

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

ÇOK DEĞİŞKENLİ VARYANS ANALİZİ (Multivariate Analysis of Variance:MANOVA)

MANOVA iki veya daha fazla bağımlı ve bağımsız gruplarda çok değişkenli normal dağılımlara dayalı hipotezleri test etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Hotelling T^2 testi bağımlı ve bağımsız çok değişkenli iki kitle parametre vektörüne dayalı hipotezleri test etmede kullanılır. Grup sayısı ikiden fazla olduğunda Hotelling T^2 testi kullanılmaz. Bunun yerine MANOVA testi yapılır (Özdamar, 1999).

MANOVA testleri:

- Tek Yönlü MANOVA
- İki Yönlü MANOVA
- Faktöriyel MANOVA

TEK YÖNLÜ MANOVA

Çok değişkenli normal dağılım gösteren g popülasyon (kitle) ortalama vektörlerinin hipotezlerinin test edilmesi için kullanılır. Tek yönlü MANOVA'da yokluk hipotezi g kitle ortalama vektörlerinin birbirine eşit olduğunu varsayar.

$$H_0 : \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{01} \\ \mu_{02} \\ \vdots \\ \mu_{0g} \end{bmatrix} , H_1 : \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_g \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} \mu_{01} \\ \mu_{02} \\ \vdots \\ \mu_{0g} \end{bmatrix}$$

p : Değişken sayısı

g : grup sayısı

TEK YÖNLÜ MANOVA TABLOSU

Değişim Kaynağı	Kareler ve Çarpımlar Toplamı Matrisi	Serbestlik Derecesi
Gruplararası	$B = \sum_{i=1}^g n_i (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})'$	$g-1$
Gruplarıçi (Hata)	$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_i)'$	$\sum_{i=1}^g n_i - g$
Genel	$T = B + W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})(x_{ij} - \bar{x})'$	$\sum_{i=1}^g n_i - 1$

B (Gruplar Arası Kareler ve Çarpımlar Toplamı Matrisi):

Grup ortalama vektörünün genel ortalama vektöründen farkı olup gruplar arasındaki etki farklılığını gösterir.

W (Hata Kareler ve Çarpımlar Toplamı Matrisi):

Her gruptaki gözlemler vektöründeki elemanların kendi grup ortalama vektöründen ayrılığı olup hataları belirtmektedir.

T (Genel Kareler ve Çarpımlar Toplamı Matrisi)

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 (λ_i) yararlanılarak bulunur.

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 $\theta = \lambda_{\max} / (1 + \lambda_{\max})$

Çok değişkenli varyans analizinin genel varsayımları varyans-kovaryans matrislerinin homojen olması ve her bir grubun çok değişkenli normal dağılım göstermesidir

Kovaryans matrisinin homojenliği Box M testi ile test edilir. Eğer kovaryans eşitliği sağlanmazsa Multivariate sonuçlarına şüphe ile bakılır.

H_0 : Gruplar boyunca bağımlı değişkenlerin kovaryans matrisleri eşittir.

$p > 0,05$ ise varsayım sağlanmış olur.

Bonferroni Yaklaşımı (t-Yaklaşımı)

MANOVA'da ortalama vektörlerinin farklı olduğuna karar verilirse, hangi ortalama vektörlerinin farklı olduğunu ortaya koymak için kullanılan yöntemlerden biridir.

Bu yöntem her bir grubun ortalama vektörlerinin genel ortalama vektöründen farklarının sıfır olup olmadığını test eder.

Örnek.

3 farklı evrede olan 30 hastanın GSH, Nitrit, Nitrat, Retinol ve Karoten değerleri verilmiştir. Anaevrelere göre belirtilen özellikler arasında farklılık var mıdır?

No	Anaevre	GSH	Nitrit	Nitrat	Retinol	Karoten
1	ileri	40,64	3,15	3,87	62,68	26,78
2	ileri	31,68	4,08	1,93	59,5	18,41
3	ileri	34,88	5,16	1,4	51,97	19,19
4	ileri	26,56	7,33	1,67	66,72	21,9
5	ileri	34,88	6,9	2,27	60,86	29,65
6	ileri	27,52	4,3	1,87	42,04	20,04
7	ileri	20,48	4,3	1,8	43,58	18,22
8	ileri	24,96	5,81	1,73	57,46	22,29
9	ileri	30,08	3,56	2,4	63,72	26,74
10	ileri	28,16	6,68	2,33	58,64	30,76
11	erken	30,72	6,9	1,67	59,08	21,12
12	erken	35,2	7,02	3	60,89	29,26
13	erken	29,76	4,3	1,53	49,77	16,28
14	erken	31,68	9,93	2,2	46,43	26,86
15	erken	17,6	4,45	3,13	57,75	27,13
16	erken	20,48	8,85	2,13	57,89	28,29
17	erken	15,04	7,11	1,6	48,55	20,93
18	erken	13,44	12,28	1,8	44,22	12,6
19	erken	14,72	8,35	3,07	61,39	25,58
20	erken	15,36	9,5	1,53	63,46	15,5
21	kontrol	36,36	4,3	0,96	53,66	21,06
22	kontrol	37,09	4,73	0,86	59,41	22,79
23	kontrol	36,36	5,81	1,13	62,47	28,29
24	kontrol	41,82	6,25	0,93	55,16	18,91
25	kontrol	37,27	6,51	0,83	70,36	27,91
26	kontrol	32,73	7,3	0,82	60,26	20,78
27	kontrol	38,18	7,55	0,67	59,76	26,05
28	kontrol	35,27	4,08	1,13	55,85	23,26
29	kontrol	34,55	7,13	0,7	49,08	23,33
30	kontrol	35,64	5,6	0,63	53,31	23,95

Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

- Reports
- Descriptive Statistics
- Tables
- RFM Analysis
- Compare Means
- General Linear Model**
 - GLM GEN Univariate...
 - GLM MULT **Multivariate...**
 - GLM REP Repeated Measures...
 - Variance Components
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate

	retinol	karoten
	62,68	26,78
	59,50	18,41

Multivariate

Dependent Variables:

- karoten
- retinol
- GSH

Fixed Factor(s):

- anaevre

Covariate(s):

WLS Weight:

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

OK Paste Reset Cancel Help

Prof. Dr. Yüksel TERZİ 1030

Multivariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):
anaevre

Post Hoc Tests for:
anaevre

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

Multivariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:
(OVERALL)
anaevre

Display Means for:
(OVERALL)
anaevre

Compare main effects

Confidence interval adjustment:
LSD(none)

Display

Descriptive statistics Transformation matrix
 Estimates of effect size Homogeneity tests
 Observed power Spread vs. level plot
 Parameter estimates Residual plot
 SSCP matrices Lack of fit
 Residual SSCP matrix General estimable function

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

Continue Cancel Help

Partial eta squared

Kareler ve çarpımlar toplamı matrisi
(Sum of Squares Cross Product)

Descriptive Statistics

	anaevre	Mean	Std. Deviation	N
nitrit	erken	7,8686	2,45476	10
	ileri	5,1258	1,48023	10
	kontrol	5,9245	1,24849	10
	Total	6,3063	2,09911	30
nitrat	erken	2,1667	,66239	10
	ileri	2,1267	,68885	10
	kontrol	,8673	,17668	10
	Total	1,7202	,81832	30
karoten	erken	22,3566	5,95497	10
	ileri	23,3977	4,71606	10
	kontrol	23,6330	3,05363	10
	Total	23,1291	4,59563	30
retinol	erken	54,9426	6,97636	10
	ileri	56,7171	8,32709	10
	kontrol	57,9322	5,92447	10
	Total	56,5306	7,00540	30
GSH	erken	22,4000	8,45295	10
	ileri	29,9840	5,78375	10
	kontrol	36,5273	2,41278	10
	Total	29,6371	8,29673	30

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	52,715
F	1,272
df1	30
df2	2309,985
Sig.	,148

$P=0,148 > 0,05$ olduğundan gruplar boyunca bağımlı değişkenlerin kovaryans matrisleri eşittir (homojendir).

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

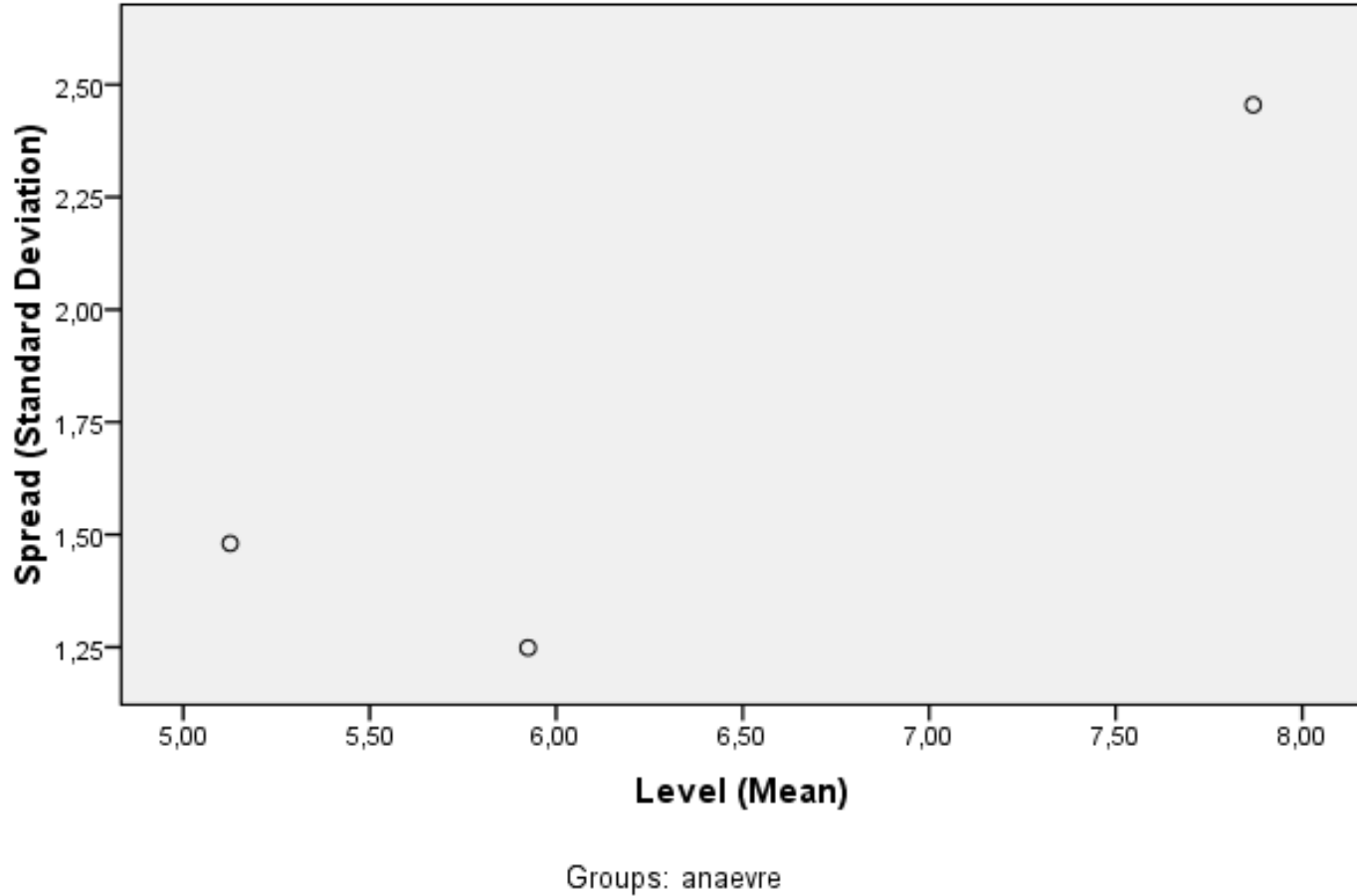
	F	df1	df2	Sig.
nitrit	2,286	2	27	,121
nitrat	4,131	2	27	,027
karoten	4,102	2	27	,028
retinol	,823	2	27	,450
GSH	11,699	2	27	,000

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

a. Design: Intercept + anaevre

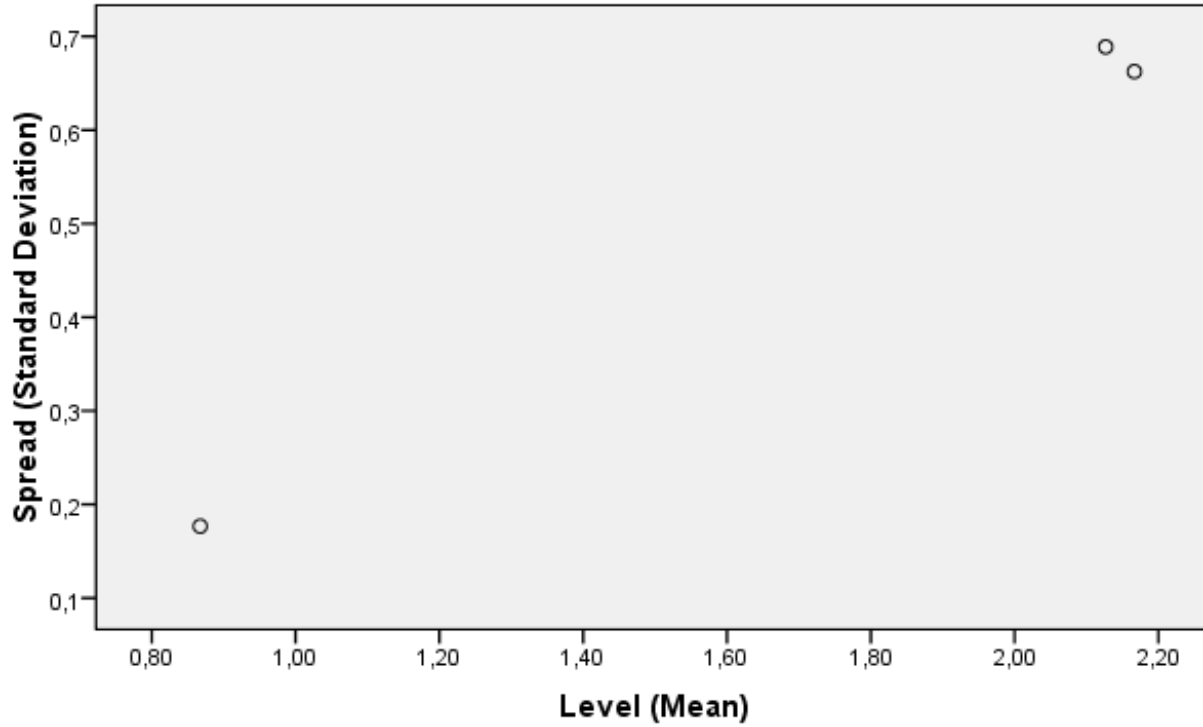
Levene testi ile her bir bağımlı değişken için gruplar arası varyansların homojenlik testine bakılır. Nitrit ve retinol bağımlı değişkenleri için gruplar arası varyans eşit (homojen) çıkmıştır ($p > 0,05$). Nitrat, Karoten ve GSH için ise homojenlik varsayımı sağlanmamıştır ($p < 0,05$).

Spread vs. Level Plot of nitrit



Spread vs. Level Plot grafikleriyle de gruplar arası varyansların homojenliği görülebilir. Nitrit için standart sapma 1,25 ile 2,5 arasında değişir ve buda homojenliğin sağlandığını gösterir.

Spread vs. Level Plot of nitrat



Groups: anaevre

Nitrat için standart sapma 0,2 ile 0,7 arasında değişir ve buda homojenliğin sağlanmadığını gösterir.

Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	,991	495,015 ^a	5,000	23,000	,000	,991
	Wilks' Lambda	,009	495,015 ^a	5,000	23,000	,000	,991
	Hotelling's Trace	107,612	495,015 ^a	5,000	23,000	,000	,991
	Roy's Largest Root	107,612	495,015 ^a	5,000	23,000	,000	,991
anaevre	Pillai's Trace	1,065	5,463	10,000	48,000	,000	,532
	Wilks' Lambda	,149	7,301 ^a	10,000	46,000	,000	,613
	Hotelling's Trace	4,261	9,374	10,000	44,000	,000	,681
	Roy's Largest Root	3,893	18,687 ^b	5,000	24,000	,000	,796

a. Exact statistic

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

c. Design: Intercept + anaevre

Value: Pillai's Trace, Hotelling's Trace ve Roy's Largest Root değerleri arttıkça faktörün etkisinin modele katkısı artar, Wilk's Lambda ise negatif değerli bir test olduğundan değeri küçüldükçe faktörün etkisinin modele katkısı artar. Genelde Wilk's Lambda tercih edilir.

Significance (p): $p < 0,05$ ise faktörün (anaevre) en az iki grubu arasında ve bağımlı değişkenlerden en az birisinde anlamlı bir farklılık var demektir.

Partial Eta Squared: Faktörün (anaevre) etki düzeyini belirler. Bu değer 1'e yaklaştıkça etkinin arttığı söylenebilir.

Between-Subjects SSCP Matrix

			nitrit	nitrat	karoten	retinol	GSH
Hypothesis	Intercept	nitrit	1193,086	325,447	4375,776	10694,985	5607,018
		nitrat	325,447	88,775	1193,616	2917,357	1529,471
		karoten	4375,776	1193,616	16048,654	39225,068	20564,375
		retinol	10694,985	2917,357	39225,068	95871,339	50262,096
		GSH	5607,018	1529,471	20564,375	50262,096	26350,715
	anaevre	nitrit	39,800	5,433	-17,163	-32,361	-143,462
		nitrat	5,433	10,919	-6,655	-18,285	-89,665
		karoten	-17,163	-6,655	9,228	19,831	91,559
		retinol	-32,361	-18,285	19,831	45,210	212,144
		GSH	-143,462	-89,665	91,559	212,144	999,704
Error	nitrit	87,981	-8,103	-11,176	1,706	-79,316	
	nitrat	-8,103	8,500	43,414	37,573	25,184	
	karoten	-11,176	43,414	603,248	424,288	248,090	
	retinol	1,706	37,573	424,288	1377,984	207,452	
	GSH	-79,316	25,184	248,090	207,452	996,532	

SSCP

Based on Type III Sum of Squares

SSCP matrisi faktörün (anaevre) etkisinin anlamlığını test etmek için kullanılır. Error matrisi ise faktörün etki derecesini anlamada kullanılır.

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	nitrit	39,800 ^a	2	19,900	6,107	,006	,311
	nitrat	10,919 ^b	2	5,460	17,341	,000	,562
	karoten	9,228 ^c	2	4,614	,207	,815	,015
	retinol	45,210 ^d	2	22,605	,443	,647	,032
	GSH	999,704 ^e	2	499,852	13,543	,000	,501
Intercept	nitrit	1193,086	1	1193,086	366,139	,000	,931
	nitrat	88,775	1	88,775	281,974	,000	,913
	karoten	16048,654	1	16048,654	718,301	,000	,964
	retinol	95871,339	1	95871,339	1878,488	,000	,986
	GSH	26350,715	1	26350,715	713,946	,000	,964
anaevre	nitrit	39,800	2	19,900	6,107	,006	,311
	nitrat	10,919	2	5,460	17,341	,000	,562
	karoten	9,228	2	4,614	,207	,815	,015
	retinol	45,210	2	22,605	,443	,647	,032
	GSH	999,704	2	499,852	13,543	,000	,501
Error	nitrit	87,981	27	3,259			
	nitrat	8,500	27	,315			
	karoten	603,248	27	22,343			
	retinol	1377,984	27	51,036			
	GSH	996,532	27	36,909			
Total	nitrit	1320,867	30				
	nitrat	108,195	30				
	karoten	16661,130	30				
	retinol	97294,533	30				
	GSH	28346,951	30				
Corrected Total	nitrit	127,781	29				
	nitrat	19,420	29				
	karoten	612,476	29				
	retinol	1423,194	29				
	GSH	1996,236	29				

Nitrit, nitrat ve GSH değişkenlerinin anaevreleri anlamlı ($p < 0,05$), nitrat karoten ve retinol ise anlamsız ($p > 0,05$) bulunmuştur. Partial eta squared değeri yüksek olan (nitrit, nitrat ve GSH önemli, düşük olan karoten ve retinol ise önemsizdir.

- a. R Squared = ,311 (Adjusted R Squared = ,260)
- b. R Squared = ,562 (Adjusted R Squared = ,530)
- c. R Squared = ,015 (Adjusted R Squared = -,058)
- d. R Squared = ,032 (Adjusted R Squared = -,040)
- e. R Squared = ,501 (Adjusted R Squared = ,464)

Anaevre de en çok etkiye sahip olan değişken en yüksek eta değeri (0,562) ve en yüksek r squared (0,530) değerine sahip olan nitratır.

Nitrat, karoten ve GSH varyanslar homojen çıkmadığından çoklu karşılaştırma için Tamhane testine bakılır.

Multiple Comparisons

Dependent Variable	(I) anaevre	(J) anaevre	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval				
						Lower Bound	Upper Bound			
nitrit	Tamhane	erken	ileri	2,7428*	,90647	,026	,3042	5,1813		
			kontrol	1,9440	,87090	,124	-,4303	4,3184		
		ileri	erken	-2,7428*	,90647	,026	-5,1813	-,3042		
			kontrol	-,7987	,61236	,505	-2,4145	,8171		
		kontrol	erken	-1,9440	,87090	,124	-4,3184	,4303		
			ileri	,7987	,61236	,505	-,8171	2,4145		
		nitrat	Tamhane	erken	ileri	,0400	,30221	,999	-,7553	,8353
					kontrol	1,2993*	,21679	,000	,6825	1,9162
ileri	erken			-,0400	,30221	,999	-,8353	,7553		
	kontrol			1,2593*	,22489	,001	,6183	1,9004		
kontrol	erken			-1,2993*	,21679	,000	-1,9162	-,6825		
	ileri			-1,2593*	,22489	,001	-1,9004	-,6183		
retinol	Tamhane			erken	ileri	-1,7745	3,43526	,942	-10,8411	7,2921
					kontrol	-2,9896	2,89429	,680	-10,6250	4,6458
		ileri	erken	1,7745	3,43526	,942	-7,2921	10,8411		
			kontrol	-1,2151	3,23171	,976	-9,8113	7,3811		
		kontrol	erken	2,9896	2,89429	,680	-4,6458	10,6250		
			ileri	1,2151	3,23171	,976	-7,3811	9,8113		
		karoten	Tamhane	erken	ileri	-1,0411	2,40214	,964	-7,3950	5,3129
					kontrol	-1,2764	2,11628	,913	-7,0423	4,4894
ileri	erken			1,0411	2,40214	,964	-5,3129	7,3950		
	kontrol			-,2353	1,77668	,999	-4,9903	4,5196		
kontrol	erken			1,2764	2,11628	,913	-4,4894	7,0423		
	ileri			,2353	1,77668	,999	-4,5196	4,9903		
GSH	Tamhane			erken	ileri	-7,5840	3,23889	,095	-16,2202	1,0522
					kontrol	-14,1273*	2,77982	,001	-22,0112	-6,2434
		ileri	erken	7,5840	3,23889	,095	-1,0522	16,2202		
			kontrol	-6,5433*	1,98175	,019	-12,0304	-1,0561		
		kontrol	erken	14,1273*	2,77982	,001	6,2434	22,0112		
			ileri	6,5433*	1,98175	,019	1,0561	12,0304		

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 36,909.

Prof.Dr.Yüksel TERZİ

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

Nitrit ve retinol de varyanslar homojen çıktığından çoklu karşılaştırma için Duncan testine bakılır.

Homogeneous Subsets

nitrit

anaevre	N	Subset	
		1	2
Duncan ^{a..b} ..c			
ileri	10	5,1258	
kontrol	10	5,9245	
erken	10		7,8686
Sig.		,331	1,000

retinol

anaevre	N	Subset	
		1	
Duncan ^{a..b} ..c			
erke	10	54,9426	
ileri	10	56,7171	
kontrol	10	57,9322	
Sig.			,386

İKİ YÖNLÜ MANOVA

İki yönlü MANOVA iki bağımsız değişkenin birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisini araştıran

H_0 : Faktörlerdeki gruplara göre bağımlı değişkenlerin hiç birinde ortalamalar farklı değildir.

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

μ : Genel ortalama vektörü

α_i : İşlem etkisi

β_j : Birim (Blok) etkisi

$\alpha\beta_{ij}$: Birim ile işlem etkileşimi

e_{ijk} : Rasgele hata

i: işlem sayısı

j: Birim (blok) sayısı

p: Değişken sayısı

İKİ YÖNLÜ MANOVA TABLOSU

Değişim Kaynağı	Kareler ve Çapraz Çarpımlar Toplamı Matrisi (SSCP)	Serbestlik Derecesi
Birim (Block)	$\sum_{j=1}^b tn(\bar{X}_{.j} - \bar{X})(\bar{X}_{.j} - \bar{X})'$	t-1
İşlem (Treatment)	$\sum_{i=1}^t bn(\bar{X}_{i.} - \bar{X})(\bar{X}_{i.} - \bar{X})'$	b-1
Etkileşim (Interaction)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b n(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X})(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X})'$	(t-1)(b-1)
Hata (Residual)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n n(\bar{X}_{ijk} - \bar{X}_{.j})(\bar{X}_{ijk} - \bar{X}_{.j})'$	tb(n-1)
Genel (Total)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n (X_{ijk} - \bar{X})(X_{ijk} - \bar{X})'$	tbn-1

İki yönlü MANOVA'da önce etkileşim olup olmadığı test edilir.

$$H_0: \alpha\beta_{ij}=0$$

H_1 : En az bir etkileşim önemlidir.

$$\Lambda_{interaction} = \frac{|SSCP_{hata}|}{|SSCP_{hata} + SSCP_{interaction}|}$$

İşlem (Treatment)
etkisinin önemliliği testi:

$$\Lambda_{Treatment} = \frac{|SSCP_{hata}|}{|SSCP_{hata} + SSCP_{Treatment}|}$$

Birim (Block)
etkisinin önemliliği testi:

$$\Lambda_{Block} = \frac{|SSCP_{hata}|}{|SSCP_{hata} + SSCP_{Block}|}$$

Örnek. 3 hasta grubunun ameliyat öncesi ve ameliyatın belli sürelerindeki (dk.) nabız hızı (NH), sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncı (DKB) değerleri ölçülmüş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Hastalar (birey-blok) ve ölçüm zamanlarına (işlem-treatment) göre NH, SKB ve DKB ortalama vektörleri arasında bir farklılık var mıdır?

Zaman	Hasta	NH	SKB	DKB
Önce	1	55	110	60
Önce	1	58	115	62
Önce	1	61	130	65
Önce	2	63	100	71
Önce	2	67	110	75
Önce	2	72	120	85
Önce	3	65	130	66
Önce	3	68	140	75
Önce	3	72	155	65
Önce	3	77	124	76
15. Dk	1	62	105	85
15. Dk	1	65	130	89
15. Dk	1	67	120	90
15. Dk	1	70	150	97
15. Dk	2	65	125	76
15. Dk	2	69	105	85
15. Dk	2	72	130	89
15. Dk	2	76	126	93
15. Dk	3	70	135	90
15. Dk	3	72	140	93
15. Dk	3	74	142	94
15. Dk	3	77	145	95
15. Dk	3	80	150	100
30. Dk	1	65	105	80
30. Dk	1	75	112	81
30. Dk	1	79	116	85
30. Dk	2	77	80	87
30. Dk	2	78	90	90
30. Dk	2	80	110	92
30. Dk	3	79	115	77
30. Dk	3	83	120	80
30. Dk	3	86	135	83
60. Dk	1	76	134	68
60. Dk	1	79	135	70
60. Dk	1	82	138	73
60. Dk	1	84	140	80
60. Dk	2	74	120	90
60. Dk	2	78	125	94
60. Dk	2	82	135	95
60. Dk	2	85	140	105
60. Dk	2	87	150	110
60. Dk	3	79	135	90
60. Dk	3	85	145	105
60. Dk	3	89	148	110
60. Dk	3	92	150	120

Multivariate

Dependent Variables:

NH
 SKB
 DKB

Fixed Factor(s):

zaman
 hastalar

Covariate(s):

WLS Weight:

Model...

Contrasts...

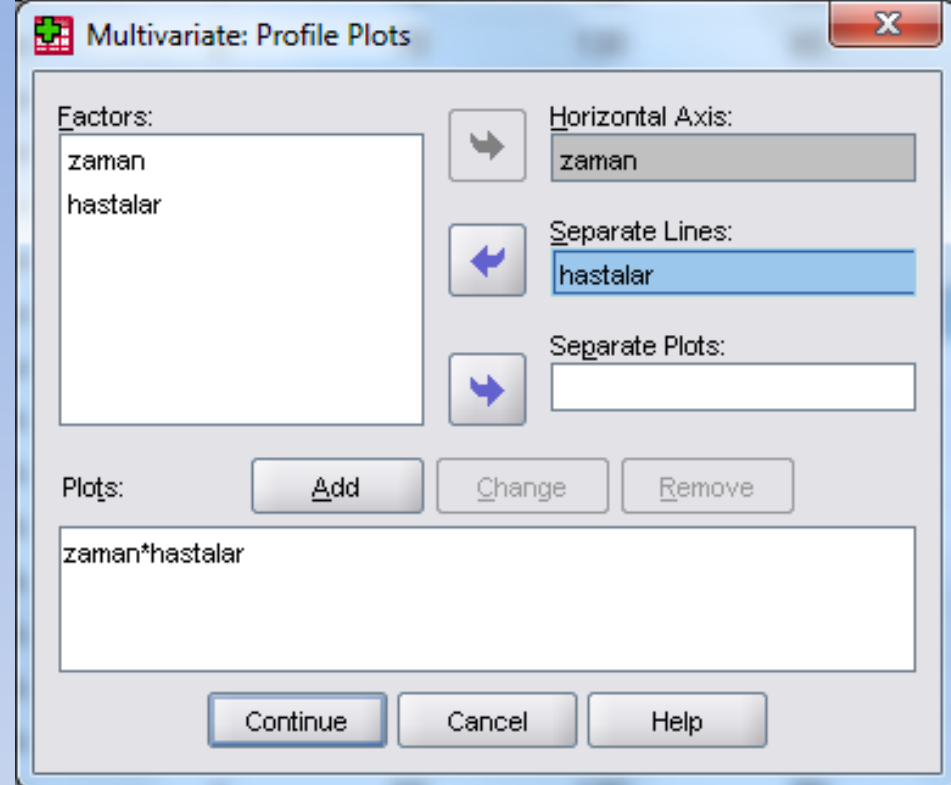
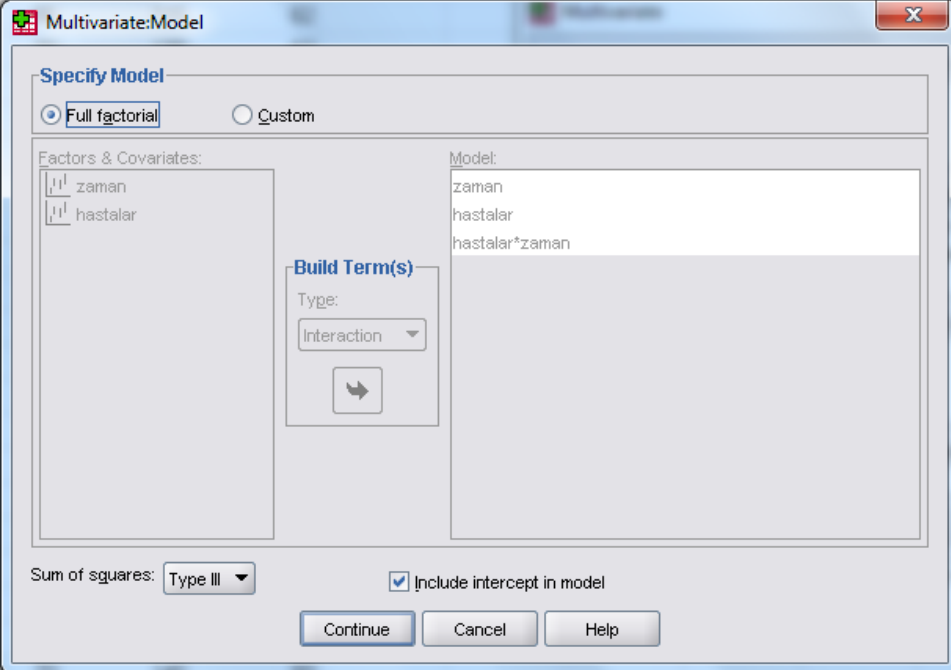
Plots...

Post Hoc...

Save...

Options...

OK Paste Reset Cancel Help



Multivariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):
 zaman
 hastalar

Post Hoc Tests for:
 zaman
 hastalar

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

Multivariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:
 (OVERALL)
 zaman
 hastalar
 zaman*hastalar

Display Means for:
 zaman
 hastalar
 zaman*hastalar

Compare main effects

Confidence interval adjustment:
 LSD(none)

Display

Descriptive statistics Transformation matrix
 Estimates of effect size Homogeneity tests
 Observed power Spread vs. level plot
 Parameter estimates Residual plot
 SSCP matrices Lack of fit
 Residual SSCP matrix General estimable function

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

Continue Cancel Help

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	96,958
F	1,555
df1	36
df2	914,380
Sig.	,021

Box's M testi ile kovaryans Matrislerinin homojenliği test edilir.
P<0,05 olup kovaryans matrisleri eşit değildir.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
NH	,925	11	33	,529
SKB	1,401	11	33	,219
DKB	1,787	11	33	,097

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

a. Design: Intercept + zaman + hastalar + zaman * hastalar

Levene testi ile her bir bağımlı değişkenin bağımsız değişkenlerdeki gruplara göre varyanslarının homojenliği test edilir.
3 bağımlı değişken için de varyanslar homojendir.

Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	,997	3697,269 ^a	3,000	31,000	,000	,997
	Wilks' Lambda	,003	3697,269 ^a	3,000	31,000	,000	,997
	Hotelling's Trace	357,800	3697,269 ^a	3,000	31,000	,000	,997
	Roy's Largest Root	357,800	3697,269 ^a	3,000	31,000	,000	,997
zaman	Pillai's Trace	2,068	24,395	9,000	99,000	,000	,689
	Wilks' Lambda	,020	33,177	9,000	75,596	,000	,727
	Hotelling's Trace	9,547	31,469	9,000	89,000	,000	,761
	Roy's Largest Root	6,049	66,537 ^b	3,000	33,000	,000	,858
hastalar	Pillai's Trace	1,100	13,047	6,000	64,000	,000	,550
	Wilks' Lambda	,197	12,962 ^a	6,000	62,000	,000	,556
	Hotelling's Trace	2,572	12,860	6,000	60,000	,000	,563
	Roy's Largest Root	1,665	17,760 ^b	3,000	32,000	,000	,625
zaman * hastalar	Pillai's Trace	1,131	3,328	18,000	99,000	,000	,377
	Wilks' Lambda	,108	5,859	18,000	88,167	,000	,524
	Hotelling's Trace	6,108	10,066	18,000	89,000	,000	,671
	Roy's Largest Root	5,747	31,610 ^b	6,000	33,000	,000	,852

En sık kullanılan Multivariate test olan Wilk's Lambda testine göre zaman, hastalar ve zaman*hastalar etkileşiminin bağımsız değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır ($p < 0,05$).

Partial Eta Squared sütununda Wilk's lambda değerlerine bakılırsa zaman, hastalar ve zaman*hastalar değerleri kuvvetlidir (1'e yakın).

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	NH	2547,700 ^a	11	231,609	11,281	,000	,790
	SKB	8880,550 ^b	11	807,323	6,645	,000	,689
	DKB	6648,978 ^c	11	604,453	14,461	,000	,828
Intercept	NH	238091,216	1	238091,216	11597,063	,000	,997
	SKB	677171,404	1	677171,404	5573,497	,000	,994
	DKB	307385,153	1	307385,153	7354,067	,000	,996
zaman	NH	1999,954	3	666,651	32,472	,000	,747
	SKB	4885,703	3	1628,568	13,404	,000	,549
	DKB	3317,244	3	1105,748	26,455	,000	,706
hastalar	NH	614,679	2	307,340	14,970	,000	,476
	SKB	3747,629	2	1873,815	15,423	,000	,483
	DKB	1128,777	2	564,389	13,503	,000	,450
zaman * hastalar	NH	70,276	6	11,713	,571	,751	,094
	SKB	532,846	6	88,808	,731	,628	,117
	DKB	1879,468	6	313,245	7,494	,000	,577
Error	NH	677,500	33	20,530			
	SKB	4009,450	33	121,498			
	DKB	1379,333	33	41,798			
Total	NH	252763,000	45				
	SKB	738695,000	45				
	DKB	335879,000	45				
Corrected Total	NH	3225,200	44				
	SKB	12890,000	44				
	DKB	8028,311	44				

a. R Squared = ,790 (Adjusted R Squared = ,720)

b. R Squared = ,689 (Adjusted R Squared = ,585)

c. R Squared = ,828 (Adjusted R Squared = ,771)

Test of Between-Subjects Effects tablosuna göre zaman ve hastalar bağımsız değişkenleri her bir bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptirler. Zaman*hastalar etkileşimi ise sadece DB bağımlı değişkeni üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Partial Eta Squared sütunundan en fazla etkinin zaman açıklayıcı değişkeninin NH(0,747) ve DKB(0,706) bağımlı değişkenleri üzerinde olduğu görülmektedir.

Zaman açıklayıcı değişkenine göre bağımlı değişkenlerin anlamlılıkları:

NH

Tukey HSD^{a..b}

zaman	N	Subset	
		1	2
Önce	10	65,80	
15. Dk	13	70,69	
30. Dk	9		78,00
60. Dk	13		82,46
Sig.		,074	,117

SKB

Tukey HSD^{a..b}

zaman	N	Subset		
		1	2	3
30. Dk	9	109,22		
Önce	10		123,40	
15. Dk	13		131,00	131,00
60. Dk	13			138,08
Sig.		1,000	,385	,447

DKB

Tukey HSD^{a..b}

zaman	N	Subset		
		1	2	3
Önce	10	70,00		
30. Dk	9		83,89	
15. Dk	13		90,46	90,46
60. Dk	13			93,08
Sig.		1,000	,101	,780

Hastalar açıklayıcı değişkenine göre bağımlı değişkenlerin anlamlılıkları:

NH

Tukey HSD^{a..b}

hastalar	N	Subset	
		1	2
1	14	69,86	
2	15		75,00
3	16		78,00
Sig.		1,000	,182

SKB

Tukey HSD^{a..b}

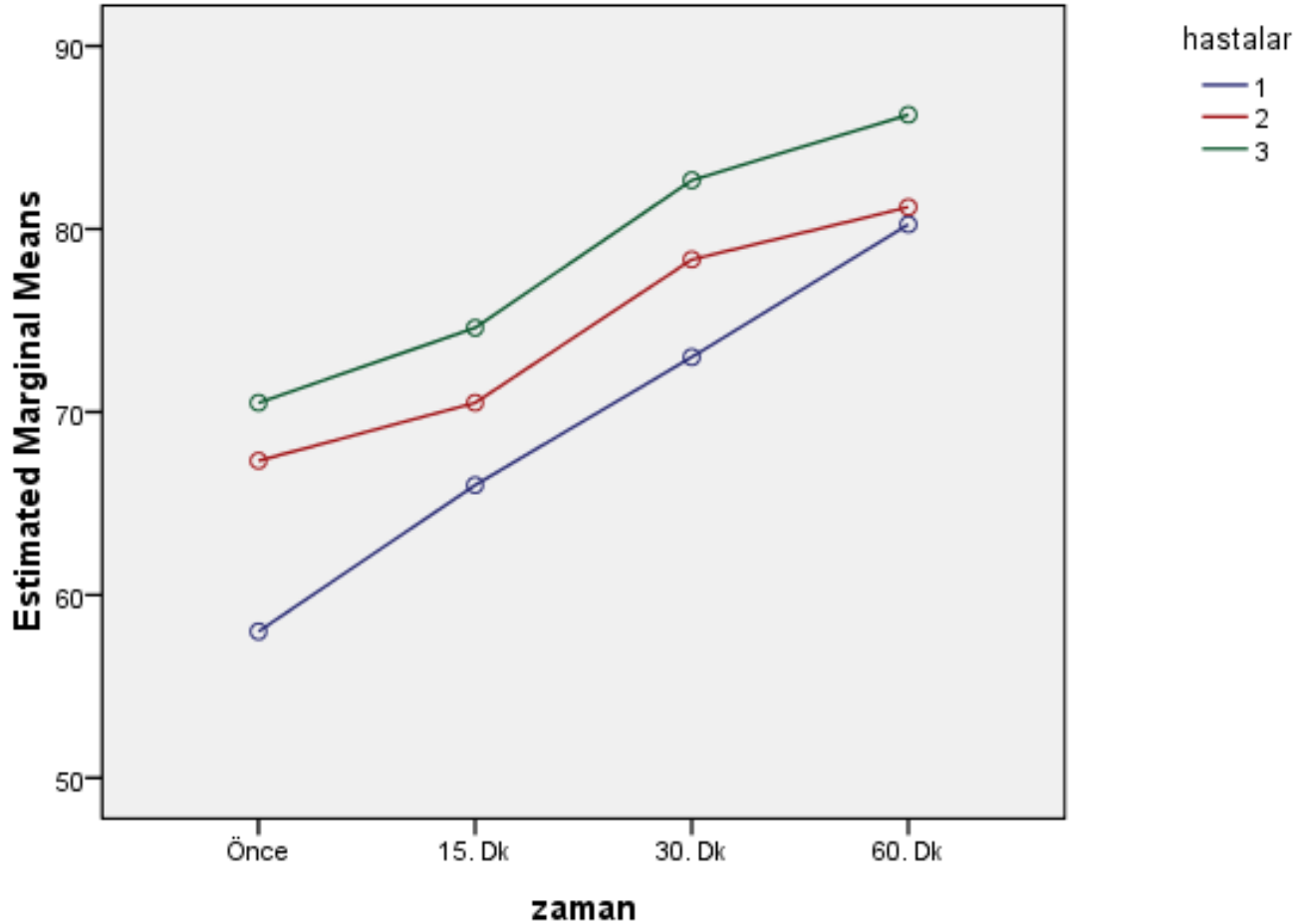
hastalar	N	Subset	
		1	2
2	15	117,73	
1	14	124,29	
3	16		138,06
Sig.		,249	1,000

DKB

Tukey HSD^{a..b}

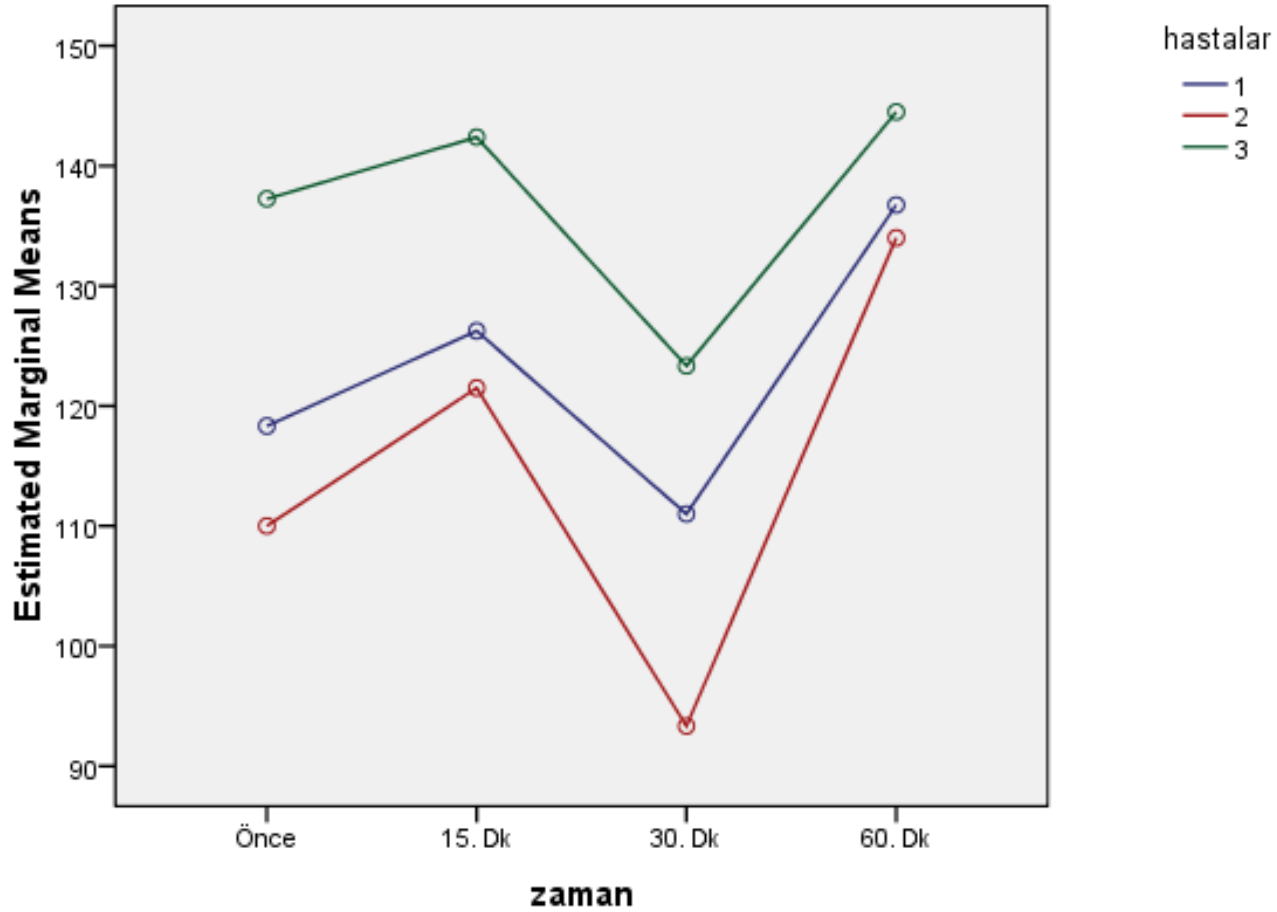
hastalar	N	Subset	
		1	2
1	14	77,50	
3	16		88,69
2	15		89,13
Sig.		1,000	,981

Estimated Marginal Means of NH



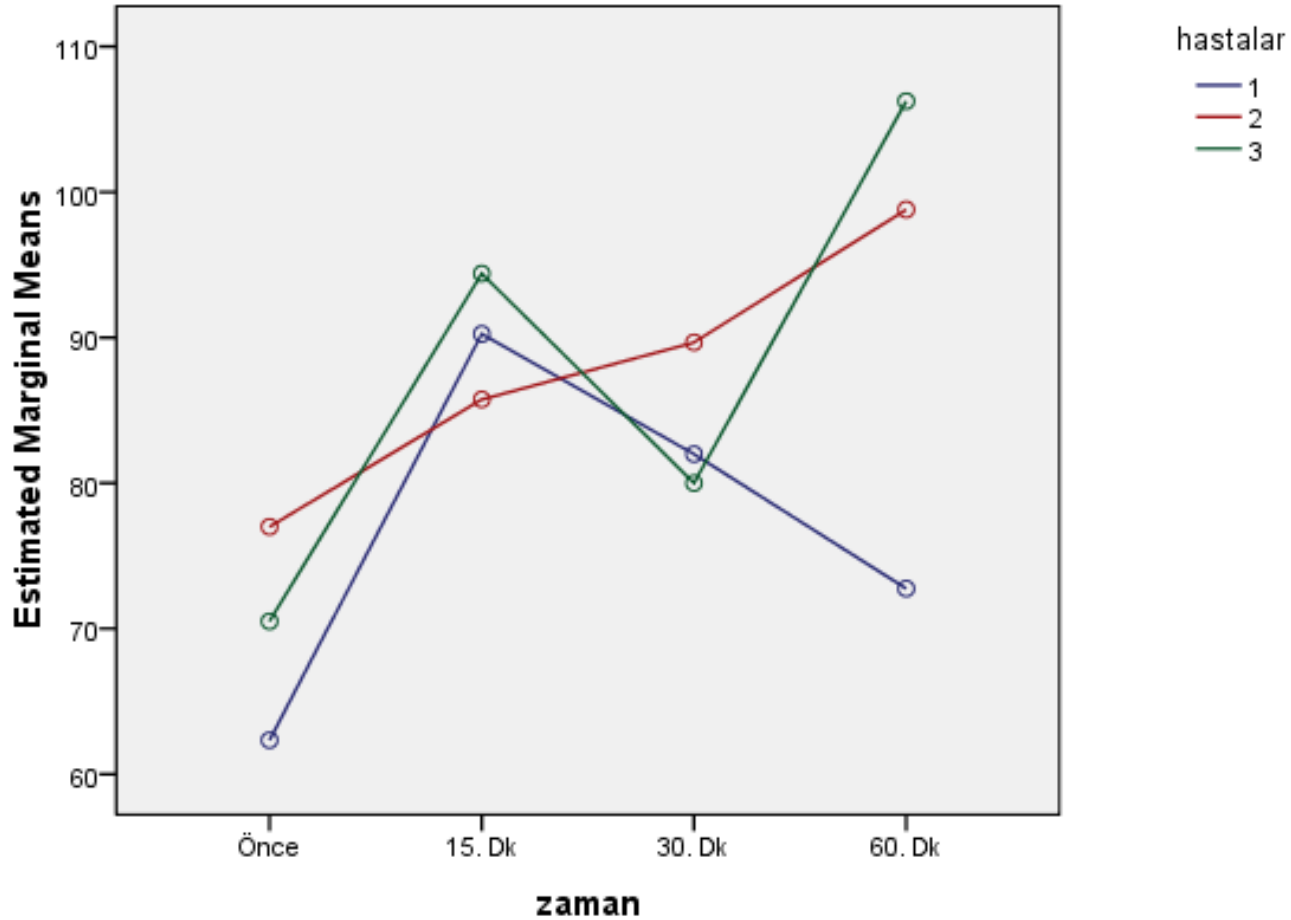
NH bağımlı değişkeni için **Zaman*hastalar etkileşimi önemsizdir. Eğriler kesişmiyorsa etkileşim önemsizdir.**

Estimated Marginal Means of SKB



SKB bağımlı değişkeni için Zaman* hastalar etkileşimi önemsizdir. Eğriler kesişmiyor.

Estimated Marginal Means of DKB



DKB bağımlı değişkeni için **Zaman*hastalar etkileşimi önemlidir. Eğriler kesişmektedir. Biri artarken diğeri düşmüştür.**

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 (λ_i) yararlanılarak bulunur. Pillai iz kriteri model varsayımlarının geçerliliğinde diğer istatistiklere göre daha sağlam sonuçlar verir (Olson, 1974).

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

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**
 - GLM GEN Univariate...
 - GLM MULT Multivariate...
 - GLM REP Repeated Measures...**
 - Variance Components...
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate
- Regression

Repeated Measures Define Factor(s)

Within-Subject Factor Name: ilaç

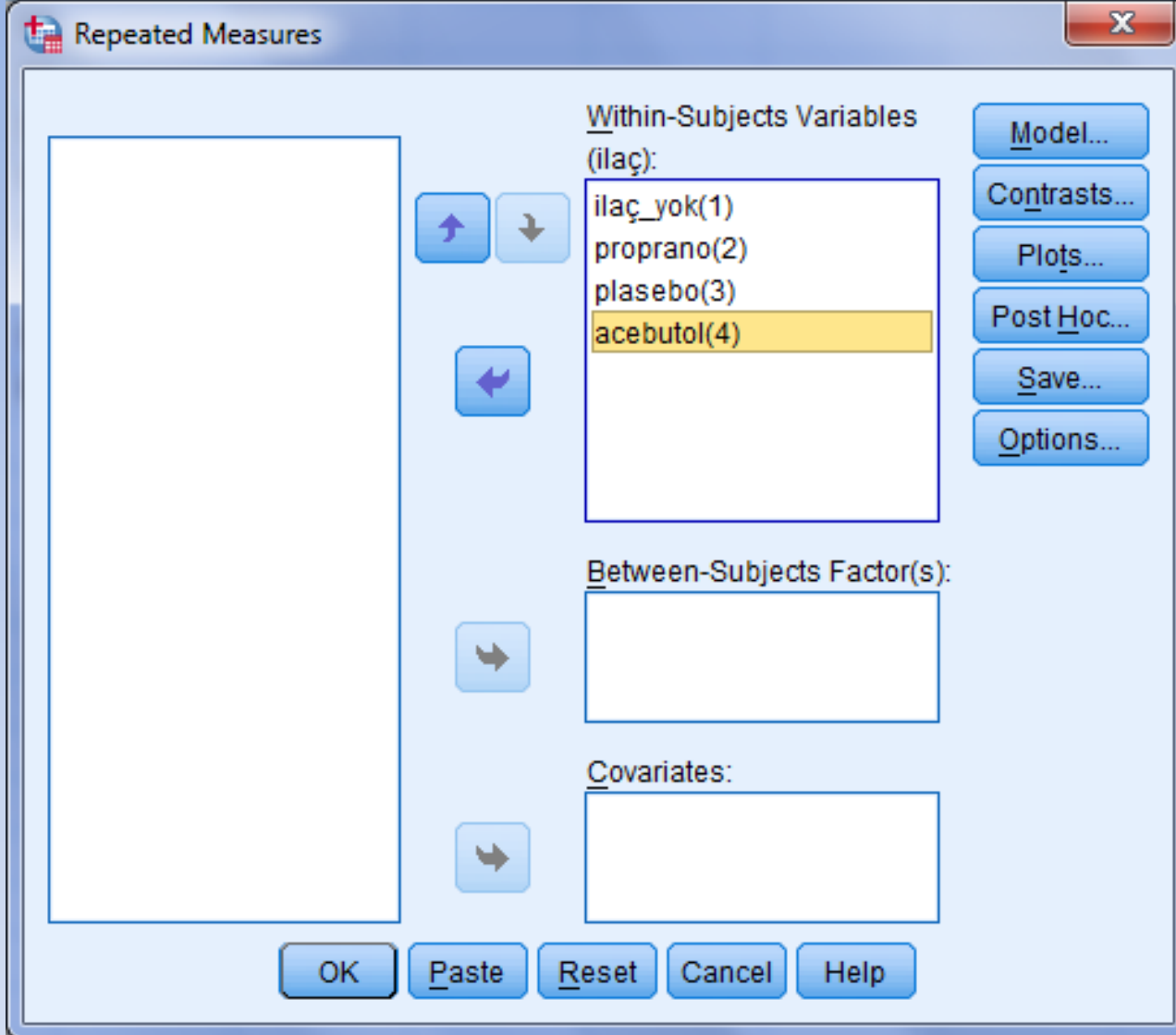
Number of Levels: 4

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^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					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^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ilaç	Pillai's Trace	,754	6,115 ^a	3,000	6,000	,030
	Wilks' Lambda	,246	6,115 ^a	3,000	6,000	,030
	Hotelling's Trace	3,058	6,115 ^a	3,000	6,000	,030
	Roy's Largest Root	3,058	6,115 ^a	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. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					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

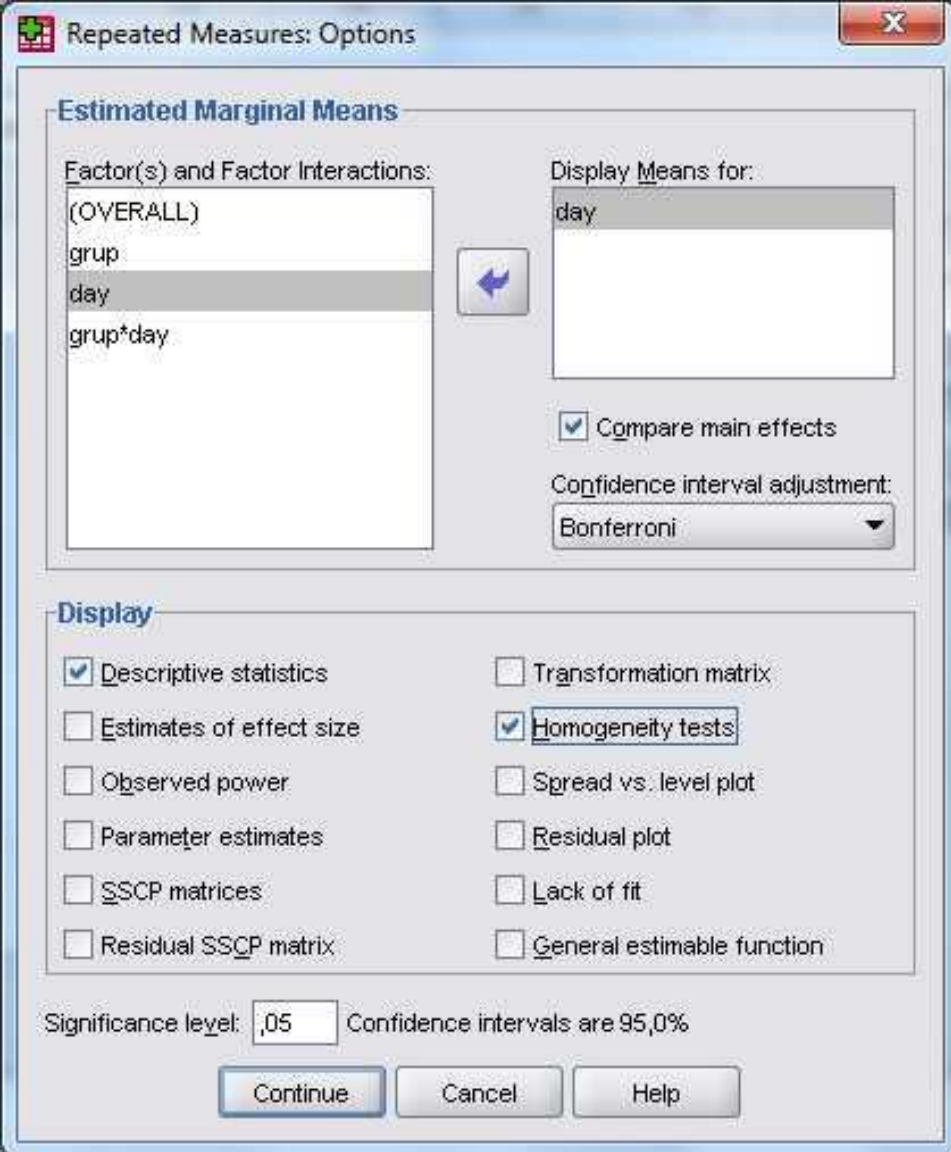
Test

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^a

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^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					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^c

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

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.

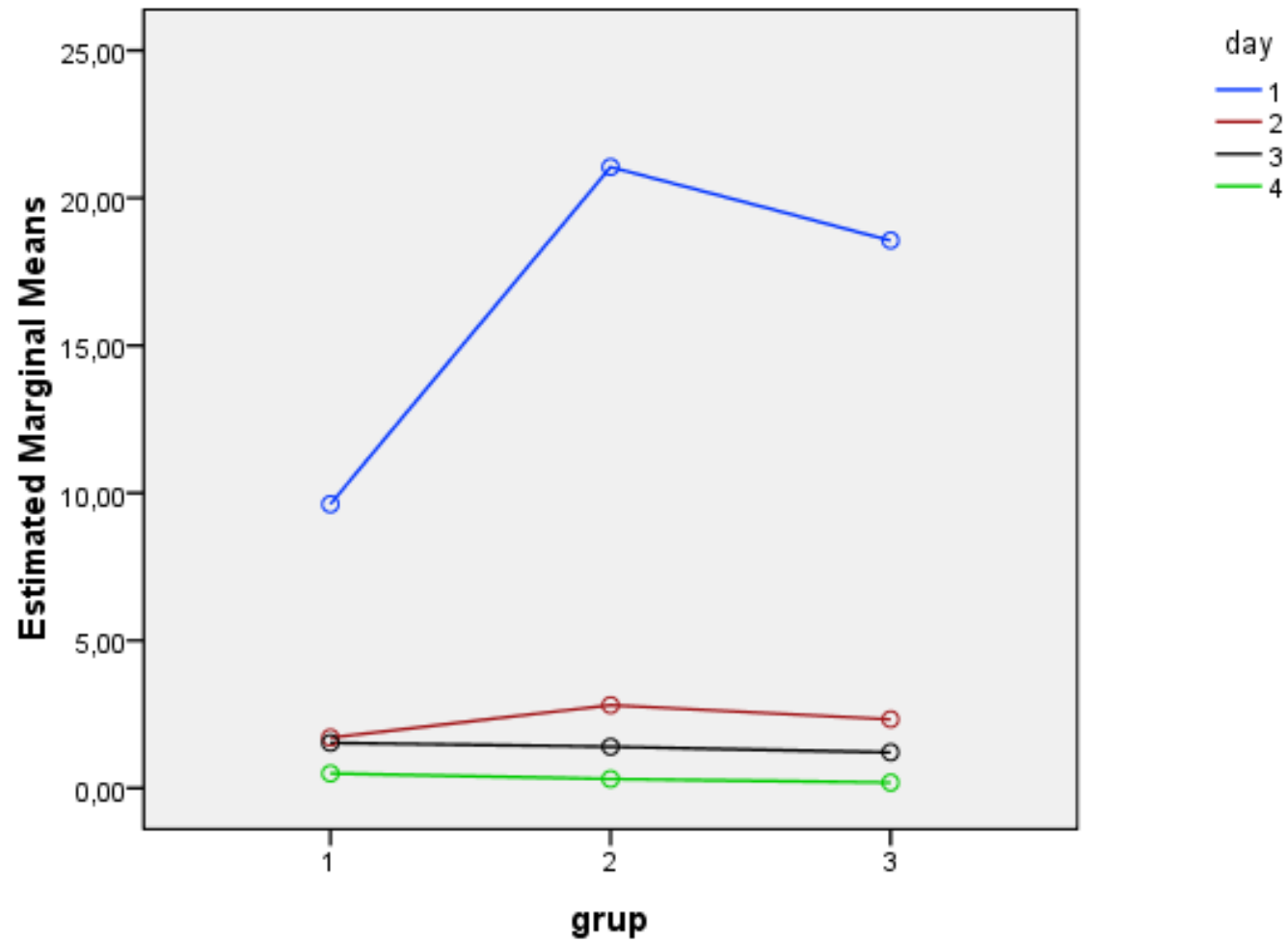
c. Alpha = ,05.

Grup	Duncan
I	a
II	b
III	b



4 farklı günde yapılan ölçümler birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır.

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

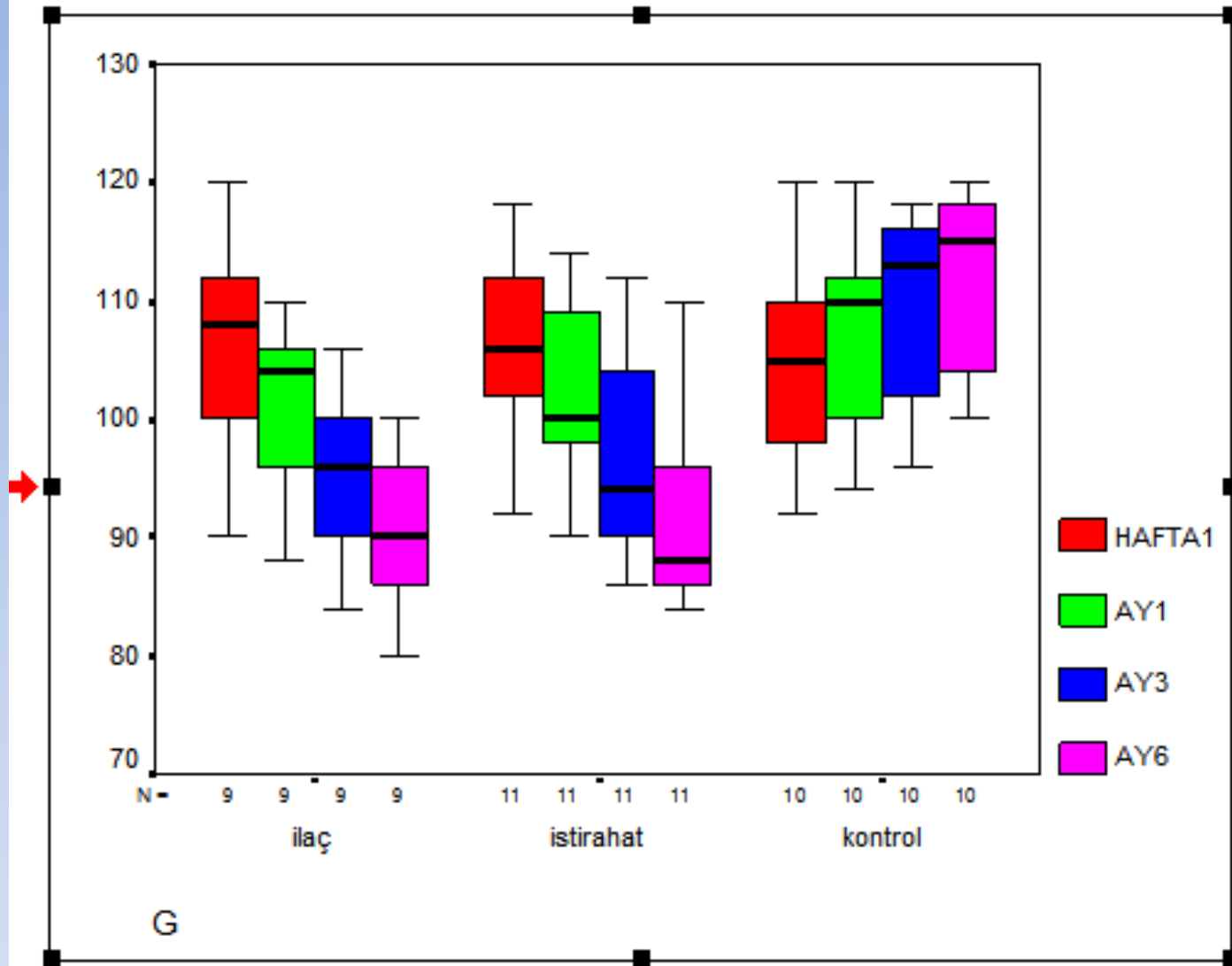


TEKRARLI ÖLÇÜMLERDE İKİ FAKTÖR VARYANS ANALİZİ

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^a

	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^a

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^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					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^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ZAMAN	Pillai's Trace	,696	19,107 ^a	3,000	25,000	,000
	Wilks' Lambda	,304	19,107 ^a	3,000	25,000	,000
	Hotelling's Trace	2,293	19,107 ^a	3,000	25,000	,000
	Roy's Largest Root	2,293	19,107 ^a	3,000	25,000	,000
ZAMAN * GRUP	Pillai's Trace	,855	6,474	6,000	52,000	,000
	Wilks' Lambda	,194	10,590 ^a	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 ^b	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 Örnekleme
2. Tekrarlanan Ölçümler
3. Her gruptaki örneklemeler 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

μ : Bilinmeyen genel ortalama

β_i : i . bloğun bağımlı değişkene etkisi

τ_j : İşlem j . düzeyinin bağımlı değişkene etkisi

ε_{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 χ^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

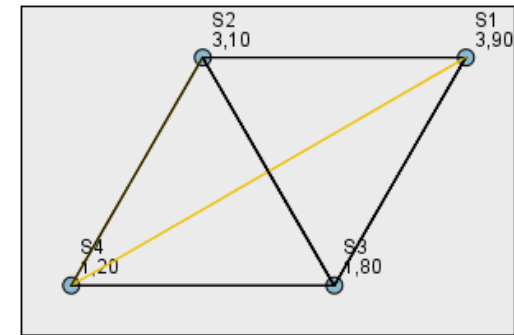
Run Paste Reset Cancel Help

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 ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
T1	,141	5	,200 [*]	,979	5	,928
T2	,350	5	,045	,750	5	,030
T3	,287	5	,200 [*]	,914	5	,490
T4	,186	5	,200 [*]	,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

Test Fields:

T1
T2
T3
T4

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

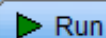
 Kendall's coefficient of concordance (k samples)

Multiple comparisons: All pairwise

Compare Distributions

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

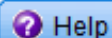
Multiple comparisons: All pairwise



Paste

Reset

Cancel

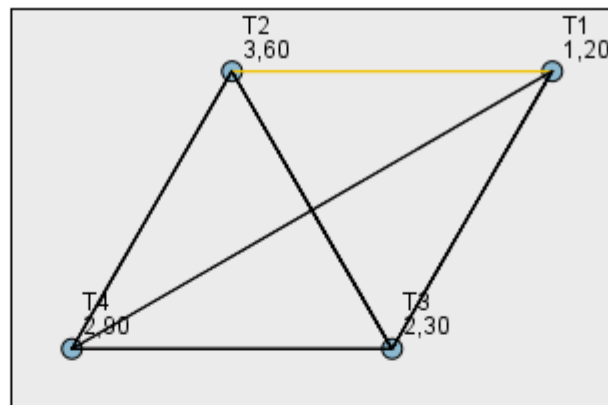


Hypothesis Test Summary

	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