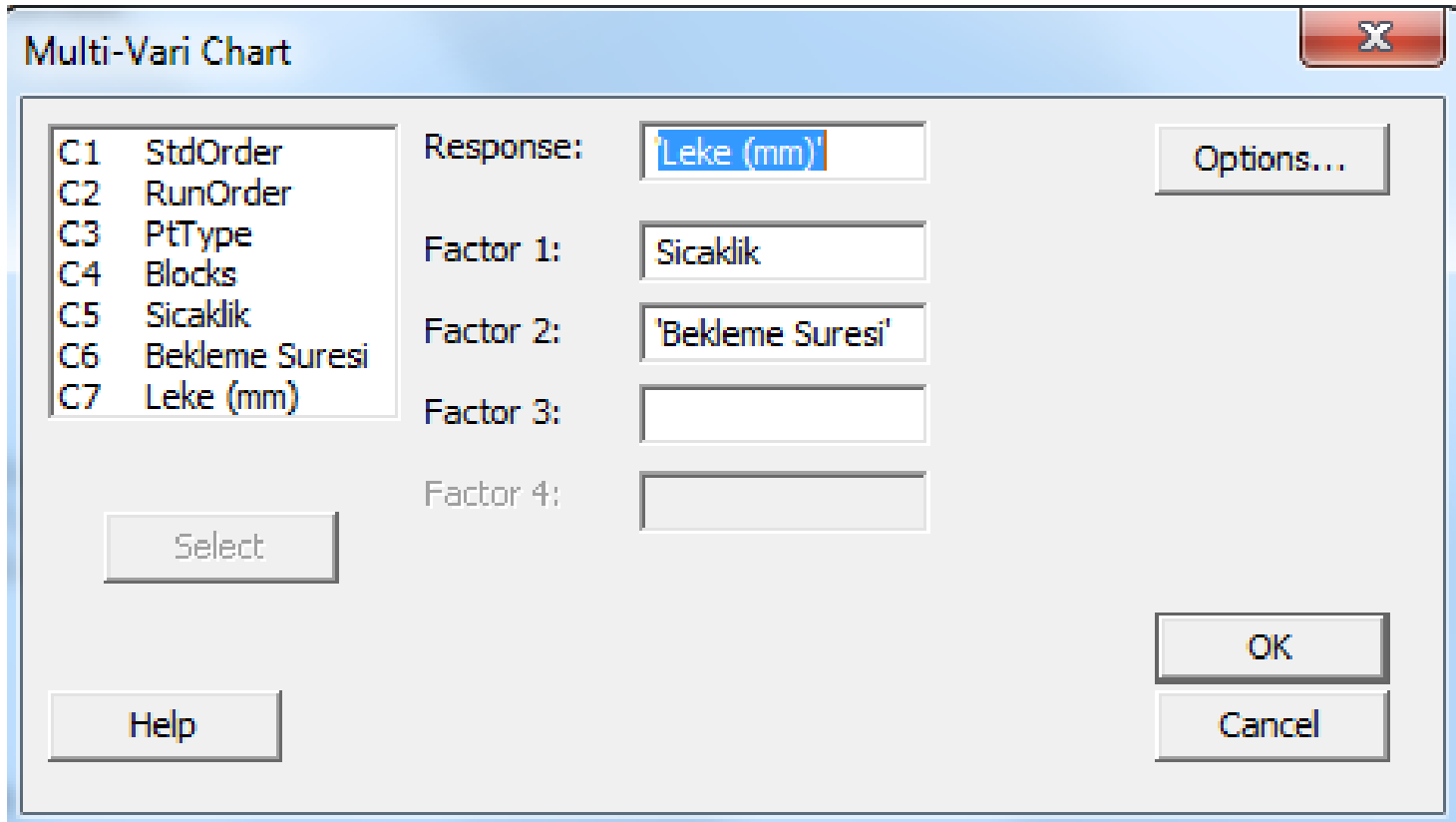
Analysis of Variance for Leke (mm)

Source	DF	SS	MS	F	P
Sicaklik	2	0.09523	0.04762	13.89	0.002
Bekleme Suresi	2	2.86443	1.43222	417.83	0.000
Sicaklik*Bekleme Suresi	4	0.17673	0.04418	12.89	0.001
Error	9	0.03085	0.00343		
Total	17	3.16725			

S = 0.0585472    R-Sq = 99.03%    R-Sq(adj) = 98.16%

P değerlerine bakıldığında etkileşimin etkisinin ispatlandığı görülüyor.

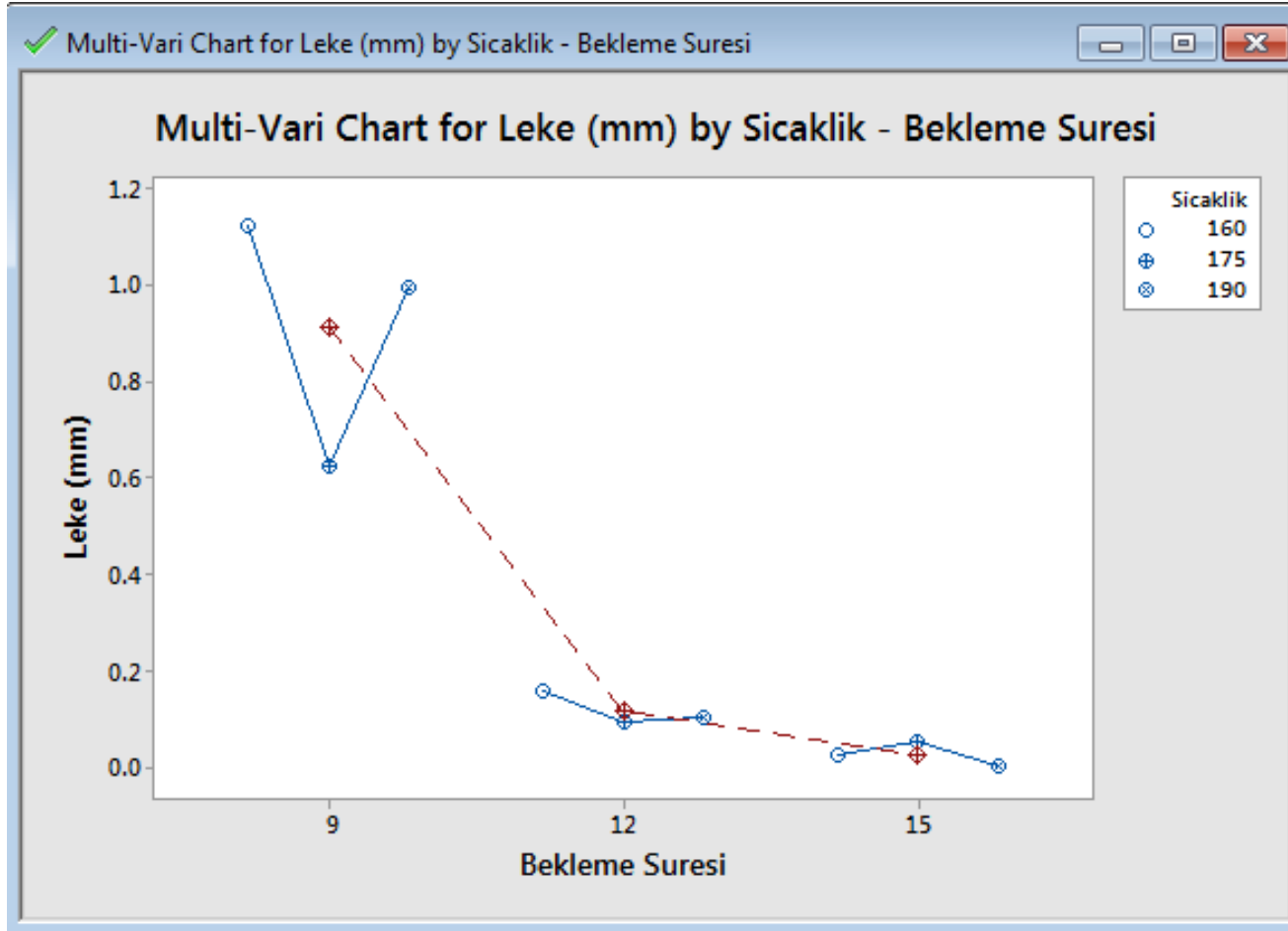
👉 *Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart*



The image shows a software dialog box titled "Multi-Vari Chart". On the left, there is a list of factors: C1 StdOrder, C2 RunOrder, C3 PtType, C4 Blocks, C5 Sicaklik, C6 Bekleme Suresi, and C7 Leke (mm). Below this list are "Select" and "Help" buttons. In the center, there are four input fields labeled "Response:", "Factor 1:", "Factor 2:", "Factor 3:", and "Factor 4:". The "Response:" field contains "Leke (mm)", "Factor 1:" contains "Sicaklik", and "Factor 2:" contains "Bekleme Suresi". To the right of the "Response:" field is an "Options..." button. At the bottom right of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Factor	Value
Response:	Leke (mm)
Factor 1:	Sicaklik
Factor 2:	Bekleme Suresi
Factor 3:	
Factor 4:	

Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart



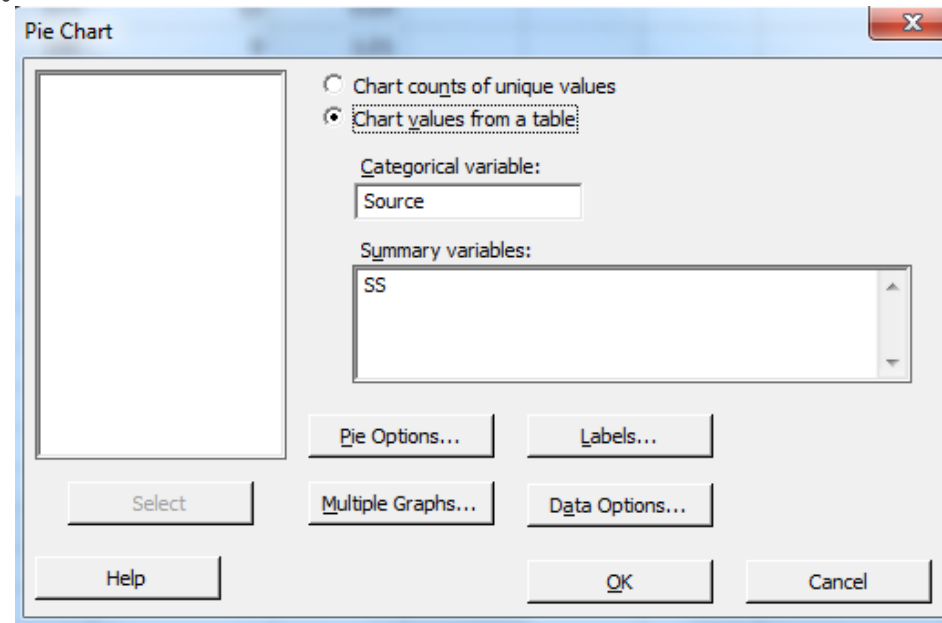
*Session penceresindeki veriler worksheet'e kopyalanır.*

Source	DF	SS
Sicaklik	2	0.09523
Bekleme Suresi	2	2.86443
Sicaklik*Bekleme Suresi	4	0.17673
Error	9	0.03085

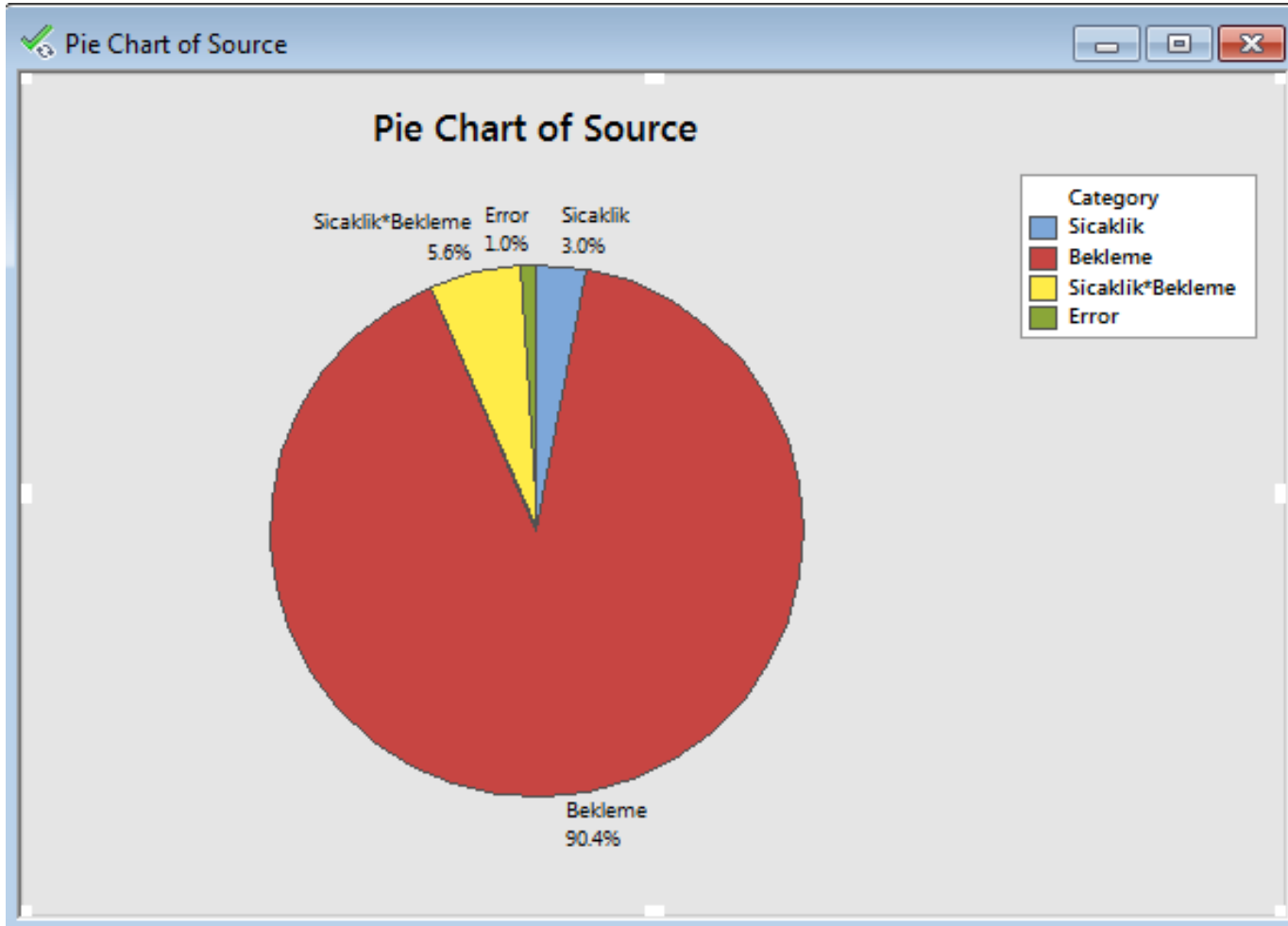


C11-T	C12	C13
Source	DF	SS
Bekleme	2	2.86443
Sicaklik*Bekleme	4	0.17673
Error	9	0.03085

 *Graph > Pie Chart...*



 *Graph > Pie Chart...*



**Deney Konusu:** Bir rulman üreticisi çalışma esnasında bilyalar üzerinde sürtünme kaynaklı aşınmaları analiz edecektir. Bu amaçla rulmanlar eşit koşullar (eksenel ve radyal yük, yağlama, sıcaklık vs.) altında toplam 100 bin devir çalıştırılırlar. Amaç aşınmanın (mikron) minimum olmasıdır. **2 faktör** ve **3 düzeyden** oluşan deney **2 tekrarlı** yapılacaktır.

*Asınma.MTV dosyasını açınız.*



Faktör	Düzyey		
Hız (d/d)	200	250	300
Ön yükleme	Az	Orta	Çok

# Tam Faktöryel Deneyler

 *Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...*

Balanced Analysis of Variance

Responses: 'Aşınma (micron)'

Model:  
'Hız (Devir/dakika)' 'Ön Yükleme'  
'Hız (Devir/dakika)\*'Ön Yükleme'

Random factors:

Options...  
Results...  
Storage...  
OK  
Cancel

Select  
Help  
Graphs...

C1 StdOrder  
C2 RunOrder  
C3 PtType  
C4 Blocks  
C5 Hız (Devir/dakika)  
C6 Ön Yükleme  
C7 Aşınma (micron)

Hız ile Önyükleme etkileşimini de görmek istiyoruz

C5	C6-T	C7
Hız (Devir/dakika)	Ön Yükleme	Aşınma (micron)
250	Az	90
200	Az	60
250	Az	80
250	Orta	80
200	Çok	70
250	Orta	70
300	Orta	10
200	Orta	50
300	Az	60
300	Az	40
300	Çok	60
250	Çok	100
250	Çok	110
300	Çok	30
200	Az	40
300	Orta	30
200	Çok	90
200	Orta	30

Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...

## ANOVA: Aşınma (micron) versus Hız (Devir/dakika); Ön Yükleme

Factor	Type	Levels	Values
Hız (Devir/dakika)	fixed	3	200; 250; 300
Ön Yükleme	fixed	3	Az; Orta; Çok

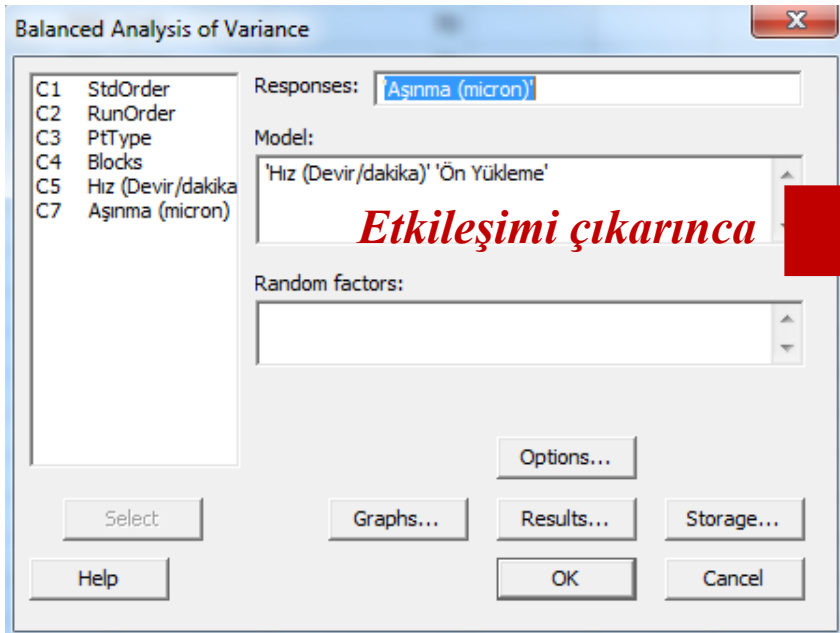
Analysis of Variance for Aşınma (micron)

Source	DF	SS	MS	F	P
Hız (Devir/dakika)	2	7677.8	3838.9	21.59	0.000
Ön Yükleme	2	3011.1	1505.6	8.47	0.009
Hız (Devir/dakika)*Ön Yükleme	4	688.9	172.2	0.97	0.470
Error	9	1600.0	177.8		
Total	17	12977.8			

S = 13.3333    R-Sq = 87.67%    R-Sq(adj) = 76.71%

P değerlerine bakıldığında etkileşimin etkisinin ispatlanamadığı görülüyor.

Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...



## ANOVA: Aşınma (micron) versus Hız (Devir/dakika); Ön Yükleme

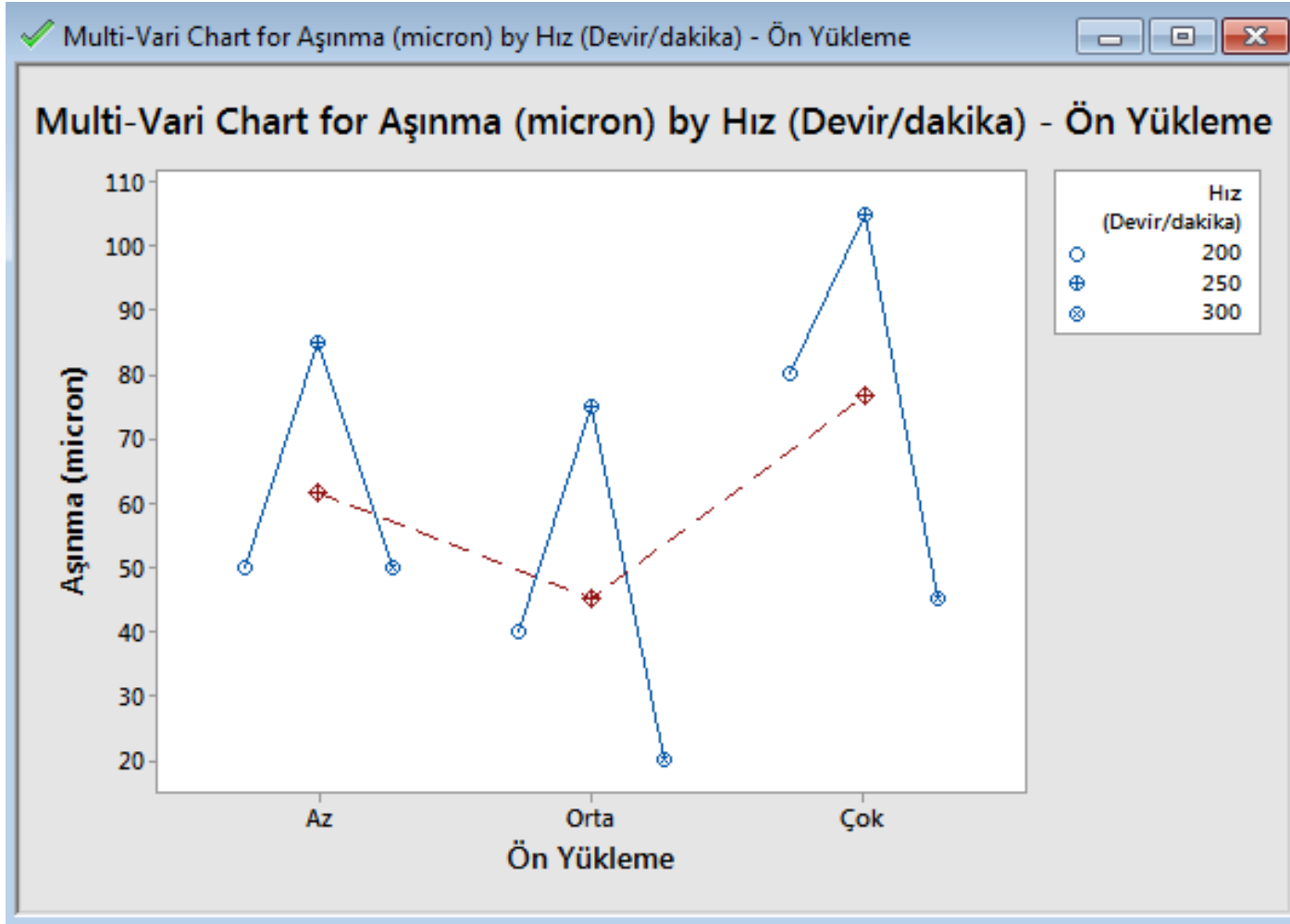
Factor	Type	Levels	Values
Hız (Devir/dakika)	fixed	3	200; 250; 300
Ön Yükleme	fixed	3	Az; Orta; Çok

### Analysis of Variance for Aşınma (micron)

Source	DF	SS	MS	F	P
Hız (Devir/dakika)	2	7677.8	3838.9	21.80	0.000
Ön Yükleme	2	3011.1	1505.6	8.55	0.004
Error	13	2288.9	176.1		
Total	17	12977.8			

S = 13.2691 R-Sq = 82.36% R-Sq(adj) = 76.94%

Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart



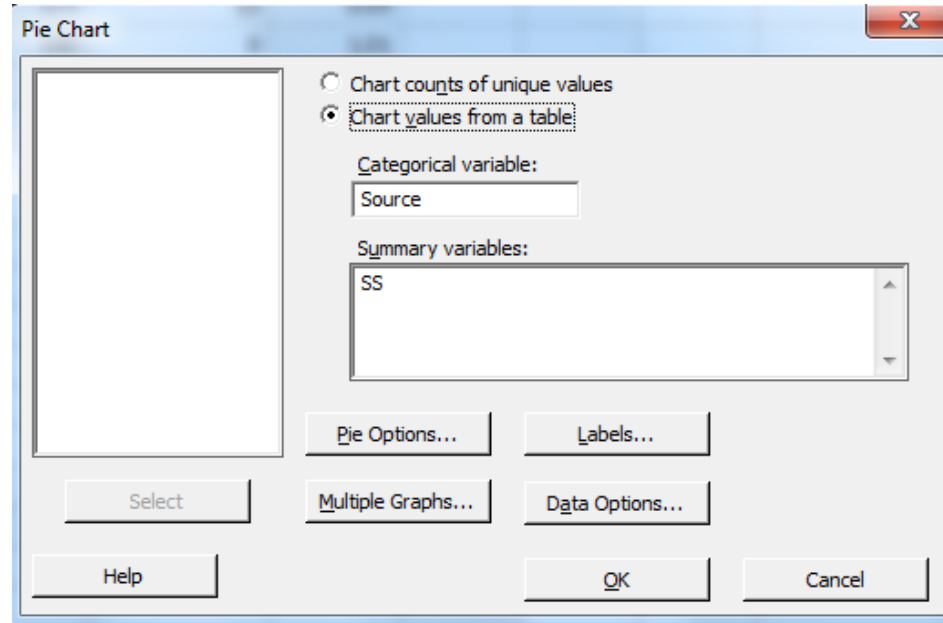
*Session penceresindeki veriler worksheet'e kopyalanır.*

Source	DF	SS	MS	F	P
Hız (Devir/dakika)	2	7677.8	3838.9	21.80	0.000
Ön Yükleme	2	3011.1	1505.6	8.55	0.004
Error	13	2288.9	176.1		
Total	17	12977.8			

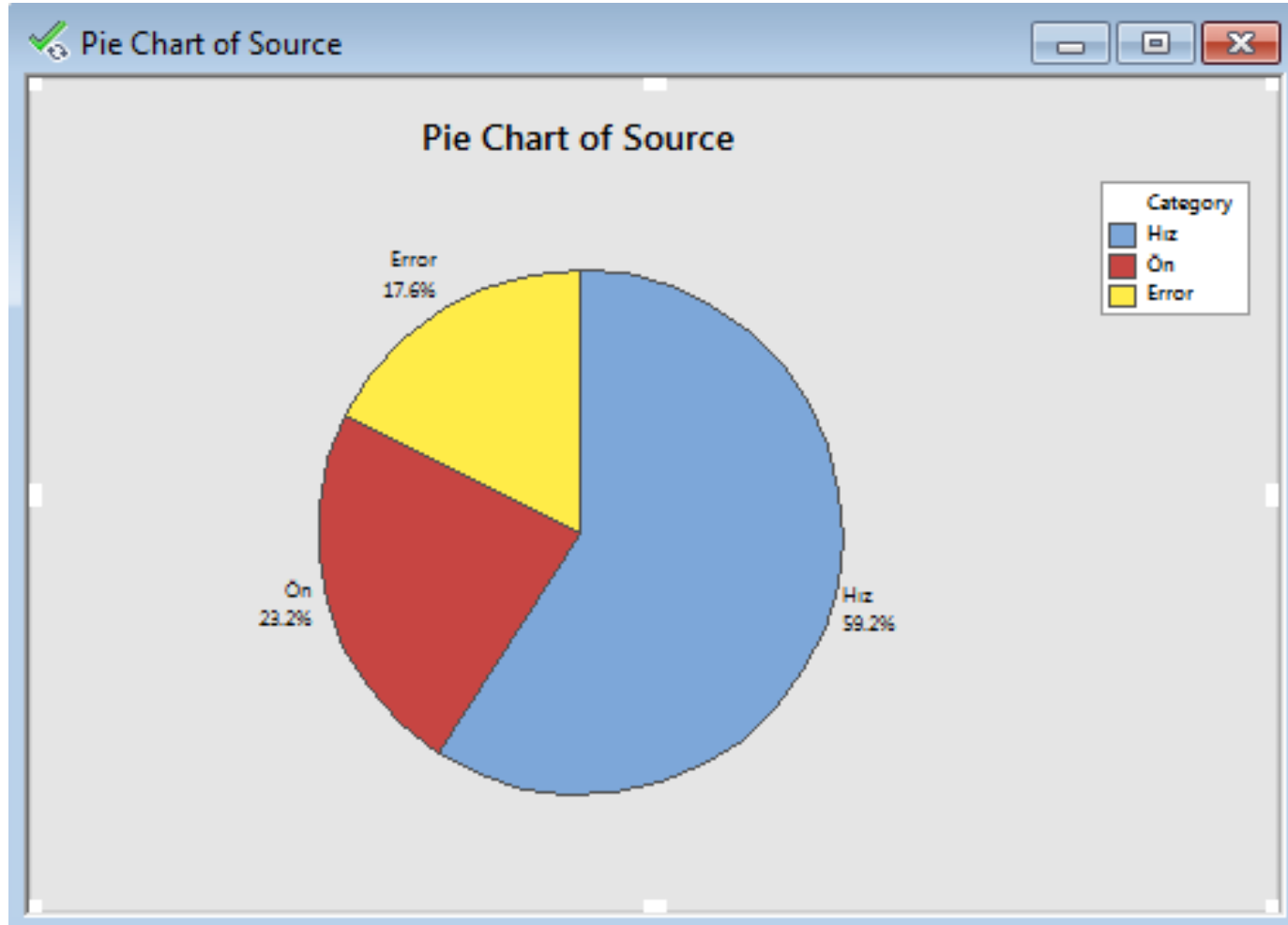


Source	SS	MS
Hız	7677.8	7677.8
Ön	3011.1	3011.1
Error	2288.9	176.1

 *Graph > Pie Chart...*



 *Graph > Pie Chart...*



**Deney Konusu:** Bir plastik pim üreticisinin Arge departmanı pimlerin eşit yük altında uzama oranları ile ilgili bir çalışma yapmaktadır.

## Faktörler

$X_1$  : Reçine markası (A, B)

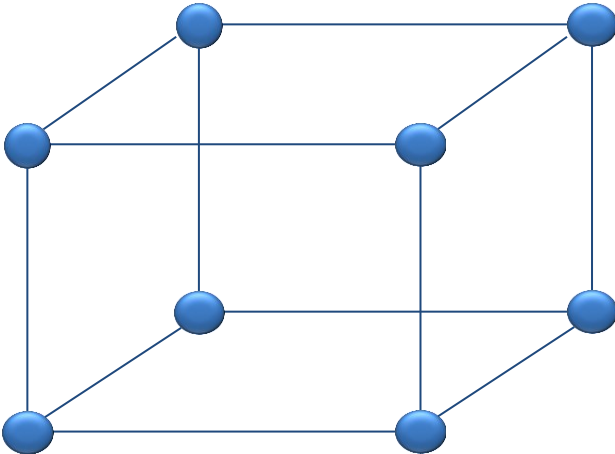
$X_2$  : Reçine oranı (%)

$X_3$  : Karışma süresi (dk)

## Çıktı

$Y$  = Uzama (%)

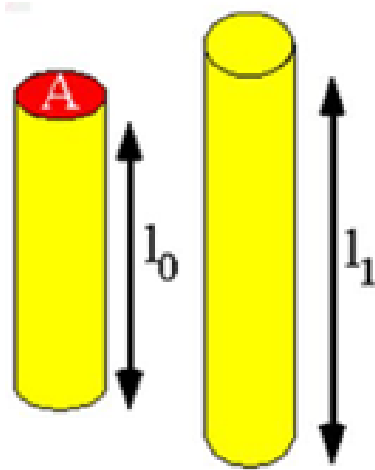
**Deney Sayısı :  $2^3 = 8$  adet deney**



Faktör	Düzyey	
Reçine markası	A	B
Reçine oranı (%)	72	80
Karışma süresi (dk)	600	700

# Tam Faktöryel Deneyler

- ➔ 3 adet **Ana Etki** → A, B, C
- ➔ 3 adet ikili **Etkileşim** → A\*B, A\*C, B\*C
- ➔ 1 adet üçlü **Etkileşim** → A\*B\*C
  
- ➔ 2 tekrar x  $2^3 = 16$  deney



Kar.Süre	Reç. Oran	Reç. Marka	% Uzama
600	72	M	6,03
600	72	K	7,21
600	80	M	5,43
600	80	K	6,76
700	72	M	5,25
700	72	K	7,8
700	80	M	5,13
700	80	K	7,5
600	72	M	6,72
600	72	K	6,52
600	80	M	5,99
600	80	K	6,96
700	72	M	4,87
700	72	K	8,27
700	80	M	5,47
700	80	K	7,13

*Uzama\_1.MTV dosyasını açınız.*

👉 *Stat > ANOVA > Balanced ANOVA...*

## ANOVA: % versus Karistirma suresi (dk); Recine oranı (%); Recine marka

Factor	Type	Levels	Values
Karistirma suresi (dk)	fixed	2	600; 700
Recine oranı (%)	fixed	2	72; 80
Recine marka	fixed	2	K; M

### Analysis of Variance for %

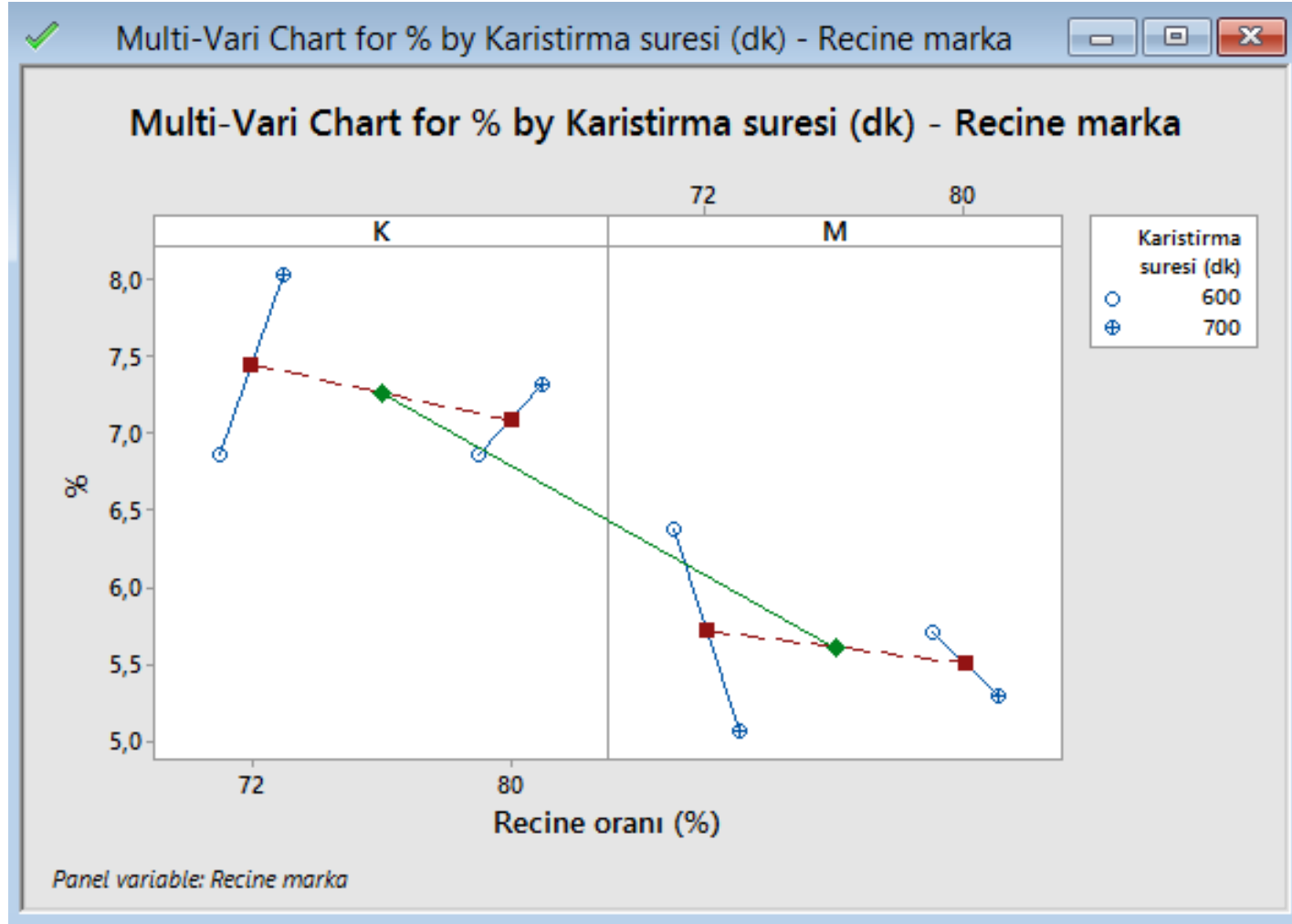
Source	DF	SS	MS	F	P
Karistirma suresi (dk)	1	0,0025	0,0025	0,02	0,889
Recine oranı (%)	1	0,3306	0,3306	2,75	0,136
Recine marka	1	10,9892	10,9892	91,41	0,000
Karistirma suresi (dk)* Recine oranı (%)	1	0,0090	0,0090	0,08	0,791
Karistirma suresi (dk)*Recine marka	1	2,8056	2,8056	23,34	0,001
Recine oranı (%)*Recine marka	1	0,0225	0,0225	0,19	0,677
Karistirma suresi (dk)* Recine oranı (%)*Recine marka	1	0,6561	0,6561	5,46	0,048
Error	8	0,9618	0,1202		
Total	15	15,7774			

S = 0,346735    R-Sq = 93,90%    R-Sq(adj) = 88,57%

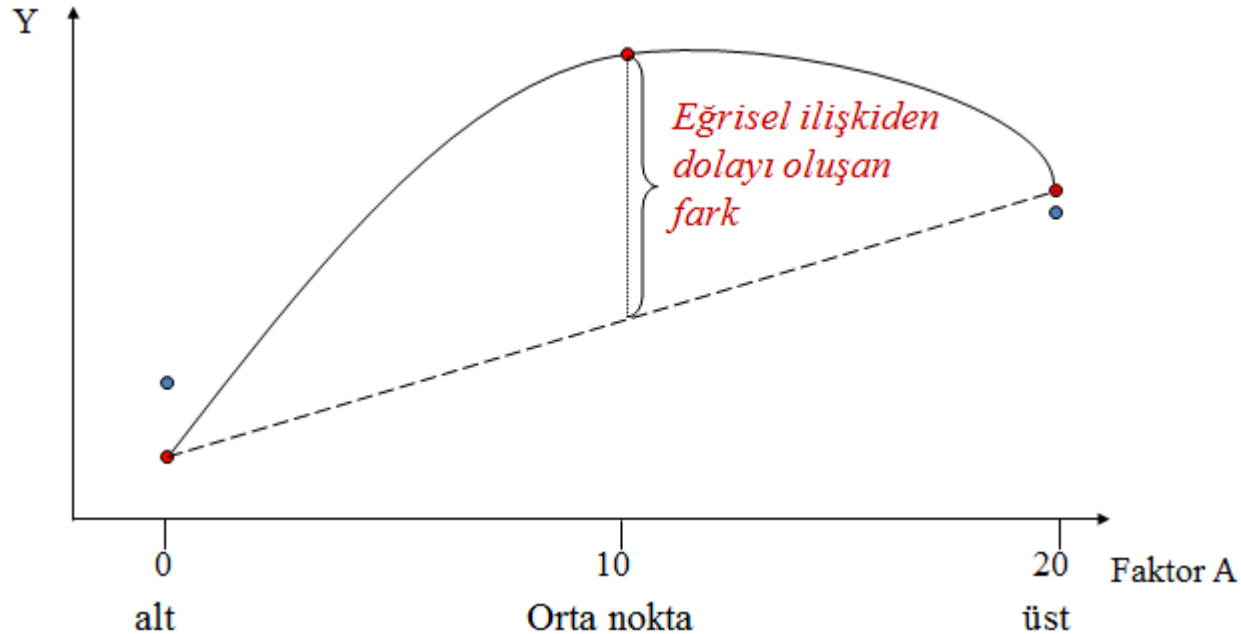
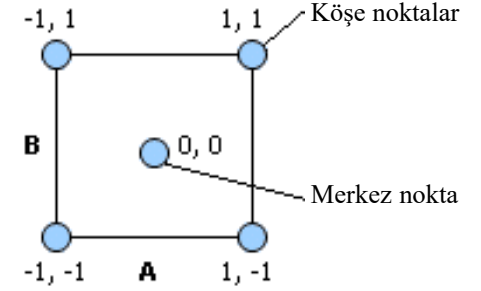
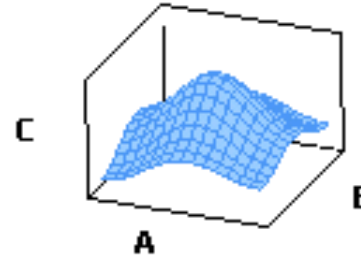
Üçlü etkileşime ait p değeri %5'in altında olduğundan alt düzeydeki etkileşimleri modelden çıkaramayız.

# Tam Faktöryel Deneyler

Stat > Quality Tools > Multi-Vari Chart



- ❗ Faktörlerin 2 düzeyli incelenmesi durumunda iki düzey arasında doğrusal ilişki olduğunu varsayabiliriz. Ancak 2 düzey arasındaki ilişkinin **eğrisel olma durumu** da söz konusu olabilir.



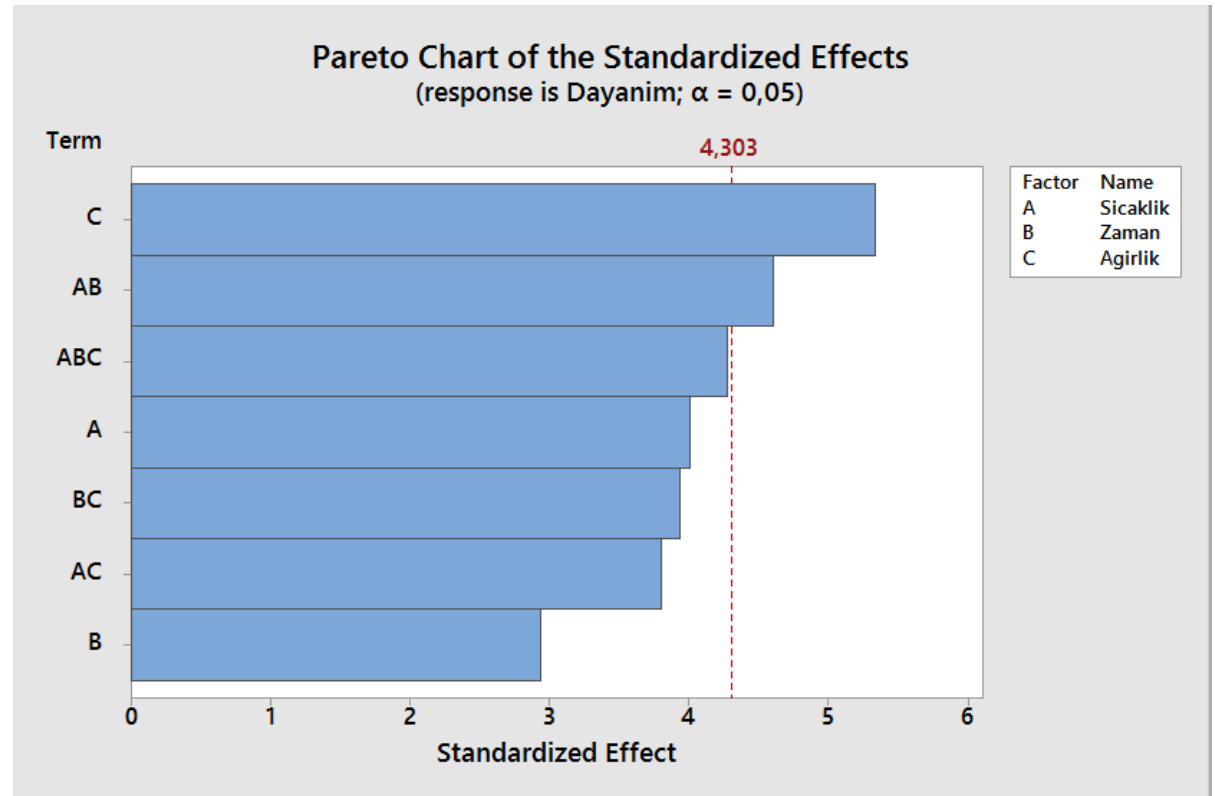
**Deney Konusu:** Oyuncak sektöründe üretim yapan bir firma, ürünlerin dayanımı ile ilgili bir analiz yapmaktadır. Deney faktörleri, **kalıp sıcaklığı**, **bekleme zamanı** ve **malzeme ağırlığı** olarak belirlenmiştir.

***Dayanım.MTV dosyasını açınız.***

<b>Girdiler</b>	<b>-1</b>	<b>+1</b>
Sıcaklık	100	200
Zaman	15	30
Ağırlık	20	22

Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design...

Girdiler	-1	+1
Sıcaklık	100	200
Zaman	15	30
Ağırlık	20	22



Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design...

Girdiler	-1	+1
Sıcaklık	100	200
Zaman	15	30
Ağırlık	20	22

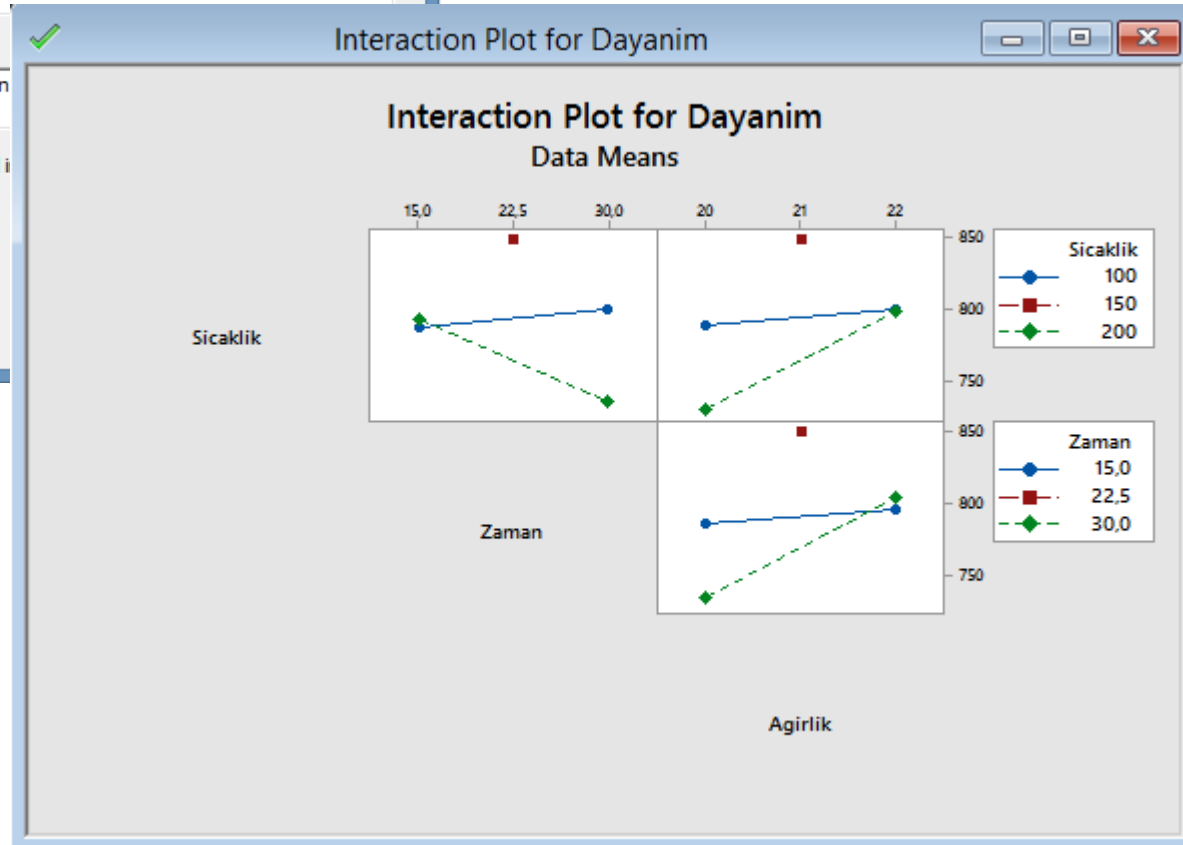
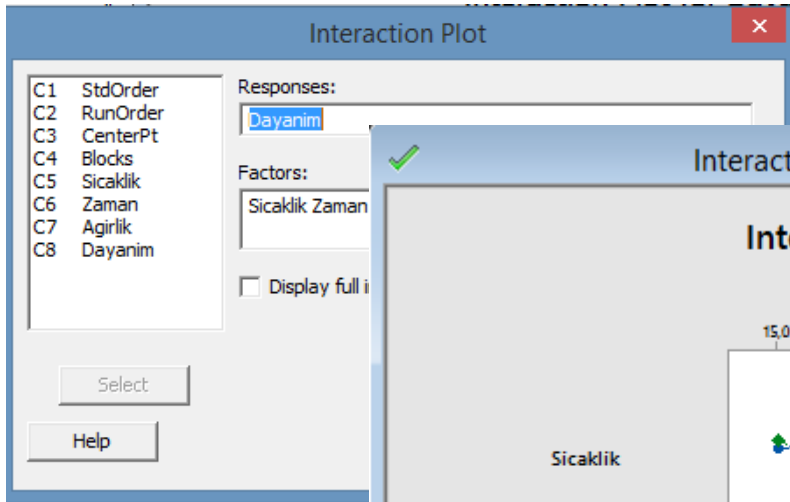
Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		779,25	3,75	207,95	0,000	
Sıcaklık	-30,00	-15,00	3,75	-4,00	0,057	1,00
Zaman	-22,00	-11,00	3,75	-2,94	0,099	1,00
Ağırlık	40,00	20,00	3,75	5,34	0,033	1,00
Sıcaklık*Zaman	-34,50	-17,25	3,75	-4,60	0,044	1,00
Sıcaklık*Ağırlık	28,50	14,25	3,75	3,80	0,063	1,00
Zaman*Ağırlık	29,50	14,75	3,75	3,94	0,059	1,00
Sıcaklık*Zaman*Ağırlık	32,00	16,00	3,75	4,27	0,051	1,00
Ct Pt		70,08	7,18	9,77	0,010	1,00

Merkez noktalar etkili

Regression Equation in Uncoded Units

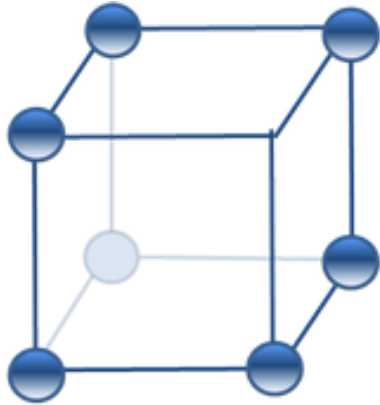
Dayanim = -915 + 14,91 Sıcaklık + 98,5 Zaman + 77,0 Ağırlık - 0,942 Sıcaklık\*Zaman  
- 0,675 Sıcaklık\*Ağırlık - 4,43 Zaman\*Ağırlık + 0,04267 Sıcaklık\*Zaman\*Ağırlık  
+ 70,08 Ct Pt

Stat > ANOVA > Interaction Plot...

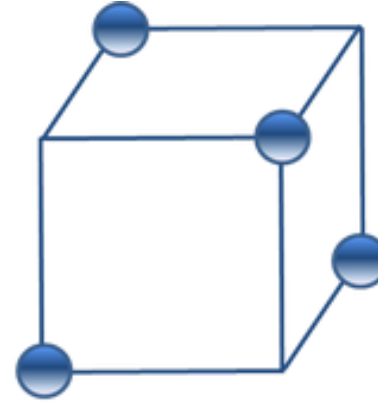


- ✎ Tam faktöriyel deneylerde faktör sayısı ( $x$ ) arttıkça deney sayısı hızla ( $2^k$ ) artar. Bununla birlikte 2'li ve 2'den fazla etkileşimlerin sayısı da artar. Ancak gerçek hayatta **2'den fazla etkileşimlerin** çıktıya ( $y$ ) önemli etkisi nadiren görülür. **Dolayısıyla çoğunlukla ihmal edilebilir.**

$2^3$  tam faktöriyel



$2^{3-1}$  kesirli faktöriyel



# Kesirli Faktöriyel Deneyler

 **Örnek;**

Çıktı → Y

Faktörler → A,B,C,D

Tam Faktöriyel için  
 $2^4 = 16$  deney



Kesirli Faktöriyel  
 $2^{4-1} = 8$  deney



*A\*B\*C ile D'nin  
çıktı üzerindeki  
etkileri çakışıyor*

A	B	C	A*B	A*C	B*C	A*B*C	D
-	-	-	+	+	+	-	-
+	-	-	-	-	+	+	+
-	+	-	-	+	-	+	+
+	+	-	+	-	-	-	-
-	-	+	+	-	-	+	+
+	-	+	-	+	-	-	-
-	+	+	-	-	+	-	-
+	+	+	+	+	+	+	+

*Eğer D'nin yada  
A\*B\*C etkileşiminin  
çıktı üzerinde bir etkisi  
varsa, bunun  
hangisinden  
kaynaklandığını bu  
aşamada anlayamayız.*

👉 **Alias Tablosu;** kesirli deneylerde çakışan etkilerin listesini gösterir.

## Eğer bir deneyin çözünürlüğü

- ➡ **III ise;** sistemde ana etkiler ve ikili etkileşimler arasında çakışma var demektir.
- ➡ **IV ise;** sistemde ana etkiler ve üçlü etkileşimler, ayrıca ikili etkileşimlerin kendi arasında çakışma var demektir.
- ➡ **V ise;** sistemde ana etkiler ve dördü etkileşimler, ayrıca ikili etkileşimler ve üçlü etkileşimler arasında çakışma var demektir.

Design Generators: D = ABC

Alias Structure

I + ABCD

A + BCD

B + ACD

C + ABD

D + ABC

AB + CD

AC + BD

AD + BC

**Deney Konusu:** % Uzamanın maksimum olması isteniyor.

*Uzama\_2.MTV dosyasını açınız.*

Girdiler	-1	+1
Pervane hızı (rpm)	150	200
Sır	A	B
Tiksotropi	100	110
Sıcaklık (°C)	140	180
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	3	6

# Kesirli Faktöriyel Deneyler

👉 *Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design...*

Analyze Factorial Design: Terms

Include terms in the model up through order: **5** *5'li etkileşime kadar*

Available Terms:  
A:Pervane Hızı  
B:Sır  
C:Tiksotropi  
D:Sıcaklık  
E:Yogunluk

Selected Terms:  
A:Pervane Hızı  
B:Sır  
C:Tiksotropi  
D:Sıcaklık  
E:Yogunluk  
AB  
AC  
AD  
AE  
BC  
BD

Include blocks in the model  
 Include center points in the model

Help OK



## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	33,3100	2,2207	*	*
Linear	5	24,5350	4,9070	*	*
Pervane Hızı	1	0,1600	0,1600	*	*
Sır	1	16,8100	16,8100	*	*
Tiksotropi	1	0,0000	0,0000	*	*
Sıcaklık	1	6,0025	6,0025	*	*
Yogunluk	1	1,5625	1,5625	*	*
2-Way Interactions	10	8,7750	0,8775	*	*
Pervane Hızı*Sır	1	0,0900	0,0900	*	*
Pervane Hızı*Tiksotropi	1	0,0100	0,0100	*	*
Pervane Hızı*Sıcaklık	1	0,0225	0,0225	*	*
Pervane Hızı*Yogunluk	1	0,0625	0,0625	*	*
Sır*Tiksotropi	1	0,0900	0,0900	*	*
Sır*Sıcaklık	1	4,6225	4,6225	*	*
Sır*Yogunluk	1	0,0625	0,0625	*	*
Tiksotropi*Sıcaklık	1	0,0025	0,0025	*	*
Tiksotropi*Yogunluk	1	0,2025	0,2025	*	*
Sıcaklık*Yogunluk	1	3,6100	3,6100	*	*
Error	0	*	*		
Total	15	33,3100			

# Kesirli Faktöriyel Deneyler

Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design...

## Fractional Factorial Design

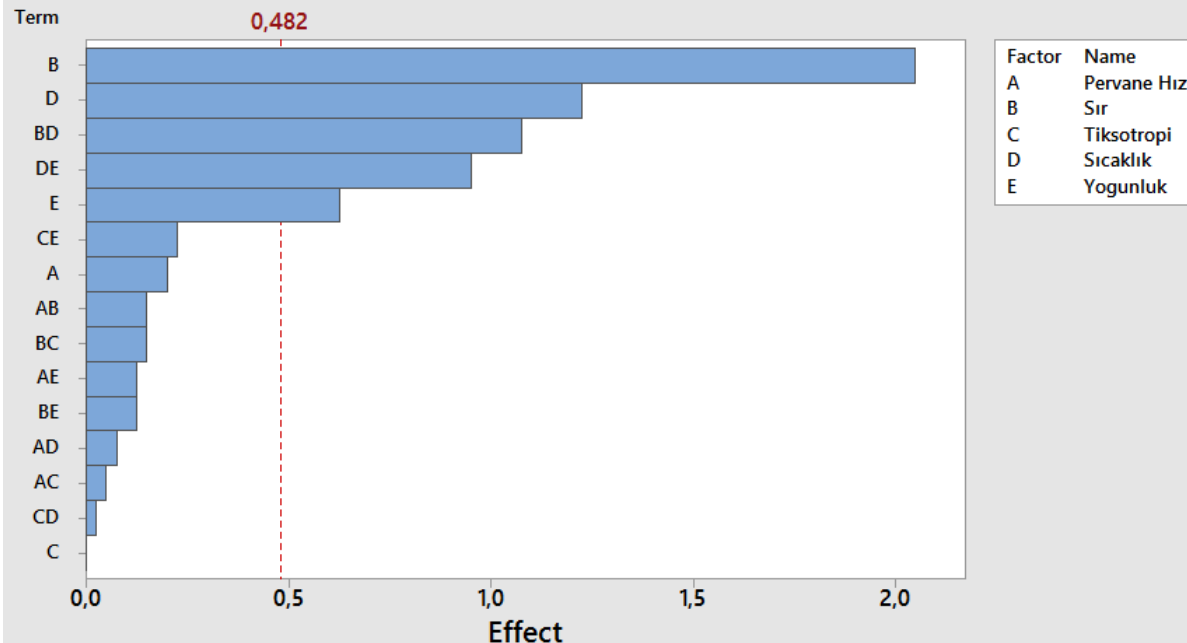
Factors: 5 Base Design: 5; 16 Resolution: V  
Runs: 16 Replicates: 1 Fraction: 1/2  
Blocks: 1 Center pts (total): 0

Design Generators: E = ABCD

## Alias Structure

Factor	Name
A	Pervane Hızı
B	Sır
C	Tiksotropi
D	Sıcaklık
E	Yogunluk

Pareto Chart of the Effects  
(response is %;  $\alpha = 0,05$ )



## Aliases

I + ABCDE  
A + BCDE  
B + ACDE  
C + ABDE  
D + ABCE  
E + ABCD  
AB + CDE  
AC + BDE  
AD + BCE  
AE + BCD  
BC + ADE  
BD + ACE  
BE + ACD  
CD + ABE  
CE + ABD  
DE + ABC

Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design...

## İndirgenmiş Model

Factorial Regression: % versus Sır; Sıcaklık; Yoğunluk

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	32,6075	6,5215	92,83	0,000
Linear	3	24,3750	8,1250	115,66	0,000
Sır	1	16,8100	16,8100	239,29	0,000
Sıcaklık	1	6,0025	6,0025	85,44	0,000
Yoğunluk	1	1,5625	1,5625	22,24	0,001
2-Way Interactions	2	8,2325	4,1162	58,59	0,000
Sır*Sıcaklık	1	4,6225	4,6225	65,80	0,000
Sıcaklık*Yoğunluk	1	3,6100	3,6100	51,39	0,000
Error	10	0,7025	0,0703		
Total	15	33,3100			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,265047	97,89%	96,84%	94,60%

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		3,5250	0,0663	53,20	0,000	
Sır	2,0500	1,0250	0,0663	15,47	0,000	1,00
Sıcaklık	1,2250	0,6125	0,0663	9,24	0,000	1,00
Yoğunluk	-0,6250	-0,3125	0,0663	-4,72	0,001	1,00
Sır*Sıcaklık	1,0750	0,5375	0,0663	8,11	0,000	1,00
Sıcaklık*Yoğunluk	-0,9500	-0,4750	0,0663	-7,17	0,000	1,00

*Hangi etkileşimler kontrol edilmeli?*



Alias Structure

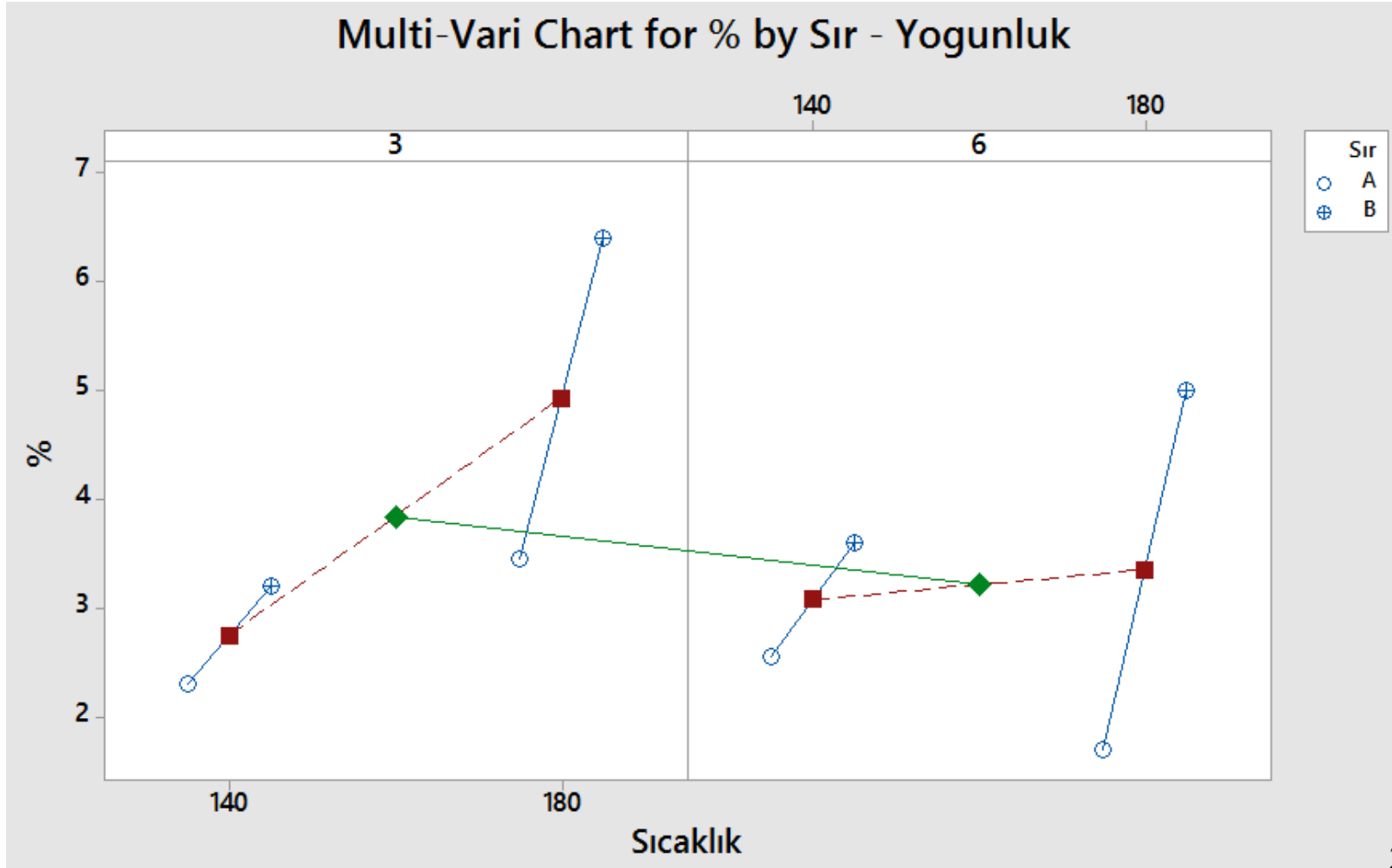
Factor Name

A	Pervane Hızı
B	Sır
C	Tiksotropi
D	Sıcaklık
E	Yoğunluk

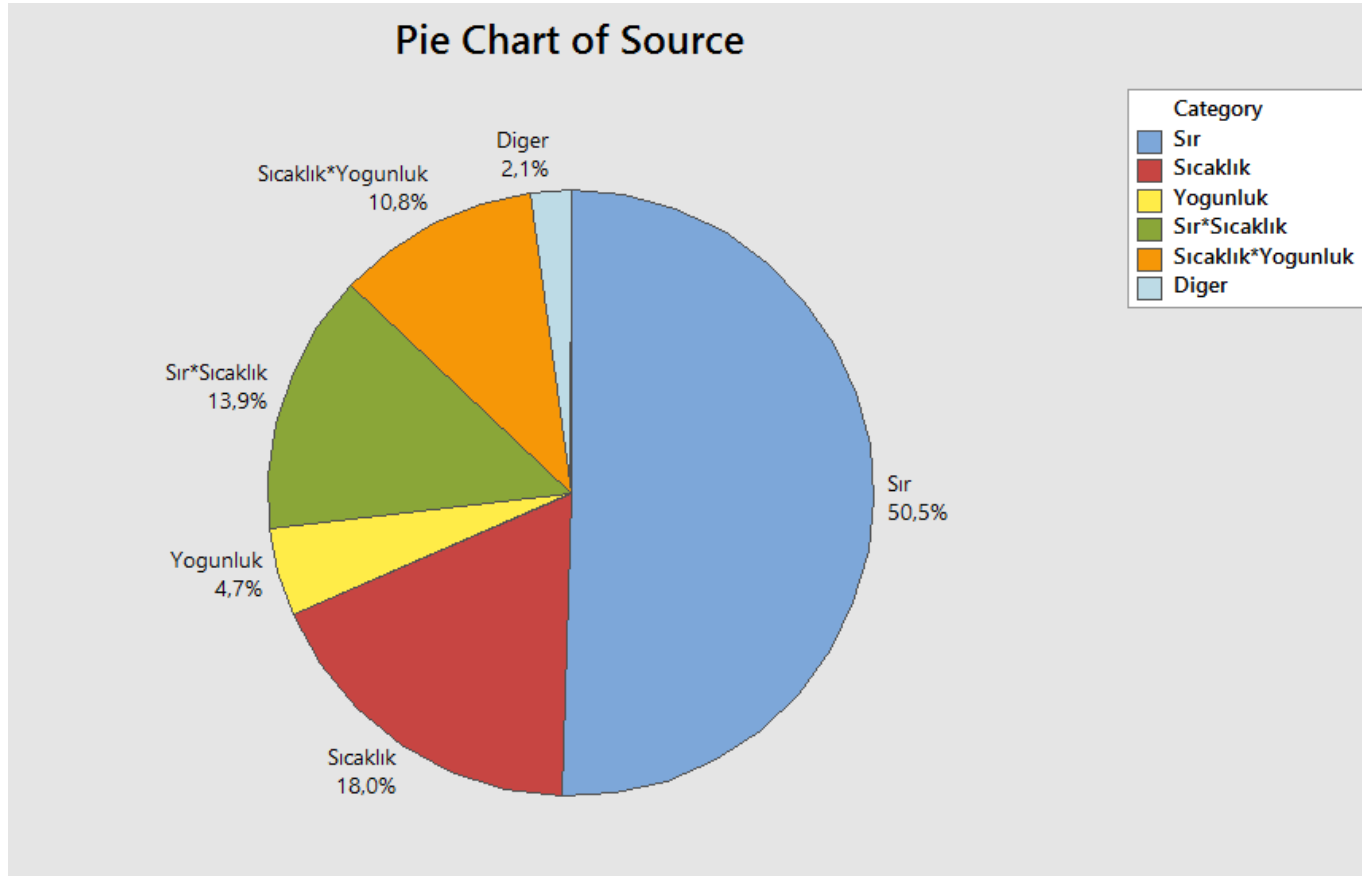
Aliases

I + ABCDE
A + BCDE
B + ACDE
C + ABDE
D + ABCE
E + ABCD
AB + CDE
AC + BDE
AD + BCE
AE + BCD
BC + ADE
BD + ACE
BE + ACD
CD + ABE
CE + ABD
DE + ABC

Stat > Quality Tools > Multi Vari Chart...



 *Graph > Pie Chart...*



Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design...

Create Factorial Design

Type of Design

2-level factorial (default generators) (2 to 15 factors)

2-level factorial (specify generators) (2 to 15 factors)

2-level split-plot (hard-to-change factors) (2 to 7 factors)

Plackett-Burman design (2 to 47 factors)

General full factorial design (2 to 15 factors)

Number of factors: 2

Display Available Designs...

Designs...

Options...

Help

OK

Olası tüm deney tasarım seçenekleri ve bu seçenekler için gereken deney sayısı

Create Factorial Design: Display Available Designs

Available Factorial Designs (with Resolution)

Run	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Full	III												
8		Full	IV	III	III	III								
16			Full	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III
32				Full	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					Full	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						Full	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV

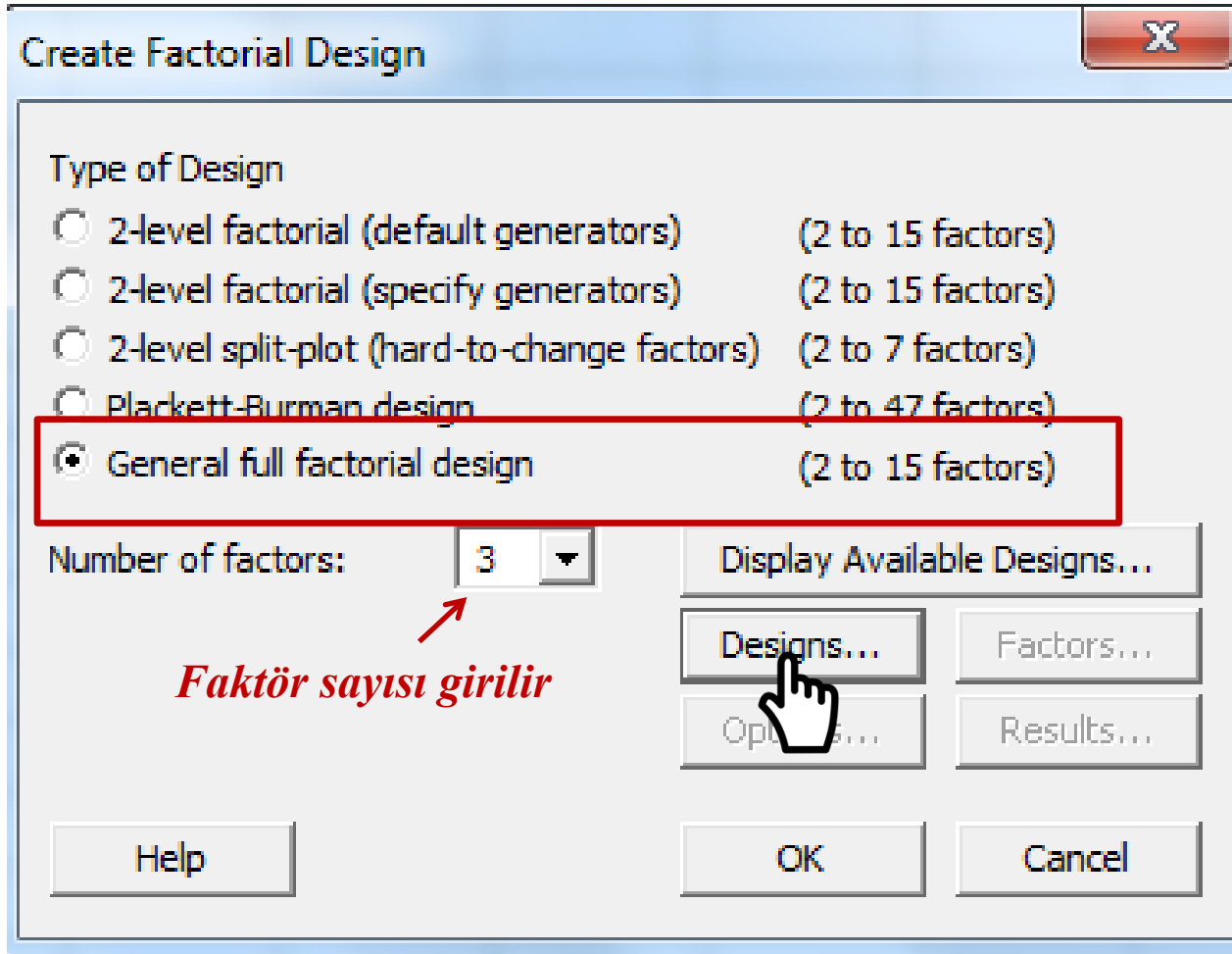
Available Resolution III Plackett-Burman Designs

Factors	Runs	Factors	Runs	Factors	Runs
2-7	12,20,24,28,...,48	20-23	24,28,32,36,...,48	36-39	40,44,48
8-11	12,20,24,28,...,48	24-27	28,32,36,40,44,48	40-43	44,48
12-15	20,24,28,36,...,48	28-31	32,36,40,44,48	44-47	48
16-19	20,24,28,32,...,48	32-35	36,40,44,48		

Help

OK

Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design...



Create Factorial Design

Type of Design

- 2-level factorial (default generators) (2 to 15 factors)
- 2-level factorial (specify generators) (2 to 15 factors)
- 2-level split-plot (hard-to-change factors) (2 to 7 factors)
- Plackett-Burman design (2 to 47 factors)
- General full factorial design (2 to 15 factors)

Number of factors: 3

Display Available Designs...

Designs... Factors...

Options... Results...

Help OK Cancel

*Faktör sayısı girilir*

Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design...

Create Factorial Design: Designs

Factor	Name	Number of Levels
A	A	3
B	B	
C	C	

*Faktör isimleri girilir*      *Düzey sayıları girilir*

Number of replicates: 1 *Deney tekrar sayısı girilir*

Block on replicates

Help      OK      Cancel

*Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design...*

Create Factorial Design

Type of Design

2-level factorial (default generators) (2 to 15 factors)

2-level factorial (specify generators) (2 to 15 factors)

2-level split-plot (hard-to-change factors) (2 to 7 factors)

Plackett-Burman design (2 to 47 factors)

General full factorial design (2 to 15 factors)

Number of factors:

Display Available Designs...

Designs... Factors... Options...

Help OK

*Düzeyler girilir*

Create Factorial Design: Factors

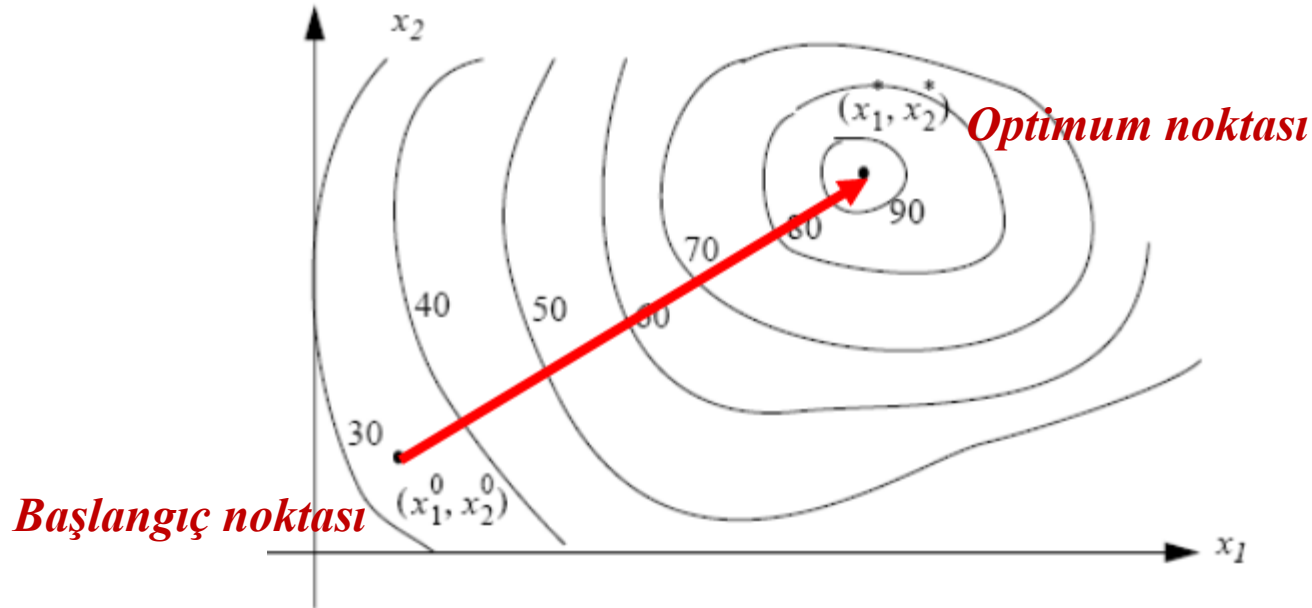
Factor	Name	Type	Levels	Level Values
A	A	Numeric	3	1 2 3
B	B	Numeric	3	1 2 3
C	C	Numeric	3	1 2 3

Help OK Cancel

*Veri tipi tanımlanır.*

- Deney tasarım konularında sisteme etki eden değişkenlerden **en önemli olanları bulmayı, etkileşimlerin etkin olup olmadığını**, belirlediğimiz değerler dahilinde hangi etkenlerin etkin olduğunun analizi yapılır.

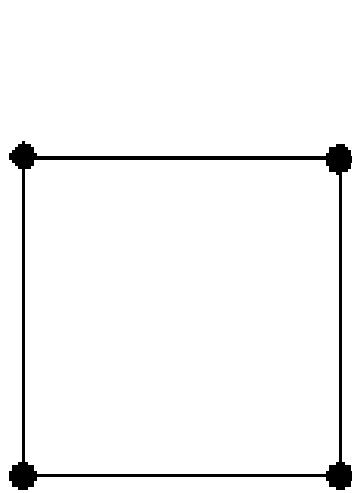
**Cevap Yüzeyi Metodu**'nda cevabını aradığımız soru ise sistemin «**optimum yanıtına ulaştıracak değişken değerlerinin**» ne olacaktır.



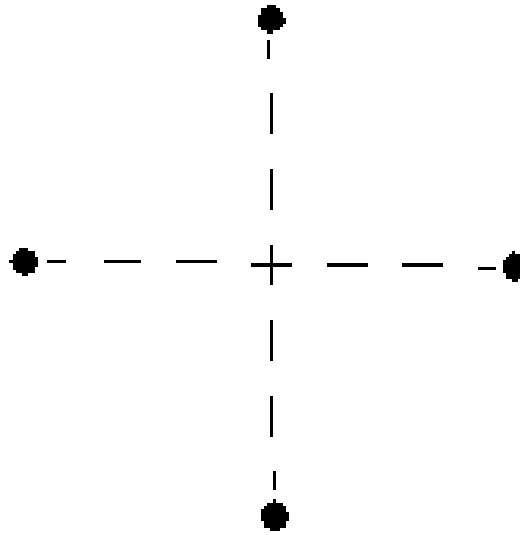
**Deney Konusu:** Plastik parça üretimi yapan bir işletmede **sertlik** değeri (shore cinsinden) maksimum olması beklenmektedir. **Sertlik** değerine etki eden faktörler; **fırın sıcaklığı, fırında bekletme süresi ve kalıpta soğuma süresi** olarak tespit edilmiştir.

Girdiler	-1	+1
Sıcaklık (°C)	40	60
Fırın Süresi (sn)	70	80
Soğuma Süresi (sn)	20	22

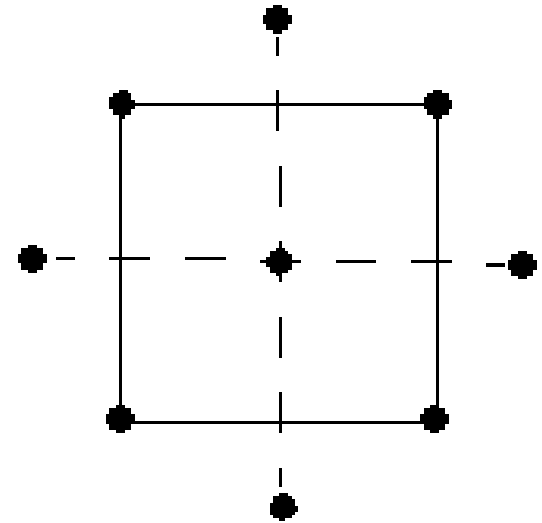
Stat > DOE > Response Surface > Create Response Surface Design...



-1      +1



$(+\alpha, 0), (-\alpha, 0)$   
 $(0, +\alpha), (0, -\alpha)$



-1      +1  
 $(+\alpha, 0), (-\alpha, 0)$   
 $(0, +\alpha), (0, -\alpha)$

*Minitab'da oluşturulan Cevap Yüzeyi Dizaynı optimum noktalar için araştırmaya fırsat sağlar*

# Cevap Yüzeyi Metodu

 *Stat > DOE > Response Surface > Create Response Surface Design...*

Create Response Surface Design

Type of Design

Central composite (2 to 10 continuous factors)

Box-Behnken (3,4,5,6,7,9, or 10 continuous factors)

Number of continuous factors:

Number of categorical factors:

Display Available Designs...

Design... Factors...

Opt... Results...

OK Cancel

Help

Create Response Surface Design: Designs

Designs	Runs	Blocks	Center Points		Default Alpha	
			Total	Cube	Axial	
Full	20	1	6	0	0	1,682
Full	20	2	6	4	2	1,633
Full	20	3	6	4	2	1,633

Number of Center Points

Default

Custom

Cube block:  Axial block:

Value of Alpha

Default

Face Centered

Custom:

Number of replicates:

Block on replicates

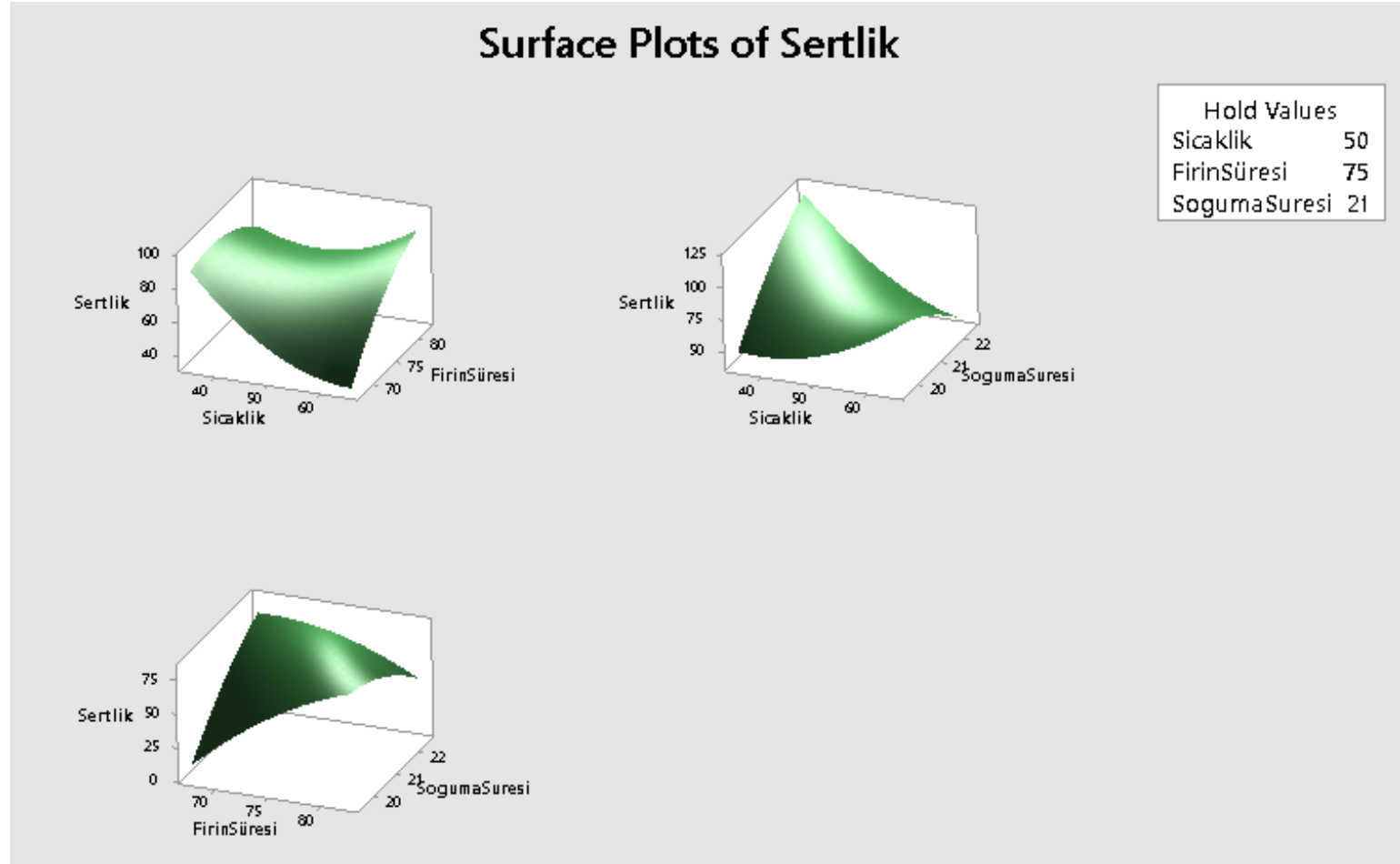
OK Cancel

Help

Design Table (randomized)

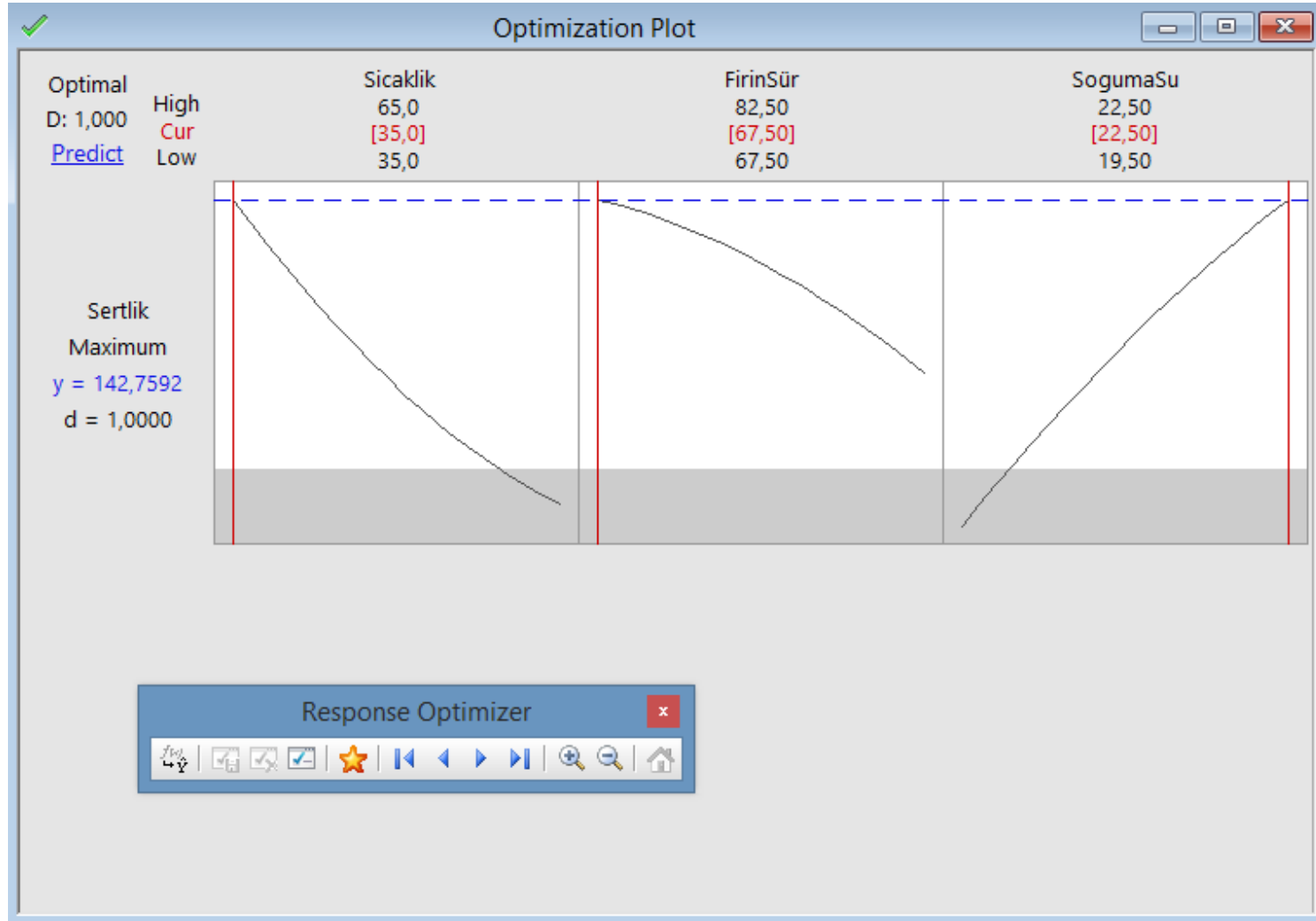
Run	Blk	A	B	C
1	1	1,0	1,0	-1,0
2	1	-1,0	-1,0	-1,0
3	1	1,0	1,0	1,0
4	1	-1,0	1,0	1,0
5	1	0,0	0,0	0,0
6	1	0,0	1,5	0,0
7	1	1,0	-1,0	-1,0
8	1	1,5	0,0	0,0
9	1	-1,0	-1,0	1,0
10	1	0,0	0,0	0,0
11	1	0,0	0,0	1,5
12	1	-1,0	1,0	-1,0
13	1	0,0	-1,5	0,0
14	1	0,0	0,0	0,0
15	1	0,0	0,0	0,0
16	1	-1,5	0,0	0,0
17	1	1,0	-1,0	1,0
18	1	0,0	0,0	0,0
19	1	0,0	0,0	-1,5
20	1	0,0	0,0	0,0

 *Stat > DOE > Response Surface > Surface Plot...*



# Cevap Yüzeyi Metodu

 *Stat > DOE > Response Surface > >Response Optimizer...*



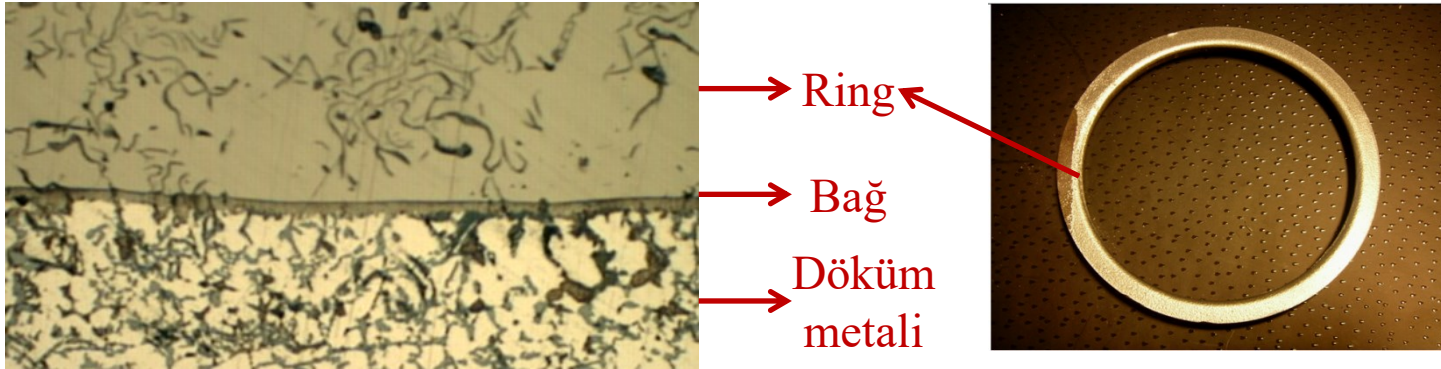


- ✎ **Taguchi** tasarımlarının ilk örneği 1950'lerde Japonya'daki Ina Tile Company'de uygulanmıştır. Fayans üretimi yapan işletmede boyutsal tolerans nedeniyle yüksek miktarda ıskarta üretiliyordu. Çalışma ekibinin yaptığı çalışma sonucunda fırın sıcaklığında oluşan varyasyonun boyutsal etkisinin olduğu tespit edildi. Sıcaklık değişkenini ortadan kaldıramadılar çünkü yeni bir fırın çok maliyetliydi. Böylece sıcaklık bir gürültü faktörü oldu. **Taguchi** tarafından tasarlanan deneyler sonucunda bir kontrol faktörü olan kilin kireç içeriği artırıldığında sıcaklık değişimine karşı daha dirençli olduğu keşfedildi.



- ✎ Yeni bir ürün devreye alırken **çıktıdaki varyasyona** etki edebilecek çok miktarda girdiyi analiz etmek gerekebilir.
- ✎ **Taguchi yöntemi**, bir ürün veya hizmet üretmek için optimum girdi kombinasyonunu belirlemek üzere yapılandırılmış bir yaklaşımdır.
- ✎ Deney tasarımlarında farklı girdilerin çıktı ortalamasına nasıl etki ettiği araştırılırken **Taguchi** tasarımında **öncelik varyasyondur**.
- ✎ Proses girdileri iki temel kategoriye ayrılır;
  1. **Kontrol Faktörleri (S):** *Ürün yada proses tasarımında kontrol edilebilen etki parametreleri*
  2. **Gürültü Faktörleri (N):** *Normal şartlarda kontrol edilemeyen proses parametreleri*

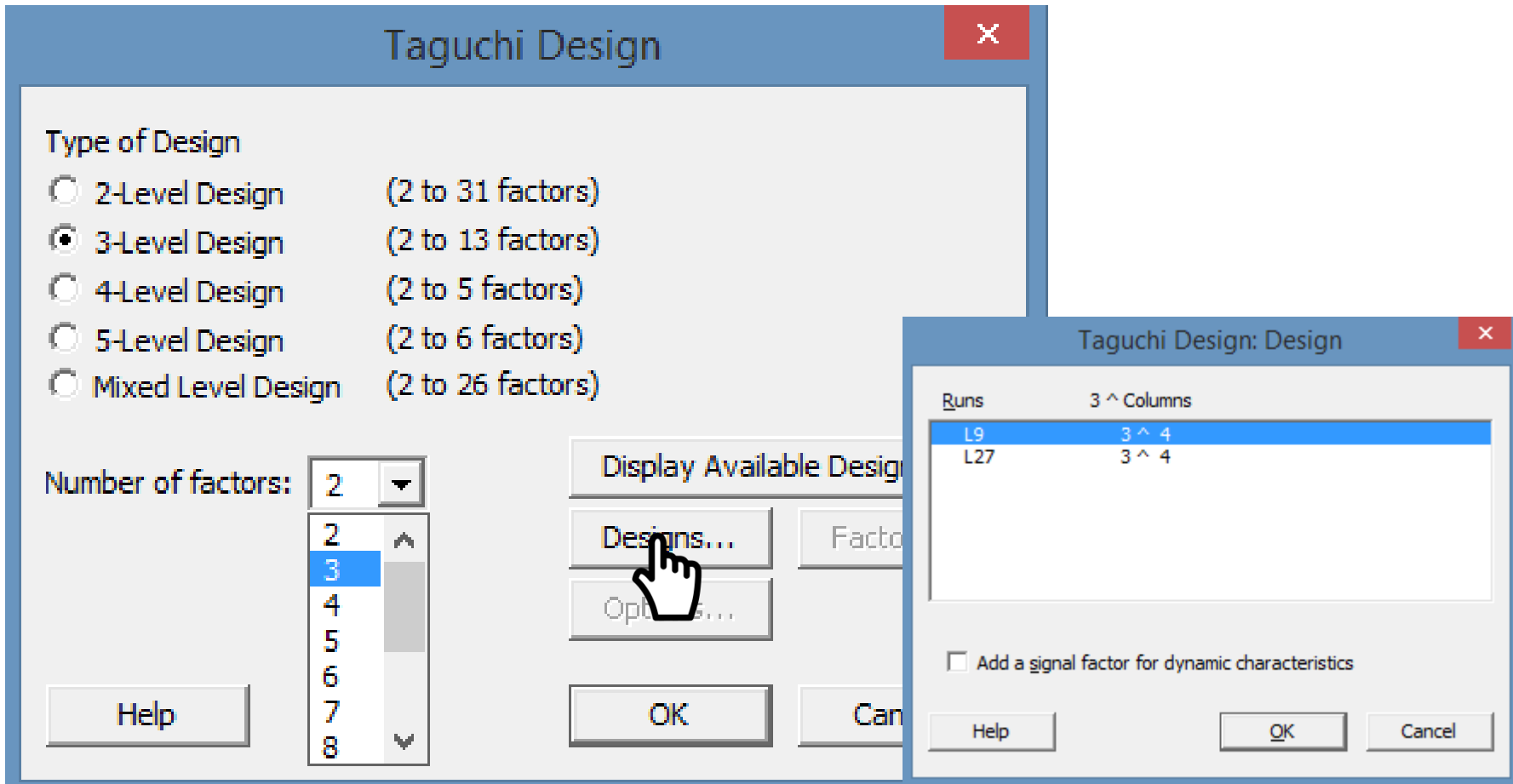
**Deney Konusu:** Otomotiv sektöründe döküm ile parça üreten bir işletmede döküm metali ile içerisine yerleştirilen metal ring arasında bağ oluşması için özel bir alaşım kullanılmaktadır. Gerçekleşen bağ oranı tahribatsız muayene ile ölçülebilmektedir. Bağın oluşumuna etki eden faktörler; **Kalıp sıcaklığı**, **metal akış hızı**, bağ alaşımındaki **kalay** ve **nikel oranları** seçilmiştir.



- 🔗 Otomotiv sektöründe döküm ile parça üreten bir işletmede döküm metali ile içerisine yerleştirilen metal ring arasında bağ oluşması için özel bir alaşım kullanılmaktadır. Gerçekleşen bağ oranı tahribatsız muayene ile ölçülebilmektedir. Bağın oluşumuna etki eden faktörler; **Kalıp sıcaklığı**, **metal akış hızı**, bağ alaşımındaki **kalay** ve **nikel oranları** seçilmiştir.

Faktörler	1	2	3
Sıcaklık (°C)	100	150	200
Akış Hızı (mm/sn)	2	5	8
Kalay Oranı (%)	4	6	8
Nikel Oranı (%)	0,1	0,2	0,3

👉 *Stat > DOE > Taguchi > >Create Taguchi Design...*



The image shows two overlapping dialog boxes from Minitab. The main dialog is titled "Taguchi Design" and has a red close button in the top right corner. It contains the following options:

- Type of Design:
  - 2-Level Design (2 to 31 factors)
  - 3-Level Design (2 to 13 factors)
  - 4-Level Design (2 to 5 factors)
  - 5-Level Design (2 to 6 factors)
  - Mixed Level Design (2 to 26 factors)
- Number of factors: 2 (with a dropdown menu showing options 2 through 8, where 3 is highlighted)
- Buttons: "Display Available Designs...", "Designs...", "Options...", "OK", "Cancel", and "Help".

The second dialog box, titled "Taguchi Design: Design", is in the foreground and also has a red close button. It displays a table of runs:

Runs	3 ^ Columns
L9	3 ^ 4
L27	3 ^ 4

At the bottom of this dialog, there is a checkbox labeled "Add a signal factor for dynamic characteristics" which is currently unchecked, and buttons for "Help", "OK", and "Cancel".

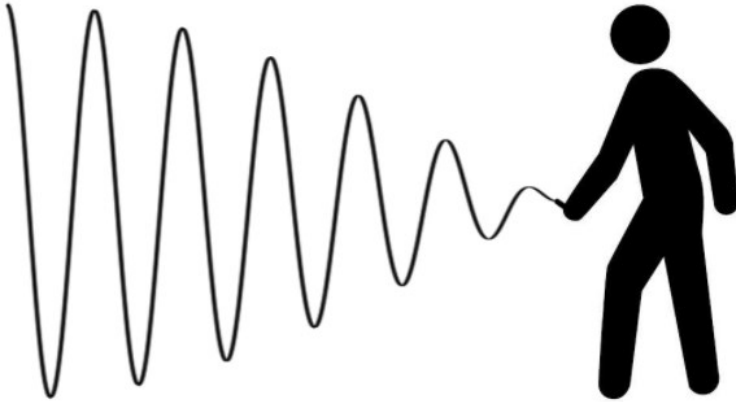
*3 tekrar yapılmış*

Sıcaklık	Akis Hizi	Kalay Oranı	Nikel Oranı	Deneme-1	Deneme-2	Deneme-3
100	2	4	0,1	70,7	82,3	87,3
100	5	6	0,2	63,2	70,7	74,8
100	8	8	0,3	45,7	54,9	56,5
150	2	6	0,3	62,3	78,2	79,8
150	5	8	0,1	54,9	76,5	77,3
150	8	4	0,2	83,2	87,3	89
200	2	8	0,2	55,7	62,3	64,8
200	5	4	0,3	87,3	93,2	99
200	8	6	0,1	63,2	74	75,7

- Taguchi metodu bu aşamada her bir faktör **sinyal/gürültü (S/N)** değerini hesaplayarak faktörlerin sonuca etkisini analiz eder.

$$SN_i = 10 \log \frac{\bar{y}_i^2}{s_i^2}$$

$\bar{y}_i^2$  → Çıktı ortalaması  
 $s_i^2$  Standart sapma



# Taguchi Tasarımı

1. Deney →  $SN_i = 10 \log \frac{80.1^2}{8.5^2} = 19.5$       2. Deney → .....

Sicaklik	Akis Hizi	Kalay Orani	Nikel Orani	Deneme-1	Deneme-2	Deneme-3	Ortalama	Standart Sapma	SN
100	2	4	0,1	70,7	82,3	87,3	<b>80,10</b>	<b>8,52</b>	<b>19.5</b>
100	5	6	0,2	63,2	70,7	74,8	69,57	5,88	21.5
100	8	8	0,3	45,7	54,9	56,5	52,37	5,83	19.1
150	2	6	0,3	62,3	78,2	79,8	73,43	9,67	17.6
150	5	8	0,1	54,9	76,5	77,3	69,57	12,71	14.8
150	8	4	0,2	83,2	87,3	89	86,50	2,98	29.3
200	2	8	0,2	55,7	62,3	64,8	60,93	4,70	22.3
200	5	4	0,3	87,3	93,2	99	93,17	5,85	24.0
200	8	6	0,1	63,2	74	75,7	70,97	6,78	20.4

# Taguchi Tasarımı

1. Deney →  $SN_i = 10 \log \frac{80.1^2}{8.5^2} = 19.5$       2. Deney → .....

Sicaklik	Akis Hizi	Kalay Orani	Nikel Orani	Deneme-1	Deneme-2	Deneme-3	Ortalama	Standart Sapma	SN	
100	2	4	0,1	70,7	82,3	87,3	<b>80,10</b>	<b>8,52</b>	<b>19.5</b>	<b>1</b>
100	5	6	0,2	63,2	70,7	74,8	69,57	5,88	21.5	<b>2</b>
100	8	8	0,3	45,7	54,9	56,5	52,37	5,83	19.1	<b>3</b>
150	2	6	0,3	62,3	78,2	79,8	73,43	9,67	17.6	<b>1</b>
150	5	8	0,1	54,9	76,5	77,3	69,57	12,71	14.8	<b>2</b>
150	8	4	0,2	83,2	87,3	89	86,50	2,98	29.3	<b>3</b>
200	2	8	0,2	55,7	62,3	64,8	60,93	4,70	22.3	<b>1</b>
200	5	4	0,3	87,3	93,2	99	93,17	5,85	24.0	<b>2</b>
200	8	6	0,1	63,2	74	75,7	70,97	6,78	20.4	<b>3</b>

$$SN_{B1} = \frac{19.5 + 17.6 + 22.3}{3} = 19.8$$

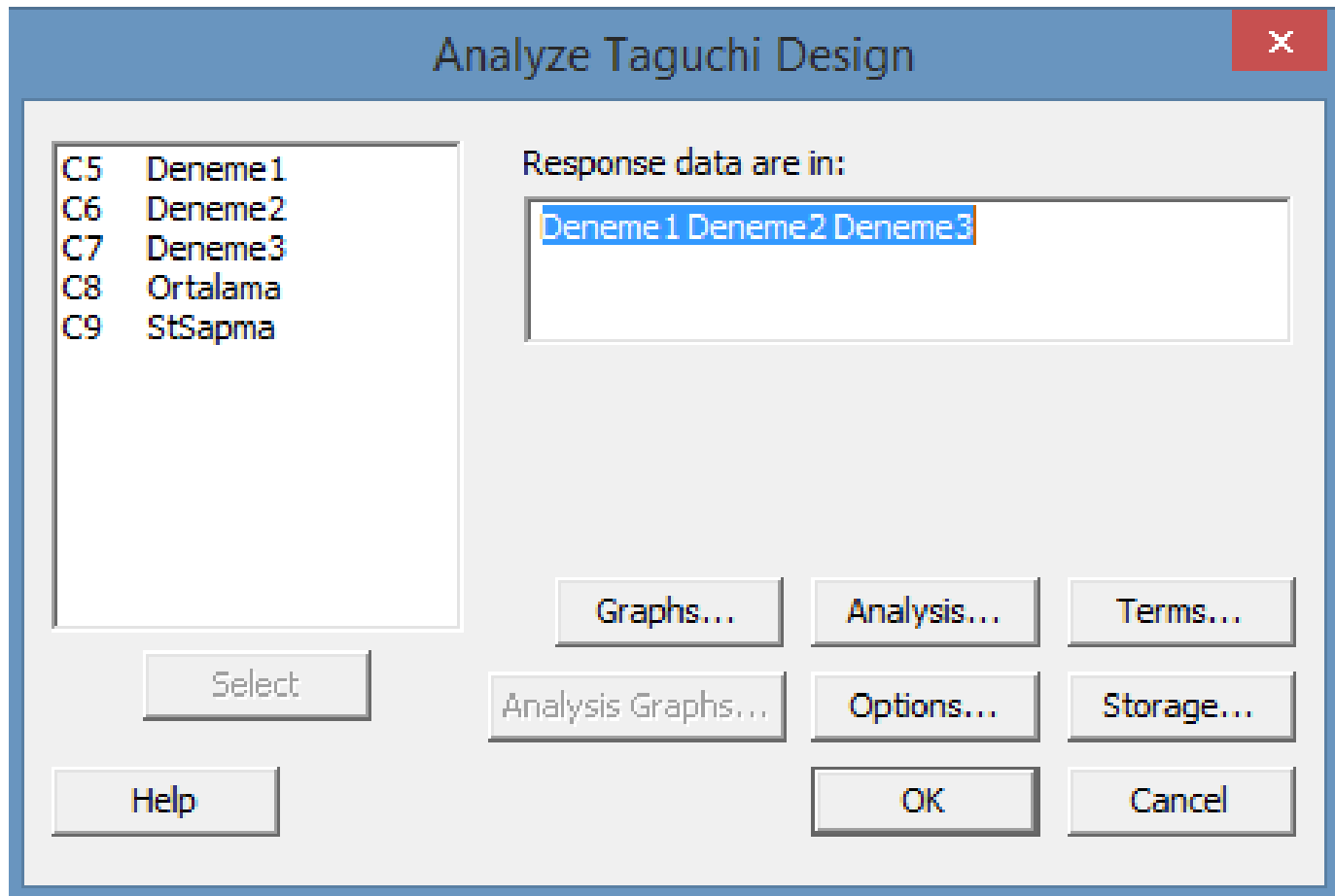
$$SN_{B2} = \frac{21.5 + 14.8 + 24.0}{3} = 20.1$$

$$SN_{B3} = \frac{19.1 + 29.3 + 20.4}{3} = 22.9$$

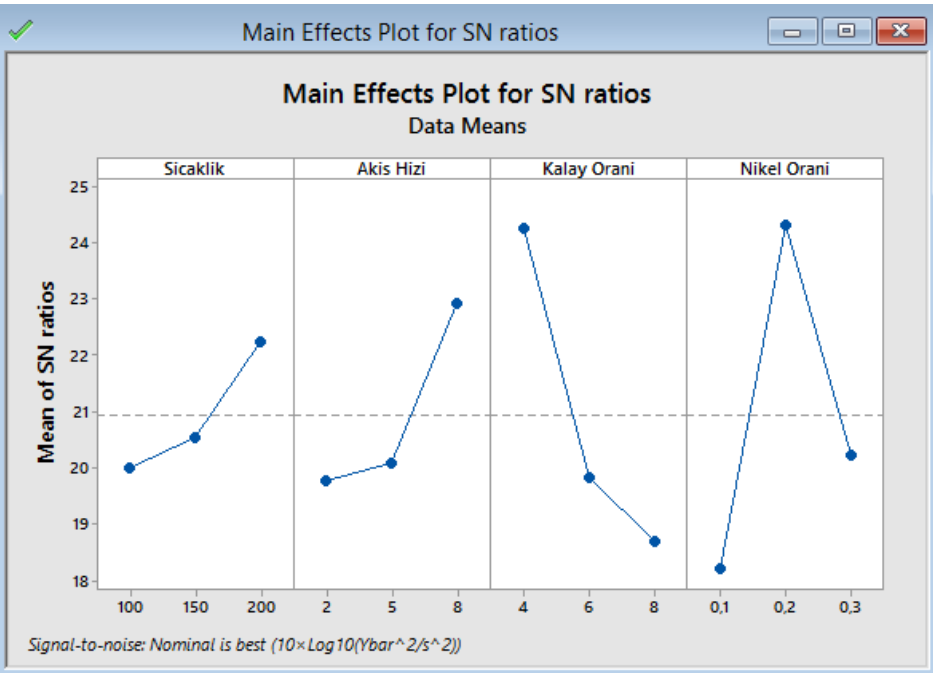
Level	Sicaklik	Akis Hizi	Kalay Orani	Nikel Orani
1	20	<b>19.8</b>	24.3	18.2
2	20.6	<b>20.1</b>	19.8	24.4
3	22.2	<b>22.9</b>	18.7	20.2
Delta	2.2	3.1	5.5	<b>6.1</b>
Rank (Sıra)	4	3	2	1

***En güçlü etki***

👉 *Stat > DOE > Taguchi > Analyze Taguchi Design...*



# Taguchi Tasarımı



Response Table for Signal to Noise Ratios  
Nominal is best ( $10 \times \text{Log}_{10}(\bar{Y}^2/s^2)$ )

	Sicaklik	Akis Hizi	Kalay Orani	Nikel Orani
Level 1	20,00	19,78	24,25	18,21
Level 2	20,54	20,09	19,82	24,32
Level 3	22,23	22,91	18,70	20,24
Delta	2,23	3,13	5,56	6,11
Rank	4	3	2	1

Response Table for Means

	Sicaklik	Akis Hizi	Kalay Orani	Nikel Orani
Level 1	67,34	71,49	86,59	73,54
Level 2	76,50	77,43	71,32	72,33
Level 3	75,02	69,94	60,96	72,99
Delta	9,16	7,49	25,63	1,21
Rank	2	3	1	4

