

Student t Testi



Doç. Dr. Ertuğrul ÇOLAK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyoistatistik Anabilim Dalı

Konu Başlıkları



- Tek örnek t testi
- SPSS’de tek örnek t testi uygulaması
- Bağımsız iki örnek t testi (Paralel Denemeler)
- SPSS’de bağımsız iki örnek t testi uygulaması
- Bağımlı iki örnek t testi (Çapraz Denemeler)
- SPSS’de bağımlı iki örnek t testi uygulaması

t testi



Normal dağılım gösteren toplum ya da toplumlardan alınan örneklerde;

- örnek birim sayısının az olduğu ($n < 30$),
 - örneğin alındığı toplumun standart sapmasının bilinmediği büyük hacimli örneklerde ($n > 30$),
- toplum parametrelerine dayalı tek ve iki örnek hipotezleri test etmek için t testi kullanılır.

t testi



- İnterval/Oransal Ölçekli Değişkenlere ilişkin t testleri (Ortalamaya Dayalı hipotezlerin t testleri)
- Nominal/Ordinal Ölçekli Değişkenlere ilişkin t testleri (Orana Dayalı hipotezlerin t testleri)

t testi



t testi;

- Tek örnek t testi
- Bağımsız iki örnek t testi
- Bağımlı iki örnek t testi

olmak üzere 3 farklı tipte uygulanır.

t testi



Burada en yaygın olarak **ortalamalara dayalı** **hipotezlerin** testlerinde kullanılan 3 yöntem anlatılacaktır.

t testi



Tek örnek t testi n hacimli tek örnek düzeninde elde edilen bir değişkenin toplum parametresine dayalı hipotezlerini test eder.

t testi



Bağımsız iki örnek t testi bağımsız iki toplumun parametrelerine dayalı olarak kurulan hipotezlerin, bağımsız iki örnekten elde edilen veriler aracılığı ile test edilmesinde yararlanır.

t testi



Bağımlı iki örnek t testi bir gruptaki n birimden farklı zamanlarda ya da farklı işlemlerden elde edilmiş iki veri setinin farklarının sıfır ortalamalı toplumun rasgele örneği olup olmadığını test eder.

t testi



Hipotez testinde aşağıdaki t testi modellerinden yararlanılır.

Tek Örnek Modeli

$$H_0 : \mu = \mu_0 \quad H_1 : \mu \neq \mu_0$$

$$t = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{S / \sqrt{n}}$$



Bağımsız İki Örneklem Modeli

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$



Bağımlı İki Örneklem Modeli

$$H_0 : \mu_D = 0 \quad H_1 : \mu_D \neq 0$$

$$t = \frac{(\bar{X}_d - 0)}{S_d / \sqrt{n}}$$

t testi



Bağımsız iki örnek t testinde farklı varyansa dayalı
hipotez testi

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

t testi nasıl uygulanır?



- Normal dağılım gösteren toplumdan tek örneklem ya da iki örneklem durumuna göre rastgele olarak elde edilmiş veri setleri belirlenir.
- Hipotezler ve bu hipotezlere uygun t test modelini belirlenir.
- Örnek istatistikleri (Ortalama, Standart Sapma) hesaplanır.

t testi nasıl uygulanır?



- t test istatistiği hesaplanır, serbestlik derecesi hesaplanır.
- t test istatistiğinin gözlenme olasılığı ve önemlilik düzeyini belirlenir.
- $P > 0.05$ için önemsiz, $P < 0.05$ için önemli kararı alınır.

t testi nasıl uygulanır?



t test istatistiği, hesaplanan serbestlik derecesine (sd) göre farklı t dağılımı gösterir.

- Tek örneklem t test modelinde, $sd=n-1$
- İki örneklem t test modelinde, $sd=n_1+n_2-2$
- Bağımlı iki örneklem t test modelinde, $sd=n-1$ olarak hesaplanır.

t testi nasıl uygulanır?



KARAR VERME

- t test istatistiği hesaplanır.
- sd hesaplanır.
- sd parametrelili teorik t dağılımının α yanılma payına göre kritik değerleri belirlenir , $t(\alpha, sd)$.

t testi nasıl uygulanır?



İki yönlü hipotez test sonuçlarına göre;

- $|t| < t(\alpha/2, sd)$, önemsiz ($p > \alpha$)
- $t(\alpha/2, sd) < |t|$ önemli ($p < \alpha$)

kararına varılır.

SPSS'te Tek Örnek t testi



15 bireye ait sistolik kan basınçları yandaki tabloda verilmiştir. Bu bireylerin sistolik kan basınçları sağlıklı bireylere ait toplum parametresi olan 120mm/Hg' ye eşit midir?

Sistolik Kan Basınçları mm/Hg
117
125
118
140
104
120
127
113
112
128
119
126
104
130
134

SPSS'te Tek Örnek t testi



Örneğe ait hipotezler

aşağıdaki gibi kurulur.

$H_0: \mu=120 \text{ mm/Hg}$

$H_1: \mu \neq 120 \text{ mm/Hg}$

Sistolik Kan Basınçları mm/Hg
117
125
118
140
104
120
127
113
112
128
119
126
104
130
134

SPSS'te Tek Örnek t testi



15 bireye ait sistolik kan basınçları SPSS veri sayfasına SKB değişkeni olarak yandaki gibi girilir.

	SKB	var
1	117	
2	125	
3	118	
4	140	
5	104	
6	120	
7	127	
8	113	
9	112	
10	128	
11	119	
12	126	
13	104	
14	130	
15	134	

SPSS'te Tek Örnek t testi



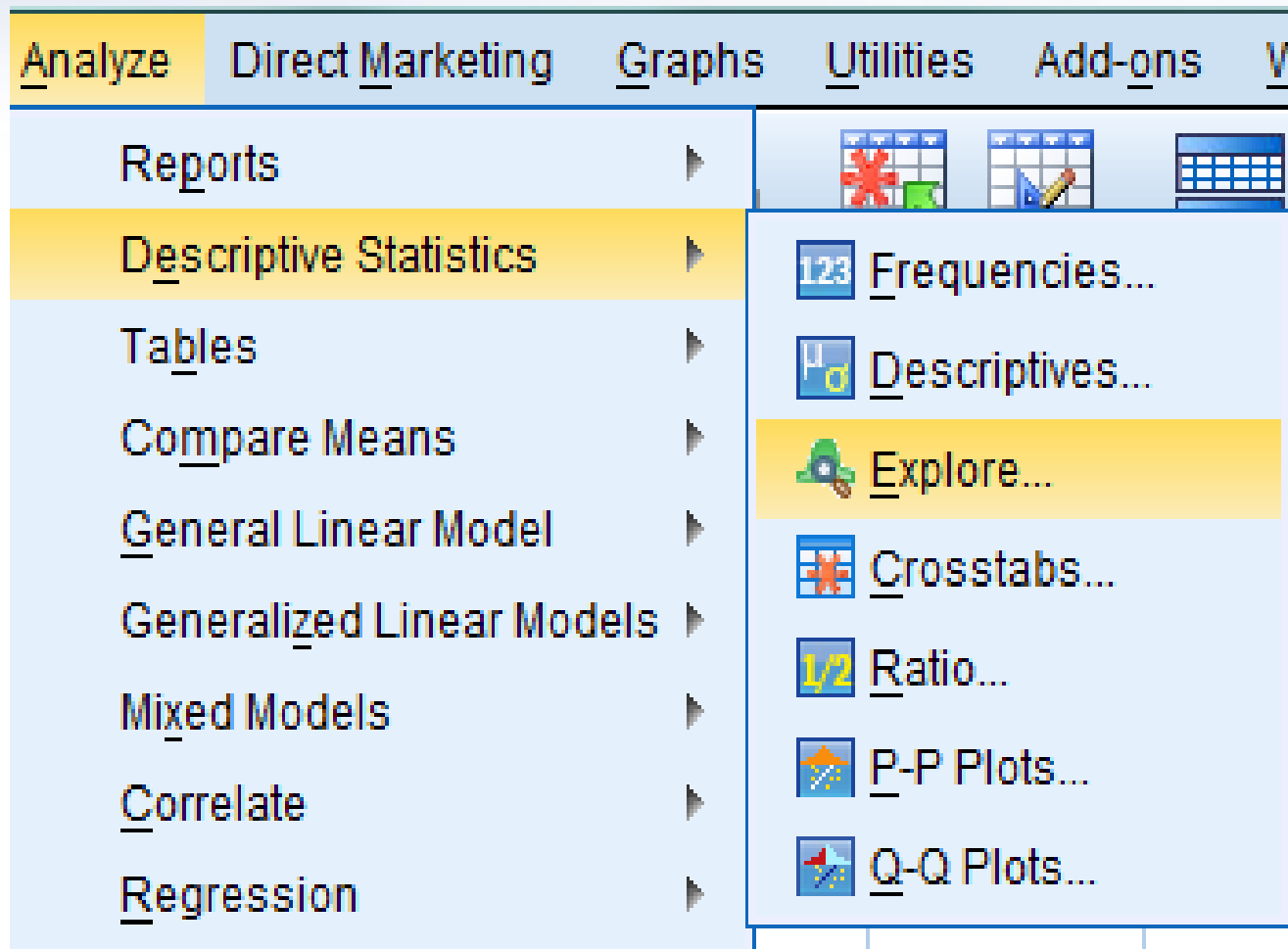
Örnekte yer alan verilerin tek örneklem t testi ile analiz edilebilmesi için öncelikle normal dağılım göstermesi gerekmektedir.

Bunun için verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları test edilir.

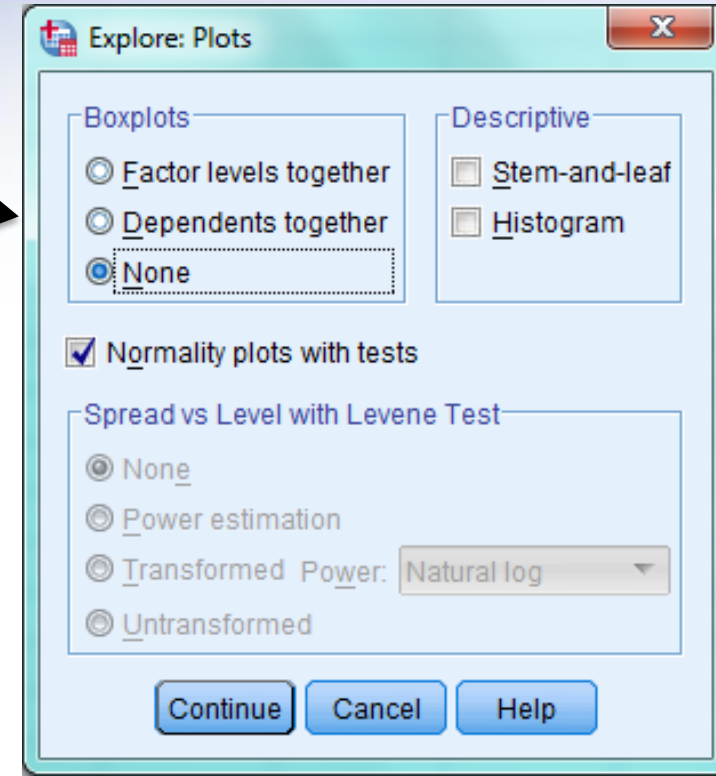
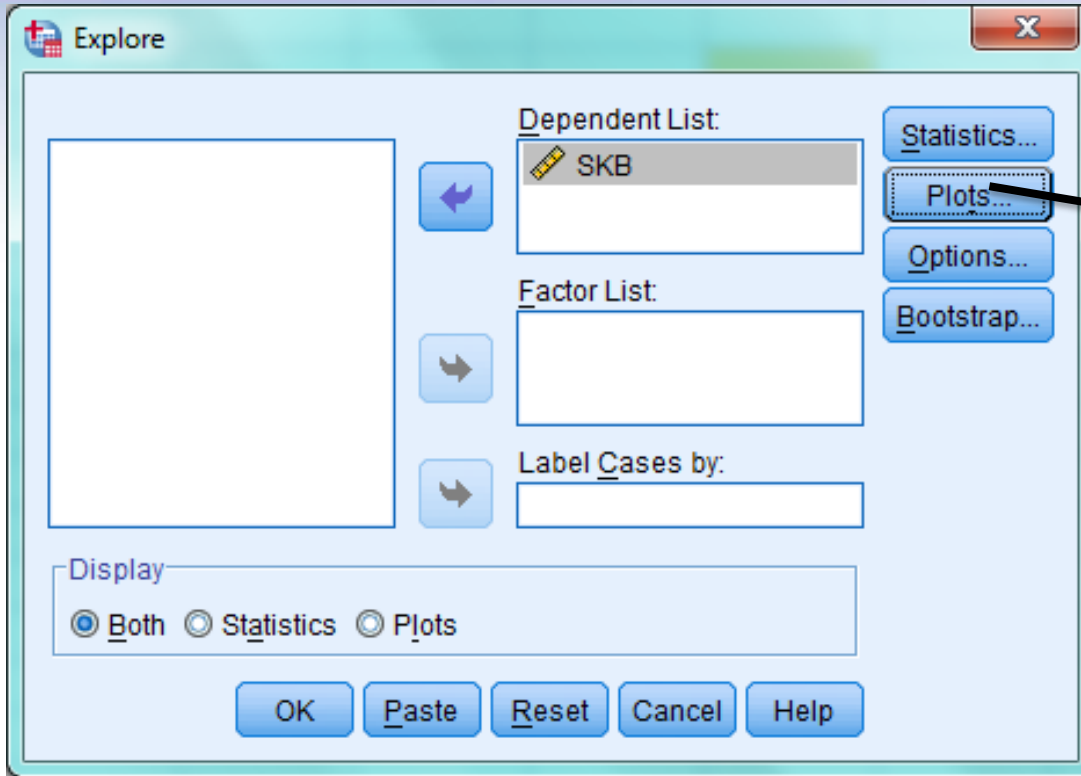
SPSS'te Tek Örnek t testi



Analyze -> Descriptive Statistics -> Explore menüsü kullanılır.



SPSS'te Tek Örnek t testi



Açılan Explore penceresinde SKB değişkeni Dependent List alanına taşınır. Plots düğmesi tıklanır ve açılan pencerede Normality plots with test seçeneği seçilir. Continue ve OK tıklanır.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Normalite testlerinde kullanılan hipotez testi aşağıdaki gibi kurulur.

H_0 :SKB değerleri normal dağılım göstermektedir.

H_1 :SKB değerleri normal dağılım göstermemektedir.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Bu durumda test sonucunda elde edilen p değeri (Sig.) belirlenen α yanılma payından küçük ise H_1 , büyük ise H_0 hipotezi kabul edilir.

α yanılma payı 0.05 olarak belirlenir. Bu değere önemlilik düzeyi de denilmektedir.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SKB	,113	15	,200 [*]	,974	15	,909

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

a. Lilliefors Significance Correction

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test sonuçlarına göre 15 bireye ait SKB değerleri normal dağılım göstermektedir.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Tests of Normality

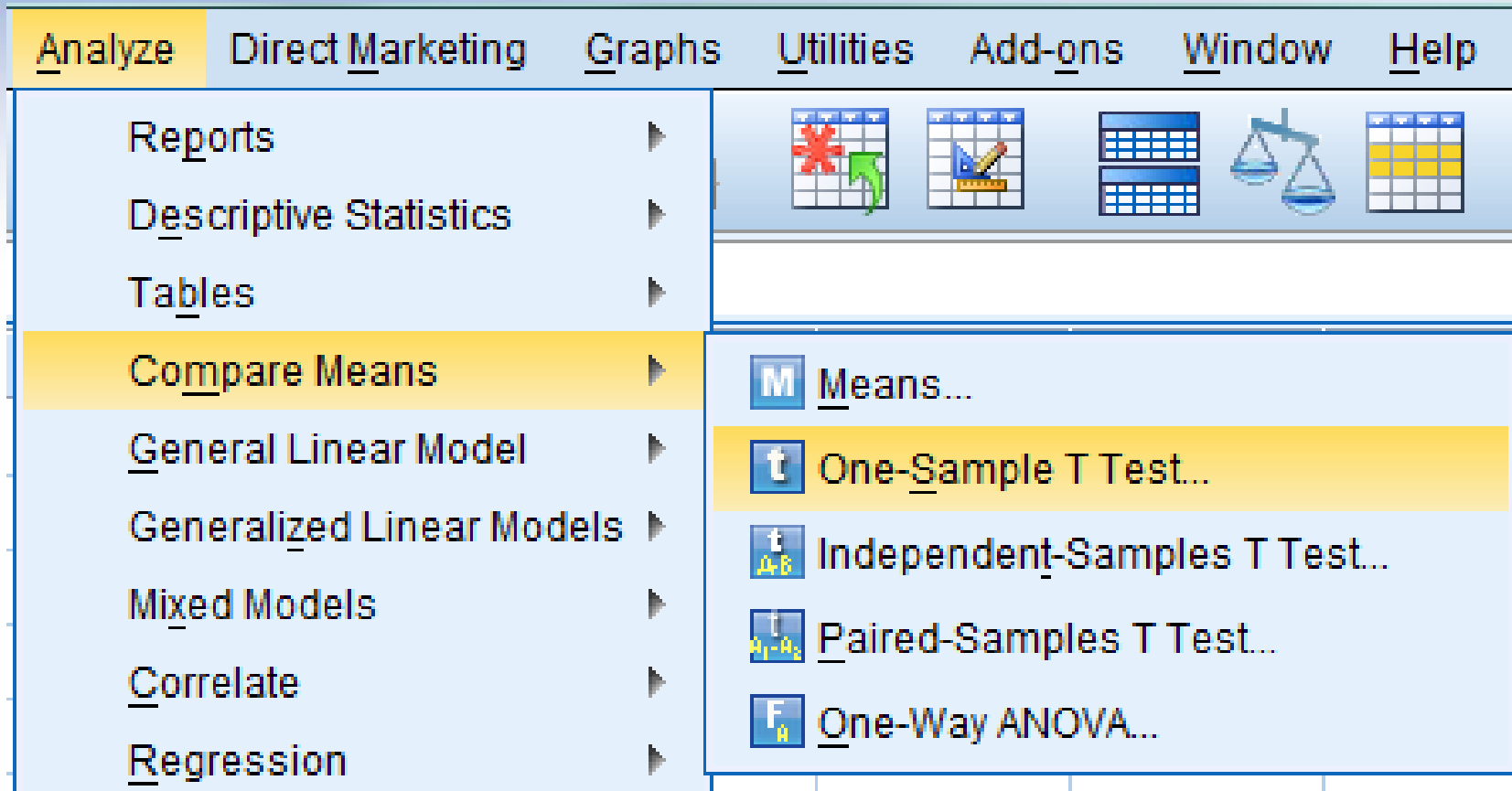
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SKB	,113	15	,200 [*]	,974	15	,909

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

a. Lilliefors Significance Correction

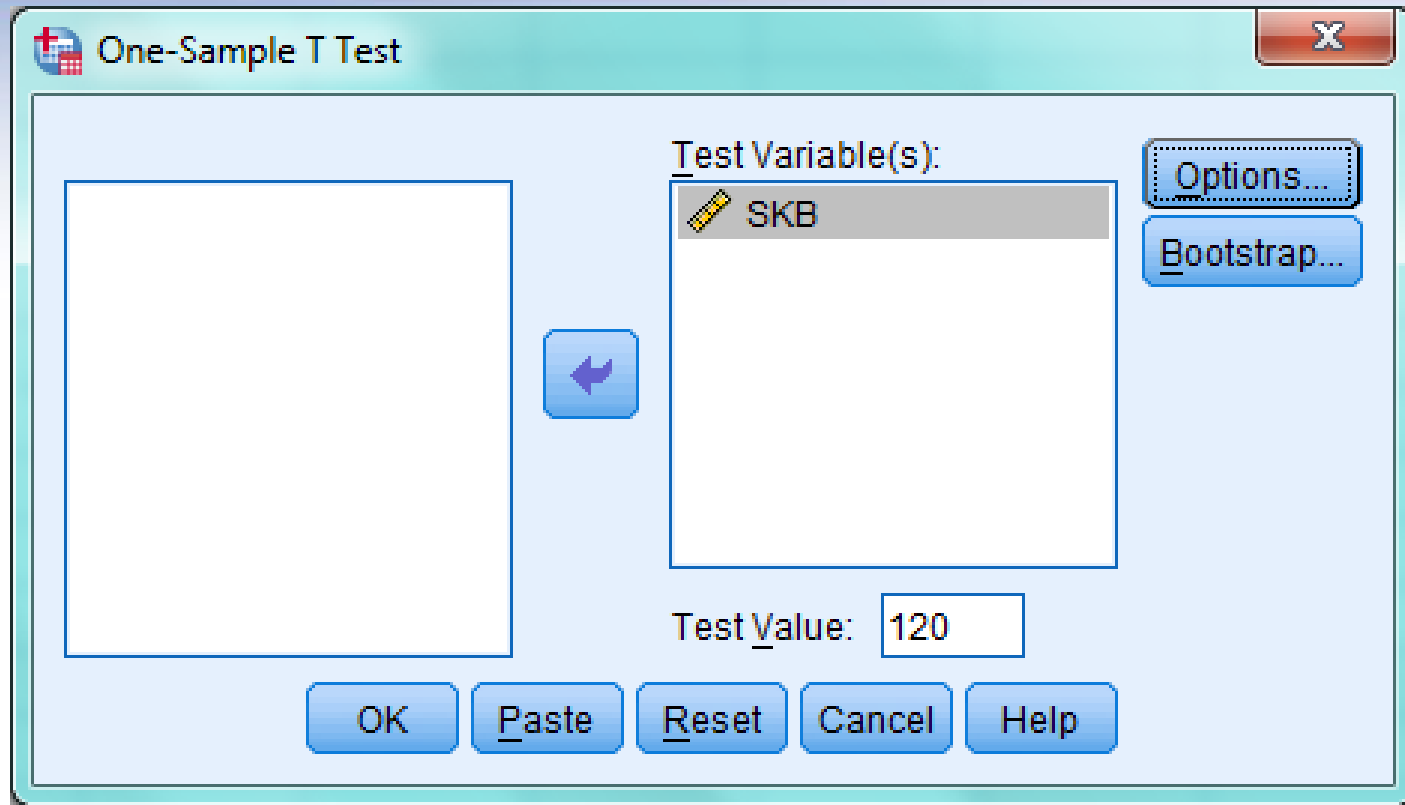
Çünkü test sonuçlarında yer alan anlamlılık düzeyi (Sig.) $p=0.200$ (Kolmogorov-Smirnov) ve 0.909 (Shapiro-Wilk) değeridir ve bu değer 0.05 değerinden büyüktür.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Tek örneklem t testi uygulamak için Analyze -> Compare Means -> One-Sample T Test seçeneği tıklanır.

SPSS'te Tek Örnek t testi



Açılan pencerede Test Variable alanına SKB değişkeni taşınır. Test Value alanına ise 120 değeri girilir. Son olarak OK tıklanır ve test sonuçları alınır.

SPSS'te Tek Örnek t testi



One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SKB	15	121,13	10,315	2,663

One-Sample Test

	Test Value = 120					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
SKB	,426	14	,677	1,133	-4,58	6,85

Sonuçlar incelendiğinde bireylerin sistolik kan basınçları sağlıklı bireylere ait toplum parametresi olan 120 mm/Hg' ye eşit olduğu, başka bir anlatımla bu bireyler sağlıklı topluma ait bireylerdir sonucuna varırız.

SPSS'te Tek Örnek t testi



One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SKB	15	121,13	10,315	2,663

One-Sample Test

	Test Value = 120					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
SKB	,426	14	,677	1,133	-4,58	6,85

Çünkü hesaplana p değeri 0.677'dir ve bu değer yanılma payı olan 0.05 kritik değerinden büyüktür.

Tek Örnek t testi İşlemlerle Çözümü



$$H_0 : \mu = 120 \quad H_1 : \mu \neq 120$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{117 + \dots + 134}{15} = \frac{1817}{15} = 121.1333$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{(117^2 + \dots + 134^2) - \frac{(117 + \dots + 134)^2}{15}}{14}} = \sqrt{\frac{221589 - \frac{1817^2}{15}}{14}} = 10.315$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}} = \frac{121.133 - 120}{10.315 / \sqrt{15}} = 0.426$$

$t=0.426 < t_{0.025,14}=2.14479$ için $p>0.05$ elde edilir.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



İki grup dişi sıçan üzerinde yüksek ($n_1=12$ sıçan) ve düşük ($n_2=7$ sıçan) proteinli iki farklı diyet uygulanıyor. 28 günlük yaştan 84 günlük yaşa kadar bu diyet uygulanıyor ve aldıkları kilolar gram olarak ölçülüyor.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Yüksek ve düşük proteinli diyet uygulamak kilo alımı üzerine etkili oluyor mu? Acaba iki grub arasında önemli bir farklılık var mıdır?

Yüksek Protein	Düşük Protein
134	70
146	118
104	101
119	85
124	107
161	132
107	94
83	
113	
1129	
97	
123	

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Örneğe ait hipotezler
aşağıdaki gibi kurulur.

$$H_0: \mu_{YP} = \mu_{DP}$$

$$H_1: \mu_{YP} \neq \mu_{DP}$$

YP: Yüksek Protein

DP: Düşük Protein

Yüksek Protein	Düşük Protein
134	70
146	118
104	101
119	85
124	107
161	132
107	94
83	
113	
1129	
97	
123	

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Veriler yanda görüldüğü iki sütun halinde SPSS veri sayfasına girilir. Ağırlık değişkeni iki grup alt alta gelecek şekilde girilir. Grup sütununa ise ağırlıkların hangi gruba ait olduğunu gösteren grup kodları girilir.

	Ağırlık	Grup
1	134	Yüksek Protein
2	146	Yüksek Protein
3	104	Yüksek Protein
4	119	Yüksek Protein
5	124	Yüksek Protein
6	161	Yüksek Protein
7	107	Yüksek Protein
8	83	Yüksek Protein
9	113	Yüksek Protein
10	129	Yüksek Protein
11	97	Yüksek Protein
12	123	Yüksek Protein
13	70	Düşük Protein
14	118	Düşük Protein
15	101	Düşük Protein
16	85	Düşük Protein
17	107	Düşük Protein
18	132	Düşük Protein
19	94	Düşük Protein

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



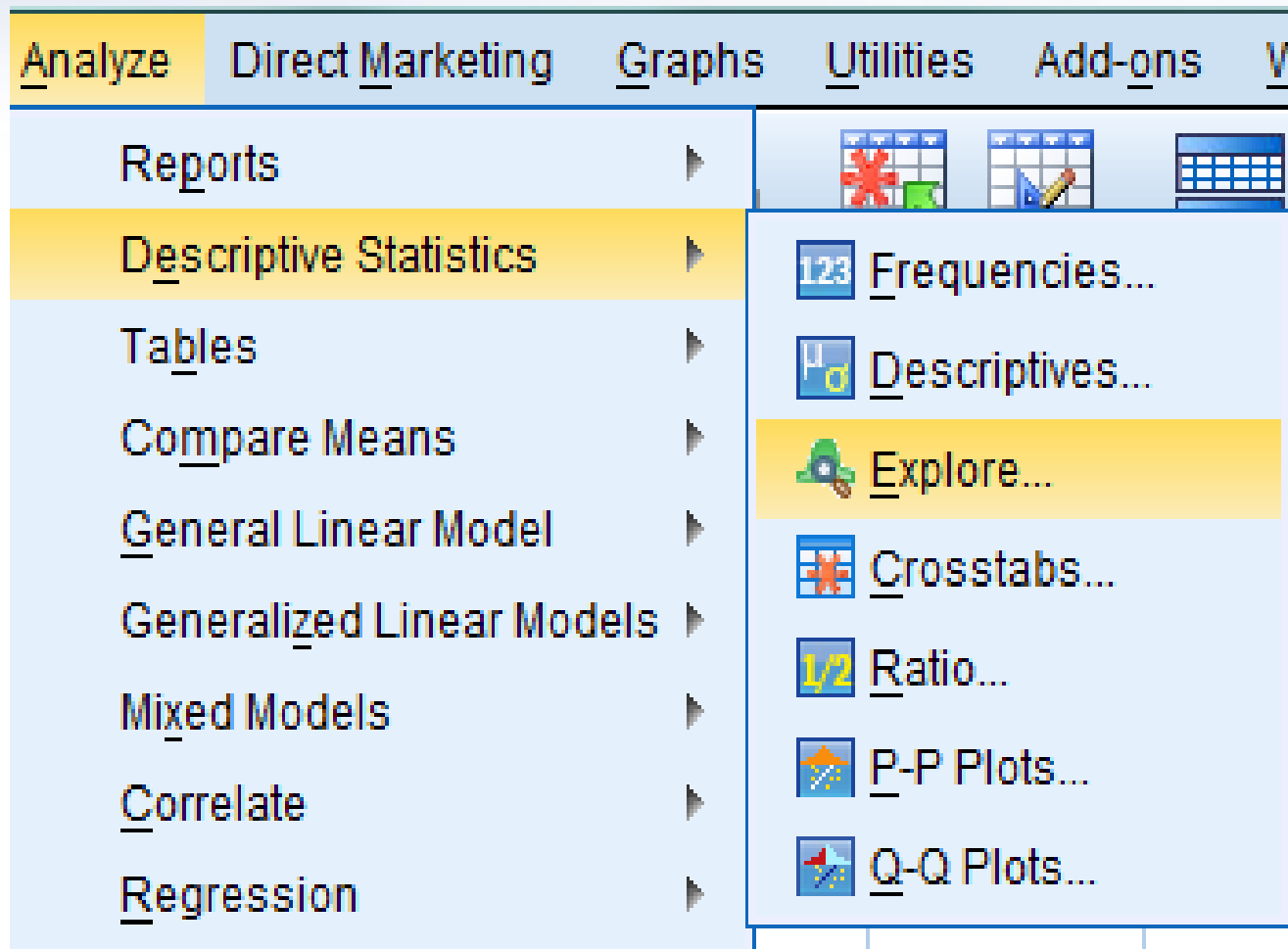
Örnekte yer alan verilerin bağımsız örneklerde t testi ile analiz edilebilmesi için öncelikle normal dağılım göstermesi gerekmektedir.

Bunun için verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları test edilir.

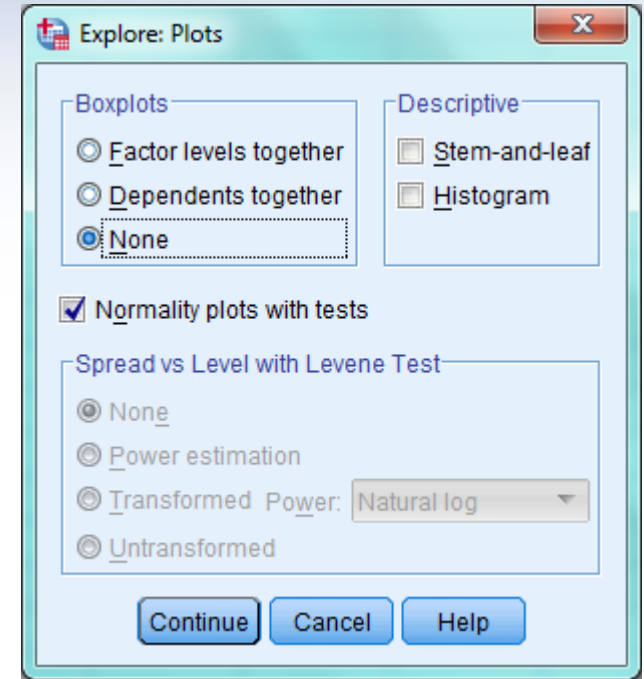
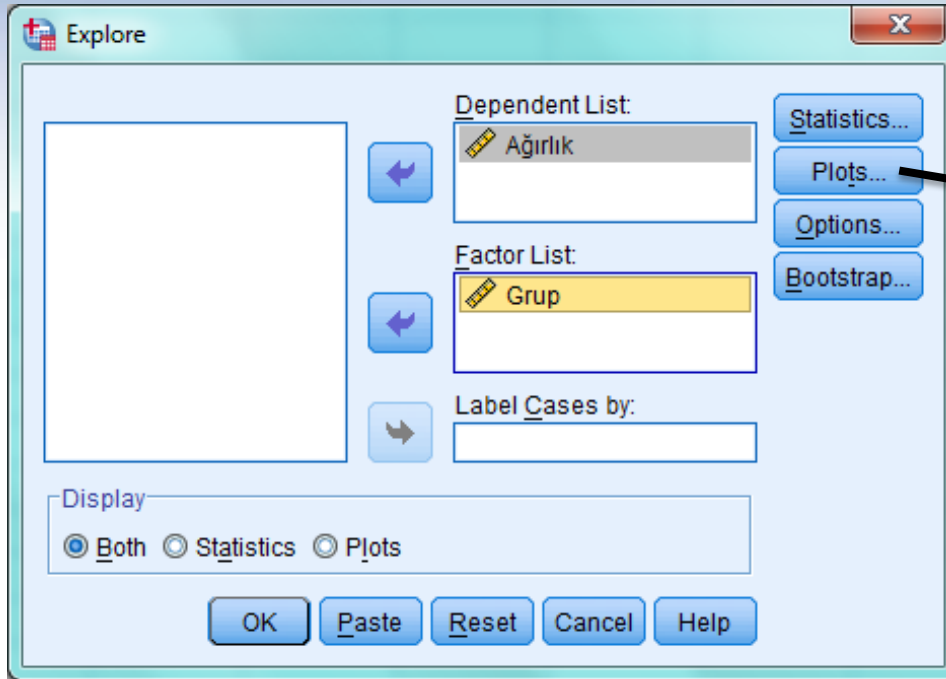
SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Analyze -> Descriptive Statistics -> Explore menüsü kullanılır.

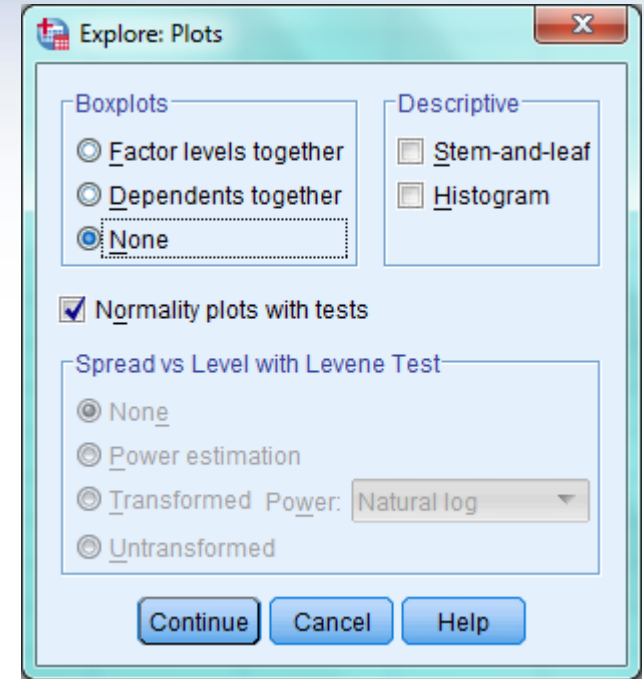
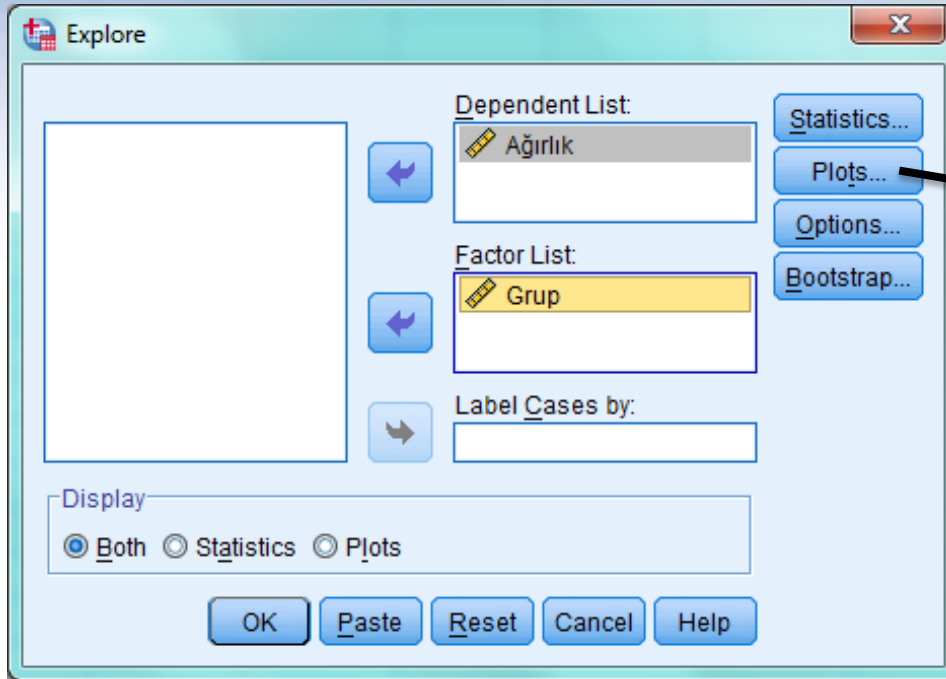


SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Açılan Explore penceresinde Ağırlık Dependent List alanına taşınır. Factor List alanına ise Grup değişkeni atanır. Çünkü her iki grupta da verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı test edilmelidir.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Plots düğmesi tıklanır ve açılan pencerede Normality plots with test seçeneği seçilir. Continue ve OK tıklanır.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Tests of Normality

Grup	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ağırlık Yüksek Protein	,092	12	,200 ^a	,992	12	1,000
Düşük Protein	,100	7	,200 ^a	,998	7	1,000

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

a. Lilliefors Significance Correction

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test sonuçlarına göre hem yüksek hem de düşük proteinli grupta ağırlık değerleri normal dağılım göstermektedir. Çünkü test sonuçlarında yer alan anlamlılık düzeyleri her iki grup içinde (Sig.) $p=0.200$ (Kolmogorov-Smirnov) ve $p=1.000$ (Shapiro-Wilk) değeridir ve bu değer 0.05 değerinden büyüktür.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Independent-Samples T Test

Test Variable(s):

Ağırlık

Options...

Bootstrap...

Grouping Variable:

Grup(1 2)

Define Groups...

OK Paste Reset Cancel Help

Define Groups

☒ Use specified values

Group 1: 1

Group 2: 2

☐ Cut point:

Continue Cancel Help

Açılan pencerede Test Variable(s) alanına Ağırlık değişkeni taşınır. Grouping Variable alanına ise Grup değişkeni taşını ve Define Groups Düğmesi tıklanarak grup kodları girilir. Son olarak OK tıklanır ve test sonuçları alınır.

SPSS'te Bağımsız Örneklerde t testi



Group Statistics					
Grup		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Ağırlık	Yüksek Protein	12	120,00	21,388	6,174
	Düşük Protein	7	101,00	20,624	7,795

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Ağırlık	Equal variances assumed	,015	,905	1,891	17	,076	19,000	10,045	-2,194	40,194
	Equal variances not assumed			1,911	13,082	,078	19,000	9,944	-2,469	40,469

Sonuçlar incelendiğinde yüksek ve düşük protein uygulanan grupların kilo alımı bakımından önemli bir farklılık göstermediği sonucuna varılır çünkü hesaplanan p değeri 0.76'dır ve bu değer yanılma payı olan 0.05 kritik değerinden büyüktür. Dolayısıyla H_0 hipotezi kabul edilir.

Bağımsız Örneklerde t testi işlemleri Çözümü



$$H_0 : \mu_{YP} = \mu_{DP} \quad H_1 : \mu_{YP} \neq \mu_{DP}$$

$$\bar{x}_{YP} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{YP}} x_{YPi}}{n_{YP}} = \frac{134 + \dots + 123}{12} = \frac{1440}{12} = 120$$

$$\bar{x}_{DP} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{DP}} x_{DPi}}{n_{DP}} = \frac{70 + \dots + 94}{7} = \frac{707}{7} = 101$$

Bağımsız Örneklerde t testi işlemleri Çözümü



$$S_{YP} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{YP}} x_{YPi}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_{YP}} x_{YPi}\right)^2}{n_{YP}}}{n_{YP} - 1}} = \sqrt{\frac{(134^2 + \dots + 123^2) - \frac{(134 + \dots + 123)^2}{12}}{11}} = \sqrt{\frac{177832 - \frac{1440^2}{12}}{11}} = 21.388$$

$$S_{DP} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{DP}} x_{DPi}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_{DP}} x_{DPi}\right)^2}{n_{DP}}}{n_{DP} - 1}} = \sqrt{\frac{(70^2 + \dots + 94^2) - \frac{(70 + \dots + 94)^2}{7}}{6}} = \sqrt{\frac{73959 - \frac{707^2}{7}}{6}} = 20.624$$

$$t = \frac{\bar{X}_{YP} - \bar{X}_{DP}}{\sqrt{\frac{S_{YP}^2}{n_{YP}} + \frac{S_{DP}^2}{n_{DP}}}} = \frac{120 - 101}{\sqrt{\frac{21.388^2}{12} + \frac{20.624^2}{7}}} = 1.91$$

Bağımsız Örneklerde t testi işlemlerle Çözümü



Burada eşit varyans yaklaşımı kullanılmamıştır.

$t=1.91 < t_{0.025,17}=2.109$ için $p>0.05$ elde edilir.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Kodeinin çabuk salım ve sürekli salım formülasyonlarını karşılaştırmak için bir çalışma planlanıyor. 13 birey çalışmaya dahil ediliyor ve her bir kişi her iki formülasyondan da rastgele ve körleme olarak alıyor.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Farmakokinetik parametreler arasında yer alan C_{max} değeri hem çabuk hem de sürekli salım içim ölçülüyor. Acaba kodeinin çabuk salım C_{max} toplum ortalaması sürekli salım C_{max} toplum ortalamasından farklı mıdır?

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Kodein'in çabuk salım ve sürekli salım formülasyonlarının Cmax değerleri 13 kişide ölçülüyor ve sonuçlar yandaki gibi elde ediliyor.

Sürekli Salım C-max	Çabuk Salım C-max
195,7	181,8
167	166,9
217,3	136
375,7	221,3
285,7	195,1
177,2	112,7
220,3	84,2
243,5	78,5
141,6	85,9
127,2	85,3
345,2	217,2
112,1	49,7
223,4	190

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Bu çalışma için
hipotezler aşağıdaki
şekilde kurulur.

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_1: \mu_D \neq 0$$

Sürekli Salım C-max	Çabuk Salım C-max
195,7	181,8
167	166,9
217,3	136
375,7	221,3
285,7	195,1
177,2	112,7
220,3	84,2
243,5	78,5
141,6	85,9
127,2	85,3
345,2	217,2
112,1	49,7
223,4	190

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Burada

$$\mu_D = \mu_{SSCmax} - \mu_{\text{ÇSCmax}}$$

μ_{SSCmax} :

kodeinin sürekli salım

Cmax toplum ortalaması

$\mu_{\text{ÇSCmax}}$:

kodeinin çabuk salım

Cmax toplum ortalaması

Sürekli Salım C-max	Çabuk Salım C-max
195,7	181,8
167	166,9
217,3	136
375,7	221,3
285,7	195,1
177,2	112,7
220,3	84,2
243,5	78,5
141,6	85,9
127,2	85,3
345,2	217,2
112,1	49,7
223,4	190

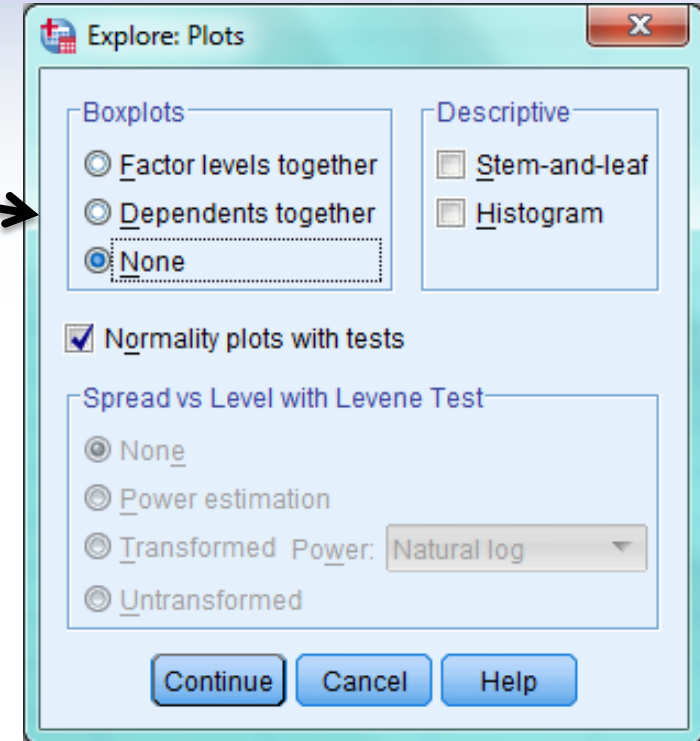
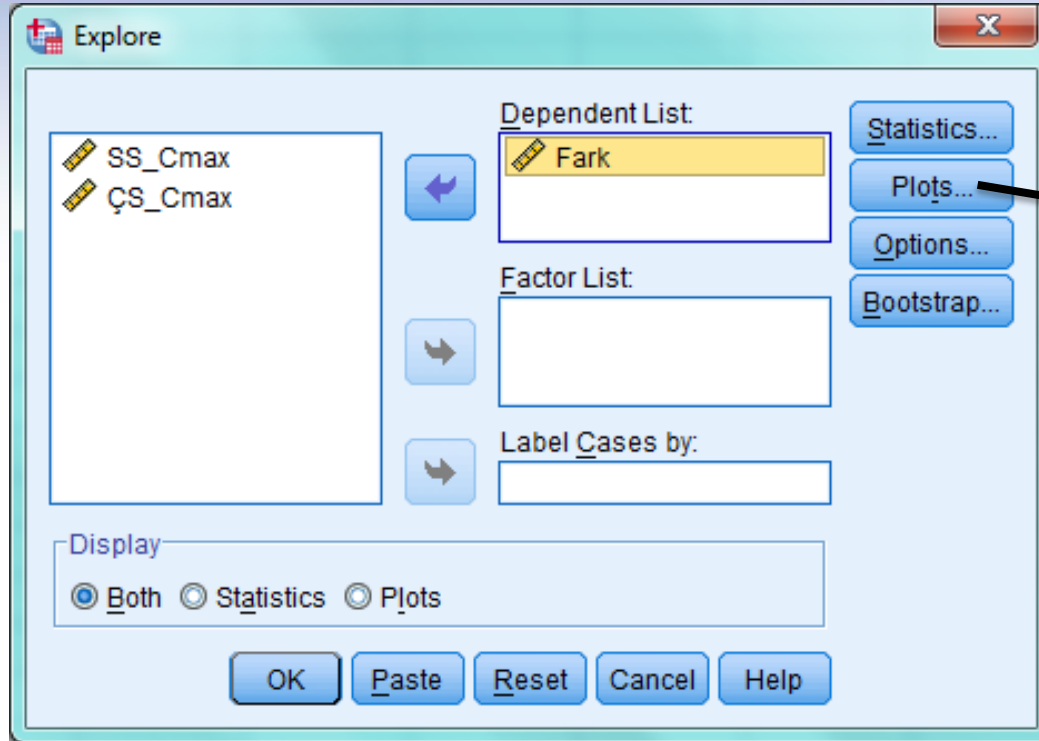
SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Örnekte yer alan verilerin eşleştirilmiş t testi ile analiz edilebilmesi için öncelikle farkların normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle verilerin farkları hesaplanır ve SPSS veri sayfasına yanda gösterildiği gibi girilir.

	SS_Cmax	ÇS_Cmax	Fark
1	195,70	181,80	13,90
2	167,00	166,90	,10
3	217,30	136,00	81,30
4	375,70	221,30	154,40
5	285,70	195,10	90,60
6	177,20	112,70	64,50
7	220,30	84,20	136,10
8	243,50	78,50	165,00
9	141,60	85,90	55,70
10	127,20	85,30	41,90
11	345,20	217,20	128,00
12	112,10	49,70	62,40
13	223,40	190,00	33,40

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Açılan Explore penceresinde Fark Dependent List alanına taşınır. Plots düğmesi tıklanır ve açılan pencerede Normality plots with test seçeneği seçilir. Continue ve OK tıklanır.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Tests of Normality

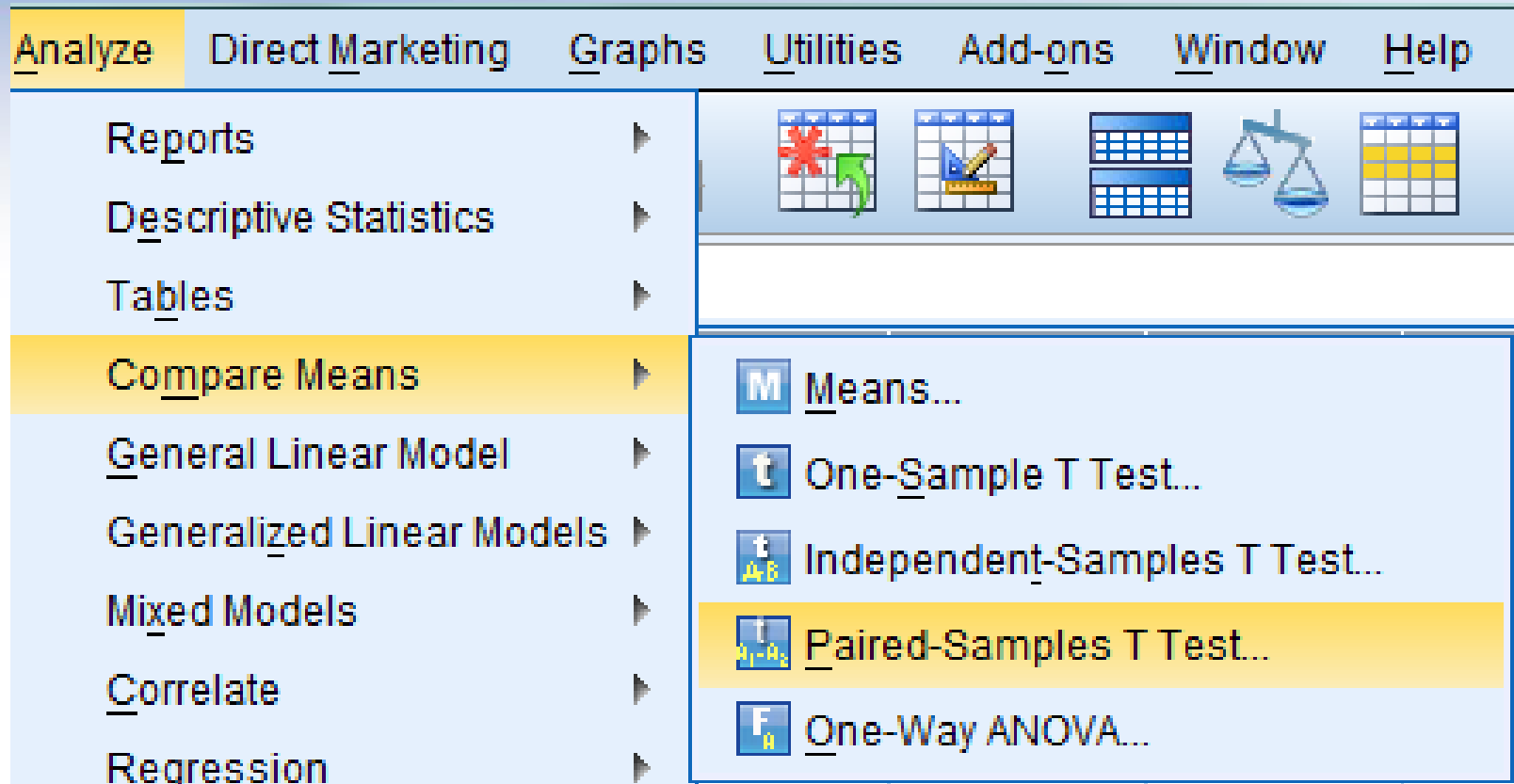
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Fark	,146	13	,200 [*]	,951	13	,620

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

a. Lilliefors Significance Correction

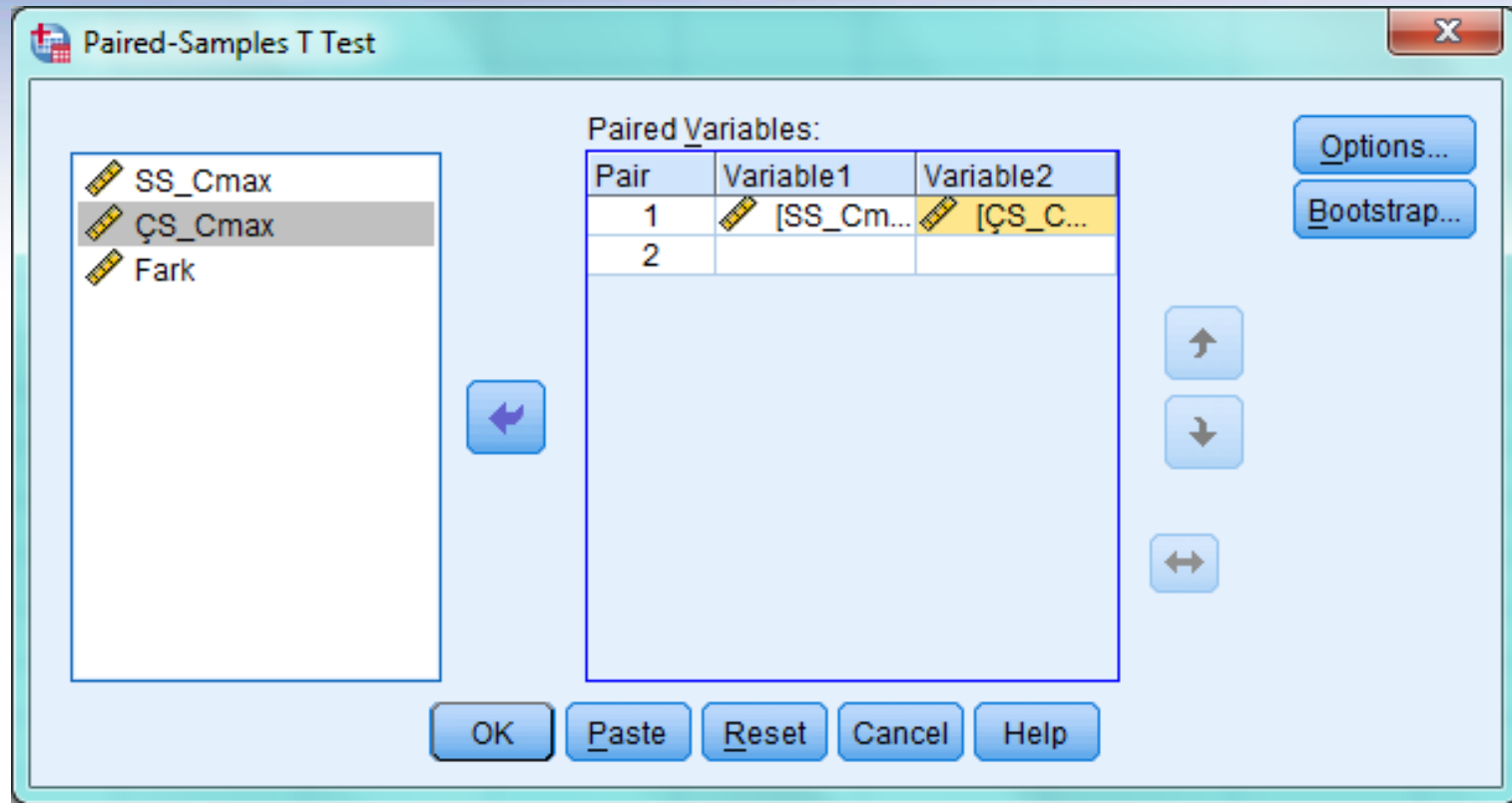
Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test sonuçlarına göre Fark değerleri normal dağılım göstermektedir. Çünkü test sonuçlarında yer alan anlamlılık düzeyi (Sig.) $p=0.200$ (Kolmogorov-Smirnov) ve $p=0.620$ (Shapiro-Wilk) değeridir ve bu değer 0.05 değerinden büyüktür.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Eşleştirilmiş t testi uygulamak için Analyze -> Compare Means -> Paired-Samples T Test seçeneği tıklanır.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Açılan pencerede Paired Variables alanına SS_Cmax ve ÇS_max değişkenleri birinci çift olarak alınır. Son olarak OK tıklanır ve test sonuçları alınır.

SPSS'te Bağımlı Örneklerde t testi



Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SS_Cmax	217,8385	13	79,77918	22,12676
	ÇS_Cmax	138,8154	13	59,36351	16,46448

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	SS_Cmax - ÇS_Cmax	79,02308	53,09591	14,72615	46,93754	111,10861	5,366	12	,000

Sonuçlar incelendiğinde Kodeinin sürekli ve çabuk salım Cmax toplum ortalamalarının birbirinden farklı olduğu sonucuna varılır, çünkü hesaplanan p değeri < 0.001 'dir ve bu değer yanılma payı olan 0.05 kritik değerinden küçüktür. Bu durumda H_1 hipotezi kabul edilir.

Bağımlı Örneklerde t testi İşlemlerle Çözümü



$$H_0 : \mu_D = 0 \quad H_1 : \mu_D \neq 0$$

$$\bar{x}_d = \frac{\sum_{i=1}^n x_{di}}{n} = \frac{13.90 + \dots + 33.40}{13} = \frac{1027.3}{13} = 79.023$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_{di}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{di}\right)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{(13.90^2 + \dots + 33.40^2) - \frac{(13.90 + \dots + 33.40)^2}{13}}{12}} = \sqrt{\frac{115010.51 - \frac{1027.3^2}{13}}{12}} = 53.096$$

$$t = \frac{\bar{X}_d - 0}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{79.023 - 0}{53.096 / \sqrt{13}} = 5.37$$

$t=5.37 > t_{0.025,12}=2.178$ için $p<0.05$ elde edilir.

Uygulama -1-



Nadir gözlenen ve doğumsal bir hastalık olan Everley sendromlu hastalarda plazma kalsiyum konsantrasyonunun araştırılması hedefleniyor. Daha önceki araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre 20-44 yaş arası sağlıklı bireylerde plazma kalsiyum konsantrasyonu 2.5 mmol/l olarak saptanmıştır.

Uygulama -1-



Bu amaçla 18 Everley sendromlu hastanın plazma kalsiyum değerleri ölçülmüş sonuçlar yandaki tablodadır.

Acaba Everley sendromlu hataların plazma kalsiyum değerleri sağlıklı bireylerden farklı mıdır?

Plazma Kalsiyum Değerleri mmol/l
4,27
2,00
1,15
2,9
2,83
3,31
3,41
4,46
4,05
2,52
3,65
4,26
4,87
2,97
2,42
1,68
3,82
2,47

Uygulama -1-



Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kalsiyum	,082	18	,200 [*]	,980	18	,951

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

a. Lilliefors Significance Correction

Kalsiyum değerleri normal dağılıma uygunluk göstermektedir.

Uygulama -1-



One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kalsiyum	18	3,1687	1,02313	,24115

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Kalsiyum	2,773	17	,013	,66869	,1599	1,1775

Sonuç: t=2.773, p=0.013

P=0.013<0.05 olduğundan Everley sendromlu hastaların plazma kalsiyum konsantrasyonları sağlıklı bireylerden farklıdır.

Uygulama -2-



Siklosporin'nin (cyclosporine), sağlıklı ve böbrek nakli yapılacak olan hastalardaki etkisini değerlendirmek üzere bir çalışma planlanıyor. Farmakokinetik bir parametre olan oral biyoyararlanım (bioavailability) yüzde olarak hem sağlıklı hem de hastalarda ölçülüyor.

Uygulama -2-



Elde edilen biyoyararlanım%
değerleri yandaki tabloda
verilmiştir.

**Acaba sağlıklı bireylerdeki
Siklosporinin biyoyararlanımı,
hasta bireylerdeki
Siklosporinin
biyoyararlanımından farklı
mıdır?**

Sağlıklı Bireylerde Biyoyararlanım %	Hasta Bireylerde Biyoyararlanım %
20,97	29,99
15,2	27,48
19,3	25,65
15,89	22,63
17,87	24,46
18,74	26,78
14,53	29,82
29,78	22,14

Uygulama -2-



Tests of Normality

Grup		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Biyoyararlanım	Sağlıklı	,228	8	,200 [*]	,826	8	,054
	Hasta	,143	8	,200 [*]	,937	8	,578

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

a. Lilliefors Significance Correction

Biyoyararlanım değerleri hem sağlıklı hem de hasta bireylerde normal dağılıma uygunluk göstermektedir.

Uygulama -2-



Group Statistics

Grup	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Biyoyararlanım Sağlıklı	8	19,0347	4,86611	1,72043
Hasta	8	26,1202	2,97494	1,05180

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Biyoyararlanım	Equal variances assumed	,403	,536	-3,514	14	,003	-7,08543	2,01647	-11,41033	-2,76052
	Equal variances not assumed			-3,514	11,591	,004	-7,08543	2,01647	-11,49619	-2,67466

Sonuç: $t=-3.514$, $p=0.003$

$P=0.003 < 0.05$ olduğundan sağlık bireylerdeki Siklosporinin biyoyararlanımı, hasta bireylerdeki Siklosporinin biyoyararlanımından farklıdır.

Uygulama -3-



Siklosporin'nin (cyclosporine), sağlıklı bireylerdeki yüksek yağ diyetine ve düşük yağ diyetine bağlı olarak etkisini değerlendirmek üzere bir çalışma planlanıyor. Farmakokinetik bir parametre klirens değerleri önce yüksek yağ diyetinde ölçülüyor, sonra aynı kişilerde düşük yağ diyetinde tekrar ölçülüyor.

Uygulama -3-



Bu amaçla çalışmaya 7 sağlıklı birey alınıyor. Elde edilen sonuçlar yandaki tabloda verilmiştir.

Acaba Siklosporin'nin klirens değerleri yüksek yağ ve düşük yağ diyetine göre farklılık göstermekte midir?

CL_{iv} (L/hr/Kg)	
Yüksek Yağ Diyeti	Düşük Yağ Diyeti
0,569	0,479
0,668	0,400
0,624	0,358
0,521	0,372
0,679	0,563
0,939	0,636
0,882	0,448

Uygulama -3-



Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Fark_Klirens	,182	7	,200 [*]	,933	7	,575

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

a. Lilliefors Significance Correction

Klirens değerlerinin farkı normal dağılıma uygunluk göstermektedir.

Uygulama -3-



Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Yüksek_Yağ_Klirens	,69743	7	,156334	,059089
Düşük_Yağ_Klirens	,46514	7	,102999	,038930

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Yüksek_Yağ_Klirens - Düşük_Yağ_Klirens	,232286	,121659	,045983	,119770	,344801	5,052	6	,002

Sonuç: $t=5.052$, $p=0.002$

$P=0.002 < 0.05$ olduğundan Siklosporin'nin klirens değerleri yüksek yağ ve düşük yağ diyetine göre farklılık göstermektedir.