

# Faktöriyel ANOVA

6.SUNUM

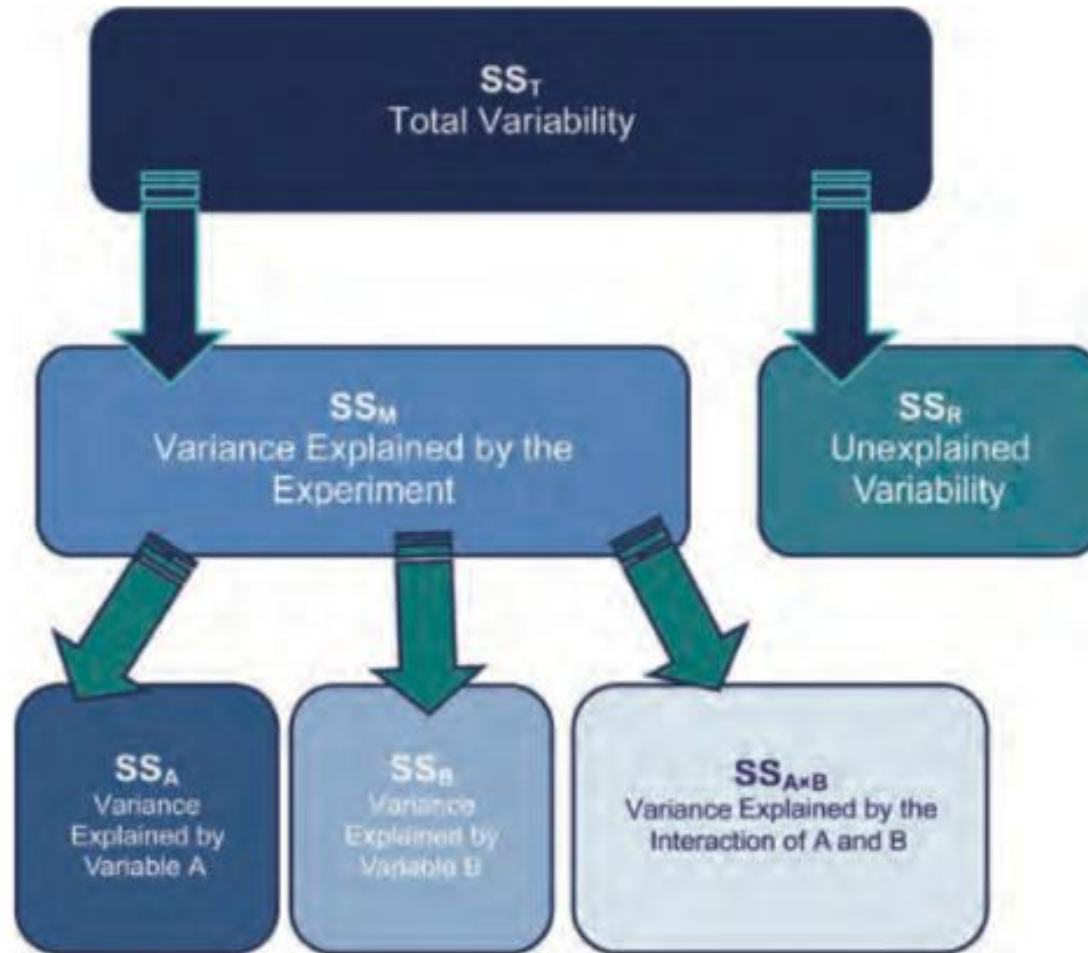
# Faktöriyel ANOVA

- ▶ ANOVA'da bir bağımlı değişken ile grup değişkeni kullanarak gruplar arasında bağımlı değişken açısından farklılık olup olmadığını test etmiştik.
- ▶ Daha sonra ANCOVA'da ANOVA'ya sürekli bir değişkeni (ortak değişken) nasıl ekleyeceğimizi göstermiştik.
- ▶ Bugünkü sunumumuzda Faktöriyel ANOVA yöntemi ile ANOVA'ya ikinci bir grup değişkenini (kategorik) yani süreksiz bir değişkeni nasıl ekleyeceğimizi göstereceğiz.

# Neden Faktöryel ANOVA?

- ▶ Aynen ANOVA ve t-testi karşılaştırmasında olduğu gibi birden fazla t-testi yapmak yerine I. Tür hata oranını artırmamak için bir ANOVA yaptığımız gibi burada da iki farklı ANOVA yaparak hata oranını artırmak yerine iki kategorik değişkenin bir arada olduğu tek bir ANOVA (iki yönlü ANOVA) yapıyoruz.
- ▶ Eğer iki kategorik değişkenimiz (cinsiyet ve ilaç dozu) olduğu bir durumda iki ayrı ANOVA yapsa idik sadece iki değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinden bahsedebilecektik. İki değişkeni aynı anda ANOVA'ya ekleyerek (2-yönlü ANOVA) bu iki değişkenin etkileşimine de bakmış oluyoruz.

# Faktöryel ANOVA'da Varyans Dağılımı



# Faktöriyel ANOVA

- ▶ Bir deney iki veya daha fazla bağımsız değişken içerirse bu duruma faktöriyel desen denir ve bu durumlarda kullanılan ANOVA'ya faktöriyel ANOVA denir. Araştırmalarda birçok faktöriyel desen oluşturmak mümkündür:
- ▶ Bağımsız faktöriyel desen (Independent factorial design): Deneyde birden çok bağımsız değişken bulunur ve bu değişkenler farklı katılımcılar kullanılarak ölçülür. Bu sunumda anlatılacak desen budur.
- ▶ Tekrarlı-ölçümler faktöriyel desen (Repeated-measures (related) factorial design): Birçok bağımsız değişken aynı kişilerden elde edilerek ölçülür.
- ▶ Karma desen (Mixed design): Bu desende hem aynı katılımcılardan hem de farklı katılımcılardan elde edilen bağımsız değişkenler kullanılmaktadır.

# İki Yönlü ANOVA

- ▶ **Bu sunum boyunca iki bağımsız değişkene sahip bir veri kullanılacağı için iki yönlü ANOVA olarak bilinen yöntemden bahsedeceğiz.**
- ▶ Daha önce görmüş olduğumuz tek bağımsız değişken içeren ANOVA tek yönlü ANOVA olarak bilinmektedir.
- ▶ Eğer üç tane bağımsız değişkenimiz olsaydı üç-yönlü ANOVA diyecektik. Bu tarz modellere genel olarak çok-yönlü ya da faktöriyel ANOVA denir.

# İki Yönlü ANOVA

- ▶ Tek yönlü ANOVA'da olduğu gibi sıfır hipotezini reddedip reddedemeyeceğimize F-testi kullanarak karar vereceğiz. Eğer F-testinden elde edilen p-değeri 0.05'ten küçük çıkarsa sıfır hipotezini reddederek alternatif hipotezi yani söz konusu olan bağımsız değişkenin gruplarının bağımlı değişken açısından farklılık gösterdiği sonucuna varacağız. Burada iki tane bağımsız değişken yani iki tane grup değişkeni olduğu için ikisi için ayrı ayrı bu sonuçlara bakacağız. Ayrıca bu iki ana etki değişkeninin etkileşiminin de anlamlı olup olmadığını kontrol etmemiz gerekmektedir.
- ▶ 2-yönlü ANOVA'da test edebildiğimiz değişkenler:
  - ▶ Main Effect1 (Ana etki1) değişkeni
  - ▶ Main Effect2 (Ana etki2) değişkeni
  - ▶ Interaction (Etkileşim) değişkeni

# Genel Strateji

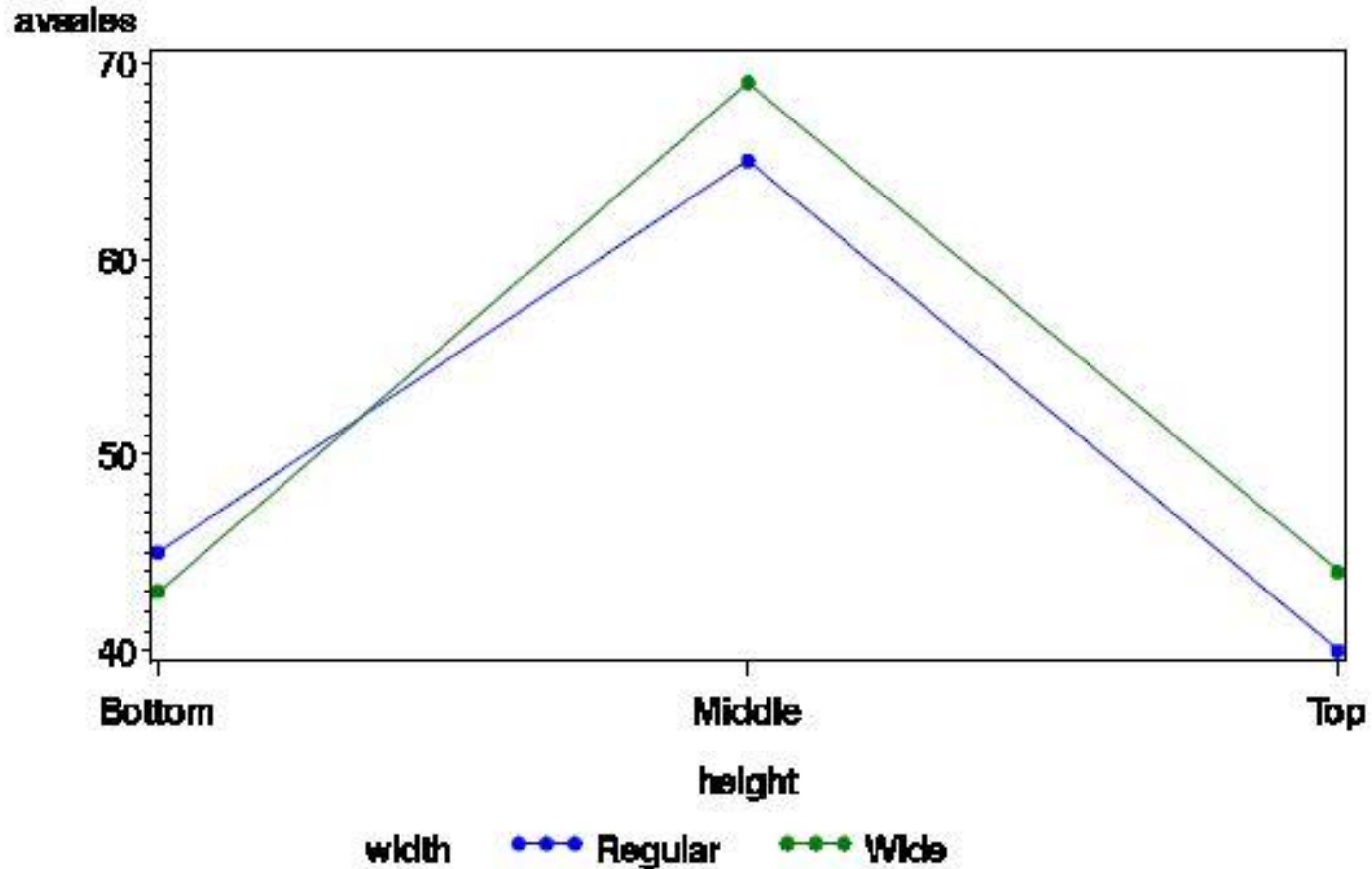
- ▶ 1. Ana etkileri ve etkileşim değişkenini içeren modeli kurun, varsayımları kontrol edin ve etkileşim olup olmadığını inceleyin.
- ▶ 2. Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunmazsa ana etki değişkenlerini uygun değerleri (düzeltilmiş ortalamaları) kullanarak yorumlayınız ya da etkileşim değişkenini çıkararak analizleri tekrar yapınız (sadece ana etki değişkenlerini içeren ANOVA).



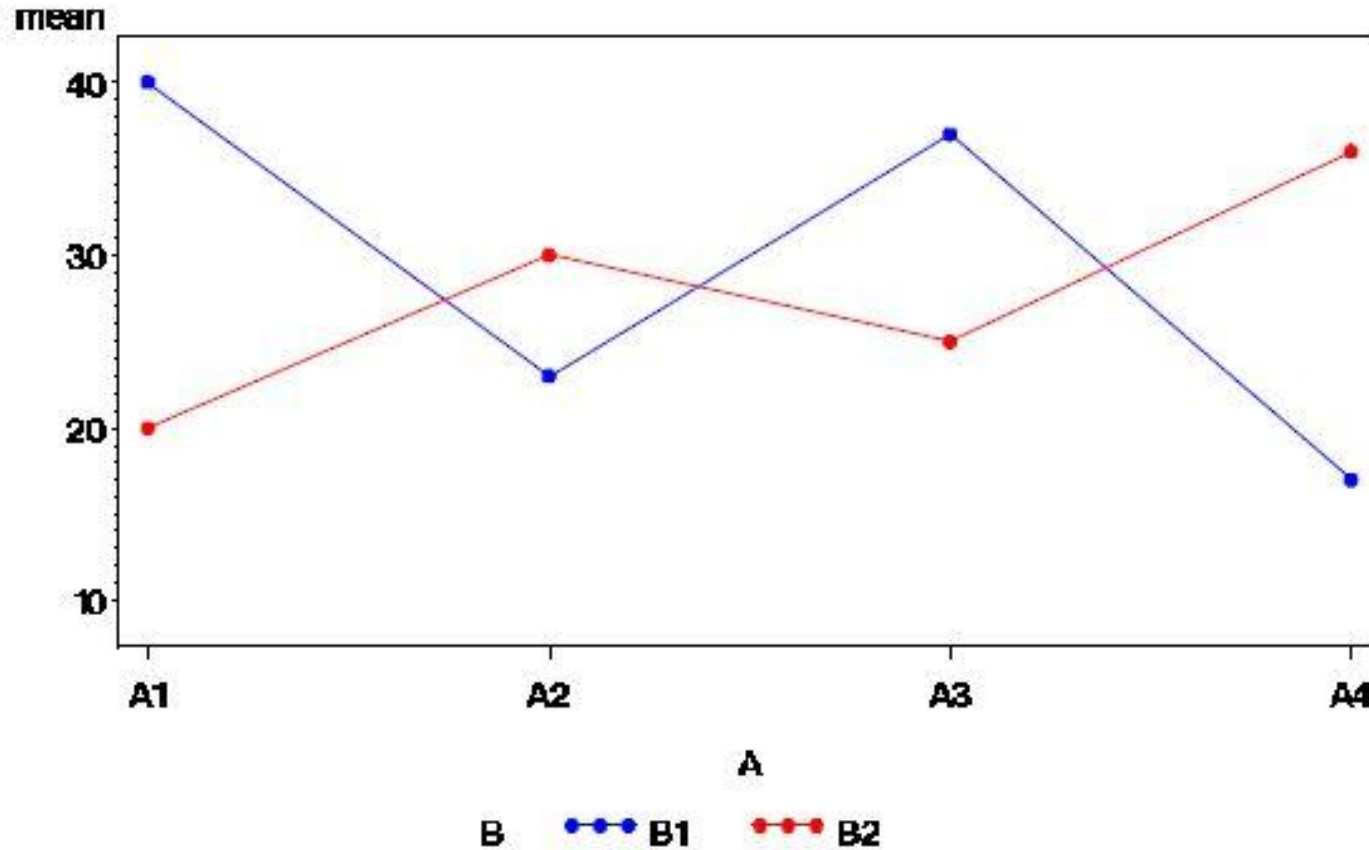
# Genel Strateji

- ▶ 3. Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunursa etkileşimin önemli olup olmadığına karar verin. Eğer önemsiz ise sadece ana etki sonuçlarını (2.adımdaki gibi) yorumlayınız. Eğer etkileşim grafiğinde çizgiler tam paralel değilse ve etkileşim ana etkiye göre çok küçük değere sahipse önemsizdir.
- ▶ 4. Eğer etkileşim anlamlı ve önemli bulunursa bu sefer de etkileşimin basit (simple) ya da karmaşık (complex) olduğunu inceleyiniz.
- ▶ 5. Basit etkileşimler için A değişkeninin her bir B kategorisindeki ana etkisinden bahsedebileceğiz.
- ▶ 6. Karmaşık etkileşimler için bütün kategori çiftlerini ayrı durumlar olarak alacağız.

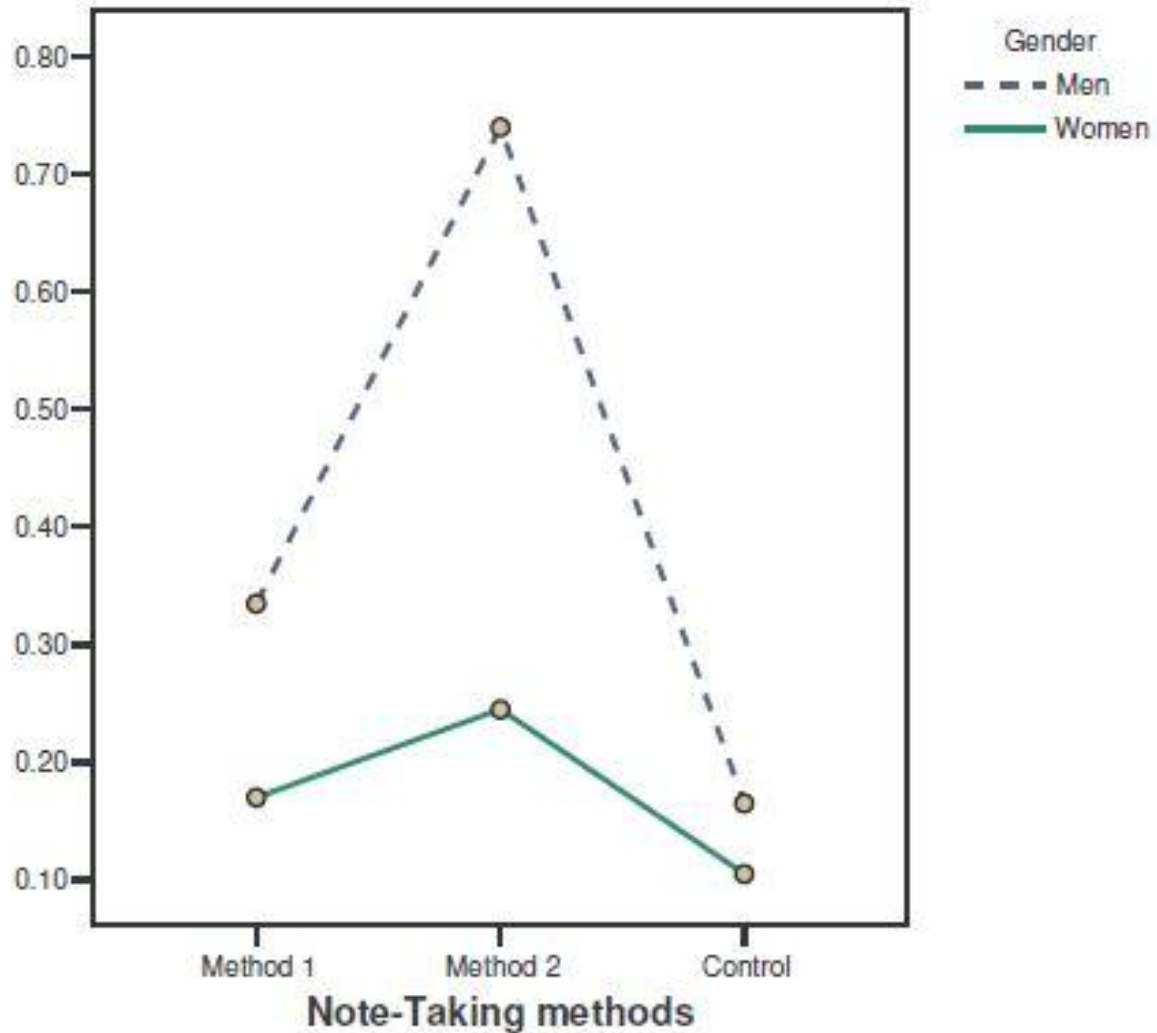
# Önemsiz Etkileşim Örneği



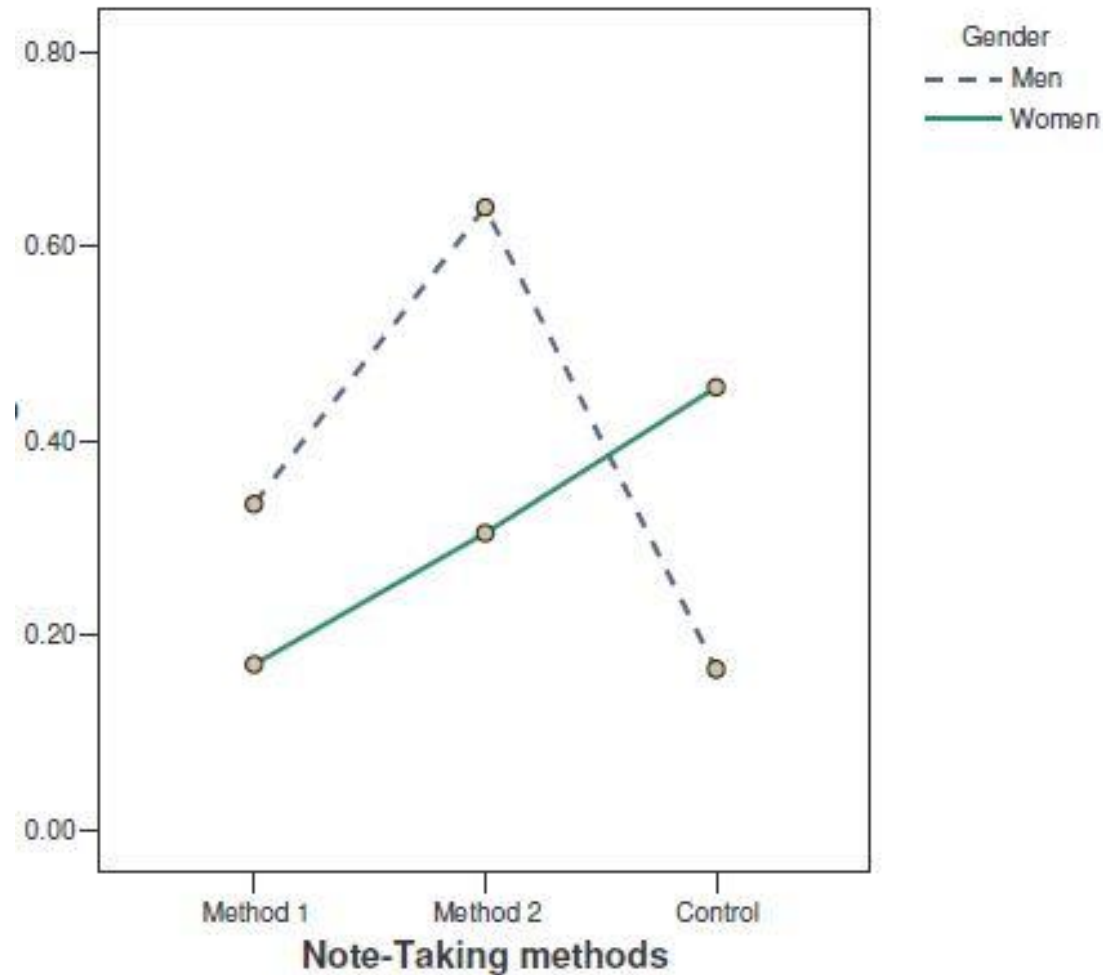
# Önemli Etkileşim Örneği



# Ordinal Interaction



# Disordinal Interaction



# Genel Strateji (Kısaca)

- ▶ İlk yapmamız gereken etkileşim değişkenini yorumlamaktır.
- ▶ Eğer etkileşim anlamlı bulunmazsa ana etki sonuçlarını yorumlayabiliriz çünkü her şeyi ana etki değişkenlerinin açıkladığı düşünülmektedir.
- ▶ Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunmuşsa ana etki değişkenlerini yorumlamamız doğru değildir çünkü ana etki sonuçları tek başına her şeyi açıklamamaktadır işin içine anlamlı bulunan etkileşimin etkisi de girmektedir. Bu durumda tavsiye edilen etkileşim değişkeni üzerinden yorum yapmaktır.

# 2-Yönlü ANOVA Modelleri

- ▶ Önceki slaytta anlatılan durumlara göre 2-Yönlü ANOVA'da iki çeşit model elde ederiz.
- ▶ Birincisi etkileşim değişkeninin anlamlı bulunmadığı durumu içeren sadece ana etki değişkenlerini içeren **Toplanır (additive) model**.
- ▶ İkincisi ise etkileşim değişkeninin anlamlı bulunduğu ana etki ve etkileşim değişkenlerini içeren **Etkileşim (Interaction) modeldir**.
- ▶ Toplanır modelde bir bağımsız değişkenin kategori değişiminin bağımlı değişken üzerindeki etkisi diğer bağımsız değişkenin kategorilerine bağlı değildir. Etkileşim modelde ise bir bağımsız değişkenin kategori değişiminin bağımlı değişken üzerindeki etkisi diğer bağımsız değişkenin kategorilerine bağlıdır yani ana etki değişkenleri arası etkileşim söz konusudur.

# 2-Yönlü ANOVA Varsayımları

- ▶ ANOVA'da F testini kullandığımız için bu testin sonuçlarının geçerli olabilmesi için diğer parametrik testlerde olduğu gibi bazı varsayımların yerine gelmesi gerekmektedir.
- ▶ Varyansların homojenliği (**homojenlik**)
- ▶ Verilerin bağımsız olması (**bağımsızlık**)
- ▶ Bağımlı değişkenin en az **eşit aralıklı** ölçek olması
- ▶ Grup içi dağılımların normal olması (within group normality) (**normallik**)
- ▶ Bir grup değişkenine (categorical) sahip olunmalıdır.



# Varyans Homojenliği Varsayımı

- ▶ İki yönlü ANOVA'da da grupların varyanslarının homojen olduğu yani birbirlerine yakın olduğu varsayılır.
- ▶ ANOVA'da olduğu gibi burada da varyans homojenliğini Levene's test ile kontrol edebiliriz.
- ▶ Hatırlatma: Levene's testte sıfır hipotezimiz ( $H_0$ ) her grubun varyansının eşit olmasıdır. Eğer p değeri 0.05'ten yüksek çıkarsa bu hipotezi reddedemeyiz ve varyans homojenliğinin sağlandığını söyleyebiliriz. Eğer Levene's testten elde ettiğimiz p değeri 0.05'ten küçük ise bu hipotezi reddeder ve varyans homojenliği varsayımının sağlanmadığını söyleriz.

# Normallik Varsayımı

- ▶ Önceki sunumda t-testini anlatırken bahsettiğimiz yöntemler ANOVA'da da kullanılabilir.
- ▶ Ama burada dikkat edilmesi gereken bağımlı değişken değerinin her grup için normallik koşulunu sağlamasıdır.
- ▶ Normallik görsel olarak kontrol edilebildiği gibi sayısal verilerle de kontrol edilebilir. Ayrıca normallik test etmek için iki tane de test üretilmiştir.
- ▶ Görsel olarak **histogram** ve **P-P plot** yardımıyla
- ▶ Sayısal olarak **çarpıklık (skewness)** ve **basıklık (kurtosis)** değerleri yardımıyla
- ▶ Test olarak **Kolmogorov-Smirnov** test ve **Shapiro-Wilk** testleri kullanarak test edilebilir.
- ▶ **SPSS > Analayze > Descriptive Stat > Explore** seçeneği kullanarak normallik ve uçdeğer kontrolleri yapılabilir.

# Varsayımların İhlali

- ▶ ANOVA'da olduğu gibi 2-yönlü ANOVA da bu varsayımların ihlaline dirençli bir yöntemdir. Özellikle grup büyüklükleri eşit ( $n_1 = n_2 = n_3$ ) olduğunda ve grup örneklemleri çok fazla olduğunda ANOVA normallik ve grup varyans homojenliği varsayımı ihlallerine dirençlidir.
- ▶ Araştırmacılar isterlerse veri üzerinde dönüştürme (transformation) yaparak normallik ve varyans homojenliği ihlallerini önleyebilirler.

# Veri

\*ANOVA DATA2.sav [DataSet1] - SPSS Data Editor

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

18:

	ID	Cinsiyet	BabaEgitim	MosaicTestPuanı	MatematikPuanı
1	1	0	4	31,000	9,000
2	2	0	3	24,000	22,333
3	3	0	3	5,000	9,000
4	4	0	2	23,000	6,333
5	5	1	4	22,000	22,333
6	6	0	3	35,500	23,667
7	7	0	1	26,000	7,667
8	8	0	3	30,500	8,000
9	9	0	3	56,000	10,333
10	10	0	1	25,000	7,667
11	11	1	2	22,000	5,000
12	12	0	2	17,500	-1,667
13	13	0	1	28,500	18,333
14	14	0	2	46,000	19,667
15	15	1	4	24,000	23,667
16	16	0	2	24,000	21,333
17	17	0	3	34,500	17,000
18	18	1	1	28,000	7,667
19	19	0	3	53,000	3,667
20	20	0	2	23,500	1,000
21	21	1	4	28,500	12,000
22	22	1	2	42,500	18,333
23	23	0	3	30,500	17,000
24	24	1	2	24,000	23,667
25	25	1	4	21,000	3,667

- ▶ Bu sunumda 2-Yönlü ANOVA analizleri için yandaki veri kullanılmıştır.
- ▶ Bu veride 1'den 500'e kadar numara (ID) verilen öğrencilerin matematik testi puanı (BAĞIMLI DEĞİŞKEN) ve ile babalarının eğitim düzeylerini içeren "BabaEgitim" (1 = Ortaokul ve altı, 2 = Lise Mezunu, 3 = Yüksek okul, and 4 = Üniversite ve üzeri) değişkeni ile Öğrenci cinsiyetini gösteren Cinsiyet değişkeni bağımsız değişken olarak kullanılmıştır.

# 2-Yönlü ANOVA Analizi

ANOVA DATA2.sav [DataSet1] - SPSS Data Editor

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

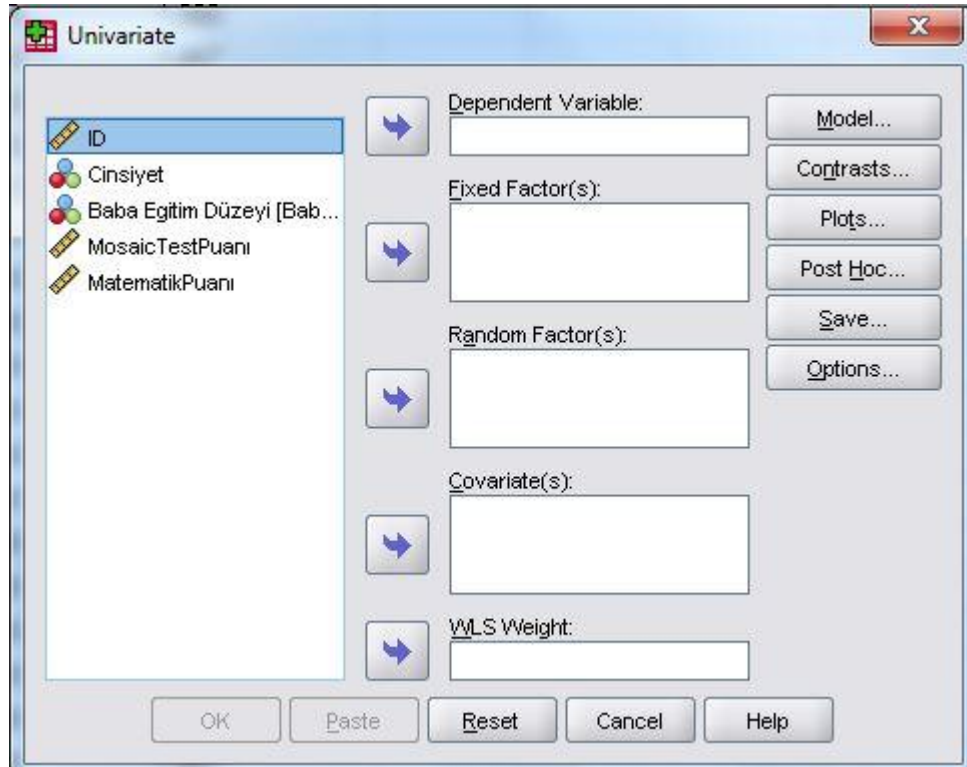
350 :

	ID	Cinsiyet	Puan	MatematikPuan	var
	343		14,000	5,000	
	344				
	345				
	346				
	347				
	348		13,000	11,333	
	349		5,500	22,333	
	350		17,000	9,000	
	351		-4,000	5,000	
	352		2,000	11,667	
	353		18,000	15,667	
	354		15,000	10,333	
	355		25,000	15,667	
	356		29,500	21,000	
	357		24,500	5,000	
	358		24,000	10,333	
	359		20,500	15,667	
	360		41,000	15,667	
	361		36,000	21,000	

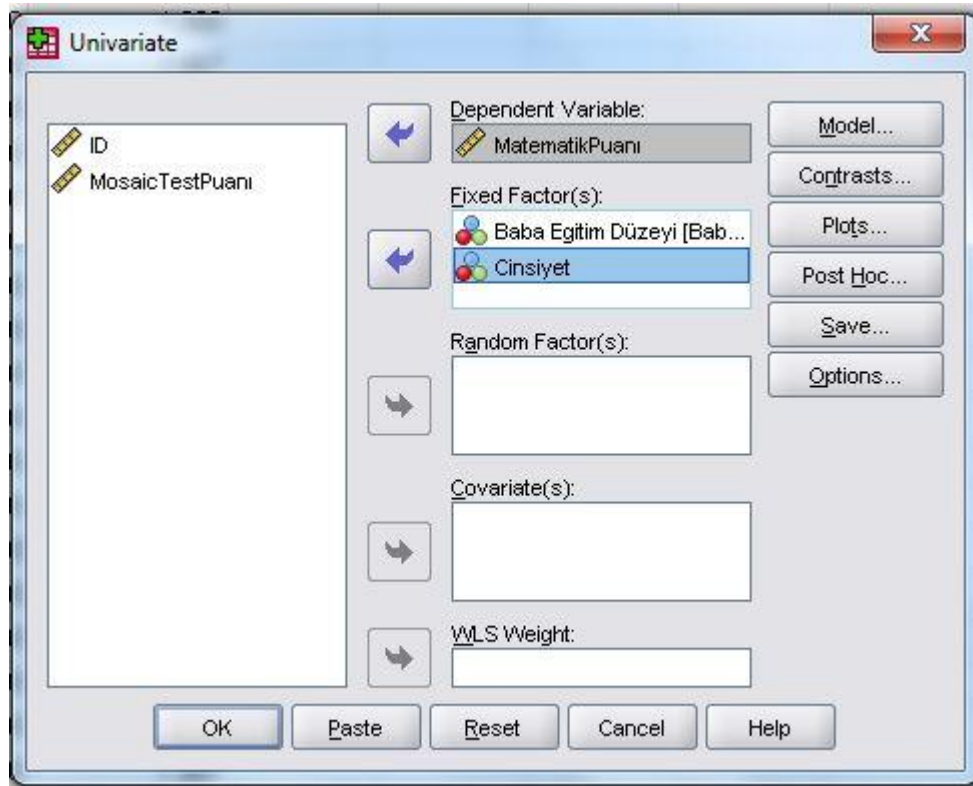
General Linear Model

- Univariate...
- Multivariate...
- Repeated Measures...
- Variance Components...

# 2-Yönlü ANOVA Analizi



# 2-Yönlü ANOVA Analizi

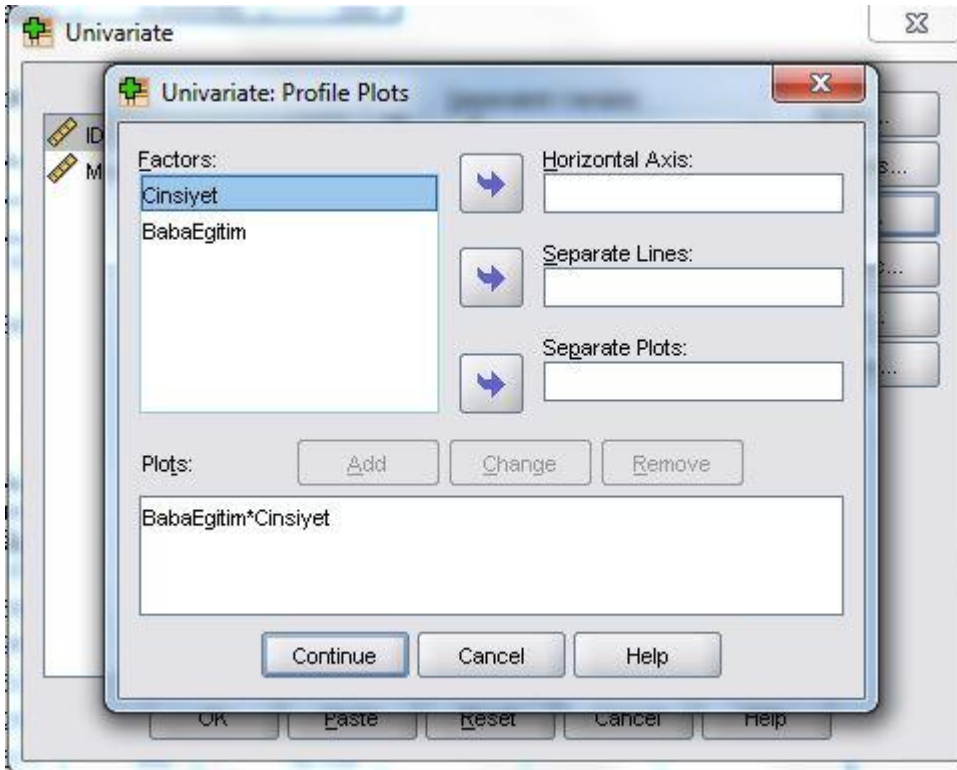


- ▶ Bağımlı değişkenimiz olan MatematikPuanı değişkenini “Dependent Variables” kısmına
- ▶ İki bağımsız değişkenimizi de “Fixed Factors” yazan kısma eklememiz gerekmektedir.



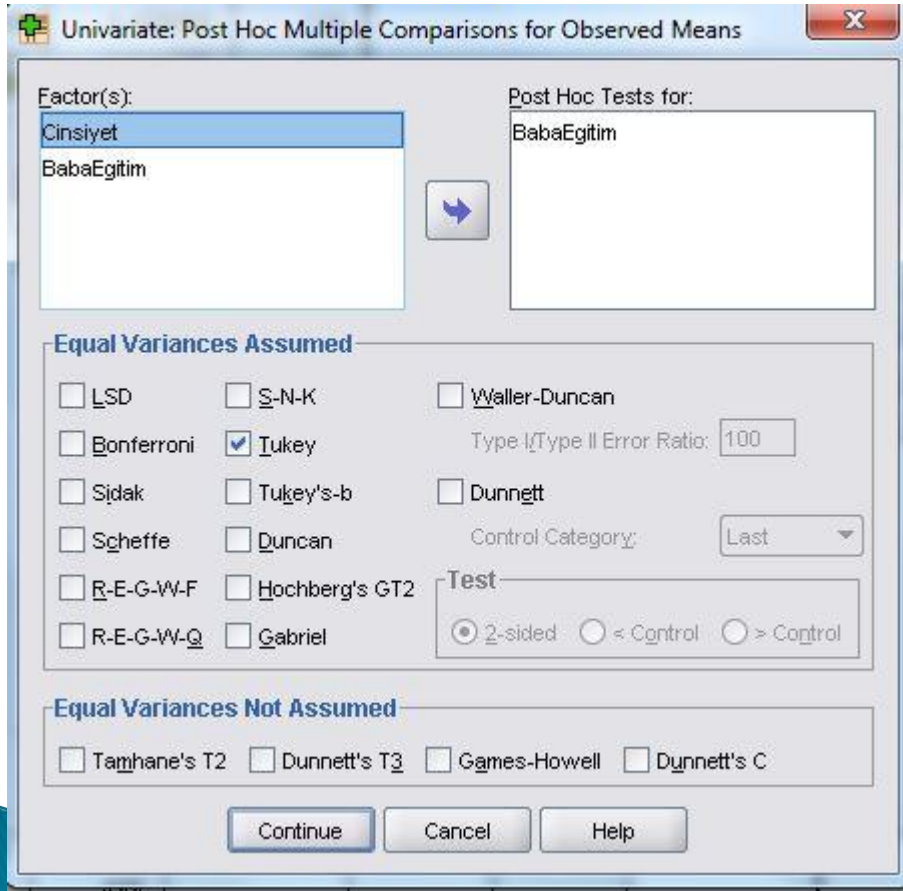
# Etkileşim Grafiği (Interaction Plot)

- ▶ 2-Yönlü ANOVA'da iki bağımsız değişkenin etkileşimine ait grafik elde etmemiz gerekmektedir. Bu grafiğe bakarak iki bağımsız değişkenin ortak etkisini yorumlayabiliriz. Grafiği elde edebilmek için ekranın sol tarafında bulunan Cinsiyet ve BabaEğitim değişkenlerini sağ tarftaki horizontal axis ve separate lines yazan kısma atmamız yeterlidir.



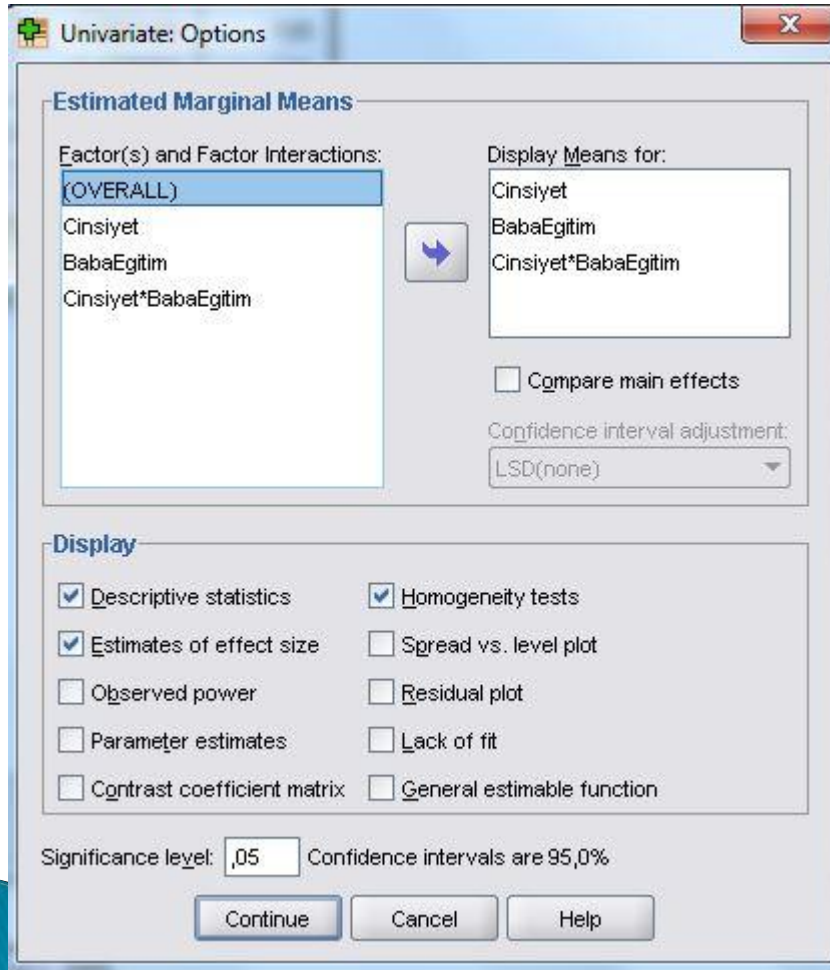


# Post Hoc Testleri



- ▶ Daha önce tek yönlü ANOVA'da gördüğümüz Post Hoc testlerini 2-Yönlü ANOVA'da da elde etmek mümkündür. Burada Cinsiyet değişkeni 2 kategoriye sahip olduğu için post hoc yapmamıza gerek yoktur.
- ▶ BabaEğitim değişkeni dört kategoriye sahip olduğu için post hoc ekranında BabaEğitim değişkenini sağ tarfa atmamız gerekiyor. Hangi post hoc testini seçeceğimize dair detaylı bilgi için ANOVA sunumuna göz atabilirsiniz. Burada gösterim amacıyla Tukey testi seçilmiştir.

# Options Menüsü

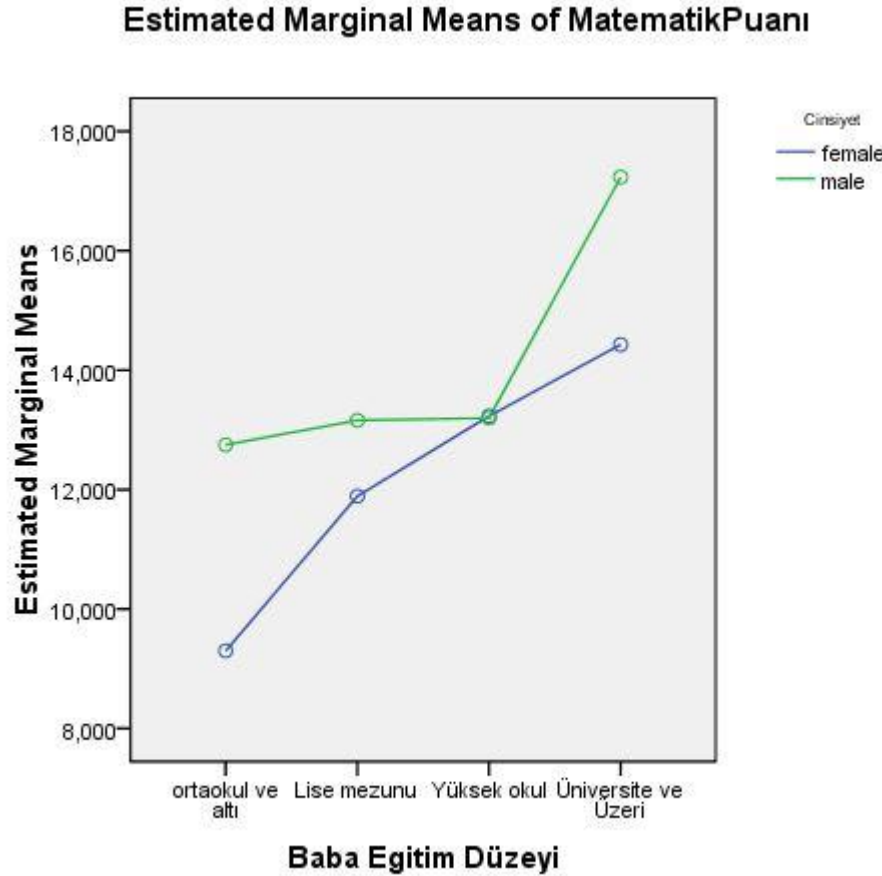


- Options menüsünde birçok seçenek bulunmaktadır. Betimleyici istatistikler (descriptives), varyans homojenliği testi (homogeneity test) ve etki büyüklüğü (effect size) elde etmek için seçilebilecek seçenekler arasındadır.

# ANOVA Output (ANOVA Çıktısı)

- ▶ Daha önceki slaytlarda seçilenlere göre betimleyici istatistikler, homojenlik testi, ANOVA Tablosu, etkileşim grafiği, post hoc çoklu karşılaştırmaları gibi outputlar elde edeceğiz.
- ▶ İlerleyen slaytlarda bu çıktıların yorumlanması gösterilecektir.

# Etkileşim Grafiği



Yandaki etkileşim grafiğinde BabaEğitim ve Cinsiyet değişkenleri arasındaki etkileşim gösterilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken iki değişkene ait çizginin birbirini kesip kesmediğidir. Birbirini kesen eğriler genelde etkileşimin varlığına işarettir.

# Betimleyici İstatistik

- ▶ Aşağıdaki tabloda iki bağımsız değişkenin de her bir kategorisine düşen kişi sayısını görmekteyiz. Örneğin verimizde erkek sayısı 220 iken lise mezunu babaya sahip kişi sayısı 129'dur.

**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Cinsiyet	0	kız	280
	1	erkek	220
Baba Eğitim Düzeyi	1	ortaokul ve altı	132
	2	Lise mezunu	129
	3	Yüksek okul	105
	4	Üniversite ve Üzeri	134

# Betimleyici İstatistik

## Descriptive Statistics

Dependent Variable: MatematikPuanı

Ci...	Baba Eğitim...	Mean	Std. Deviation	N
kız	ortaokul ve altı	9,30100	5,226098	72
	Lise mezunu	11,89040	6,752241	73
	Yüksek okul	13,23043	6,175198	68
	Üniversite ve Üzeri	14,42791	6,236664	67
	Total	12,15718	6,381041	280
erkek	ortaokul ve altı	12,75000	6,746597	60
	Lise mezunu	13,16073	6,014112	56
	Yüksek okul	13,19819	6,563297	37
	Üniversite ve Üzeri	17,23387	6,489056	67
	Total	14,29547	6,704167	220
Total	ortaokul ve altı	10,86873	6,186632	132
	Lise mezunu	12,44186	6,448802	129
	Yüksek okul	13,21907	6,283149	105
	Üniversite ve Üzeri	15,83089	6,494654	134
	Total	13,09803	6,604590	500

- ▶ Yandaki tabloda da iki bağımsız değişkene ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmektedir.

# Varyans Homojenliği Testi

- ▶ Aşağıdaki Tablo Levene's testi sonuçlarını göstermektedir. Bu test varyans homojenliğini test etmek için kullanılmaktadır. Tablodaki p değerine (0.133) göre Levene's test manidar bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Varyans homojenliği varsayımının sağlandığını söyleyebiliriz.

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

Dependent Variable: MatematikPuanı

F	df1	df2	Sig.
1,601	7	492	,133

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

a. Design: Intercept + Cinsiyet + BabaEgitim + Cinsiyet \* BabaEgitim



# ANOVA Tablosu (Ana Tablo)

- ▶ Aşağıda verilen ANOVA Tablosu ANOVA sonuçları üzerinde yorum yapacağımız en önemli tablo olacaktır. Bu tabloda ana etki değişkenlerinin (Cinsiyet ve BabaEğitim) yanı sıra etkileşim (Cinsiyet\*BabaEğitim) değişkeninin anlamlı bulunup bulunmadığı tespit edilebilir.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MatematikPuanı

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2418,107 <sup>a</sup>	7	345,444	8,784	,000	,111
Intercept	82766,505	1	82766,505	2104,606	,000	,811
Cinsiyet	419,955	1	419,955	10,679	,001	,021
BabaEgitim	1603,625	3	534,542	13,592	,000	,077
Cinsiyet * BabaEgitim	206,254	3	68,751	1,748	,156	,011
Error	19348,575	492	39,326			
Total	107545,825	500				
Corrected Total	21766,682	499				

a. R Squared = ,111 (Adjusted R Squared = ,098)



# ANOVA Tablosu (Ana Tablo)

- ▶ ANOVA Tablosu ANOVA ana etki değişkenlerinin (Cinsiyet ve BabaEğitim) değişkeninin ve anlamlı bulunduğunu ( $p < 0.05$ ) ve etkileşim (Cinsiyet\*BabaEğitim) değişkeninin anlamlı bulunmadığını ( $p > 0.05$ ) söyleyebiliriz.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MatematikPuanı

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2418,107 <sup>a</sup>	7	345,444	8,784	,000	,111
Intercept	82766,505	1	82766,505	2104,606	,000	,811
Cinsiyet	419,955	1	419,955	10,679	,001	,021
BabaEgitim	1603,625	3	534,542	13,592	,000	,077
Cinsiyet * BabaEgitim	206,254	3	68,751	1,748	,156	,011
Error	19348,575	492	39,326			
Total	107545,825	500				
Corrected Total	21766,682	499				

a. R Squared = ,111 (Adjusted R Squared = ,098)

# ANOVA Tablosu (Yorumları)

- ▶ Tabloya göre BabaEğitim düzeyi hesaba katılmadığında Cinsiyet açısından matematik puanları arasında fark olduğunu ( $p=0.01$ ); Cinsiyet hesaba katılmadığında BabaEğitim düzeyi açısından matematik puanlarının farklılaştığı ( $p<0.001$ ); iki ana etki değişkeni arasında bir etkileşim olmadığını ( $p=.156$ ) söyleyebiliriz.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MatematikPuanı

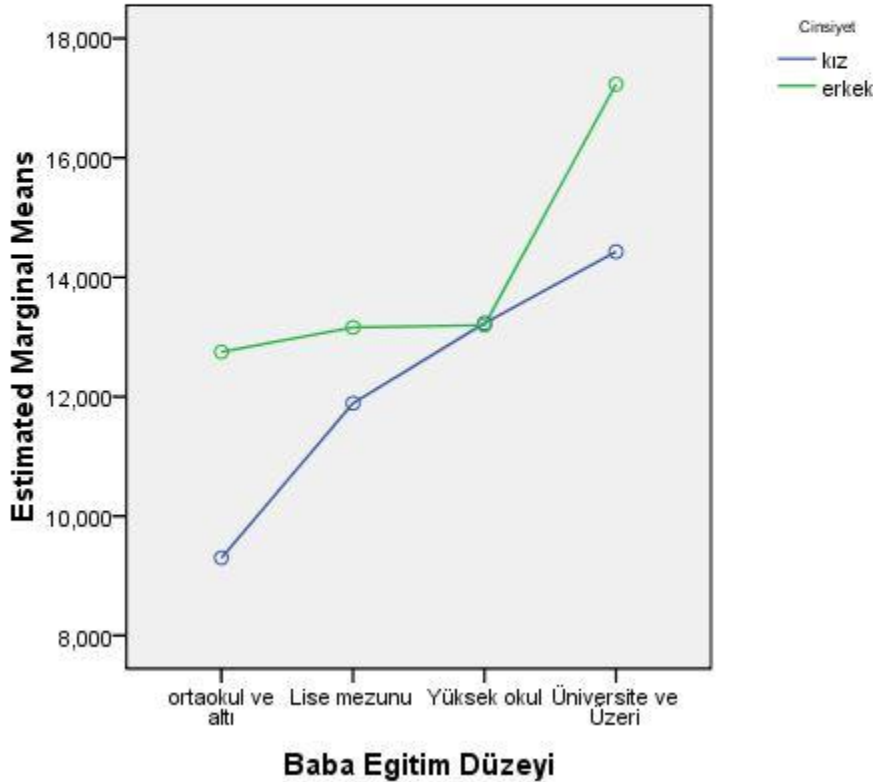
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2418,107 <sup>a</sup>	7	345,444	8,784	,000	,111
Intercept	82766,505	1	82766,505	2104,606	,000	,811
Cinsiyet	419,955	1	419,955	10,679	,001	,021
BabaEgitim	1603,625	3	534,542	13,592	,000	,077
Cinsiyet * BabaEgitim	206,254	3	68,751	1,748	,156	,011
Error	19348,575	492	39,326			
Total	107545,825	500				
Corrected Total	21766,682	499				

a. R Squared = ,111 (Adjusted R Squared = ,098)

# Etkileşim Grafiği Yorumu

## Profile

Estimated Marginal Means of MatematikPuanı



Daha önce söylediğimiz gibi etkileşim grafiğindeki çizgiler birbirini kestiğinde anlamlı bir etkileşimden bahsetmek çoğu zaman mümkündür. Bizim analizlerimizde de etkileşim grafiğinde çizgilerin birbirini keşmediğini ve etkileşim değişkeninin anlamlı çıkmadığını ( $p=0.156$ )

# Post Hoc Testi Sonuçları

## Post Hoc

## Baba Eğitim

### Multiple Comparisons

MatematikPuanı  
Tukey HSD

(I) Baba Eğitim Düzeyi	(J) Baba Eğitim Düzeyi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ortaokul ve altı	Lise mezunu	-1,57313	,776391	,180	-3,57454	,42827
	Yüksek okul	-2,35034*	,820039	,022	-4,46426	-,23642
	Üniversite ve Üzeri	-4,96216*	,769030	,000	-6,94459	-2,97973
Lise mezunu	ortaokul ve altı	1,57313	,776391	,180	-,42827	3,57454
	Yüksek okul	-,77721	,824253	,782	-2,90199	1,34758
	Üniversite ve Üzeri	-3,38903*	,773522	,000	-5,38304	-1,39502
Yüksek okul	ortaokul ve altı	2,35034*	,820039	,022	,23642	4,46426
	Lise mezunu	,77721	,824253	,782	-1,34758	2,90199
	Üniversite ve Üzeri	-2,61182*	,817323	,008	-4,71874	-,50490
Üniversite ve Üzeri	ortaokul ve altı	4,96216*	,769030	,000	2,97973	6,94459
	Lise mezunu	3,38903*	,773522	,000	1,39502	5,38304
	Yüksek okul	2,61182*	,817323	,008	,50490	4,71874

Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 39,326.

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

- Yandaki post hoc tablosunda Tukey testi kullanılarak Baba Eğitim değişkeni için yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Üniversite ve üzeri baba eğitim düzeyi ile diğer eğitim düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmektedir.

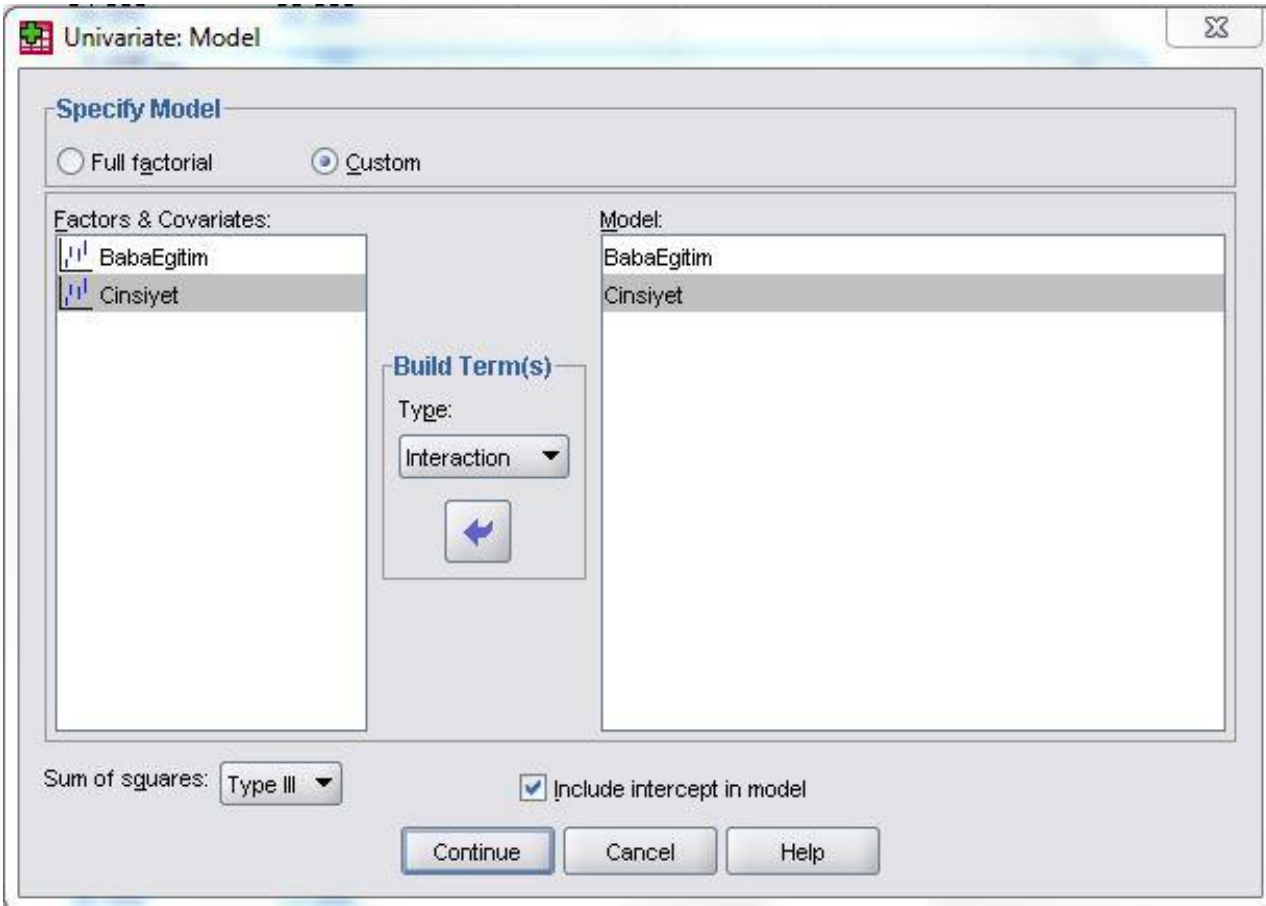
# ANOVA Sonuç Yorumu

- ▶ Etkileşimsiz ANOVA yorumu çok kolaydır. Her bir ana etki p-değeri sıfır hipotezi olan ( $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ) grup kategorileri arasında anlamlı bir fark yoktur hipotezini test etmek için kullanılır. Bizim verimizde baba eğitim değişkeni için ( $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ) ve Cinsiyet değişkeni için ( $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ) hipotezleri test edilir. Eğer p-değeri 0.05'ten büyük ise iki değişken için de alt kategoriler arası anlamlı bir fark bulunmamıştır deriz. Eğer Cinsiyet değişkeni için p-değeri 0.05'ten küçük çıkarsa kız ve erkekler arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır deriz. Eğer Baba Eğitim değişkeni için p-değeri 0.052'ten küçük bulunursa Baba Eğitim düzeyleri arası anlamlı bir fark vardır deriz ve farkın hangi düzeyler arasında olduğunu bulabilmek için post hoc ya da zıt karşılaştırma (contrast) testlerine bakarız.

# ANOVA (Etkileşim Değişkensiz)

- ▶ Etkileşim olmadan iki yönlü ANOVA analizi yapabilmek için “Univariate” menüsü içerisinde bağımlı ve bağımsız değişkenler ekli iken “Model” menüsünü tıklamamız gerekir. Açılan Model ekranında \Full Factorial yerine \Custom seçeneğini seçiyoruz. Sonra iki bağımsız değişkenimizi sağ tarafa ekliyoruz ama etkileşimi eklemiyoruz. Böylelikle etkileşimsiz bir ANOVA modeli oluşturmuş oluyoruz.

# ANOVA (Etkileşim Değişkensiz)



- Bir önceki slaytta bahsettiğimiz etkileşimsiz ANOVA elde etme işi yandaki ekrandaki gibi yapılmaktadır



# ANOVA (Etkileşim Değişkensiz)

- ▶ Etkileşimsiz ANOVA sonuçları aşağıdaki ANOVA tablosunda verilmiştir.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: MatematikPuanı					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2211,853 <sup>a</sup>	4	552,963	13,997	,000
Intercept	85098,611	1	85098,611	2154,139	,000
BabaEgitim	1648,548	3	549,516	13,910	,000
Cinsiyet	497,980	1	497,980	12,606	,000
Error	19554,829	495	39,505		
Total	107545,825	500			
Corrected Total	21766,682	499			

a. R Squared = ,102 (Adjusted R Squared = ,094)



# ANOVA Sonuç Yorumu

- ▶ Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunsaydı bu durumda etkileşim değişkenini yorumlayabilirdik. Bu durumda ana etki değişkenlerini yorumlamak tavsiye edilmez.
- ▶ Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunmazsa (bizim verimizde olduğu gibi) araştırmacı ana etki sonuçlarını rapor edebilir ya da etkileşim değişkenini çıkararak analizleri tekrar yapabilir.
- ▶ Burada Cinsiyet değişkeninin erkek ya da kız olmasının bağımlı değişken üzerindeki etkisi baba eğitim düzeyinin farklılaşmasına bağlı olmamaktadır sonucu çıkarılabilir.

# Estimated Marginal Means

## Estimated Marginal

### 1. Cinsiyet

Dependent Variable: MatematikPuanı

Cinsi yet	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
kız	12,212	,375	11,476	12,949
erkek	14,086	,434	13,234	14,938

### 2. Baba Eğitim Düzeyi

Dependent Variable: MatematikPuanı

Baba Eğitim Düzeyi	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ortaokul ve altı	11,025	,548	9,949	12,102
Lise mezunu	12,526	,557	11,431	13,620
Yüksek okul	13,214	,641	11,956	14,473
Üniversite ve Üzeri	15,831	,542	14,766	16,895

### 3. Cinsiyet \* Baba Eğitim Düzeyi

Dependent Variable: MatematikPuanı

Cinsi yet	Baba Eğitim Düzeyi	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
kız	ortaokul ve altı	9,301	,739	7,849	10,753
	Lise mezunu	11,890	,734	10,448	13,333
	Yüksek okul	13,230	,760	11,736	14,725
	Üniversite ve Üzeri	14,428	,766	12,923	15,933
erkek	ortaokul ve altı	12,750	,810	11,159	14,341
	Lise mezunu	13,161	,838	11,514	14,807
	Yüksek okul	13,198	1,031	11,173	15,224
	Üniversite ve Üzeri	17,234	,766	15,729	18,739

- ▶ Yandaki Tabloda ANOVA sonucunda tahmin edilen/hesaplanan aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri gözükmemektedir. Bu değerler başlangıçta elde edilen betimleyici istatistikteki değerlerden biraz farklıdır.

# Post Hoc Testi Sonuçları

## Baba Eğitim

### Multiple Comparisons

MatematikPuanı  
Tukey HSD

(I) Baba Eğitim Düzeyi	(J) Baba Eğitim Düzeyi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ortaokul ve altı	Lise mezunu	-1,57313	,778149	,181	-3,57903	,43276
	Yüksek okul	-2,35034*	,821896	,023	-4,46901	-,23167
	Üniversite ve Üzeri	-4,96216*	,770772	,000	-6,94904	-2,97528
Lise mezunu	ortaokul ve altı	1,57313	,778149	,181	-,43276	3,57903
	Yüksek okul	-,77721	,826119	,783	-2,90676	1,35235
	Üniversite ve Üzeri	-3,38903*	,775274	,000	-5,38751	-1,39054
Yüksek okul	ortaokul ve altı	2,35034*	,821896	,023	,23167	4,46901
	Lise mezunu	,77721	,826119	,783	-1,35235	2,90676
	Üniversite ve Üzeri	-2,61182*	,819174	,008	-4,72347	-,50017
Üniversite ve Üzeri	ortaokul ve altı	4,96216*	,770772	,000	2,97528	6,94904
	Lise mezunu	3,38903*	,775274	,000	1,39054	5,38751
	Yüksek okul	2,61182*	,819174	,008	,50017	4,72347

Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 39,505.

\*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

- Yandaki post hoc tablosunda Tukey testi kullanılarak Baba Eğitim değişkeni için yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Üniversite ve üzeri baba eğitim düzeyi ile diğer eğitim düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmektedir.

# 2-Yönlü ANOVA (Anlamlı Etkileşim)

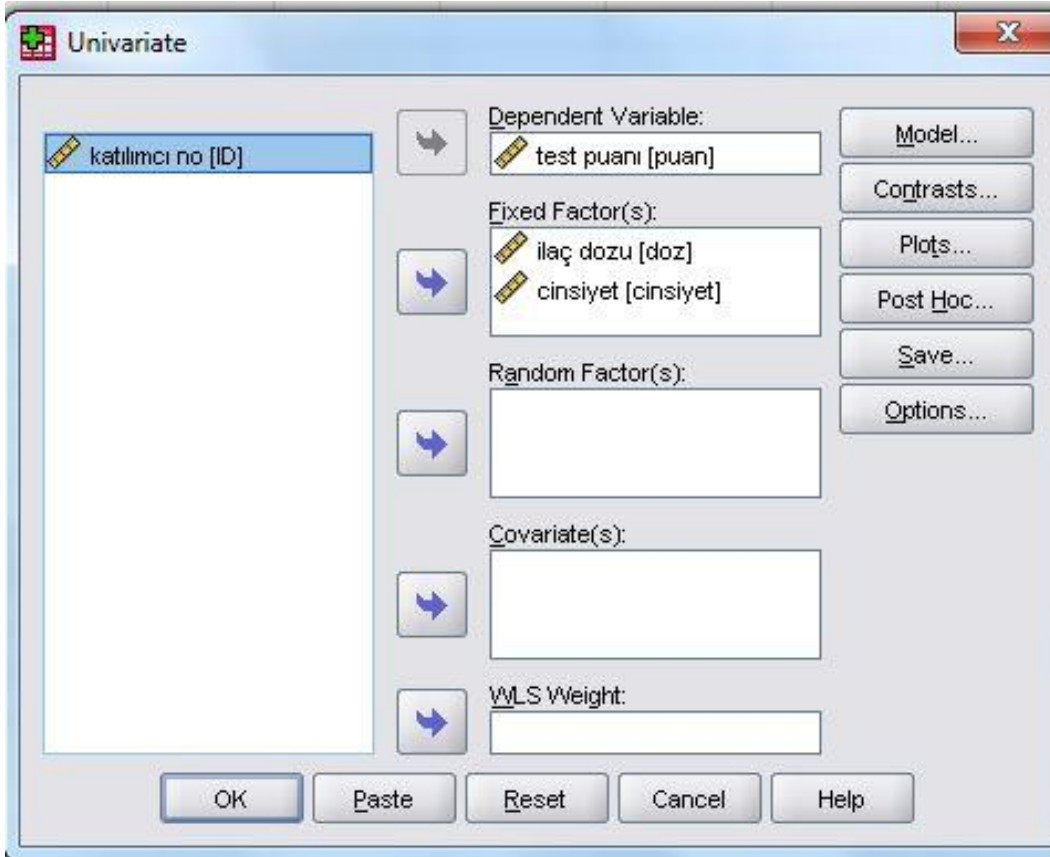
- ▶ Yeni bir veri kullanılarak etkileşim değişkeninin anlamlı olduğu bir durum örneği gösterilecektir. Bu analiz gösterimlerinde ANOVA'nın varsayımları sağladığı ya da varsayım ihlallerine dirençli olduğu varsayılacaktır.

# VERİ

	ID	cinsiyet	doz	puan
1	1,00	1,00	1,00	6,00
2	2,00	1,00	1,00	6,00
3	3,00	1,00	1,00	3,00
4	4,00	1,00	1,00	5,00
5	5,00	1,00	1,00	6,00
6	6,00	1,00	1,00	4,00
7	7,00	1,00	1,00	5,00
8	8,00	1,00	1,00	4,00
9	9,00	1,00	1,00	4,00
10	10,00	1,00	1,00	5,00

- ▶ Verimizde bağımlı değişken hastaların ilaç kullanımı sonrası yapılan bir testte aldıkları puanıdır (**Test puanı**). Bağımsız değişkenler **Cinsiyet** (erkek-kadın) ve **Doz** (düşük-yüksek)

# ANALİZ



- ▶ Daha önce gösterildiği gibi univariate menüsünden bağımlı ve bağımsız değişkenleri yandaki gibi ekleyerek analizleri gerçekleştirebiliriz.



# Sonuç

- ▶ Aşağıdaki ANOVA tablosunda görüldüğü üzere etkileşim değişkeni ve cinsiyet ana değişkeni 0.05 alfa düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Doz değişkeninin p-değeri 0.05'ten büyük olduğu (0.127) için anlamlı bulunmamıştır.

Tests of Between-Subjects Effects

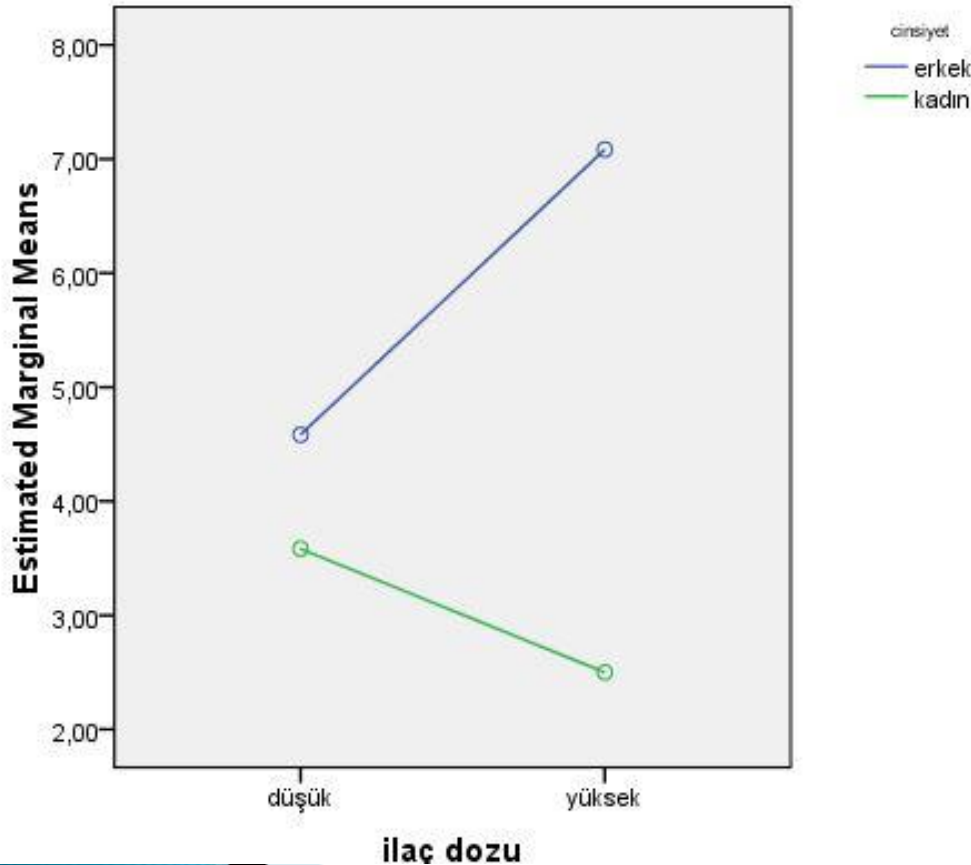
Dependent Variable: test puanı

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	138,063 <sup>a</sup>	3	46,021	18,450	,000	,557
Intercept	945,188	1	945,188	378,936	,000	,896
doz	6,021	1	6,021	2,414	,127	,052
cinsiyet	93,521	1	93,521	37,494	,000	,460
doz * cinsiyet	38,521	1	38,521	15,443	,000	,260
Error	109,750	44	2,494			
Total	1193,000	48				
Corrected Total	247,813	47				

a. R Squared = ,557 (Adjusted R Squared = ,527)

# Etkileşim Grafiği

Estimated Marginal Means of test puanı



- ▶ Etkileşim değişkeni anlamlı bulunmuştur fakat yandaki etkileşim grafiğinde bir kesişim söz konusu değildir. Burada önemli olan iki bağımsız değişkene ait çizgilerin paralel olmamasıdır.



# Ana Etki Analizleri (Simple Effects)

- ▶ Eğer etkileşim değişkeni anlamlı bulunursa etkileşim değişkenine ait sonucu yorumlayacağız demiştik. Etkileşimin anlamlı bulunduğu durumlarda ana etkileri de yorumlamak isteyen araştırmacının basit etkiler (simple effects) analizi yapması gerekecek. SPSS menülerinden bunu yapmak mümkün olmamakla beraber SPSS sözdizim (syntax) menüsü kullanılarak yapılabilir.

# Ana Etki Analizleri (Simple Effects)

- ▶ Anlamlı p-değerlerine bakarak yorumlar yapabiliriz. Aşağıdaki sonuçlara göre erkek ve kadın arasında düşük alanlar açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p=0.134$ ). Kadın ve erkek arasında yüksek dozlu ilaç alanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p>0.01$ ).

\* \* \* \* \* Analysis of Variance -- Design 1 \*

Tests of Significance for puan using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN+RESIDUAL	115,77	45	2,57		
CINSIYET WITHIN DOZ(1)	6,00	1	6,00	2,33	,134
CINSIYET WITHIN DOZ(2)	126,04	1	126,04	48,99	,000
(Model)	132,04	2	66,02	25,66	,000
(Total)	247,81	47	5,27		

R-Squared = ,533

Adjusted R-Squared = ,512

# Etki Büyüklüğü

- ▶ Omegakare hesaplamasında aşağıdaki ANOVA tablosu kullanılmıştır.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: test puanı

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	138,063 <sup>a</sup>	3	46,021	18,450	,000	,557
Intercept	945,188	1	945,188	378,936	,000	,896
doz	6,021	1	6,021	2,414	,127	,052
cinsiyet	93,521	1	93,521	37,494	,000	,460
doz * cinsiyet	38,521	1	38,521	15,443	,000	,260
Error	109,750	44	2,494			
Total	1193,000	48				
Corrected Total	247,813	47				

a. R Squared = ,557 (Adjusted R Squared = ,527)