

# Sosyal Bilimlerde İstatistik

## Bölüm 9: Ortalamalar Arası Farkların Analizi II: İkiden Fazla Örneklem Ortalaması Arasındaki Farkın Analizi

Nihan Acar Denizli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi



## 1 Varyans Analizi (ANOVA, Analysis Of Variance)

## 2 ANOVA SPSS Uygulaması

- Tek Yönlü ANOVA
- Çift Yönlü ANOVA
- SPSS Çıktıları



# Varyans Analizi (ANOVA)

Birbirinden bağımsız  $K$  adet ( $K > 2$ ) örneklem ortalaması arasındaki farkın sıfırdan anlamlı olarak farklı olup olmadığının test edilmesi amacıyla kullanılır.

Üç ya da daha fazla kategoriye sahip bir bağımsız değişken ile sürekli, en az eşit aralıklı düzeyinde ölçülmüş bir bağımsız değişken arasında kurulan modele dayanır.

$$y_{kj} = \mu + \tau_k + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

$y_{kj}$  :  $k$ . gruptaki ( $k=1,2,\dots,K$ )  $j$ . gözlem ( $j=1,2,3,\dots,n$ ) değeri.

$\mu$  : Ortalama

$\tau_k$  : Grup Etkisi ( $\mu_k - \mu$ )

$\epsilon_{kj}$  : Sıfır ortalamalı,  $\sigma^2$  varyanslı normal dağılıma sahip hata terimi



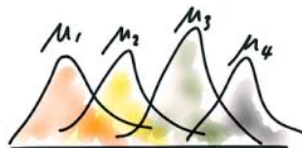
# Hipotezler

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k.$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_k.$

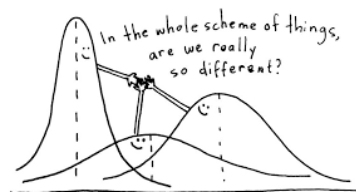
$H_0$  : Örneklem ortalamaları birbirine eşittir.

$H_1$  : En az bir örneklem ortalaması diğerlerinden farklıdır.



ANOVA

$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 ?$



# Varsayımlar:

- Örneklemeler birbirinden bağımsız olmalı.
- Bağımlı değişkene ait ölçümler en az eşit aralıklı ölçme düzeyinde olmalı.
- Bağımlı değişkenin her bir örneklemdeki dağılımı normal dağılıma sahip olmalı ([Normallik Testleri](#)).
- Bağımlı değişkenin varyansı her bir örneklem için birbirine eşit olmalı ([Levene Testi](#)).



# Varyans Analizi Türleri

	Bağımlı değişken sayısı (Nicel)	Bağımsız değişken sayısı (Kategorik)
Tek Yönlü ANOVA	1	1
İki Yönlü ANOVA	1	2

Table: Varyans Analizi Türleri



**Örnek 1:** Okuduğu bölüme göre (Sosyoloji, İstatistik, Matematik, Sanat Tarihi,...) öğrencilerin bir ayda okudukları ortalama kitap sayıları arasında fark olup olmadığının karşılaştırılması.

**Tek Yönlü ANOVA**

**Örnek 2:** Okuduğu bölüme (Sosyoloji, İstatistik, Matematik, Sanat Tarihi,...) ve sınıfına göre (1.,2.,3. ve 4.sınıf öğrencileri) öğrencilerin bir ayda okudukları ortalama kitap sayıları arasında fark olup olmadığının karşılaştırılması.

**İki (Çift) Yönlü ANOVA**



# Adımlar:

- $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri belirlenir.
- Test istatistiği hesaplanır.
- Hesaplanan değer tablo değeri ile karşılaştırılarak ya da hesaplanan "p" (Sig.) değeri  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyi ile karşılaştırılarak  $H_0$  hipotezinin reddine ya da kabulüne karar verilir.
  - $p < \alpha$  ise  $H_0$  reddedilir.
  - $p > \alpha$  ise  $H_0$  kabul edilir.
- Hipotez testinin sonucuna göre uygun yorum yapılır.





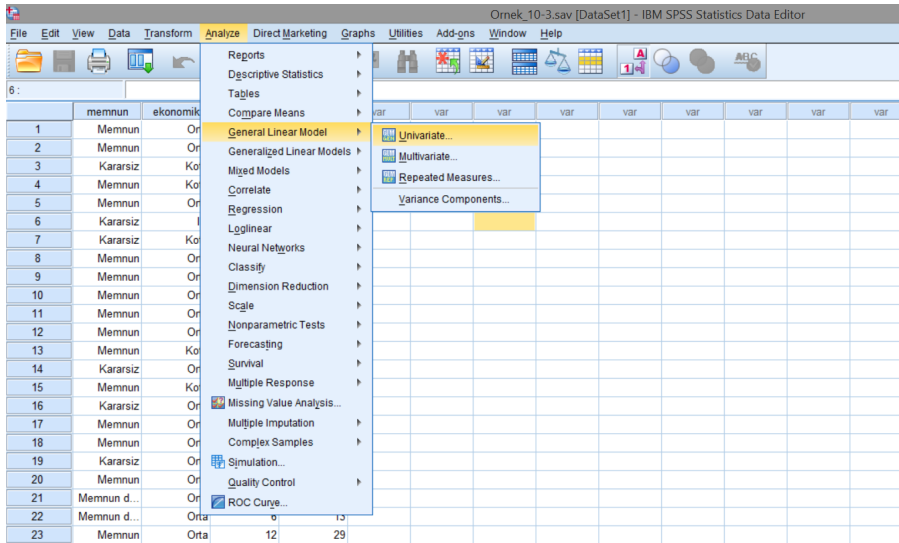
## 1 Varyans Analizi (ANOVA, Analysis Of Variance)

## 2 ANOVA SPSS Uygulaması

- Tek Yönlü ANOVA
- Çift Yönlü ANOVA
- SPSS Çıktıları



# Tek Yönlü ANOVA 1.Adım



# Tek Yönlü ANOVA 2.Adım

Ornek\_10-3.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

6 :

	memnun	ekonomik	ANKSIYET	STRES	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	Memnun	Orta	17	24									
2	Memnun	Orta	9	9									
3	Kararsiz	Kotu	12	25									
4	Memnun	Kotu	8	14									
5	Memnun	Orta	7	15									
6	Kararsiz	Iyi	2	5									
7	Kararsiz	Kotu	10	25									
8	Memnun	Orta	7	6									
9	Memnun	Orta	12	19									
10	Memnun	Orta	13	19									
11	Memnun	Orta	25	31									
12	Memnun	Orta	10	23									
13	Memnun	Kotu	2	7									
14	Kararsiz	Orta	30	17									
15	Memnun	Kotu	7	9									
16	Kararsiz	Orta	10	13									
17	Memnun	Orta	3	4									
18	Memnun	Orta	19	24									
19	Kararsiz	Orta	8	19									
20	Memnun	Orta	7	19									
21	Memnun d...	Orta	18	23									
22	Memnun d...	Orta	6	13									
23	Memnun	Orta	12	29									

Univariate

Dependent Variable:  
Stres puanlari [STRE]

Fixed Factor(s):  
Ekonomik Durum [e...]

Random Factor(s):

Covariate(s):

WLS Weight

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

OK Paste Reset Cancel Help

# Tek Yönlü ANOVA 3.Adım

6:														
	memnun	ekonomik	ANKSIYET	STRES	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	Memnun	Orta	17	24										
2	Memnun	Orta	9	9										
3	Kararsiz	Kotu	12	25										
4	Memnun	Kotu	8	14										
5	Memnun	Orta	7	15										
6	Kararsiz	Iyi	2	5										
7	Kararsiz	Kotu	10	25										
8	Memnun	Orta	7	6										
9	Memnun	Orta	12	19										
10	Memnun	Orta	13	19										
11	Memnun	Orta	25	31										
12	Memnun	Orta	10	23										
13	Memnun	Kotu	2	7										
14	Kararsiz	Orta	30	17										
15	Memnun	Kotu	7	9										
16	Kararsiz	Orta	10	13										
17	Memnun	Orta	3	4										
18	Memnun	Orta	19	24										
19	Kararsiz	Orta	8	19										
20	Memnun	Orta	7	19										
21	Memnun d...	Orta	18	23										
22	Memnun d...	Orta	6	13										
23	Memnun	Orta	12	29										
24	Memnun	Orta	13	25										
25	Kararsiz	Orta	6	9										
26	Memnun	Orta	7	11										

Univariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):  
ekonomik

Post Hoc Tests for:  
ekonomik

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 Test  
☐ R-E-G-W-Q ☐ Gabriel ☒ 2-sided ☐ < Control ☐ > Control

Equal Variances Not Assumed

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

Continue Cancel Help

# Tek Yönlü ANOVA 4.Adım

	memnun	ekonomik	ANKSIYET	STRES	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	Memnun	Orta	17	24									
2	Memnun	Orta	9	9									
3	Kararsiz	Kotu	12	25									
4	Memnun	Kotu	8	14									
5	Memnun	Orta	7	15									
6	Kararsiz	Iyi	2	5									
7	Kararsiz	Kotu	10	25									
8	Memnun	Orta	7	6									
9	Memnun	Orta	12	19									
10	Memnun	Orta	13	19									
11	Memnun	Orta	25	31									
12	Memnun	Orta	10	23									
13	Memnun	Kotu	2	7									
14	Kararsiz	Orta	30	17									
15	Memnun	Kotu	7	9									
16	Kararsiz	Orta	10	13									
17	Memnun	Orta	3	4									
18	Memnun	Orta	19	24									
19	Kararsiz	Orta	8	19									
20	Memnun	Orta	7	19									
21	Memnun d...	Orta	18	23									
22	Memnun d...	Orta	6	13									
23	Memnun	Orta	12	29									
24	Memnun	Orta	13	25									
25	Kararsiz	Orta	6	9									
26	Memnun	Orta	7	11									

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:

(OVERALL)

ekonomik

Display Means for:

ekonomik

☐ Compare main effects

Confidence interval adjustment:

LSD(none)

Display

☐ Descriptive statistics
 ☒ Homogeneity tests

☐ Estimates of effect size
 ☐ Spread vs. level plot

☐ Observed power
 ☐ Residual plot

☐ Parameter estimates
 ☐ Lack of fit

☐ Contrast coefficient matrix
 ☐ General estimable function

Significance level: .05

Confidence intervals are 95,0 %

Continue

Cancel

Help



# Çift Yönlü ANOVA 1.Adım

Ornek\_10-3.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

6 :

	memnun	ekonomik	ANKSIYET	STRES	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	Memnun	Orta	17	24										
2	Memnun	Orta	9	9										
3	Kararsiz	Kotu	12	25										
4	Memnun	Kotu	8	14										
5	Memnun	Orta	7	15										
6	Kararsiz	Iyi	2	5										
7	Kararsiz	Kotu	10	25										
8	Memnun	Orta	7	6										
9	Memnun	Orta	12	19										
10	Memnun	Orta	13	19										
11	Memnun	Orta	25	31										
12	Memnun	Orta	10	23										
13	Memnun	Kotu	2	7										
14	Kararsiz	Orta	30	17										
15	Memnun	Kotu	7	9										
16	Kararsiz	Orta	10	13										
17	Memnun	Orta	3	4										
18	Memnun	Orta	19	24										
19	Kararsiz	Orta	8	19										
20	Memnun	Orta	7	19										
21	Memnun d...	Orta	18	23										
22	Memnun d...	Orta	6	13										
23	Memnun	Orta	12	29										

Univariate

Dependent Variable:  
Stres puanları [STRE]

Fixed Factor(s):  
Ekonomik Durum [e...]  
Okulundan memnu...

Random Factor(s):

Covariate(s):

WLS Weight:

OK Paste Reset Cancel Help

# Çift Yönlü ANOVA 2.Adım

Ornek\_10-3.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

6:

	memnun	ekonomik	ANKSIYET	STRES	var	var	var	var	var	var	var	var
1	Memnun	Orta	17	24								
2	Memnun	Orta	9	9								
3	Kararsiz	Kotu	12	25								
4	Memnun	Kotu	8	14								
5	Memnun	Orta	7	15								
6	Kararsiz	Iyi	2	5								
7	Kararsiz	Kotu	10	25								
8	Memnun	Orta	7	6								
9	Memnun	Orta	12	19								
10	Memnun	Orta	13	19								
11	Memnun	Orta	25	31								
12	Memnun	Orta	10	23								
13	Memnun	Kotu	2	7								
14	Kararsiz	Orta	30	17								
15	Memnun	Kotu	7	9								
16	Kararsiz	Orta	10	13								
17	Memnun	Orta	3	4								
18	Memnun	Orta	19	24								
19	Kararsiz	Orta	8	19								
20	Memnun	Orta	7	19								
21	Memnun d...	Orta	18	23								
22	Memnun d...	Orta	6	13								
23	Memnun	Orta	12	29								

Univariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):  
ekonomik  
memnun

Post Hoc Tests for:  
ekonomik  
memnun

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 Test  
☐ R-E-G-W-Q ☐ Gabriel ☒ 2-sided ☐ Control ☐ Control

Equal Variances Not Assumed

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

Continue Cancel Help

# Tek Yönlü ANOVA I

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics Viewer interface. The title bar indicates the file is 'Output2 [Document2] - IBM SPSS Statistics Viewer'. The menu bar includes File, Edit, View, Data, Transform, Insert, Format, Analyze, Direct Marketing, Graphs, Utilities, Add-ons, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and analysis. The left sidebar shows a tree view of the analysis steps: Active Dataset, Between-Subjects, Levene's Test of Homogeneity of Variance, Tests of Between-Subjects Effects, Estimated Marginal Means, Post Hoc Tests, and Univariate Analysis. The main content area is titled 'Univariate Analysis of Variance' and shows the following results:

**Between Subjects Factors**

		Value Label	N
Ekonomik Durum	1	İyi	183
	2	Orta	811
	3	Kötü	108

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

Dependent Variable: Stres puanlari

F	df1	df2	Sig.
,376	2	1099	,687

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

a. Design: Intercept + ekonomik

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Stres puanlari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	334,900 <sup>a</sup>	2	167,450	2,977	,051
Intercept	146669,102	1	146669,102	2607,752	,000
ekonomik	334,900	2	167,450	2,977	,051
Error	61811,612	1099	56,244		
Total	342278,000	1102			
Corrected Total	62146,512	1101			

a. R Squared = ,005 (Adjusted R Squared = ,004)

The status bar at the bottom indicates 'IBM SPSS Statistics Processor is ready' and the system clock shows '15:14 25.5.20'.



# Tek Yönlü ANOVA II

**Estimated Marginal Means**

Dependent Variable: Stres puanlari

Ekonomik Durum	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Iyi	15,104	,554	14,016	16,192
Orta	15,949	,263	15,433	16,466
Kotu	17,324	,722	15,908	18,740

**Post Hoc Tests**

**Ekonomik Durum**

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Stres puanlari

	(I) Ekonomik Durum	(J) Ekonomik Durum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Iyi	Orta	-.85	,614	,353	-2,29	,59
		Kotu	-2,22 <sup>*</sup>	,910	,039	-4,36	-.08
		Orta	.85	,614	,353	-.59	2,29
	Orta	Kotu	-1,37	,768	,174	-3,18	,43
		Iyi	2,22 <sup>*</sup>	,910	,039	,08	4,36
		Orta	1,37	,768	,174	-.43	3,18
Tamhane	Iyi	Orta	-.85	,631	,452	-2,36	,67
		Kotu	-2,22 <sup>*</sup>	,919	,049	-4,43	-.01
		Orta	.85	,631	,452	-.67	2,36
	Orta	Kotu	-1,37	,764	,206	-3,22	,47
		Iyi	2,22 <sup>*</sup>	,919	,049	,01	4,43
		Kotu	1,37	,764	,206	-.47	3,22

Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 56,244.

# Çift Yönlü ANOVA I

\*Output2 [Document2] - IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

Active Dataset  
Between-Subjects Factors  
Levene's Test of Equality of Error Variances  
Tests of Between-Subjects Effects  
Estimated Marginal Means  
Title  
Ekonomin Durum  
Post Hoc Tests  
Title  
Ekonomin Durum  
Multiple Comparison  
Homogeneous Sub  
Title  
Stres puanları

Log  
Inivariate Analysis of Variance  
Title  
Notes  
Active Dataset  
Between-Subjects Factors  
Levene's Test of Equality of Error Variances  
Tests of Between-Subjects Effects  
Estimated Marginal Means  
Title  
Ekonomin Durum  
Post Hoc Tests  
Title  
Ekonomin Durum  
Multiple Comparison  
Homogeneous Sub  
Title  
Stres puanları  
Okulundan memnuniyet  
Title  
Multiple Comparison  
Homogeneous Sub  
Title  
Stres puanları

**Between-Subjects Factors**

	Value Label	N
Ekonomin Durum	1	183
	2	811
	3	108
Okulundan memnuniyet düzeyleri	1	751
	2	133
	3	218

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

Dependent Variable: Stres puanları

F	df1	df2	Sig.
,629	8	1093	,577

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

a. Design: Intercept + ekonomik + memnun + ekonomik \* memnun

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Stres puanları

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1596,328 <sup>a</sup>	8	199,541	3,602	,000
Intercept	102577,532	1	102577,532	1851,642	,000
ekonomik	254,144	2	127,072	2,294	,101
memnun	395,781	2	197,891	3,572	,028
ekonomik * memnun	155,120	4	38,780	,700	,592
Error	60550,184	1093	55,398		
Total	342278,000	1102			
Corrected Total	62146,512	1101			

a. R Squared = ,026 (Adjusted R Squared = ,019)

IBM SPSS Statistics Processor is ready

15:10  
25.5.20

# Çift Yönlü ANOVA II

\*Output2 [Document2] - IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

Active Dataset  
Between-Subjects Factors  
Levene's Test of Equality of Error Variances  
Tests of Between-Subjects Effects  
Estimated Marginal Means  
Post Hoc Tests  
Ekonomik Durum  
Title  
Ekonomik Durum  
Title  
Multiple Comparisons  
Homogeneous Subsets  
Stres puanları

Ekonomik Durum

Dependent Variable: Stres puanları

Ekonomik Durum	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
İyi	15,444	,786	13,902	16,985
Orta	16,865	,338	16,202	17,527
Kötü	17,790	,790	16,240	19,340

Post Hoc Tests

Ekonomik Durum

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Stres puanları

Tukey HSD

(i) Ekonomik Durum	(j) Ekonomik Durum	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
İyi	Orta	-.85	,609	,347	-2,28	,58
	Kötü	-2,22*	,903	,038	-4,34	-.10
Orta	İyi	,85	,609	,347	-.58	2,28
	Kötü	-1,37	,762	,169	-3,16	,41
Kötü	İyi	2,22*	,903	,038	-.10	4,34
	Orta	1,37	,762	,169	-.41	3,16

Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 55,398.  
\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

IBM SPSS Statistics Processor is ready

15:11  
25.5.20

# KAYNAKLAR

-  Nuran Bayram (2009). Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi, Ezgi Kitabevi.
-  Nuran Bayram (2016). Veri Analizi (Excel ve SPSS Uygulamalarıyla Birlikte) , Ezgi Kitabevi.
-  R. Mark Sirkin (2005). Statistics for the Social Sciences, SAGE.
-  Yahşi Yazıcıoğlu ve Samiye Erdoğan (2014). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Detay Yayıncılık.

