

# ***SPSS İLE İSTATİSTİKSEL VERİ ANALİZİ***

***Statistical Packages for the Social Sciences***



***PROF.DR.YÜKSEL TERZİ***

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**

**FEN-EDEBİYAT FAKÜLTESİ**

**İSTATİSTİK BÖLÜMÜ**

**SAMSUN**

**2019**

## TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE VARYANS ANALİZİ (REPEATED MEASURES)

Aynı denekler üzerinde farklı zamanlarda 2'den fazla ölçüm yapıldığında tekrarlı ölçüm söz konusu olur. Üç çeşit tekrarlı ölçüm tasarımı yapılabilir:

- i. Aynı deneklerin belirli bir değişken açısından zamana bağlı olarak tekrarlanan ölçüm yapılması, mesela deneklerden birden fazla kan basıncı için ölçüm alınması buna bir örnektir.
- ii. Aynı deneklerin farklı tedavi biçimlerine maruz bırakılması, mesela ağrıyı azaltmada değişik tedavi biçimlerinin karşılaştırılması yapılabilir.  
Bu iki tasarım biçimine **denekler arası tasarım veya tek faktörlü tasarım** denir.
- iii. Hem zamana bağlı hem de tedavi biçimini dikkate alan **karışık tasarım veya çok faktörlü tasarım** kullanılabilir. Örneğin değişik tedavi biçimlerinin, hipertansiyonun zaman içindeki durumu üzerindeki etkilerinin incelenmesi böyle bir tasarımdır.

## TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE VARYANS ANALİZİ VARSAYIMLARI

1. Rasgele Örnekleme
2. Tekrarlanan Ölçümler
3. Her Faktör Seviyesinde Bağımsız Örneklemeler
4. Normal anakütlelerden örneklem elde edilmesi yani faktörün her seviyesindeki değerler normal veya normale yakın olmalıdır.
5. **Küresellik Testi(Mauchly Sphericity Test)**: Tekrarlanan ölçüm seviyeleri arasında varyansların eşit olması gerekir. Bu varsayım önemlidir. Varyansların eşit olup olmamasına Mauchly testi ile bakılır. Eğer test sonunda  $P > 0.05$  ise varyanslar eşit demektir.
6. **Box M testi**:  $P > 0,05$  ise varyans-kovaryans matrisi eşittir. Yani ölçüm değerlerinden oluşan grupların korelasyonu aynıdır. Çünkü aynı deneklerden tekrarlanan ölçüm alındığından veriler arasında bir korelasyon mevcuttur. Bu varsayıma eğer faktör yada faktörler modelde varsa bakılır.

## Repeated Measures Analysis

- 1) Univariate results with sphericity assumed
- 2) MANOVA tests
- 3) Greenhouse-Geisser
- 4) Huynh-Feldt
- 5) Lower-Bound

Epsilon değeri 0,75'den büyükse Huynh-Feldt , 0,75'den küçükse Greenhouse-Geisser tercih edilir. Küresellik sağlanmıyorsa ve örneklem hacmi küçükse Greenhouse-Geisser seçilebilir.

# Küresellik Varsayımı (Sphericity Assumption)

Küresellik (Sphericity) varsayımı sağlanmazsa ( $p < 0,05$ ) multivariate testler kullanılır. Varsayım sağlanırsa univariate yaklaşım kullanılabilir.

## Univariate tests :

- Greenhouse-Geisser
- Huynh-Feldt
- Lower-bound

## Multivariate tests:

- Pillai's Trace
- Wilk's Lambda
- Hotelling's Trace
- Roy's Largest Root

**Çok değişkenli analizlerde ortalama vektörleri arasında fark olup olmadığını incelemekte kullanılan birçok test yöntemi vardır. Bu test yöntemlerine çoklu karşılaştırma testleri denir. Bu testlere ait istatistikleri farklı dağılımlara sahiptir. Ancak bu istatistikler F istatistiğine dönüştürülebilir. Bu istatistikler  $H=BW^{-1}$  matrisinin sıfırdan büyük özdeğerlerinden ( $\lambda_i$ ) yararlanılarak bulunur. Pillai iz kriteri model varsayımlarının geçerliliğinde diğer istatistiklere göre daha sağlam sonuçlar verir (Olson, 1974).**

1. Wilks Lambda İstatistiği:  $\Lambda = L = \frac{|W|}{|B + W|}$  veya  $L = \prod_{i=1}^s 1/(1 + \lambda_i)$

2. Pillai İz Kriteri:  $T = \sum_{i=1}^s \lambda_i / (1 + \lambda_i)$

3. Hotelling-Lawlay İz  $HT = \sum_{i=1}^s \lambda_i$

4. Roy'un Enbüyük Kök Değeri  $\theta = \lambda_{\max} / (1 + \lambda_{\max})$

**Örnek:** 9 Hastanın başlangıç ve tedavi sonrası kalp atımları veriliyor.  
Gruplar arasında kalp atımları açısından fark var mıdır?

Hasta	ilaç yok	Propranolol	Plasebo	Acebutolol
1	94	67	90	67
2	57	52	69	55
3	81	74	69	73
4	82	59	71	72
5	67	65	74	72
6	78	72	80	72
7	87	75	106	74
8	82	68	76	59
9	90	74	82	80

	ilaç_yok	proprano	plasebo	acebutol
1	94	67	90	67
2	57	52	69	55
3	81	74	69	73
4	82	59	71	72
5	67	65	74	72
6	78	72	80	72
7	87	75	106	74
8	82	68	76	59
9	90	74	82	80

Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window

- Reports
- Descriptive Statistics
- Tables
- Compare Means
- General Linear Model**
  - Univariate...
  - Multivariate...
  - Repeated Measures...**
  - Variance Components...
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate
- Regression

Repeated Measures Define Factor(s)

Within-Subject Factor Name: ilaç

Number of Levels: 4

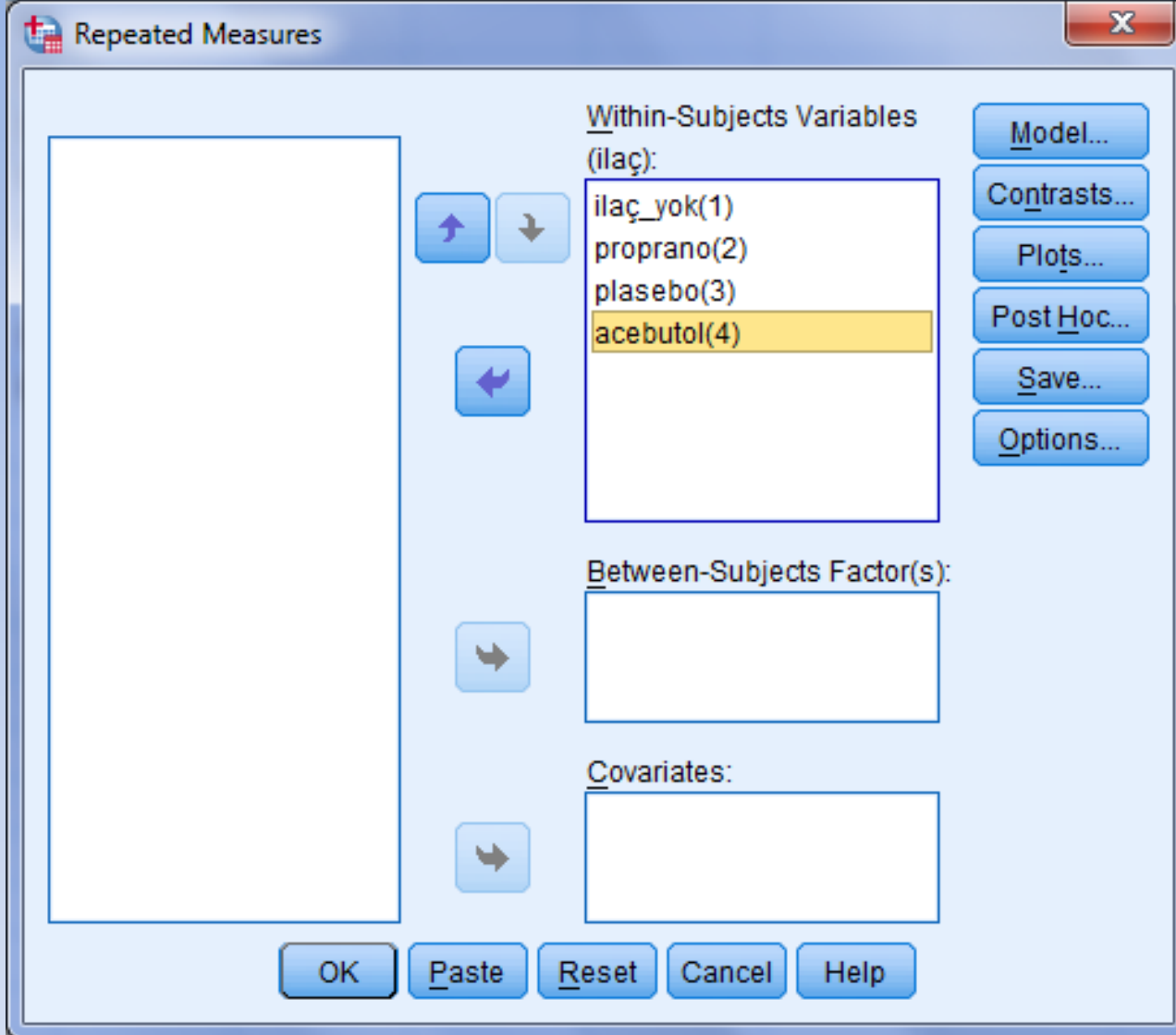
Add Change Remove

Measure Name:

Add Change Remove

Define Reset Cancel Help





Repeated Measures: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:

(OVERALL)  
ilaç

Display Means for:

ilaç

Compare main effects

Confidence interval adjustment:  
Bonferroni

Display

Descriptive statistics  
 Estimates of effect size  
 Observed power  
 Parameter estimates  
 SSCP matrices  
 Residual SSCP matrix

Transformation matrix  
 Homogeneity tests  
 Spread vs. level plot  
 Residual plot  
 Lack of fit  
 General estimable function

Significance level: .05 Confidence intervals are 95,0 %

Continue Cancel Help

Repeated Measures: Profile Plots

Factors:

ilaç

Horizontal Axis:

Separate Lines:

Separate Plots:

Plots: Add Change Remove

ilaç

Continue Cancel Help

## Mauchly's Test of Sphericity<sup>b</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ilaç	,574	3,732	5	,592	,777	1,000	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept  
Within Subjects Design: ilaç

**Mauchly Sphericity (küresellik) testinde  $P=0.592>0.05$  olduğundan varyans–kovaryans varsayımı sağlanır. Bu yüzden Sphericity Assumed testi kullanılır.**

## Multivariate Tests<sup>b</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ilaç	Pillai's Trace	,754	6,115 <sup>a</sup>	3,000	6,000	,030
	Wilks' Lambda	,246	6,115 <sup>a</sup>	3,000	6,000	,030
	Hotelling's Trace	3,058	6,115 <sup>a</sup>	3,000	6,000	,030
	Roy's Largest Root	3,058	6,115 <sup>a</sup>	3,000	6,000	,030

a. Exact statistic

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: ilaç

- **Mauchly Sphericity (küresellik) varsayımı sağlanmazsa ( $p < 0,05$ ) multivariate testler kullanılır. Genelde Pillai iz kriteri kullanılır.**

## Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
ilaç	Sphericity Assumed	1185,417	3	395,139	8,219	,001	,507
	Greenhouse-Geisser	1185,417	2,332	508,250	8,219	,002	,507
	Huynh-Feldt	1185,417	3,000	395,139	8,219	,001	,507
	Lower-bound	1185,417	1,000	1185,417	8,219	,021	,507
Error(ilaç)	Sphericity Assumed	1153,833	24	48,076			
	Greenhouse-Geisser	1153,833	18,659	61,839			
	Huynh-Feldt	1153,833	24,000	48,076			
	Lower-bound	1153,833	8,000	144,229			

Kalp atımları arasında anlamlı farklılık vardır ( $P < 0.05$ ). Hangileri arasında fark olduğunu bulmak için ikili karşılaştırmalar yapılır.

**Partial Eta Squared:**

$$\eta_p^2 = SS_{\text{effect}} / (SS_{\text{effect}} + SS_{\text{error}})$$

**Eta Squared:**

$$\eta^2 = SS_{\text{effect}} / SS_{\text{total}}$$

Eta kare anova'da etki boyutunun kullanımı için bir ölçüdür. Çoklu regresyondaki R kareye benzer. Bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne kadar etkili olduğunu gösterir.

## Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE\_1

(I) ilaç	(J) ilaç	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	12,444*	2,824	,014	2,620	22,269
	3	,111	3,611	1,000	-12,452	12,674
	4	10,444	3,279	,077	-,963	21,852
2	1	-12,444*	2,824	,014	-22,269	-2,620
	3	-12,333*	3,440	,043	-24,301	-,366
	4	-2,000	2,075	1,000	-9,219	5,219
3	1	-,111	3,611	1,000	-12,674	12,452
	2	12,333*	3,440	,043	,366	24,301
	4	10,333	4,024	,199	-3,666	24,333
4	1	-10,444	3,279	,077	-21,852	-,963
	2	2,000	2,075	1,000	-5,219	9,219
	3	-10,333	4,024	,199	-24,333	3,666

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

**Kalp atımına göre 1-2, 2-3 ilaç türleri arasında fark vardır ( $p < 0,05$ ). Diğer ilaç türleri arasında fark yoktur.**

# TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE TEK FAKTÖR VARYANS ANALİZİ

## Varsayımlar:

- Rasgele örnekleme
- Tekrarlanan ölçümler
- Bağımsız örneklemler
- Normallik şartı
- varyans-kovaryans varsayımı  
(grupların korelasyonu aynı olmalı ve gruplardaki varyansın eşit olması)
- Tüm anakütle varyansları eşit olmalı

	day1	day3	day5	day7	grup
1	5,20	1,60	1,50	0,41	1
2	12,30	1,90	1,60	0,47	1
3	6,10	1,60	1,40	0,34	1
4	4,30	1,80	1,50	0,41	1
5	12,20	2,00	2,10	0,74	1
6	10,10	1,60	1,60	0,47	1
7	6,30	1,80	1,40	0,34	1
8	28,20	2,00	2,00	1,57	1
9	6,30	1,10	1,10	0,10	1
10	5,20	1,70	1,10	0,10	1
11	32,80	1,80	1,20	0,18	2
12	8,20	2,30	1,50	0,41	2
13	40,20	1,50	1,20	0,18	2
14	12,20	5,40	1,80	0,59	2
15	11,70	6,10	2,20	0,79	2
16	5,20	1,60	1,10	0,10	2
17	24,20	2,50	1,60	0,47	2
18	34,60	2,60	1,20	0,18	2
19	17,20	1,80	1,00	0,00	2
20	24,20	2,50	1,20	0,18	2
21	14,00	4,50	1,40	0,34	3
22	23,60	3,20	1,20	0,18	3
23	20,40	2,40	1,10	0,10	3
24	18,20	2,30	1,30	0,26	3
25	9,20	2,20	1,40	0,34	3
26	4,80	1,60	1,20	0,18	3
27	24,50	1,90	1,20	0,18	3
28	16,20	1,60	1,10	0,10	3
29	32,30	1,80	1,10	0,10	3
30	22,40	1,80	1,10	0,10	3

### Repeated Measures Define Factor(s)

Within-Subject Factor Name:

Number of Levels:

day(4)

Add  
Change  
Remove

Measure Name:

Add  
Change  
Remove

Define Reset Cancel Help

### Repeated Measures

Within-Subjects Variables  
(day):

day1(1)  
day3(2)  
day5(3)  
day7(4)

Model...  
Contrasts...  
Plots...  
Post Hoc...  
Save...  
Options...

Between-Subjects Factor(s):

grup

Covariates:

OK Paste Reset Cancel Help



**Repeated Measures: Profile Plots**

Factors:

grup  
day

Horizontal Axis:

Separate Lines:

Separate Plots:

Plots:

grup\*day

Add Change Remove

Continue Cancel Help

**Repeated Measures: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed ...**

Factor(s):

grup

Post Hoc Tests for:

grup

**Equal Variances Assumed**

LSD  S-N-K  Waller-Duncan  
 Bonferroni  Tukey Type I/Type II Error Ratio: 100  
 Sidak  Tukey's-b  Dunnett  
 Scheffe  Duncan Control Category: Last  
 R-E-G-W-F  Hochberg's GT2  
 R-E-G-W-Q  Gabriel

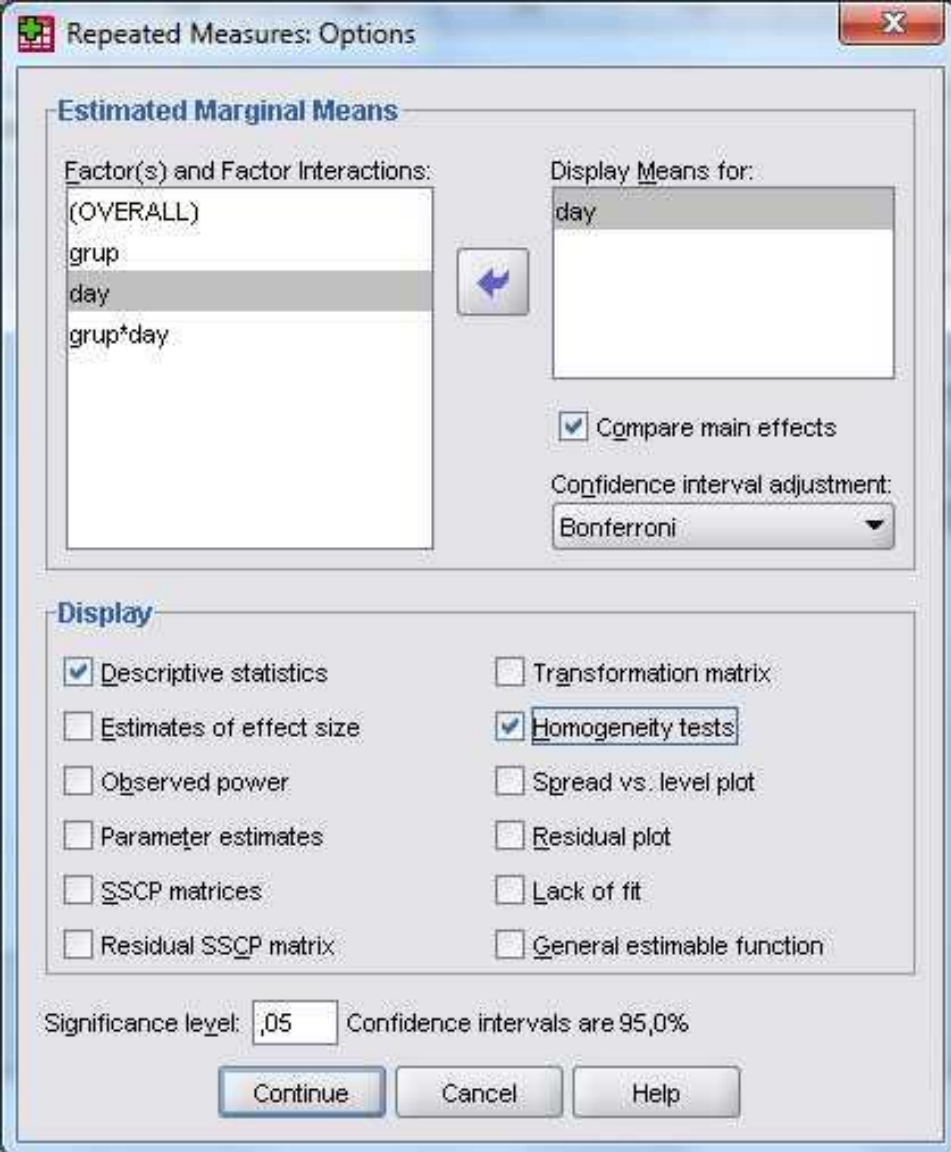
**Test**

2-sided  < Control  > Control

**Equal Variances Not Assumed**

Tamhane's T2  Dunnett's T3  Games-Howell  Dunnett's C

Continue Cancel Help



### Box's Test of Equality of Covariance Matrices<sup>a</sup>

Box's M	152,968
F	5,966
df1	20
df2	2616,788
Sig.	,000

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + grup  
 Within Subjects Design: day

**P=0,00<0,05 varyans-kovaryans matrisi farklıdır.**

## Mauchly's Test of Sphericity<sup>b</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
day	,000	271,733	5	,000	,339	,365	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept + grup  
Within Subjects Design: day

**Küresellik varsayımı  $p=0,00 < 0,05$  olduğundan sağlanmaz yani varyanslar eşit değildir. Epsilon  $< 0,75$  olduğundan Greenhouse-Geisser testi kullanılır.**

## Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
day	Sphericity Assumed	5173,565	3	1724,522	77,595	,000
	Greenhouse-Geisser	5173,565	1,016	5093,815	77,595	,000
	Huynh-Feldt	5173,565	1,096	4721,923	77,595	,000
	Lower-bound	5173,565	1,000	5173,565	77,595	,000
day * grup	Sphericity Assumed	529,813	6	88,302	3,973	,002
	Greenhouse-Geisser	529,813	2,031	260,823	3,973	,030
	Huynh-Feldt	529,813	2,191	241,781	3,973	,026
	Lower-bound	529,813	2,000	264,907	3,973	,031
Error(day)	Sphericity Assumed	1800,192	81	22,225		
	Greenhouse-Geisser	1800,192	27,423	65,646		
	Huynh-Feldt	1800,192	29,582	60,853		
	Lower-bound	1800,192	27,000	66,674		

**$P=0,00 < 0,05$  olup ölçüm sonuçları arasında önemli bir farklılık vardır.**

### Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
day	Pillai's Trace	,988	678,674 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Wilks' Lambda	,012	678,674 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Hotelling's Trace	81,441	678,674 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Roy's Largest Root	81,441	678,674 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
day * grup	Pillai's Trace	,533	3,148	6,000	52,000	,010
	Wilks' Lambda	,485	3,638 <sup>a</sup>	6,000	50,000	,005
	Hotelling's Trace	1,028	4,111	6,000	48,000	,002
	Roy's Largest Root	,991	8,593 <sup>b</sup>	3,000	26,000	,000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept + grup  
Within Subjects Design: day

**Küresellik varsayımı sağlanmadığından dolayı multivariate testler de kullanılabilir. Pillai iz testine göre de ölçümler arasında önemli bir farklılık vardır denilebilir ( $p=0,000<0,05$ ).**

## Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1  
Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	3121,862	1	3121,862	147,141	,000
grup	199,825	2	99,912	4,709	,018
Error	572,855	27	21,217		

**Gruplar arasında da önemli bir farklılık vardır ( $p=0,018<0,05$ ).**

### MEASURE\_1

Duncan<sup>a,,b,,c</sup>

grup	N	Subset	
		1	2
1	10	3,3381	
3	10		5,5716
2	10		6,3919
Sig.		1,000	,433

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 5,304.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

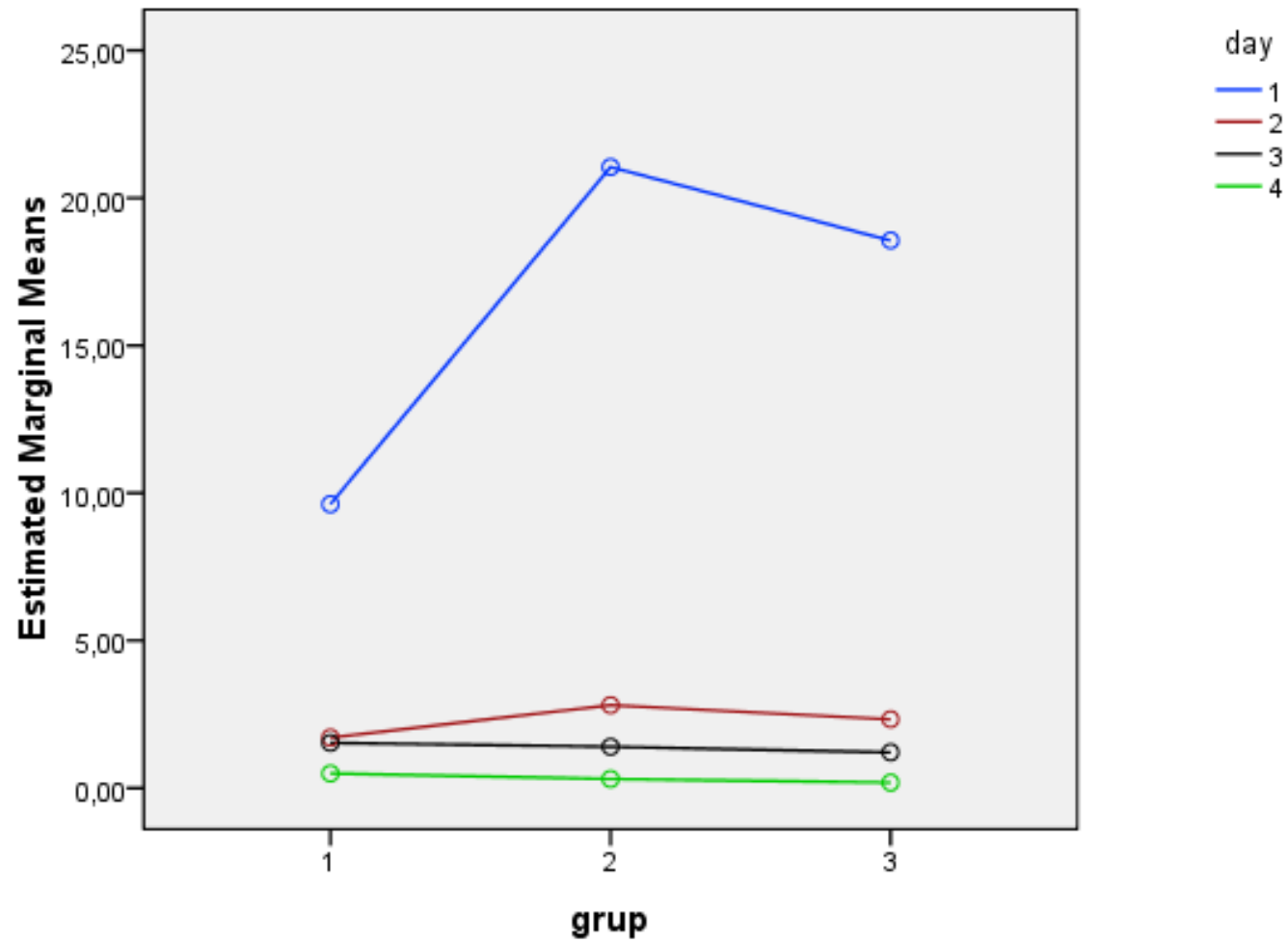
c. Alpha = ,05.

Grup	Duncan
I	a
II	b
III	b



**4 farklı günde yapılan ölçümler birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır.**

## Estimated Marginal Means of MEASURE\_1



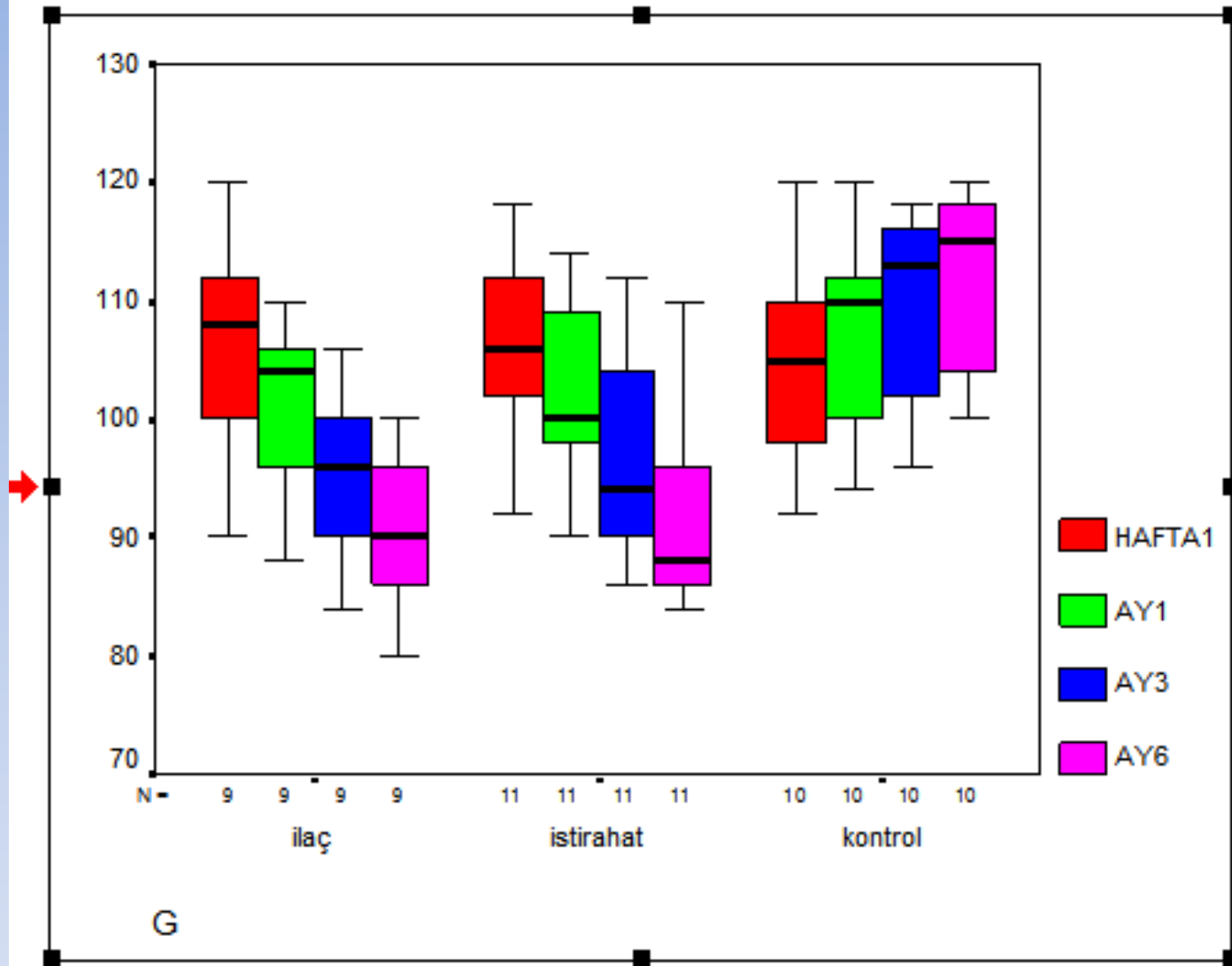


# TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE İKİ FAKTÖR VARYANS ANALİZİ

## Varsayımlar:

- Rasgele örnekleme
- Tekrarlanan ölçümler
- Bağımsız örneklemler
- Normallik şartı
- varyans-kovaryans varsayımı  
(grupların korelasyonu aynı olmalı  
ve gruptaki varyansın eşit olması)
- Tüm anakütle varyansları eşit olmalı

hafta1	ay1	ay3	ay6	grup	g
90,00	88,00	84,00	80,00	ilaçla tedavi	ilaç
94,00	90,00	90,00	86,00	ilaçla tedavi	ilaç
100,00	96,00	90,00	86,00	ilaçla tedavi	ilaç
106,00	100,00	96,00	90,00	ilaçla tedavi	ilaç
110,00	106,00	100,00	100,00	ilaçla tedavi	ilaç
114,00	110,00	106,00	96,00	ilaçla tedavi	ilaç
120,00	110,00	106,00	100,00	ilaçla tedavi	ilaç
112,00	106,00	96,00	90,00	ilaçla tedavi	ilaç
108,00	104,00	90,00	86,00	ilaçla tedavi	ilaç
104,00	100,00	94,00	88,00	istirahat tedavi	istirahat
92,00	90,00	86,00	84,00	istirahat tedavi	istirahat
94,00	92,00	90,00	90,00	istirahat tedavi	istirahat
100,00	96,00	90,00	86,00	istirahat tedavi	istirahat
106,00	100,00	96,00	88,00	istirahat tedavi	istirahat
110,00	106,00	100,00	94,00	istirahat tedavi	istirahat
114,00	112,00	108,00	98,00	istirahat tedavi	istirahat
118,00	114,00	110,00	100,00	istirahat tedavi	istirahat
114,00	114,00	112,00	110,00	istirahat tedavi	istirahat
106,00	100,00	90,00	84,00	istirahat tedavi	istirahat
108,00	100,00	92,00	86,00	istirahat tedavi	istirahat
92,00	94,00	98,00	100,00	kontrol	kontrol
94,00	96,00	96,00	100,00	kontrol	kontrol
98,00	100,00	102,00	104,00	kontrol	kontrol
104,00	104,00	106,00	108,00	kontrol	kontrol
108,00	110,00	112,00	114,00	kontrol	kontrol



-Graphs /Boxplot/clustered/data in chart are/Summarize os separate variable /Define/Boxes represent:hafta1, ay1, ay3, ay6/category Axis (G)/Ok

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
HAFTA1	,169	2	27	,846
AY1	,078	2	27	,925
AY3	,373	2	27	,692
AY6	,384	2	27	,685

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: ZAMAN

### Box's Test of Equality of Covariance Matrices<sup>a</sup>

Box's M	32,634
F	1,269
df1	20
df2	2456
Sig.	,189

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: ZAMAN

Her bir zaman periyodu eşit varyansa sahiptir. (P>0,05)

Box's M varyansın homojenliği ile ilgili çok boyutlu bir testtir. Eğer P>0,05 ise varyans-kovaryans matrisi eşittir demektir. (tedavi grupları için varyans kovaryans matrisi aynıdır.)

## Mauchly's Test of Sphericity<sup>b</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ZAMAN	,149	49,005	5	,000	,473	,529	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

- a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.
- b.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: ZAMAN

### Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ZAMAN	Pillai's Trace	,696	19,107 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Wilks' Lambda	,304	19,107 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Hotelling's Trace	2,293	19,107 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
	Roy's Largest Root	2,293	19,107 <sup>a</sup>	3,000	25,000	,000
ZAMAN * GRUP	Pillai's Trace	,855	6,474	6,000	52,000	,000
	Wilks' Lambda	,194	10,590 <sup>a</sup>	6,000	50,000	,000
	Hotelling's Trace	3,903	15,613	6,000	48,000	,000
	Roy's Largest Root	3,837	33,256 <sup>b</sup>	3,000	26,000	,000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: ZAMAN

4 zaman grubu birbirinden önemli düzeyde farklıdır. Ayrıca tedavi gruplarının zaman ile etkileşimleri anlamlıdır ( $p < 0,01$ ).

## ANOVA

		<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
HAFTA1	<i>Between Groups</i>	2,400	2	1,200	,015	,985
	<i>Within Groups</i>	2192,400	27	81,200		
	<i>Total</i>	2194,800	29			
AY1	<i>Between Groups</i>	253,741	2	126,871	1,726	,197
	<i>Within Groups</i>	1984,125	27	73,486		
	<i>Total</i>	2237,867	29			
AY3	<i>Between Groups</i>	1194,558	2	597,279	8,359	,001
	<i>Within Groups</i>	1929,309	27	71,456		
	<i>Total</i>	3123,867	29			
AY6	<i>Between Groups</i>	2863,632	2	1431,816	23,683	,000
	<i>Within Groups</i>	1632,368	27	60,458		
	<i>Total</i>	4496,000	29			

Tedavi grupları arasındaki farkı bulmak için tek yönlü anova yapılır. Burada önem seviyesi  $0,10/4=0,025$  alınır.

# NORMAL DAĞILMAYAN TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE ÜÇ VEYA DAHA FAZLA GRUP İÇİN UYGULANAN TESTLER:

## FRIEDMAN TESTİ

Burada gruplar tekrarlı ölçümlü olduğundan bağımlıdırlar. Friedman testi iki yönlü varyans analizinin parametrik olmayan alternatifidir. Veriler en az sıralı veya aralıklı ölçekle elde edilmiş olmalıdır. Gerçek gözlemler yerine sıralı puanlar kullanılır (Karagöz, 2014).

Fridman testi için aşağıdaki varsayımlar geçerlidir:

1. Rasgele Örneklem
2. Tekrarlanan Ölçümler
3. Her gruptaki örneklem kendi içinde bağımsız olmalıdır.

# FRIEDMAN TESTİ

- Friedman testi tekrarlanan değerlere sahip, parametrik iki yönlü varyans analizinin parametrik olmayan alternatifidir.
- Üç yada daha fazla grup için karşılaştırma yapmayı sağlar (Kalaycı, 2010).
- Bu testin temel özelliği normallik ve homojen varyans varsayımı gerektirmemesi ve ölçüm değerlerine atanan büyüklük sıra sayılarına dayanmasıdır (Gamgam ve Altunkaynak, 2013).



## Varsayımları :

- Her biri  $c$  hacimli  $n$  sayıda bağımsız bloklardan oluşur.
- $i$ . bloktaki  $j$ . ölçüm değeri  $X_{ij}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, c$  ile gösterilir ve satırlar bloklar, sütunlar da işlemler olarak ifade edilir.
- İlgilenilen bağımlı değişken süreklidir.
- Bloklar ve işlemler arasında etkileşim yoktur.
- Her blokta elde edilen ölçümler en azından sıralayıcı ölçektedir (Gamgam ve Altunkaynak, 2013).

Model aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, c \end{array}$$

$n$  : Blok sayısı

$c$  : İşlem sayısı

$X_{ij}$  :  $i$ . bloktaki  $j$ . işlem için bağımlı değişkenin ölçüm değeri

$\mu$  : Bilinmeyen genel ortalama

$\beta_i$  :  $i$ . bloğun bağımlı değişkene etkisi

$\tau_j$  : İşlem  $j$ . düzeyinin bağımlı değişkene etkisi

$\varepsilon_{ij}$  : Hata terimi

Bloklar (satırlar)	İşlemler (Sütunlar)			
	1	2	...	c
1	$R_{11}$	$R_{12}$	...	$R_{1c}$
2	$R_{21}$	$R_{22}$	...	$R_{2c}$
...	...	...	...	...
n	$R_{n1}$	$R_{n2}$	...	$R_{nc}$
Toplam	$R_{.1}$	$R_{.2}$	...	$R_{.c}$
Ortalama	$\bar{R}_{.1}$	$\bar{R}_{.2}$	...	$\bar{R}_{.c}$

i. bloktaki c sayıda ölçüm değerine büyüklüklerine göre sıra sayıları verilir. Bu durumda i. bloktaki c sayıda ölçüm değerlerinden en küçük değerli olana 1 sıra sayısını ,..., ve en büyük değerli olan da c sıra sayısını alır (Gamgam ve Altunkaynak, 2013).

○ Hipotezler :

$H_0$  : İşlemlerin etkisi arasında fark yoktur (İşlemlerin belirttiği ana kütleler arasında farklılık yoktur).

$H_1$  : İşlemlerin etkisi arasında farklılık vardır.

- Test istatistiği :

$$FR = \frac{12}{cn(c+1)} \sum_{j=1}^c R_{.j}^2 - 3n(c+1)$$

$R_{.j}$  : j. İşleme ilişkin sıra sayıları toplamı

n : blok sayısı

c : işlem sayısı

➤ Tekrarlı gözlem varsa düzeltme terimi uygulanır.

$$\text{Düzeltilme terimi} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{nc(c^2-1)}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^L t_j^3 - \sum_{j=1}^L t_j$$

$L$  :  $i$ . satırda aynı değerli ölçüm gruplarının sayısı

$t_j$  : Bu gruplardan  $j$ . grupta olanların sayısı

$$FR_D = \frac{FR}{1 - \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{nc(c^2-1)}}$$

- Karar Kuralı :

$c = 3, n > 15; c = 4, n > 8$  ve  $c \geq 5$  iken  $\chi^2$  tablosundan yararlanılır.

$c = 3, n = 2, 3, \dots, 15$  ve  $c = 4, n = 2, 3, \dots, 8$  iken Friedman'ın S tablosundan yararlanılır.

$FR > \chi^2_{a;(c-1)}$  ise  $H_0$  hipotezi reddedilir.

$FR > S_t$  ise  $H_0$  hipotezi reddedilir.

# PARAMETRİK OLMAYAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

İKİDEN ÇOK  
BAĞIMLI GRUPLAR

- Friedman Testi

Gözlem Sayıları Eşit

- Nemenyi Testi
- Friedman Testi
- Friedman Aligned Testi
- Friedman Testi -2
- Miller Testi

**Örnek:** 6 öğrencinin 10 puan üzerinden uygulanan 4 sınav sonucu aşağıda verilmiştir. Sınav puanları arasında farklılık olup olmadığını %5 önem seviyesinde teste diniz.

	S1	S2	S3	S4
1	9	8	6	5
2	8	7	5	4
3	6	6	4	4
4	7	5	4	3
5	5	4	3	3



Scale ▶

**Nonparametric Tests** ▶

Forecasting ▶

Survival ▶

Multiple Response ▶


▶ One Sample...

▶ Independent Samples...

**▶ Related Samples...**

▶ Legacy Dialogs ▶

Objective Fields Settings

- Use predefined roles
  - Use custom field assignments
-  Select only 2 test fields to run 2 re

Fields:

Sort: None

Test Fields:

- S1
- S2
- S3
- S4

Objective

Fields

Settings

Select an item:

Choose Tests

Test Options

User-Missing Values

 Automatically choose the tests based on the data Customize tests

Test for Change in Binary Data

 McNemar's test (2 samples)

Define Success...

 Cochran's Q (k samples)

Define Success...

Multiple comparisons:

All pairwise

Test for Change in Multinomial Data

 Marginal Homogeneity test (2 samples)

Compare Median Difference to Hypothesized

 Sign test (2 samples) Wilcoxon matched-pair signed-rank (2 samples)

Estimate Confidence Interval

 Hodges-Lehman (2 samples)

Quantify Associations

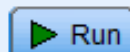
 Kendall's coefficient of concordance (k samples)

Multiple comparisons: All pairwise

Compare Distributions

 Friedman's 2-way ANOVA by ranks (k samples)

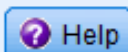
Multiple comparisons: All pairwise



Paste

Reset

Cancel

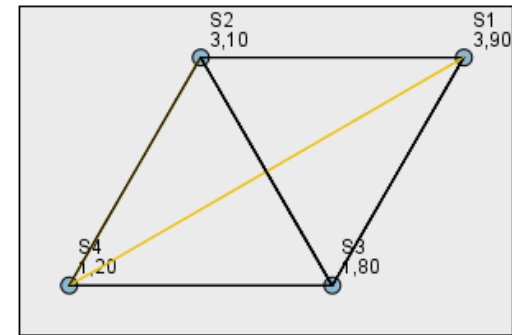


## Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distributions of S1, S2, S3 and S4 are the same.	Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks	,002	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

## Pairwise Comparisons



Each node shows the sample average rank.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
S4-S3	,600	,816	,735	,462	1,000
S4-S2	1,900	,816	2,327	,020	,120
S4-S1	2,700	,816	3,307	,001	,006
S3-S2	1,300	,816	1,592	,111	,668
S3-S1	2,100	,816	2,572	,010	,061
S2-S1	,800	,816	,980	,327	1,000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

**$P=0,02 < 0.05$**   
**olduğundan  $H_0$  red edilir. Sınav puanları arasında fark vardır.**

**S1-S4 arasında fark vardır. Diğerlerinde fark yoktur.**

**Örnek.** 5 kişi üzerinde 4 farklı test yöntemine göre elde edilen test puanları aşağıdaki gibidir. Testler (işlemler-sütunlar) arasında fark olup olmadığını test ediniz.

H0: Testler arasında farklılık yoktur.

H1: Testler arasında farklılık vardır. (işlem medyanları birbirinden farklıdır)

Kişi	T1	T2	T3	T4
1	1	2	6	1
2	2	8	3	4
3	3	9	4	9
4	4	10	7	10
5	6	9	6	7

	kişi	T1	T2	T3	T4
1	1	1	2	6	1
2	2	2	8	3	4
3	3	3	9	4	9
4	4	4	10	7	10
5	5	6	9	6	7

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
T1	,141	5	,200 <sup>*</sup>	,979	5	,928
T2	,350	5	,045	,750	5	,030
T3	,287	5	,200 <sup>*</sup>	,914	5	,490
T4	,186	5	,200 <sup>*</sup>	,943	5	,687

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Scale

Nonparametric Tests

Forecasting

Survival

Multiple Response

One Sample...

Independent Samples...

Related Samples...

Legacy Dialogs



Missing Value Analysis

Nonparametric Tests: Two or More Related Samples

Objective Fields Settings

Use predefined roles

Use custom field assignments



Select only 2 test fields to run 2 related sample tests.

Fields:

Sort: None

kişi

All [Add] [Remove]

Test Fields:

T1  
T2  
T3  
T4

[Add] [Remove]

Run Paste Reset Cancel Help

Objective Fields Settings

Select an item:

Choose Tests

Test Options

User-Missing Values

 Automatically choose the tests based on the data Customize tests

Test for Change in Binary Data

 McNemar's test (2 samples)

Define Success...

 Cochran's Q (k samples)

Define Success...

Multiple comparisons:

All pairwise

Test for Change in Multinomial Data

 Marginal Homogeneity test (2 samples)

Compare Median Difference to Hypothesized

 Sign test (2 samples) Wilcoxon matched-pair signed-rank (2 samples)

Estimate Confidence Interval

 Hodges-Lehmann (2 samples)

Quantify Associations

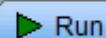
 Kendall's coefficient of concordance (k samples)

Multiple comparisons: All pairwise

Compare Distributions

 Friedman's 2-way ANOVA by ranks (k samples)

Multiple comparisons: All pairwise



Run

Paste

Reset

Cancel



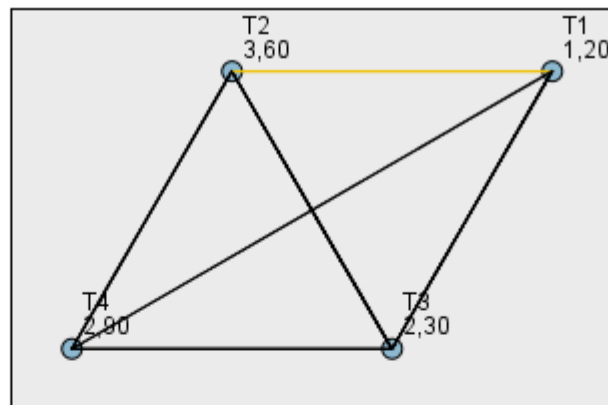
Help

### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distributions of T1, T2, T3 and T4 are the same.	Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks	,018	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

### Pairwise Comparisons



Each node shows the sample average rank.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
T1-T3	-1,100	,816	-1,347	,178	1,000
T1-T4	-1,700	,816	-2,082	,037	,224
T1-T2	-2,400	,816	-2,939	,003	,020
T3-T4	-,600	,816	-,735	,462	1,000
T3-T2	1,300	,816	1,592	,111	,668
T4-T2	,700	,816	,857	,391	1,000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

View: Pairwise Comparisons Test: Friedman Field(s): T1, T2, T3, T4(Test 1) Layout