



Varyans Analizi (ANOVA), Kovaryans Analizi (ANCOVA), Faktöriyel ANOVA, Çoklu Varyans Analizi (MANOVA)

Yaşar Tonta
H.Ü. BBY

tonta@hacettepe.edu.tr

yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/fall2008/sb5002/



- Not: Sunuş slaytları Andy Field'ın *Discovering Statistics Using SPSS* (Sage, 2005) adlı eserinin 8., 9. ve 10. bölümlerinden ve kitapta kullanılan veri setlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Varyans Analizi (ANOVA)



- Bağımsız değişkende çok sayıda grup varsa ANOVA kullanılır.
- ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır.

ANOVA'nın t testinden farkı



- Niye gruplar arasındaki bütün kombinasyonları test etmek için t testi yapmıyoruz da ANOVA yapıyoruz?
- Örneğin, 3 grup olsun. t testini 1-2, 1-3, 2-3 grupları için ayrı ayrı yapmamız gerekli.
- Her testin kendine özgü Tür 1 (yani doğru olduğu halde yanlışlıkla boş hipotezi reddetme olasılığı) hata olasılığı var (0,05).
- Yani her bir t testinde Tür 1 hatası yapmama olasılığı (0,95).
- Üç t testi olduğuna göre hata yapmama olasılığını üç kez kendisiyle çarpalım: $0,95 * 0,95 * 0,95 = 0,857$
- $1 - 0,857 = 0,143$. Yani Tür 1 hatası yapma olasılığı 0,05'ten 0,143'e yükseldi.
- Bu, kabul edilemez.
- Ya grup sayısı 3 yerine 5 olsaydı? O zaman 10 t testi yapmak gerekir. Hata oranı 0,40'a yükselirdi.



- T testi iki örneklemin ortalamalarının eşit olup olmadığı hipotezini test eder.
- ANOVA ise üç ya da daha fazla ortalamaların eşit olup olmadığını test eder.
- ANOVA F istatistiğini verir. F, verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırır.
- ANOVA herşeyi söylemez. Deneysel uyarının başarılı olup olmadığını söyler (ör., üç grup ortalamasının eşit olmaması) ama hangi grupların etkilendiğini söylemez (üç ortalama da farklı olabilir, ilk ikisi aynı, üçüncüsü farklı olabilir, ilki farklı, ikinci ve üçüncüsü aynı olabilir vs. vs.)
- F, deneysel uyarının etkili olduğunu söyler ama spesifik olarak etkinin ne olduğunu söylemez.

Tek yönlü ANOVA örneği



- Viagra'nın libido üzerine etkisi

The screenshot displays the SPSS Data Editor interface. The main window shows a data table with columns 'person', 'dose', and 'libido'. The 'dose' column contains values from 1.00 to 17.00, and the 'libido' column contains values from 3.00 to 6.00. A 'Value Labels' dialog box is open, showing the mapping of numerical values to categorical labels: 1.00 = "Placebo", 2.00 = "Low Dose", and 3.00 = "High Dose".

person	dose	libido	var
1	1,00	3,00	
2	2,00	2,00	
3	3,00	1,00	
4	4,00	1,00	
5	5,00	4,00	
6	7,00	2,00	
7	8,00	2,00	
8	9,00	2,00	
9	10,00	2,00	
10	11,00	2,00	
11	13,00	3,00	
12	14,00	3,00	
13	15,00	3,00	
14	16,00	3,00	
15	17,00	3,00	
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1 person	Numeric	8	2	Participant	None	None	8	Right	Scale
2 dose	Numeric	8	2	Dose of Viagra	1,00, Plac	None	8	Right	Ordinal
3 libido	Numeric	8	2	Libido	None	None	8	Right	Scale

Value Labels dialog box content:

Value Labels

Value:

Value Label:

Add

Change

Remove

1,00 = "Placebo"
2,00 = "Low Dose"
3,00 = "High Dose"

OK
Cancel
Help

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Viagra’nın libido düzeyi üzerine etkisi yoktur”
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Viagra’nın libido düzeyi üzerine etkisi vardır”
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Viagra’nın dozu arttıkça libido düzeyi yükselir”



Viagra - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

9: libido

	person	dose																		
1	1,00	1,0																		
2	2,00	1,0																		
3	3,00	1,0																		
4	4,00	1,0																		
5	5,00	1,0																		
6	7,00	2,0																		
7	8,00	2,0																		
8	9,00	2,0																		
9	10,00	2,0																		
10	11,00	2,0																		
11	13,00	3,0																		
12	14,00	3,00	4,00																	
13	15,00	3,00	5,00																	
14	16,00	3,00	3,00																	
15	17,00	3,00	6,00																	
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				

One-Way ANOVA

SPSS Processor is ready

start yurdagul 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 01:38

Mönüden Analyze → Compare Means → One way ANOVA'yı seçin



Viagra - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

9: libido 2

	person	dose	libido	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	3,00														
2	2,00	1,00	2,00														
3	3,00	1,00	1,00														
4	4,00	1,00	1,00														
5	5,00	1,00	4,00														
6	7,00	2,00	5,00														
7	8,00	2,00	2,00														
8	9,00	2,00	4,00														
9	10,00	2,00	2,00														
10	11,00	2,00	3,00														
11	13,00	3,00	7,00														
12	14,00	3,00	4,00														
13	15,00	3,00	5,00														
14	16,00	3,00	3,00														
15	17,00	3,00	6,00														

One-Way ANOVA

Participant [person]

Dependent List:
Libido [libido]

Factor:
Dose of Viagra [dos]

OK
Paste
Reset
Cancel
Help

Contrasts... Post Hoc... Options...

One-Way ANOVA: Post Hoc Multiple Comparisons

Equal Variances Assumed

- LSD
- Bonferroni
- Sidak
- Scheffe
- R-E-G-W F
- R-E-G-W Q
- S-N-K
- Tukey
- Tukey's-b
- Duncan
- Hochberg's GT2
- Gabriel
- Waller-Duncan

Type I/Type II Error Ratio: 100

Dunnett

Control Category: Last

Test
 2-sided < Control > Control

Equal Variances Not Assumed

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

Significance level: .05

Continue Cancel Help

Data View Variable View

start yurdagul 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 01:39



Viagra - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

9: libido 2

	person	dose	libido	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	3,00														
2	2,00	1,00	2,00														
3	3,00	1,00	1,00														
4	4,00	1,00	1,00														
5	5,00	1,00	4,00														
6	7,00	2,00	5,00														
7	8,00	2,00	2,00														
8	9,00	2,00	4,00														
9	10,00	2,00	2,00														
10	11,00	2,00	3,00														
11	13,00	3,00	7,00														
12	14,00	3,00	4,00														
13	15,00	3,00	5,00														
14	16,00	3,00	3,00														
15	17,00	3,00	6,00														
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	

One-Way ANOVA

Participant [person]

Dependent List:
Libido [libido]

Factor:
Dose of Viagra [dos]

OK
Paste
Reset
Cancel
Help

Contrasts... Post Hoc... Options...

One-Way ANOVA: Options

Statistics

- Descriptive
- Fixed and random effects
- Homogeneity of variance test
- Brown-Forsythe
- Welch

Means plot

Missing Values

- Exclude cases analysis by analysis
- Exclude cases listwise

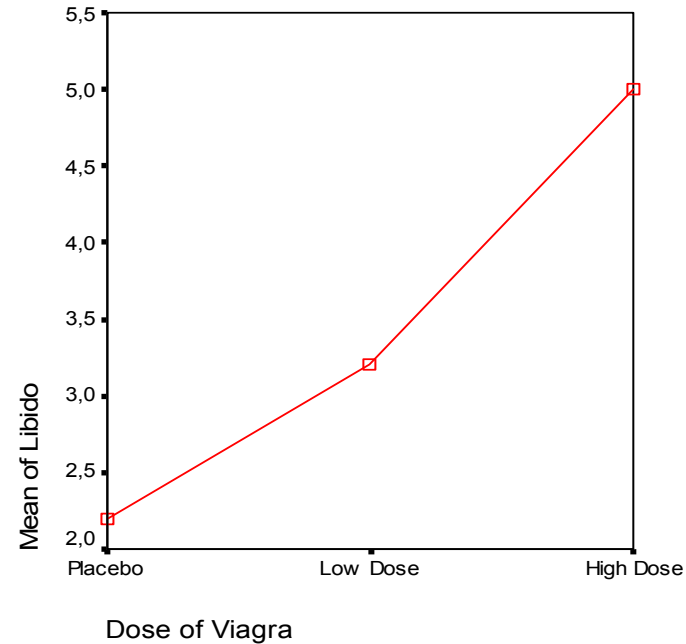
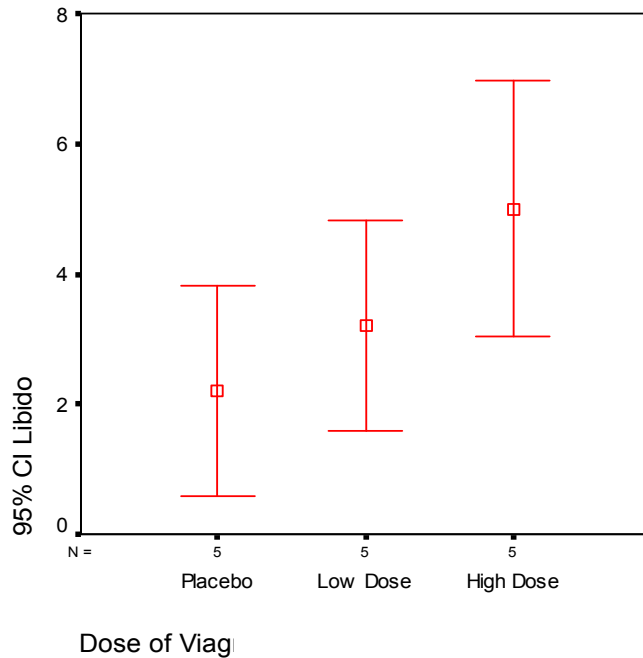
Continue
Cancel
Help

Data View Variable View

SPSS Processor is ready

start yurdagul 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 01:40

Tanımlayıcı istatistikler ve grafikler



Report

Libido

Dose of Viagra	Mean	N	Std. Deviation
Placebo	2,2000	5	1,30384
Low Dose	3,2000	5	1,30384
High Dose	5,0000	5	1,58114
Total	3,4667	15	1,76743

Tanımlayıcı istatistikler ve Levene testi



Descriptives

Libido

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Placebo	5		
Low Dose	5	3,2000	1,30384	,58310	1,5811	4,8189	2,00	5,00
High Dose	5	5,0000	1,58114	,70711	3,0368	6,9632	3,00	7,00
Total	15	3,4667	1,76743	,45635	2,4879	4,4454	1,00	7,00

Test of Homogeneity of Variances

Libido

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,092	2	12	,913

Levene testi grup varyanslarının eşit olduğunu gösteriyor.

ANOVA ve Ortalamaların Eşitliği testi



ANOVA

Libido

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		20,133	2	10,067	5,119	,025
	Linear Term	Contrast	19,600	1	19,600	9,966	,008
		Deviation	,533	1	,533	,271	,612
	Quadratic Term	Contrast	,533	1	,533	,271	,612
Within Groups			23,600	12	1,967		
Total			43,733	14			

Robust Tests of Equality of Means

Libido

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	4,320	2	7,943	,054
Brown-Forsythe	5,119	2	11,574	,026

a. Asymptotically F distributed.

Post hoc testleri



Multiple Comparisons

Dependent Variable: Libido

	(I) Dose of Viagra	(J) Dose of Viagra	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Placebo	Low Dose	-1,0000	,88694	,516	-3,3662	1,3662
		High Dose	-2,8000*	,88694	,021	-5,1662	-,4338
	Low Dose	Placebo	1,0000	,88694	,516	-1,3662	3,3662
		High Dose	-1,8000	,88694	,147	-4,1662	,5662
	High Dose	Placebo	2,8000*	,88694	,021	,4338	5,1662
		Low Dose	1,8000	,88694	,147	-,5662	4,1662
Games-Howell	Placebo	Low Dose	-1,0000	,82462	,479	-3,3563	1,3563
		High Dose	-2,8000*	,91652	,039	-5,4389	-,1611
	Low Dose	Placebo	1,0000	,82462	,479	-1,3563	3,3563
		High Dose	-1,8000	,91652	,185	-4,4389	,8389
	High Dose	Placebo	2,8000*	,91652	,039	,1611	5,4389
		Low Dose	1,8000	,91652	,185	-,8389	4,4389
Dunnett t (2-sided)	Placebo	High Dose	-2,8000*	,88694	,015	-5,0195	-,5805
	Low Dose	High Dose	-1,8000	,88694	,114	-4,0195	,4195

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

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Etki Büyüklüğü



- η^2 (eta) ile ölçülür
- $\eta^2 = 20,13 / 43,73 = 0,42$
- Karekökü alınırsa 0,65.
- η 0,5'ten büyük. Yani Viagra büyük etki yapıyor

APA stiline göre ANOVA sonuçlarını rapor etme



- Viagra'nın libido düzeyleri üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı etkisi görüldü, $F(2, 12) = 5,12$, $p < 0,05$, $D = 0,65$. (Tukey HSD sonuçlarına göre fark yüksek dozda viagra alanların ortalama libido düzeyi ($X = 5$, $SS=1,58$) ile almayanlar ($X = 2,2$ $SS=1,30$) arasında ve bu fark istatistiksel açıdan anlamlı ($p = 0,021$).
- İstatistiksel açıdan anlamlı doğrusal yönelim görüldü, $F(1, 12) = 9,97$, $p < 0,01$, $D = 0,65$. Yani Viagra dozu arttıkça libido düzeyi de arttı.



- Birden fazla sürekli bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılır
- Libidoyu Viagra'dan başka şeyler de etkileyebilir (partner'in libidosu, yorgunluk, antidepresan ilaç alınıp alınmaması vd.)



ViagraCovariate - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1 : dose

	dose	libido	partner	var	va
1	1	3	5		
2	1	2	2		
3	1	5	6		
4	1	2	2		
5	1	2	3		
6	1	2	3		
7	1	7	7		
8	1	2	4		
9	1	4	5		
10	2	7	10		
11	2	5	8		
12	2	3	6		
13	2	4	7		
14	2	4	7		
15	2	7	11		
16	2	5	9		
17	2	4	7		
18	3	9	2		
19	3	2	3		
20	3	6	5		
21	3	3	4		
22	3	4	3		
23	3	4	3		
24	3	4	2		
25	3	6	0		
26	3	4	1		
27	3	6	3		
28	3	2	0		
29	3	8	1		
30	3	5	0		
31					
32					

1 : dose

	dose	libido	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1												
2	1	1												
3	1	1												
4	1	1												
5	1	1												
6	1	1												
7	1	1												
8	1	1												
9	1	1												
10	2	2												
11	2	2												
12	2	3	6											
13	2	4	7											
14	2	4	7											
15	2	7	11											
16	2	5	9											
17	2	4	7											
18	3	9	2											
19	3	2	3											
20	3	6	5											
21	3	3	4											
22	3	4	3											
23	3	4	3											
24	3	4	2											
25	3	6	0											
26	3	4	1											
27	3	6	3											
28	3	2	0											
29	3	8	1											
30	3	5	0											
31														
32														

1 : dose

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

- Reports
- Descriptive Statistics
- Tables
- Compare Means
- General Linear Model
 - Univariate...
 - Multivariate...
 - Repeated Measures...
 - Variance Components...
- Mixed Models
- Correlate
- Regression
- Loglinear
- Classify
- Data Reduction
- Scale
- Nonparametric Tests
- Time Series
- Survival
- Multiple Response
- Missing Value Analysis...

Mönüden Analyze → General Linear Model → Univariate'i seçin

SPSS Processor is ready

start Chapter 09 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 01:57



ViagraCovariate - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1.: dose

	dos	var	var	var	var	var	var	var	var
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24	3	4	2						
25	3	6	0						
26	3	4	1						
27	3	6	3						
28	3	2	0						
29	3	8	1						
30	3	5	0						
31									
32									

Univariate

Dependent Variable:
Libido [libido]

Fixed Factor(s):
Dose of Viagra [dose]

Random Factor(s):

Covariate(s):
Partner's Libido [partne]

WLS Weight:

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

OK Paste Reset Cancel Help

Univariate: Contrasts

Factors:
dose(Simple(first))

Change Contrast
Contrast: Simple Change
Reference Category: Last First

Continue
Cancel
Help

SPSS Processor is ready

start Chapter 09 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 02:03



ViagraCovariate - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1.: dose

dos	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24	3	4	2						
25	3	6	0						
26	3	4	1						
27	3	6	3						
28	3	2	0						
29	3	8	1						
30	3	5	0						
31									
32									

Univariate

Dependent Variable: Libido [libido]

Fixed Factor(s): Dose of Viagra [dose]

Random Factor(s):

Covariate(s): Partner's Libido [partne]

WLS Weight:

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

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions: [OVERALL], dose

Display Means for: dose

Compare main effects

Confidence interval adjustment: Sidak

Display

Descriptive statistics
 Estimates of effect size
 Observed power
 Parameter estimates
 Contrast coefficient matrix

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

Significance level: .05 Confidence intervals are 95%

Continue Cancel Help

SPSS Processor is ready

start Chapter 09 2 Micros... 2 Micros... 6 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... Microsoft ... 2 SPSS ... 02:05

Önce ANOVA testi



Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Libido

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16,844 ^a	2	8,422	2,416	,108
Intercept	535,184	1	535,184	153,522	,000
DOSE	16,844	2	8,422	2,416	,108
Error	94,123	27	3,486		
Total	683,000	30			
Corrected Total	110,967	29			

a. R Squared = ,152 (Adjusted R Squared = ,089)

Not: Bu tabloyu ANOVA ile ürettik (slaytların ilk kısmından yararlanılabilir). Burada partnerin libidosu (kovaryant) hesaba katılmadan Viagra'nın libido düzeyi üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını görüyoruz. Yani üç grubun (placebo, düşük ve yüksek doz Viagra) libido düzeyleri aynı. Bu model toplam varyasyonun (110,967) sadece 16,84 birimini açıklıyor (uyarlanmış R kare = %8,9).

Tanımlayıcı İstatistikler ve Levene Testi



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Libido

Dose of Viagra	Mean	Std. Deviation	N
Placebo	3,22	1,787	9
Low Dose	4,88	1,458	8
High Dose	4,85	2,115	13
Total	4,37	1,956	30

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Libido

F	df1	df2	Sig.
5,525	2	27	,010

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

a. Design: Intercept+PARTNER+DOSE

Levene testi grup varyanslarının eşit olmadığını gösteriyor.



Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Libido

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	34,750 ^a	3	11,583	3,952	,019
Intercept	12,171	1	12,171	4,152	,052
PARTNER	17,906	1	17,906	6,109	,020
DOSE	28,337	2	14,169	4,833	,016
Error	76,216	26	2,931		
Total	683,000	30			
Corrected Total	110,967	29			

a. R Squared = ,313 (Adjusted R Squared = ,234)

Kovaryant (partner) bağımlı değişkeni (libido düzeyi) tahmin etmekte anlamlı ($p = 0,020$). Yani bir kişinin libido düzeyi partnerinin libido düzeyinden etkileniyor. Partnerin libidosunun etkisi olmasa bile Viagra'nın etkisi de istatistiksel açıdan anlamlı ($p = 0,016$). (Uyarlanmış R kare = %23,4)



Parameter Estimates

Dependent Variable: Libido

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	3,843	,625	6,150	,000	2,558	5,127
PARTNER	,483	,196	2,472	,020	,081	,885
[DOSE=1]	-2,607	,842	-3,095	,005	-4,338	-,876
[DOSE=2]	-2,894	1,411	-2,051	,050	-5,794	,006
[DOSE=3]	0 ^a

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Not: Bu tabloyu oluşturmak için gereken yalancı değişken tanımlama işlemi gösterilmemiştir. Tablodan yüksek dozda (DOSE=3) Viagra alanların libido düzeyleri hem düşük dozda Viagra alan hem de placebo alanlardan daha yüksek. Partnerin libidosu 1 birim arttığında kişinin libidosu da 0,483 birim artıyor (b pozitif).



Contrast Results (K Matrix)

Dose of Viagra Simple Contrast ^a		Dependent Variable	
		Libido	
Level 2 vs. Level 1	Contrast Estimate	-,287	
	Hypothesized Value	0	
	Difference (Estimate - Hypothesized)	-,287	
	Std. Error	1,144	
	Sig.	,804	
	95% Confidence Interval for Difference	Lower Bound Upper Bound	-2,638 2,064
	Level 3 vs. Level 1	Contrast Estimate	2,607
Hypothesized Value		0	
Difference (Estimate - Hypothesized)		2,607	
Std. Error		,842	
Sig.		,005	
95% Confidence Interval for Difference		Lower Bound Upper Bound	,876 4,338

a. Reference category = 1

Düşük doz Viagra'yla placebo arasında fark yok

Ama yüksek doz Viagra'yla placebo arasında var



Estimates

Dependent Variable: Libido

Dose of Viagra	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Placebo	3,313 ^a	,572	2,138	4,489
Low Dose	3,027 ^a	,962	1,049	5,004
High Dose	5,920 ^a	,644	4,597	7,244

- a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Partner's Libido = 4,30.

Grup karşılaştırmaları



Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Libido

(I) Dose of Viagr	(J) Dose of Viagr	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
Placebo	Low Dose	,287	1,144	,992	-2,631	3,205
	High Dose	-2,607*	,842	,014	-4,756	-,458
Low Dose	Placebo	-,287	1,144	,992	-3,205	2,631
	High Dose	-2,894	1,411	,144	-6,493	,706
High Dose	Placebo	2,607*	,842	,014	,458	4,756
	Low Dose	2,894	1,411	,144	-,706	6,493

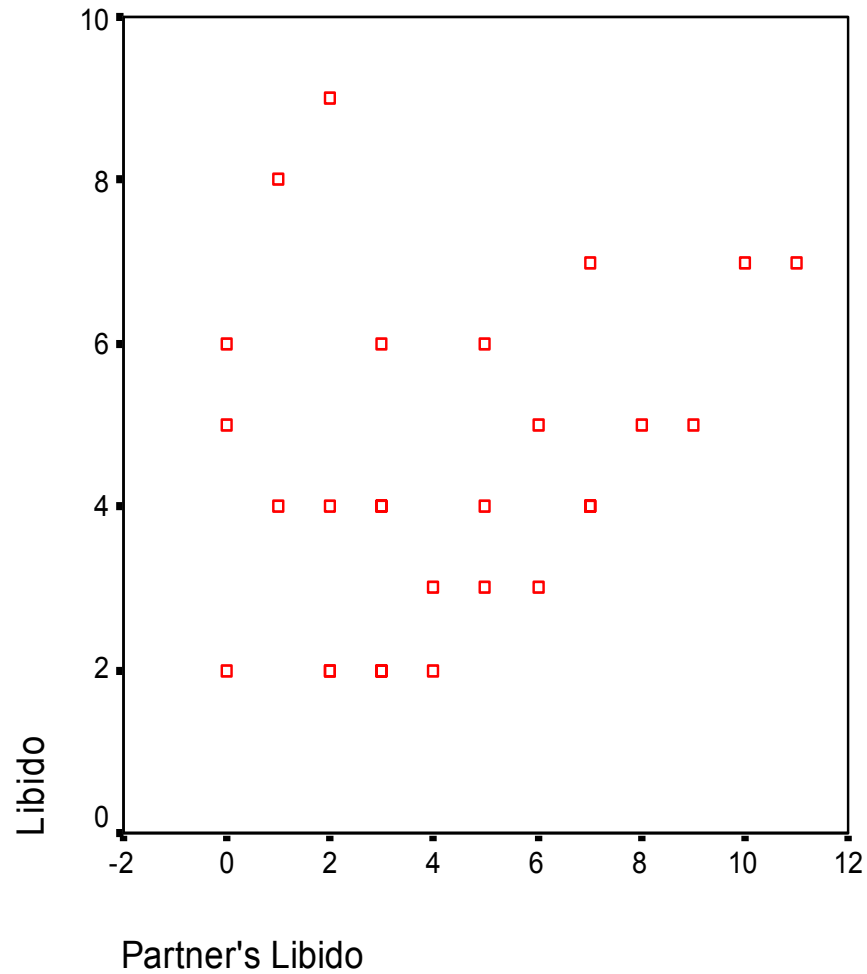
Based on estimated marginal means

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

a. Adjustment for multiple comparisons: Sidak.

Düşük doz Viagra'yla placebo arasındaki fark nereye kayboldu?
İlk sonuç grup ortalamalarına kovaryantın etkisi yansıtılmadan varılan sonuç.
Artı post hoc testlerin gücü planlı karşılaştırmalardan daha düşük.

Saçılım grafiği





- Kovaryans (ortak değişken) partnerin libidosu istatistiksel açıdan anlamlı bir biçimde katılımcının libidosuyla ilişkilidir, $F(1, 26) = 6,11, p < 0,05, r = 0,42$. Partnerin libidosunun etkisi kontrol edildikten sonra Viagra'nın libido düzeyi üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı etkisi olmuştur, $F(2, 26) = 4,83, p < 0,05$.



- İki veya daha fazla bağımsız değişken olduğu durumlarda kullanılır.
- Faktöriyel ANOVA türleri:
 - Bağımsız faktöriyel tasarım: Çok sayıda bağımsız değişken farklı denekler üzerinde test edilir (gruplar arası)
 - İlişkili faktöriyel tasarım: Aynı denekler üzerinde test edilir (tekrarlı ölçümler)
 - Karışık tasarım: Bazı bağımsız değişkenler farklı, bazıları aynı denekler üzerinde test edilir.

Alkolün gece kulüplerinde flört seçimi üzerine etkileri



- İnsanlar alkol aldıktan sonra öznel fiziksel cazibe algılamalarında daha fazla yanılırlar.
- Alkolün fiziksel cazibe algılaması üzerindeki etkisi erkeklerde ve kadınlarda birbirinden farklıdır.
- 48 öğrenci (24 erkek 24 kız) seçildi. 8'erlik gruplar halinde gece kulübüne götürüldüler. Bir grup alkolsüz bira, bir grup iki bardak alkol düzeyi yüksek bira, bir grup da 4 bardak alkol düzeyi yüksek bira içtiler. Gecenin sonunda her öğrencinin konuştuğu kişiyle fotoğrafı çekildi. Her fotoğraftaki kişinin cazibesi bağımsız hakemlerce değerlendirildi (0-100 arası).

Veriler (goggles.sav)



The screenshot displays the SPSS Data Editor interface. The main window shows a data view with columns for 'gender', 'alcohol', and 'attract'. The 'attract' variable is selected, and a 'Value Labels' dialog box is open, showing the mapping of values to labels for this variable.

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1 gender	Numeric	8	2	Gender	{00, Male}	None	8	Right	Nominal
2 alcohol	Numeric	8	2	Alcohol Consu	{1,00, None}	None	8	Right	Nominal
3 attract	Numeric	8	2	Attractiveness	None	None	8	Right	Scale

The 'Value Labels' dialog box shows the following mapping:

Value	Value Label
1,00	"None"
2,00	"2 Pints"
3,00	"4 Pints"

Tanımlayıcı istatistikler



Gender	Alcohol Consumption					
	None		2 Pints		4 Pints	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
	65	50	70	45	55	30
	70	55	65	60	65	30
	60	80	60	85	70	30
	60	65	70	65	55	55
	60	70	65	70	55	35
	55	75	60	70	60	20
	60	75	60	80	50	45
	55	65	50	60	50	40
Total	485	535	500	535	460	285
Mean	60,625	66,875	62,5	66,875	57,5	35,625
Variance	24,55	106,7	42,86	156,7	50	117,41

Model



Analyze -> General Linear Model -> Univariate'i seçin. Model'e tıklayın

The screenshot displays the SPSS Data Editor interface. The main window shows a data table with columns for 'gender', 'alcohol', and 'attract', and rows for data points. The 'Univariate' dialog box is open, showing the dependent variable 'Attractiveness of Date' and fixed factors 'Gender' and 'Alcohol Consumer'. The 'Univariate: Model' sub-dialog box is also open, showing the 'Specify Model' section with 'Custom' selected, and the 'Model' list containing 'gender', 'alcohol', and 'alcohol*gender'. The 'Sum of squares' is set to 'Type III' and 'Include intercept in model' is checked.

gender	alcohol	attract	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25	,00	1,00	50,00													
26	,00	1,00	55,00													
27	,00	1,00	80,00													
28	,00	1,00	65,00													
29	,00	1,00	70,00													
30	,00	1,00	75,00													
31	,00	1,00	75,00													
32	,00	1,00	65,00													

Grafik (Plots)



The screenshot displays the SPSS Data Editor interface. The main window shows a data grid with columns labeled 'gender', 'alcohol', 'attract', and several 'var' columns. The 'Univariate' dialog box is open, showing the following settings:

- Dependent Variable: Attractiveness of Date [
- Fixed Factor(s): Gender [gender], Alcohol Consumptior
- Random Factor(s):
- Covariate(s):
- WLS Weight:

The 'Univariate: Profile Plots' sub-dialog box is also open, showing the following settings:

- Factors: gender, alcohol
- Horizontal Axis:
- Separate Lines:
- Separate Plots:
- Plots: alcohol*gender

The taskbar at the bottom shows the Windows Start button and several open applications, including 'Chapter 10', '2 Micros...', '3 Micros...', '4 Intern...', '11 Micro...', 'Answers (...)', '2 Volume...', '2 SPSS ...', and 'Microsoft ...'. The system clock shows 22:47.

Karşılaştırmalar



The screenshot displays the SPSS Data Editor interface with the Univariate dialog box open. The dependent variable is 'Attractiveness of Date'. Fixed factors are 'Gender [gender]' and 'Alcohol Consumption'. The contrasts dialog is also open, showing 'gender(None)' and 'alcohol(Helmert)' selected. The background shows a data table with columns for gender, alcohol, and attract.

	gender	alcohol	attract	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	65,00													
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25	,00	1,00	50,00													
26	,00	1,00	55,00													
27	,00	1,00	80,00													
28	,00	1,00	65,00													
29	,00	1,00	70,00													
30	,00	1,00	75,00													
31	,00	1,00	75,00													
32	,00	1,00	65,00													

Post hoc test



The screenshot displays the SPSS Data Editor interface with two dialog boxes open over a data grid. The data grid shows columns for 'gender', 'alcohol', and 'attract' with values ranging from 1.00 to 65.00. The 'Univariate' dialog box is configured with 'Attractiveness of Date' as the dependent variable and 'Gender [gender]' and 'Alcohol Consumption' as fixed factors. The 'Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means' dialog box is open for the 'alcohol' factor, showing 'Bonferroni' and 'R-E-G-W Q' selected under 'Equal Variances Assumed'.

gender	alcohol	attract	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	65,00													
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25	,00	1,00	50,00													
26	,00	1,00	55,00													
27	,00	1,00	80,00													
28	,00	1,00	65,00													
29	,00	1,00	70,00													
30	,00	1,00	75,00													
31	,00	1,00	75,00													
32	,00	1,00	65,00													

Seçenekler



goggles - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

2:

	gender	alcohol	attract	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	65,00													
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25	,00	1,00	50,00													
26	,00	1,00	55,00													
27	,00	1,00	80,00													
28	,00	1,00	65,00													
29	,00	1,00	70,00													
30	,00	1,00	75,00													
31	,00	1,00	75,00													
32	,00	1,00	65,00													

Univariate

Dependent Variable:
Attractiveness of Date [

Fixed Factor(s):
Gender [gender]
Alcohol Consumption

Random Factor(s):

Covariate(s):

WLS Weight:

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

OK Paste Reset Cancel Help

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:
[OVERALL]
gender
alcohol
alcohol*gender

Display Means for:
gender
alcohol
alcohol*gender

Compare main effects

Confidence interval adjustment:
LSD (none)

Display

Descriptive statistics
 Estimates of effect size
 Observed power
 Parameter estimates
 Contrast coefficient matrix

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

Significance level: .05 Confidence intervals are 95%

Continue Cancel Help

Data View Variable View

SPSS Processor is ready

start Chapter 10 2 Micros... 3 Micros... 4 Intern... 11 Micro... Answers (... 2 Volume... 2 SPSS ... Microsoft ... 22:54



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Attractiveness of Date

Gender	Alcohol Consumption	Mean	Std. Deviation	N
Male	None	66,8750	10,32940	8
	2 Pints	66,8750	12,51784	8
	4 Pints	35,6250	10,83562	8
	Total	56,4583	18,50259	24
Female	None	60,6250	4,95516	8
	2 Pints	62,5000	6,54654	8
	4 Pints	57,5000	7,07107	8
	Total	60,2083	6,33815	24
Total	None	63,7500	8,46562	16
	2 Pints	64,6875	9,91106	16
	4 Pints	46,5625	14,34326	16
	Total	58,3333	13,81232	48

Levene testi



Levene's Test of Equality of Error Variances ^a

Dependent Variable: Attractiveness of Date

F	df1	df2	Sig.
1,527	5	42	,202

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

- a. Design: Intercept+GENDER+ALCOHOL+GENDER
* ALCOHOL

Varyanslar eşit varsayımı doğrulanıyor –fark istatistiksel açıdan anlamlı değil.
Levene testi anlamlı olsaydı varyansları eşitlemek için veri dönüştürümü (ör., bağımlı değişken değerlerinin karekökünü alma) yapılması gerekirdi.

ANOVA tablosu



Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Attractiveness of Date

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5479,167 ^a	5	1095,833	13,197	,000
Intercept	163333,333	1	163333,333	1967,025	,000
GENDER	168,750	1	168,750	2,032	,161
ALCOHOL	3332,292	2	1666,146	20,065	,000
GENDER * ALCOHOL	1978,125	2	989,062	11,911	,000
Error	3487,500	42	83,036		
Total	172300,000	48			
Corrected Total	8966,667	47			

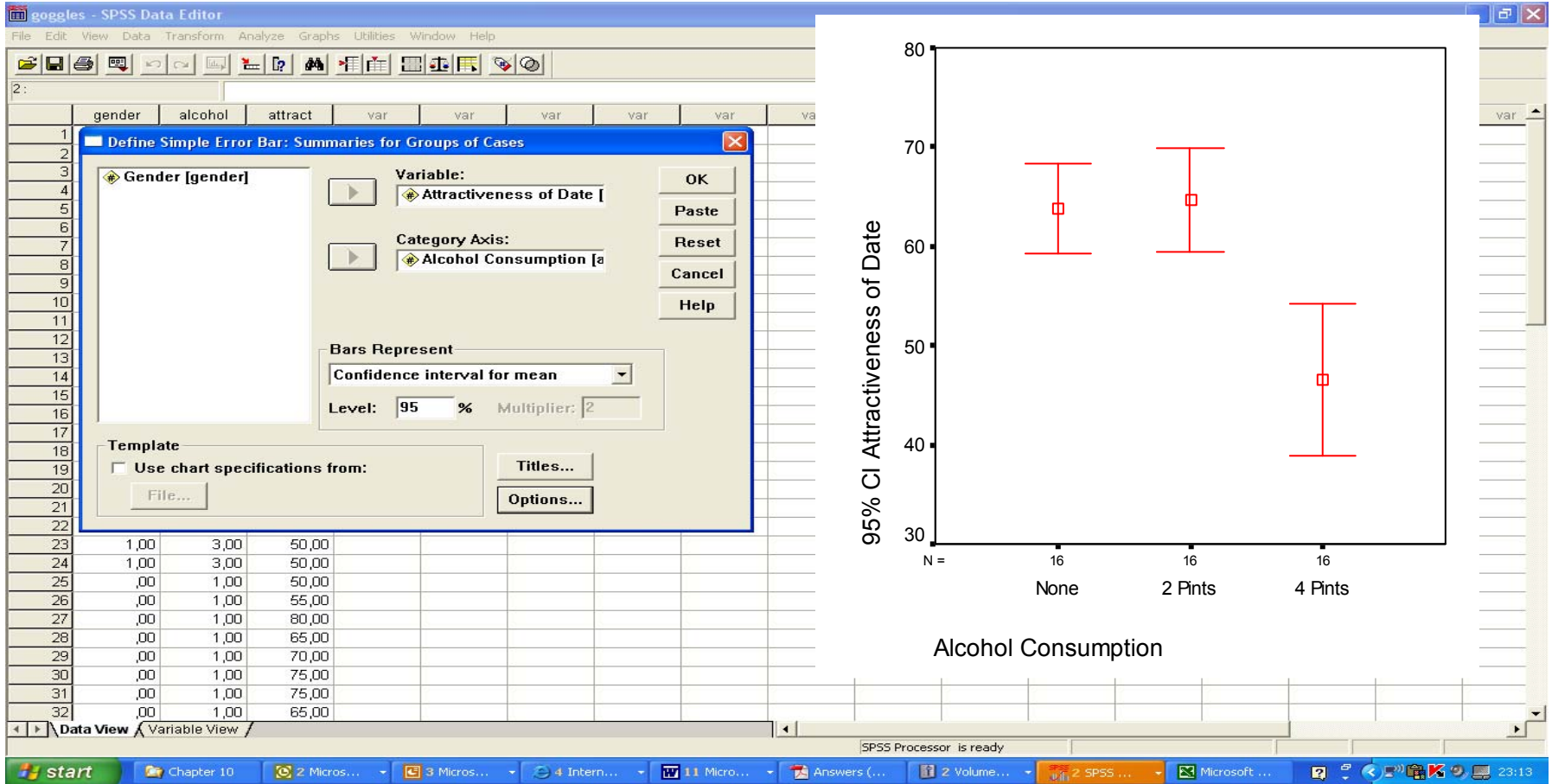
a. R Squared = ,611 (Adjusted R Squared = ,565)

F anlamlı. Alkolün etkisi anlamlı. Cinsiyeti hesaba katmasak bile tüketilen alkol miktarı flört seçiminde anlamlı etkiye sahip.

Error Bar grafiği (alkol-cazibe)



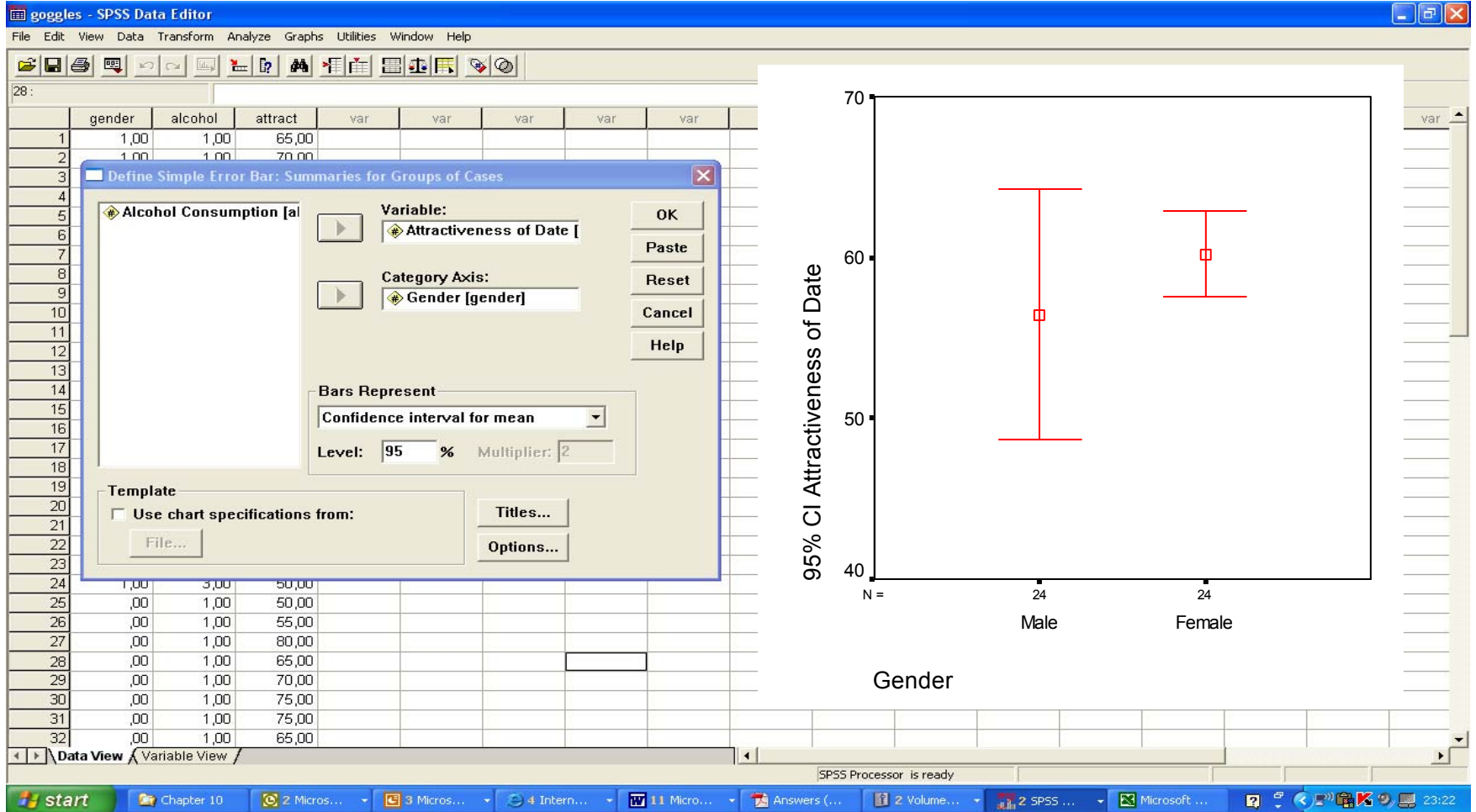
Cinsiyete bakılmaksızın denekler dört bardak biradan sonra daha az cazip flört seçme eğilimi gösteriyorlar.



Error Bar grafiği (cinsiyet-cazibe)



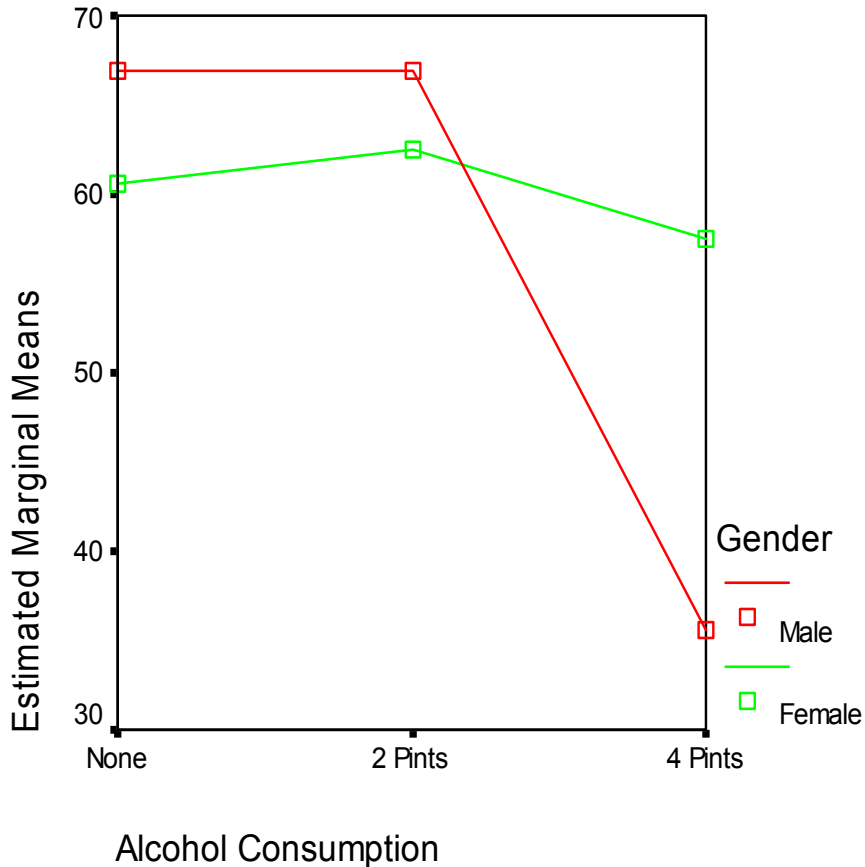
Erkek ve kadınların flörtlerinin ortalama cazibe puanları birbirine yakın ($p = 0,161$)



Flört seçiminde cinsiyet ve alkol tüketimi etkileşimi



Estimated Marginal Means of Attrac



Etkileşim anlamlı. Kadınlar tüketilen alkol miktarına bakılmaksızın flörtlerinde belirli bir cazibe arıyorlar (yeşil çizgi düz seyrediyor). Ama erkekler 4 bardak biradan sonra daha az cazip flört seçme eğilimi gösteriyorlar. (Paralel olmayan çizgiler etkileşimin anlamlı etkisi olduğunu gösteriyor.) Ana etki açısından ANOVA tablosu cinsiyetin cazip flört seçimi üzerinde etkisi olmadığını göstermişti. Oysa faktöriyel ANOVA'da değişkenler arası etkileşim çok daha ilginç şeyler söyleyebiliyor.

Karşılaştırmalar



Contrast Results (K Matrix)

		Dependent Variable
Alcohol Consumptic Helmert Contrast		Attractiveness of Date
Level 1 vs. Later	Contrast Estimate	8,125
	Hypothesized Value	0
	Difference (Estimate - Hypothesized)	8,125
	Std. Error	2,790
	Sig.	,006
	95% Confidence Interval Lower Bound for Difference Upper Bound	2,494 13,756
Level 2 vs. Level 3	Contrast Estimate	18,125
	Hypothesized Value	0
	Difference (Estimate - Hypothesized)	18,125
	Std. Error	3,222
	Sig.	,000
	95% Confidence Interval Lower Bound for Difference Upper Bound	11,823 24,627

Alkol almayan grubun (Level 1) flört seçimi cazibe ortalaması diğer

iki grubunkilerin ortalamasından 8,125

fazla ve fark anlamlı. Ama bu yanıltıcı.

Alkol almayan grup ile 2 bardak içenlerin ortalaması birbirine çok Yakın. Ama 4 bardak içenler ortak

Ortalamayı düşürdüğü için fark Anlamlı gözüküyor. Yorumlarken dikkat etmek gerek.

2 bardak içenlerle 4 bardak içenler arasındaki fark anlamlı.

Post hoc analizi



Multiple Comparisons

Dependent Variable: Attractiveness of Date

				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) Alcohol Consumption	(J) Alcohol Consumption						Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni	None	2 Pints		-,9375	3,22172	1,000	-8,9714	7,0964
		4 Pints		17,1875*	3,22172	,000	9,1536	25,2214
	2 Pints	None		,9375	3,22172	1,000	-7,0964	8,9714
		4 Pints		18,1250*	3,22172	,000	10,0911	26,1589
	4 Pints	None		-17,1875*	3,22172	,000	-25,2214	-9,1536
		2 Pints		-18,1250*	3,22172	,000	-26,1589	-10,0911
Games-Howell	None	2 Pints		-,9375	3,25860	,955	-8,9809	7,1059
		4 Pints		17,1875*	4,16380	,001	6,7981	27,5769
	2 Pints	None		,9375	3,25860	,955	-7,1059	8,9809
		4 Pints		18,1250*	4,35860	,001	7,3104	28,9396
	4 Pints	None		-17,1875*	4,16380	,001	-27,5769	-6,7981
		2 Pints		-18,1250*	4,35860	,001	-28,9396	-7,3104

Based on observed means.

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

Post hoc analizi alkol almayanlarla 4 bardak alanlar arasında anlamlı fark olduğunu gösteriyor. Post hoc analizi değişkenler arasındaki etkileşimin etkisini ölçmüyor.

Sonuçların rapor edilmesi



- Deneklerin gece kulübünde tükettikleri alkol miktarının cazip flört seçiminde anlamlı ana etkisi olduğu görülmüştür, $F(2, 42) = 20,07$, $p < 0,001$, $\omega^2 = 0,35$ (omega, etki büyüklüğünün göstergesi, r^2 gibi). Games-Howell post hoc testi seçilen flörtlerin cazibesinde 4 bardak biradan sonra 2 bardak biraya ya da alkolsüz biraya göre anlamlı düşüş olduğunu göstermiştir ($p < 0,001$). İki bardak biradan ya da alkolsüz biradan sonra seçilen flörtlerin cazibesi birbirinden anlamlı düzeyde fark göstermemiştir.
- Cinsiyetin seçilen flörtün cazibesi üzerindeki ana etkisi istatistiksel açıdan anlamlı değildir, $F(1, 42) = 2,03$, $p < 0,161$, $\omega^2 = 0,009$.
- Tüketilen alkol miktarıyla flört seçen kişinin cinsiyeti arasında anlamlı bir etkileşim gözlenmiştir, $F(2, 42) = 11,91$, $p < 0,001$, $\omega^2 = 0,20$. Bir başka deyişle erkekler ve kadınlar alkolden farklı şekillerde etkilenmişlerdir. Seçilen flörtlerin cazibeleri alkol almadıkları zaman erkeklerde ($X=66,88$, $SS=10,33$) ve kadınlarda ($X=60,63$, $SS=4,96$) birbirine benzemektedir. Aynı şekilde, seçilen flörtlerin cazibeleri 2 bardak alkol aldıkları zaman erkeklerde ($X=66,88$, $SS=12,52$) ve kadınlarda ($X=62,50$, $SS=6,55$) birbirine benzemektedir. Ama dört bardak bira içtikten sonra erkeklerin seçtikleri flörtlerin cazibesi ($X=35,63$, $SS=10,84$) aynı miktarda bira tüketen kadınlarınkinden ($X=57,50$, $SS=7,07$) istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha düşüktür.

Çoklu Varyans Analizi (MANOVA)



- ANOVA bir bağımlı değişken olduğu durumlarda kullanılır.
- Birden çok bağımlı değişkeni eş zamanlı olarak incelemek istediğimizde MANOVA kullanılır
- MANOVA'da bir veya daha fazla bağımlı değişken analiz edilebilir, bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimler gözlenebilir, hangi grup ya da grupların diğerlerinden farklı olduğunu görmek için karşılaştırmalar yapılabilir.
- Örneğin, bilişsel davranış tedavisinin saplantı hastalığı (obsesif kompulsif disorder) üzerine etkileri.
- Bir grup hastaya davranış tedavisi, bir grup hastaya bilişsel davranış tedavisi uygulansın. Bir grup da kontrol grubu olsun.
- Tedavi sonucu hastaların hem saplantıyla ilgili davranışlarında hem de düşüncelerinde azalma beklenir (iki bağımlı değişken).



- SPSS'te Analyze → General Linear Model → Multivariate mönülerini izleyerek MANOVA testi yapılabilir.
- MANOVA ANOVA'ya biraz benzer.
- MANOVA'dan sonra bağımlı değişkenler arasındaki etkileşimi incelemek için diskriminant analizi yapılır (Analyze → Classify → Discriminant).
- MANOVA ve DA ile ilgilenenler SPSS kitaplarına bakabilirler. Bu derste ayrıntılarına girilmeyecektir.



"My question is: Are we making an impact?"



Varyans Analizi (ANOVA), Kovaryans Analizi (ANCOVA), Faktöriyel ANOVA, Çoklu Varyans Analizi (MANOVA)

Yaşar Tonta
H.Ü. BBY

tonta@hacettepe.edu.tr

yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/fall2008/sb5002/