İKİ ÖRNEKLEM TESTLERİ

BAĞIMSIZ GRUPLARDA İKİ ÖRNEKLEM TESTLERİ

1. İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ
2. MANN-WHITNEY U TESTİ
3. İKİ YÜZDE ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ
4. 2x2 Kİ-KARE TESTLERİ

İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ

Parametrik test varsayımları (normallik ve varyansların homojenliği) yerine getirildiğinde, ölçümle belirtilen sürekli bir değişken yönünden bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığını test etmek için kullanılan bir önemlilik testidir.

1. Bu testte iki grubun aritmetik ortalamaları karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle aşırı değerlerin aritmetik ortalamaya yapacağı olumsuz etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.

2. Parametrik bir test olduğu için parametrik testlerle ilgili varsayımlar yerine getirilmelidir.

3. Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımlı gruplara bu test uygulanamaz.

4. Veri ölçümle belirtilen sürekli bir değişken olmalıdır. Ayrıca, örneklem büyüklüğü (n) yeterli olduğunda sayısal olarak belirtilen (ölen, doğan, hastalanan, yaşayan sayısı gibi) sürekli olmayan değişkenlere de uygulanabilir. Niteliksel verilere uygulanamaz.

ÖRNEKLER

Örnek 1: Kandaki şeker miktarı yönünden bağımsız iki grup (örneğin; diyet uygulayanlarla uygulamayanlar, babası ya da annesi şeker hastası olanlarla olmayanlar, ... gibi) arasında farklılık arandığında kullanılır.

Örnek 2: Bulaşıcı hastalıklar bilgi puanı yönünden bağımsız iki grup (erkeklerle kadınlar, eğitim düzeyi yüksek olanlarla düşük olanlar, köysel bölgede oturanlarla kentsel bölgede oturanlar, ... gibi) arasında farklılık arandığında kullanılır.

ÖRNEKLER

Örnek 3: Sigara içen ve içmeyen bireylerde dişeti kan akımı düzeylerinin farklı olup olmadığının incelenmesinde kullanılabilir.

Örnek 4: Uzun ve kısa mesafe koşucularının MaxVO$_2$ ölçümleri (ml/kg/dk) arasında fark ulup olmadığının araştırılmasında kullanılabilir.

Örnek 5: Kız ve erkek öğrencilerin biyoistatistik başarı puanları ortalamaları arasında fark olup Olmadığının araştırılmasında kullanılabilir.

TEST SÜRECİ

1. Hipotezlerin belirlenmesi
2. Test istatistiğinin hesaplanması
3. Yanılma düzeyinin belirlenmesi
4. İstatistiksel karar

TEST İŞLEMLERİ

Önce her iki dağılımın normal dağılıma uyup uymadığı test edilir. Her ikisi de normal dağılıma uyuyorsa varyanslarının homojen olup olmadığı test edilir.

1. Hipotezlerin Belirlenmesi

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ → **Yokluk hipotezi**

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ → **İki yönlü seçenek hipotezi**

$$\left.\begin{array}{l} H_1: \mu_1 > \mu_2 \\ H_1: \mu_1 < \mu_2 \end{array}\right\} \rightarrow \textbf{Tek yönlü seçenek hipotezi}$$

2. Test istatistiği (t $_{hesap}$) hesaplanması

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \sim t_{(sd:\, n_1+n_2-2\,;\ \alpha)}$$

$\bar{x}_1$: Birinci grubun ortalaması

$\bar{x}_2$: İkinci grubun ortalaması

S_1^2 : **Birinci grubun varyansı**

S_2^2 : **İkinci grubun varyansı**

n_1 : Birinci gruptaki denek sayısı

n_2 : İkinci gruptaki denek sayısı

3. Alfa yanılma düzeyi belirlenmesi

4. İstatistiksel karar

$$\mathbf{|\, t_{hesap} \,| > t_{tablo}}$$

ise iki ortalama arasında fark yoktur şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve p<alfa (örneğin $p<0.05$) şeklinde gösterilir.

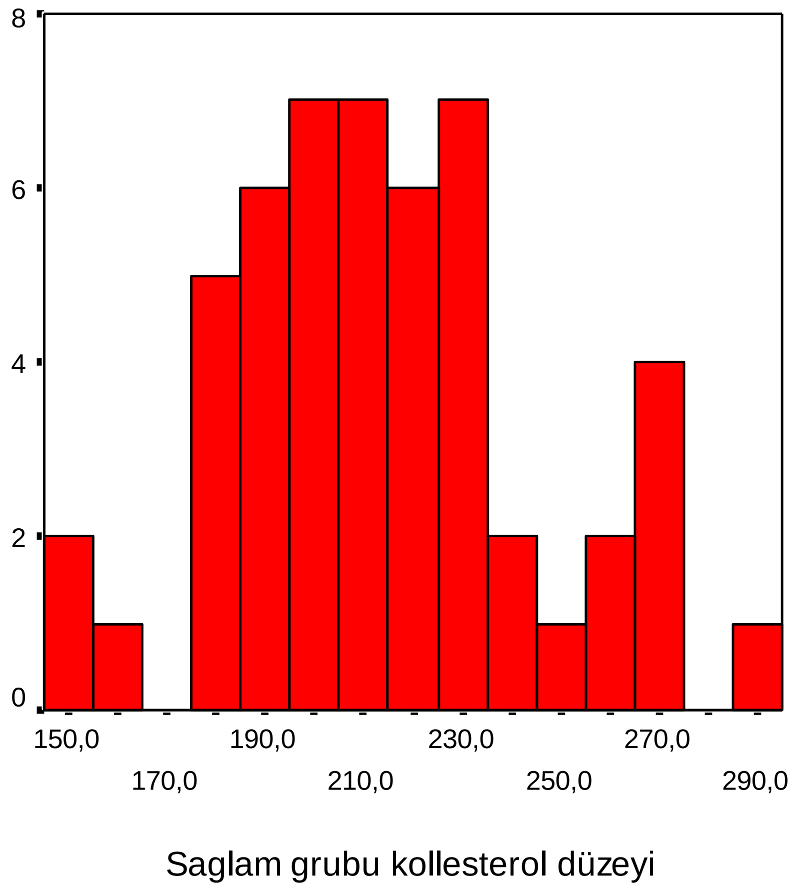
ÖRNEK

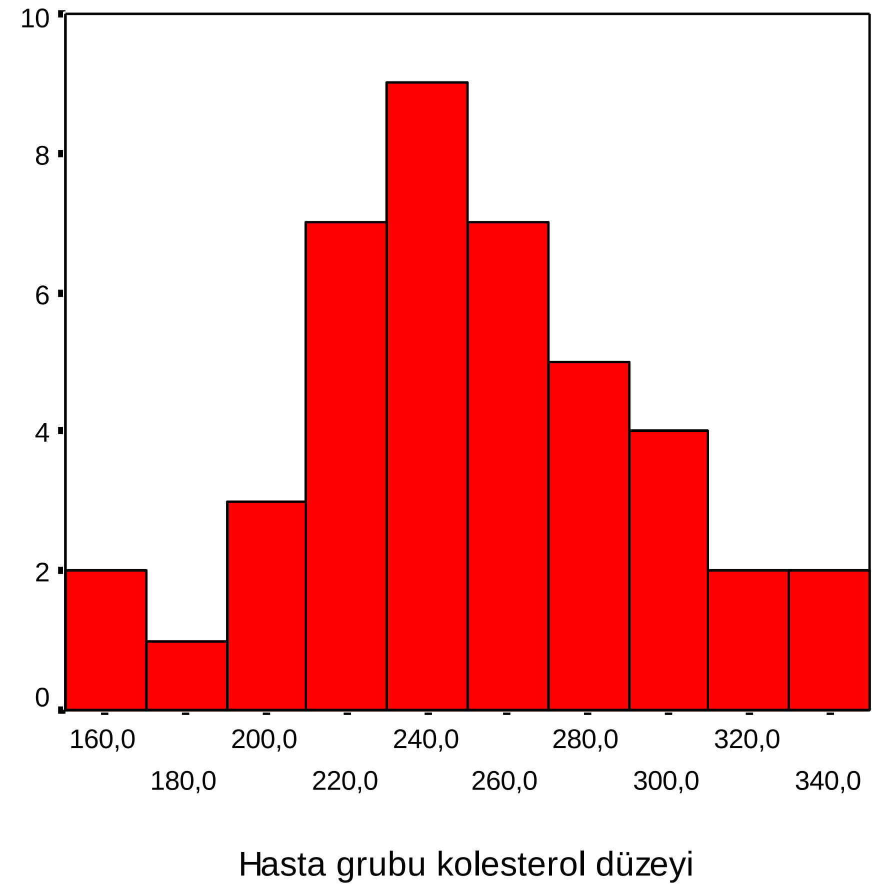
Koroner kalp hastası olan ve olmayan bireylerin kolesterol düzeylerine (CHL) ilişkin istatistikler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Gruplar arasında CHL açısından fark var mıdır?

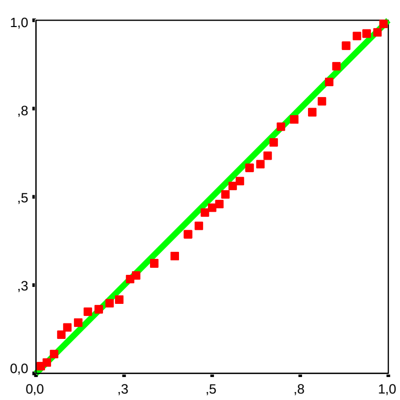
Hastalık	Ortalama	S.Sapma	Min	Max	n
Yok	213,57	35,55	148	288	51
Var	252,05	42,37	165	335	42

Gruplara ilişkin parametrik varsayımların (normallik ve varyansların homojenliği) incelenmesi:

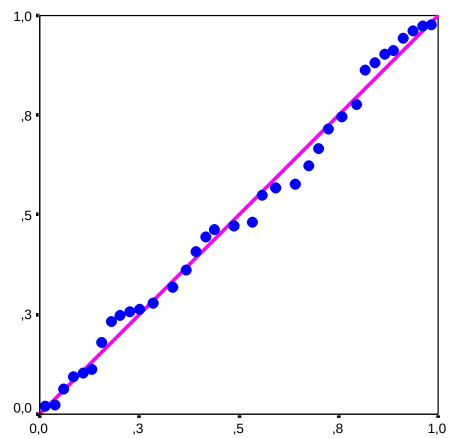
Normallik için kolay bir yaklaşım verilerin histogramını ve P-P grafiğini çizmekti. Bu çizimler aşağıda verilmiştir.







P-P Grafikleri



Varyansların homojenliği için F dağılımından yararlanılır. Bu amaçla, büyük varyans küçük varyansa bölünerek elde edilen F hesap istatistiği seçilen yanılma düzeyinde (n_1-1) ve (n_2-1) serbestlik dereceli F tablo istatistiği ile karşılaştırılır. Burada Ho hipotezi; "varyanslar homojendir" şeklindedir

$$F_{HESAP} = \frac{S^2_{BÜYÜK}}{S^2_{KÜÇÜK}} = \frac{42,37^2}{35,55^2} = 1,42$$

$$F_{HESAP} = 1,42 < F_{TABLO(50,41;0.05)} = 1,65$$

Karar: P>0,05 (varyanslar homojendir)

1. Hipotezler:

Ho: $\mu_1 = \mu_2$ H$_1$: $\mu_1 \neq \mu_2$

2. Test İstatistiğinin Hesaplanması:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{213,57 - 252,05}{\sqrt{\frac{35,55^2}{51} + \frac{42,37^2}{42}}} = 4,68$$

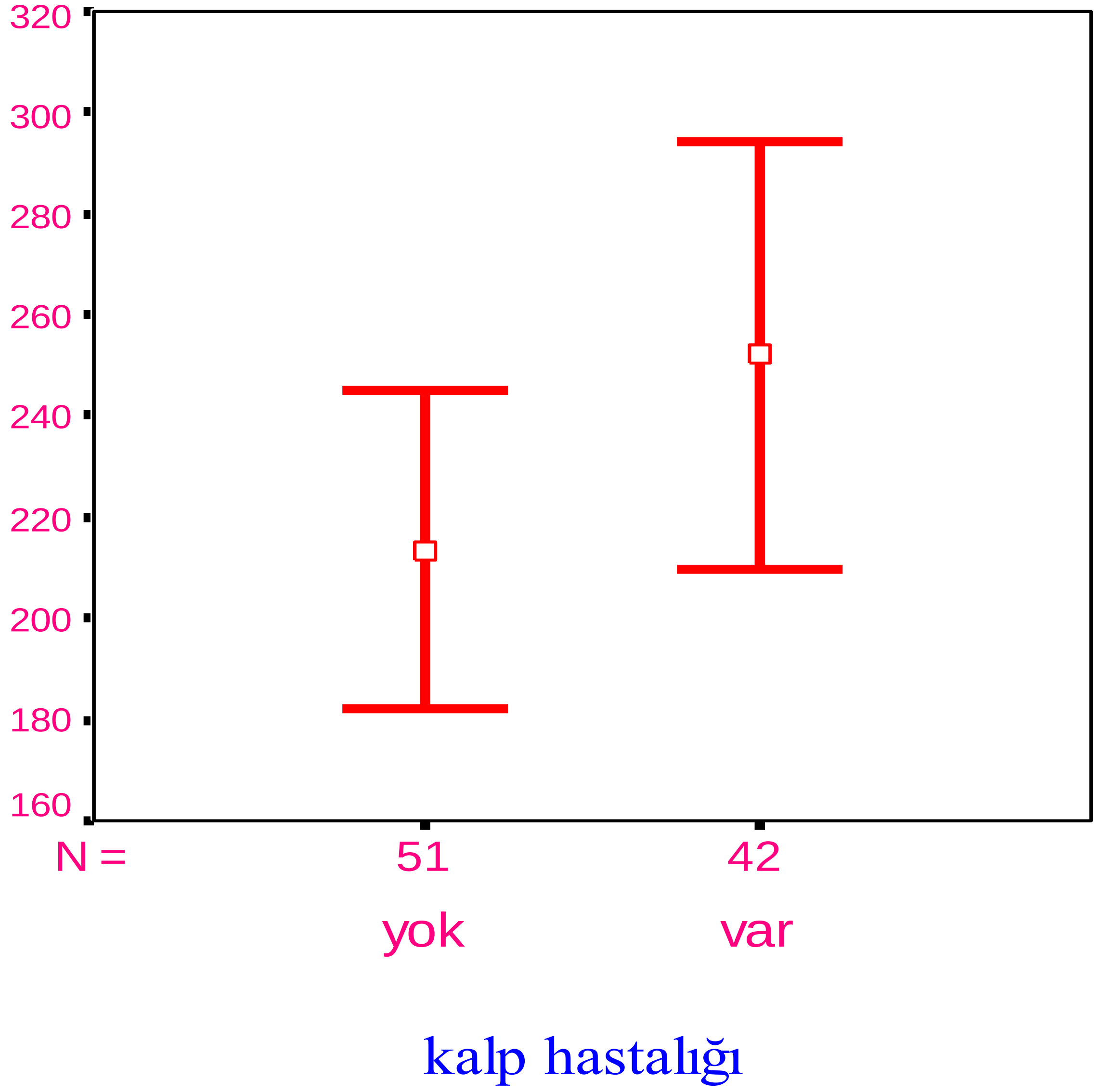
3. Yanılma düzeyi:

$\alpha = 0{,}05$ olarak belirlenmiştir

4. İstatistiksel karar:

$$t_{hesap} = 4{,}68 > t_{tablo(sd=51+42-2=91;\ \alpha=0{,}05)} = 1{,}99$$

p<0,05 (iki bağımsız grup ortalaması arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır.)



320
300
280
260
240
220
200
180
160
N =
51
42
yok
var
kalp hastalığı

MANN - WHITNEY U TESTİ

İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testinin parametrik olmayan karşılığıdır.

İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi parametrik bir test olduğu için, parametrik test varsayımları yerine getirildiğinde ölçümle belirtilen sürekli bir değişken yönünden bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığını test etmek için kullanılıyor idi.

Parametrik test varsayımları yerine getirilmeden iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testinin uygulanması varılan kararın hatalı olmasına neden olabilir.

Veri parametrik test varsayımlarını yerine getiremiyor ise İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi yerine kullanılabilecek en güçlü test MANN-WHITNEY U TESTİ'dir.

ÖRNEKLER:

1. Bir önceki örneklerde veri parametrik test koşullarını sağlamadığında,
2. Sigara içen içmeyen annelerin çocuklarının apgar skorları arasında fark olup olmadığının araştırılmasında,
3. Kömür madeni ocağında çalışanlar ile aynı bölgede masa başında çalışanların akciğerlerindeki leke sayıları arasında fark olup olmadığının incelenmesinde,
4. Spor yapan ve yapmayan öğrencilerin bir dakika içindeki şnav sayıları arasında fark olup olmadığının araştırılmasında.

Hipotezler

H_0 hipotezi:

iki ortalama arasında fark yoktur şeklinde değil, iki dağılım arasında fark yoktur şeklinde kurulur.

Test istatistiğinin hesaplanması:

Mann-Whitney U testinde, gruplardaki denek sayısına bağlı olarak iki farklı test istatistiği hesaplanır.

a) **Her iki gruptaki denek sayıları 20 ya da daha az olduğunda test istatistikleri**

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 - U_1$$

n_1: Birinci gruptaki denek sayısı
n_2: İkinci gruptaki denek sayısı
R_1: Birinci gruptaki değerlerin sıra numaraları toplamı.

İstatistiksel karar:

U_1 ve U_2 değerinden büyük olanı (U_{max}) test istatistiği olarak seçilir ve belirlenen α yanılma düzeyindeki n_1 ve n_2 serbestlik dereceli U_{tablo} istatistiği ile karşılaştırılır. $U_H > U_{tablo}$ ise H_0 hipotezi reddedilir.

b. Grupların birindeki ya da her ikisindeki denek sayıları 20'den fazla olduğunda test istatistiğinin hesaplanması

$$z = \frac{U - \dfrac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\dfrac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

n_1 : Birinci dağılımdaki denek sayısı

n_2 : İkinci dağılımdaki denek sayısı

U : U_1 veya U_2 den herhangi birisi kullanılabilir. Testin sonucunu etkilemez. Sadece bulunacak z değerlerinin işareti farklı olur.

İstatistiksel karar

Hesapla bulunan z değerine karşılık gelen olasılık z tablosundan bulunur.

Bulunan olasılık değeri 0.5’den çıkartılır. Hipotez çift yönlü ise bulunan olasılık değeri 2 ile çarpılır. Bu değer, seçilen alfa yanılma olasılığından küçük ise Ho hipotezi reddedilir.

ÖRNEK:

İki farklı hastalığa sahip 16-18 yaşlarındaki bireylerin dengede kalma süreleri stabilometre ile saniye cinsinden ölçülüyor. Dengede kalma süreleri hastalık gruplarına göre değişmekte midir?

Hastalık A	Hastalık B
16,60 16,66 17,44 19,50 19,55	13,15 14,15 14,67 15,10 16,60
20,50 21,13 21,13 23,15	16,60 18,00 18,14 19,50 19,75

Grup	Sıra	Sıra no	Yeni sıra no
B	13,15	1	1
B	14,15	2	2
B	14,67	3	3
B	15,10	4	4
B	16,60	5	6
B	16,60	6	6
A	16,60	7	6
A	16,66	8	8
A	17,44	9	9
B	18,00	10	10
B	18,14	11	11
B	19,50	12	12,5
A	19,50	13	12,5
A	19,55	14	14
B	19,75	15	15
A	20,50	16	16
A	21,13	17	17,5
A	21,13	18	17,5
A	23,15	19	19

Hipotezler:

Ho: İki dağılım arasında fark yoktur

H_1: İki dağılım arasında fark vardır

Test İstatistiği:

$$U_1 = 9 \times 10 + \frac{9 \times (9+1)}{2} - (6+8+9+12{,}5+14+16+17{,}5+17{,}5+9)$$

$$= 15{,}5$$

$$U_2 = 9 \times 10 - 15{,}5 = 74{,}5$$

U=Max (U_1, U_2)=74.5

Yanılma düzeyi:

Alfa=0,05 olarak alınmıştır.

0,05 yanılma düzeyinde ve (9, 10) serbestlik derecesindeki U tablo istatistiği 66’dır.

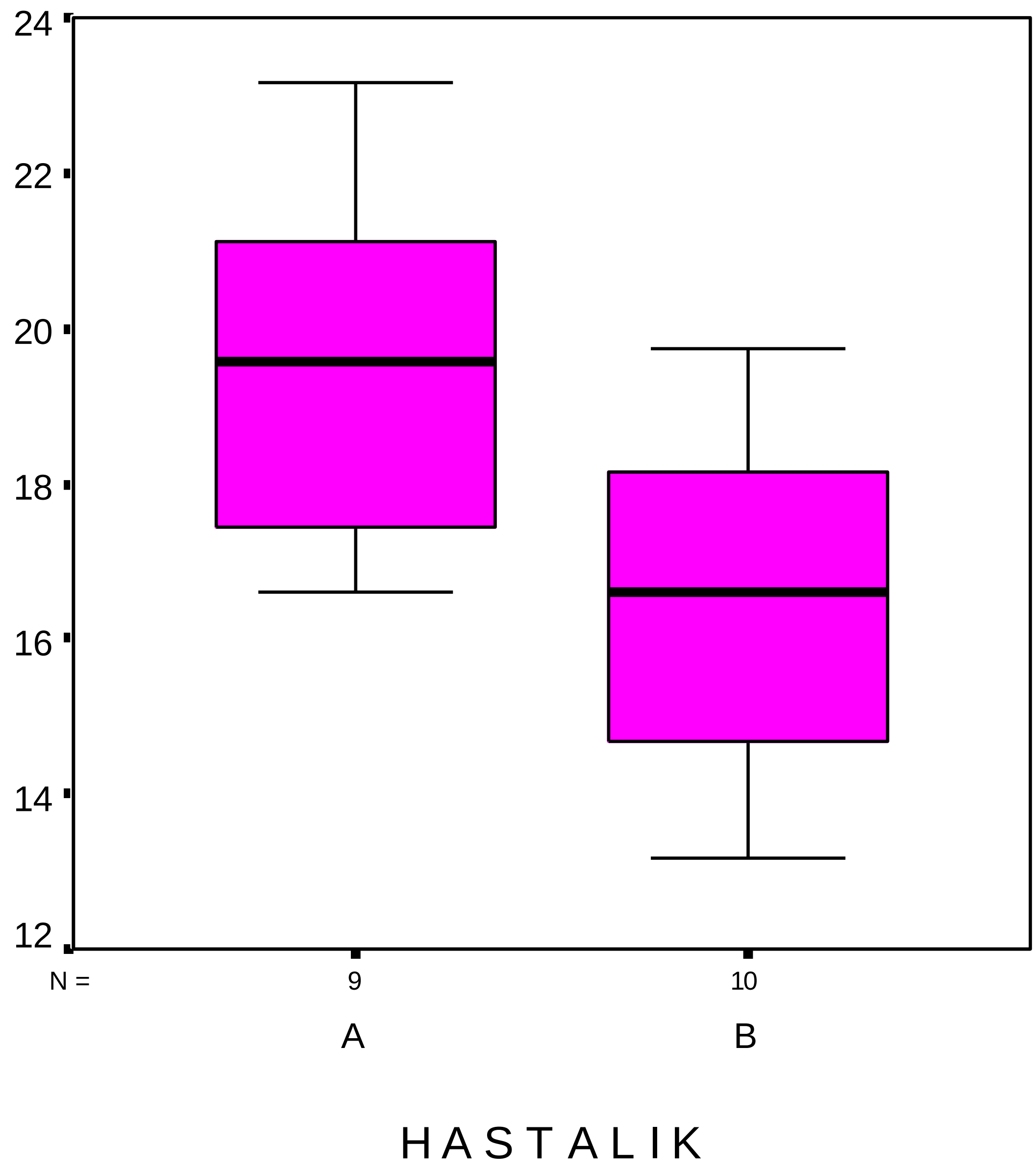
İstatistiksel karar:

$$U_{Hesap} = 74{,}5 > U_{Tablo} = 66$$

Ho hipotezi reddedilir ve iki hasta grubuna ilişkin denge ölçümleri arasında fark olduğu söylenir.

Hastalık Gruplarına Göre İstatistikler

HASTALIK	Ortalama	Ortanca	Standart Sapma	En küçük	En büyük	IQR
A	19,52	19,55	2,246	16,60	23,15	4,08
B	16,56	16,60	2,274	13,15	19,75	3,94


24
22
20
18
16
14
12
N =
9
10
A
B
HASTALIK

BAĞIMSIZ İKİ GRUP OLMASI DURUMUNDA NİTELİK DEĞİŞKENLERİN KARŞILAŞTIRILMASINA İLİŞKİN HİPOTEZ TESTLERİ

1. İki yüzde arasındaki farkın anlamlılık testi

2. 2x2 Ki-kare testleri

   2x2 ki-kare testi (Pearson ki-kare testi)

   Yates Düzeltmeli Ki-kare testi

   Fisher kesin ki-kare testi

İKİ YÜZDE ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ

Niteliksel bir değişken yönünden iki gruptan elde edilen yüzdelerin farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır.

ÖRNEKLER:

1. Eğitim düzeyi yüksek olan kadınlarla düşük olan kadınların aile planlaması yöntemi kullanma yüzdeleri arasında fark olup olmadığının araştırılmasında,
2. Sigara içen ve içmeyenlerin akciğer kanserine yakalanma yüzdeleri arasında fark olup olmadığının araştırılmasında,
3. Suyunda iyot miktarı yeterli olan ve olmayan bölgelerde yaşayanların guatr hastalığına yakalanma yüzdeleri arasında fark olup olmadığının araştırılmasında.

Sporcularda milli olma sayısı ve teknik kapasite ilişkisi

	(a)	**(b)**	**(b/a)**
Milli Olma Sayısı	Gözlem Sayısı	Teknik Kapasitesi "yeterli" olan Sayısı	%
0-5	72	32	**44,4**
6+	66	21	**31,8**
Toplam	138	53	**38,4**

İki Farklı Öğretim Yöntemine Göre Çocukların Konuşma Becerisindeki Olumlu değişiklikler

Öğretim Yöntemi	Toplam Çocuk Sayısı	Konuşma Becerisinde Olumlu Gelişme Olan Çocuk Sayısı	%
A	40	28	**70,0**
B	40	16	**40,0**
Toplam	80	31	**55,0**

Genel Tablo

Grup	Kişi Sayısı	Oluş Sayısı	Oluş Yüzdesi
A	n_1	a	a / n_1 = $p1$
B	n_2	b	b / n_2 = $p2$
Toplam	$n_1+n_2=n$	$a+b$	(a+b)/n = p

TEST SÜRECİ

1. Hipotezlerin belirlenmesi

H_0: İki yüzde arasında fark yoktur ($P_1 = P_2$)

H_1: İki yüzde arasında fark vardır ($P_1 \quad P_2$)

2. Test istatistiğinin (t) hesaplanması

$$t = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\dfrac{pq}{n_1} + \dfrac{pq}{n_2}}} \sim t_{(sd:\, n_1 + n_2 - 2\,;\ \alpha)}$$

Burada, q = 1-p’dir.

3. Yanılma düzeyi belirlenir

4. İstatistiksel karar

$$| t_{hesap} | > t_{tablo}$$

ise H_0 hipotezi reddedilir ve İki yüzde arasındaki farkın anlamlı olduğu söylenir ($p<0.05$).

ÖRNEK:

Çalışma Pozisyonu-Varis Oluşumu İlişkisi

Çalışma Pozisyonu	İncelenen Kişi Sayısı	Varisli Kişi Sayısı	%
Oturarak	201	26	**12.9**
Ayakta	225	44	**19,6**
Toplam	426	70	**16,4**

$$p_1 = 0.129 \quad p_2 = 0.196 \quad p = 0.164$$
$$q = 1 - p = 1 - 0.164 = 0.836$$

1. Hipotezler:

H_0: İki yüzde arasında fark yoktur ($P_1 = P_2$)

H_1: İki yüzde arasında fark vardır ($P_1 \neq P_2$)

2. Test İstatistiği:

$$t = \frac{0{,}129 - 0{,}196}{\sqrt{\dfrac{0{,}164 \times 0{,}836}{201} + \dfrac{0{,}164 \times 0{,}836}{225}}} = 1{,}86$$

3. Yanılma düzeyi:

Alfa=0,05 alınmıştır.

4. İstatistiksel karar:

$$t_{Hesap} = 1.86 < t_{Tablo(sd=139+148-2=285,\ \alpha=0.05)} = 1.97$$

Olduğu için Ho Hipotezi kabul edilir ve p>0.05 şeklinde gösterilir. Ayakta durarak çalışanlarda varis oluşumu % 6.7 miktarında fazla görülmekle birlikte, bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Kİ-KARE TESTLERİ

1. Ki-kare testleri veri tipinin nitelik olduğu (kadın-erkek, iyileşti-iyileşmedi, hasta-sağlam, sosyo-ekonomik düzeyi iyi-orta-kötü,... gibi) verilerde kullanılır.

2. Ayrıca sürekli ya da kesikli sayısal veri tipinde olduğu halde sonradan nitelik veri konumuna dönüştürülen veriler arasında fark olup olmadığının incelenmesinde de kullanılır.

3. Veriler 2x2, 2x3, 3x3, 3x4, ... Boyutlu çapraz tablo şeklinde olmalıdır.

2x2 ki-kare testi

İki yüzde arasındaki farkın anlamlılık testinin uygulandığı durumlarda istenirse 2x2 ki-kare testinden de yararlanılabilir.

2x2 ki-kare testinin avantajı, gruplardaki gözlem sayılarının az olduğu durumlar için geliştirilmiş değişik ki-kare testlerinin olmasıdır. Gruplardaki gözlem sayısının az olması durumunda ki-kare testlerinden yararlanmak daha uygundur.

ÖRNEKLER: 2x2 (4 gözlü) ki-kare tablosu

	Sağlıktan Yakınma		
Sigara	Var	Yok	Toplam
İçen			
İçmeyen			
Toplam			

ÖRNEKLER: 2x3 ki-kare tablosu

Eğitim Düzeyi	Genel Sağlık Bilgisi İyi	Orta	Kötü	Toplam
Düşük				
Yüksek				
Toplam				

Çalışma Pozisyonu	İncelenen Kişi Sayısı	Varisli Kişi Sayısı	%
Oturarak	201	26	**12.9**
Ayakta	225	44	**19,6**
Toplam	426	70	**16,4**

$t=1.87$

$p>0.05$

Çalışma Pozisyonu	Varis Bulgusu		Toplam
	Olan	Olmayan	
Oturarak	26	175	**201**
Ayakta	44	181	**225**
Toplam	70	356	**426**

$\chi^2 = 3.4$

$p>0.05$

2x2 ya da 4 gözlü ki-kare düzenleri; her gözdeki gözlem sayısının ya da beklenen frekansların belli bir değerin altında olup olmaması durumuna göre değişik şekillerde ve değişik adlar altında uygulanır.

1. Pearson Ki-kare

   Gözlerdeki gözlem sayısının 25’in üzerinde olması durumunda uygulanır.

2. Yates Düzeltmeli Ki-kare

   Herhangi bir gözdeki gözlem sayısının 25’in altında olması durumunda uygulanır. Bazı istatistiksel yazılımlarda bu teste ilişkin sonuç; "**düzeltilmiş ki-kare**" (corrected chi-square) adı altında verilmektedir

3. Fisher kesin Ki-kare

   Herhangi bir gözdeki beklenen frekans değeri 5'in altında ise Fisher'in kesin ki-kare testinden yararlanılır.

Erkek ve Kız Öğrencilerin A Dersinin Dersinin Veriliş Şeklinden Memnun Olup Olmamalarına Göre Dağılımı

	Memnun		
Cinsiyet	Olan	Olmayan	Toplam
Erkek	41	72	113
Kız	26	60	86
Toplam	67	132	199

Frekansı 41 olan göz için **beklenen frekans**:

Toplam 199 Öğrenciden 67'si memnun ise

113 erkek öğrenciden kaçı memnundur?

orantısından: 67x113/199=38.05

olarak bulunur.

Gözlenen ve Beklenen Frekanslar

Cinsiyet	Memnun		Toplam
	Olan	Olmayan	
Erkek	41 (38.05)	72 (74.95)	**113**
Kız	26 (28.95)	60 (57.05)	**86**
Toplam	67	132	**199**

Ki-kare İçin Genel Formül:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(G_i - B_i)^2}{B_i}$$

Yates Düzeltmeli Ki-kare İçin Genel Formül:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(\left|G_i - B_i\right| - 0.5)^2}{B_i}$$

k: Toplam Göz Sayısı

HİPOTEZLER

H_0 : Dersin veriliş şeklinden memnun olup olmama açısından erkek ve kız öğrenciler arasında fark yoktur.

H_1 : Dersin veriliş şeklinden memnun olup olmama açısından erkek ve kız öğrenciler arasında fark vardır.

TEST İSTATİSTİĞİNİN HESAPLANMASI

Gözlerde 25'in altında değer olmadığı için yardımıyla, her bir satır için ki-kare değeri;

Erkek Öğ renciler İçin; $$\chi_E^2 = \frac{(41-38.05)^2}{38.05} + \frac{(72-74.95)^2}{74.95} = 0.3448$$

Kız Öğrenciler İçin; $$\chi_K^2 = \frac{(26-28.95)^2}{28.95} + \frac{(60-57.05)^2}{57.05} = 0.4531$$

Ve **Toplam ki-kare**; χ_T^2 = 0.3448+0.4531= **0.7979** olarak bulunu

YANILMA DÜZEYİ

$$\alpha = 0.05$$

TABLO İSTATİSTİĞİ

Serbestlik Derecesi = (satır sayısı-1)x(Sütun sayısı-1)

= (2-1)x(2-1)=1

$$\chi^2_{tablo(sd=1,\alpha=0.05)} = 3.841$$

İSTATİSTİKSEL KARAR

$$\chi^2_{hesap} = 0.7979 \ < \ \chi^2_{tablo} = 3.841$$

$p>0.05$

YORUM: Kız ve erkek öğrencilerin seçmeli olarak aldıkları beden eğitim dersinin veriliş şeklinden memnun olma düzeyleri arasında fark yoktur [Memnun yüzdeleri: erkek öğrenciler için % 36.0 (41/113), kız öğrenciler için % 30.2 (26/86)]. Ya da dersin veriliş şeklinden memnun olup olmama ile cinsiyet arasında bir bağ (ilişki) yoktur.

FISHER KESİN Kİ-KARE TESTİ

4 gözlü düzende gözlerden herhangi birisinde beklenen frekans 5'den küçükse ki - kare dağılımı çarpık ve kesikli olur. Bu durumda yukarıda anlatılan 4 gözlü düzende ki - kare testleri yerine Fisher kesin ki-kare testi uygulanır.

Sigara	Sağlıktan Yakınma var	yok	Toplam
İçen	**a**	**b**	**A**
İçmeyen	**c**	**d**	**B**
Toplam	**C**	**D**	**n**

Fisher kesin ki - kare testi için test istatistiği

$$P = \sum_{i=1}^{k} \frac{A!\,B!\,C!\,D!}{a!\;b!\,c!\,d!\,n!}$$

P istatistiği bir olasılık değeridir. İstatistiksel karar için; Eğer hipotez tek yönlü ise hesapla bulunan olasılık değeri saptanan yanılma olasılığından küçükse H_0 hipotezi reddedilir, büyükse kabul edilir.

Eğer hipotez çift yönlü ise hesapla bulunan olasılık değeri 2 ile çarpılır ve saptanan yanılma olasılığından küçükse H_0 hipotezi reddedilir, büyükse kabul edilir.

ÖRNEK:

Tablo 1

Antrenman Yöntemi	Performans Sonucu İyi	Kötü	Toplam
I	**8**	**4**	**12**
II	**1**	**12**	**13**
Toplam	**9**	**16**	**25**

Tablo 2

Antrenman Yöntemi	Performans Sonucu İyi	Kötü	Toplam
I	**9**	**3**	**12**
II	**0**	**13**	**13**
Toplam	**9**	**16**	**25**

1. Hipotezler

Ho: Performans sonucu açısından ant. yöntemleri farksızdır.

H_1: Performans sonucu açısından ant. yöntemleri farklıdır.

2. Test İstatistiği

$$p = \frac{12!\,13!\,9!\,16!}{8!\,4!\,1!\,12!\,25!} + \frac{12!\,13!\,9!\,16}{9!\,3!\,0!\,13!\,25!} = 0,003261$$

Çift yönlü p değeri = 2x0,003261 = 0,00652

3. Yanılma düzeyi olarak alfa=0.05 alınmıştır.

4. İstatistiksel Karar

P=0,00652<0,05 olduğu için Ho Hipotezi reddedilir.

Antrenman yöntemlerine göre performans sonucu değişmektedir ($p<0.05$).

I. Yöntemde sporcuların % 66.7'sinin (8/12) performansı "iyi" iken

II. Yöntemde sporcuların % 7.7'sinin (1/13) performans sonucu "iyi"dir.