



Nicel Veri Analizi ve İstatistik Testler

Yaşar Tonta
H.Ü. BBY

tonta@hacettepe.edu.tr

yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby208/



Olguları tanımlamak ve açıklamak için gözlem sonuçlarının sayısal gösterimi ve manipölasyonu



- Tek değişkenli – en basiti, tek bir değişkene dayanarak bir vakayı tanımlama
- İki değişkenli – alt grup karşılaştırmaları, eş zamanlı olarak iki değişkene dayanarak bir vakayı tanımlama
- Çok değişkenli – iki ya da daha fazla değişkenin eş zamanlı olarak analizi

Tek değişken analizi



- Dağılımlar, tablolar, grafikler
- Merkezi eğilim ölçüleri: Ortalama, ortanca, mod

<u>Yaş</u>	<u>N</u>	<u>Yaş x N</u>
13	3	39
14	4	56
15	6	90
16	8	128
17	4	68
18	3	51
19	3	57
	<u>Top = 31</u>	<u>Top=492</u>

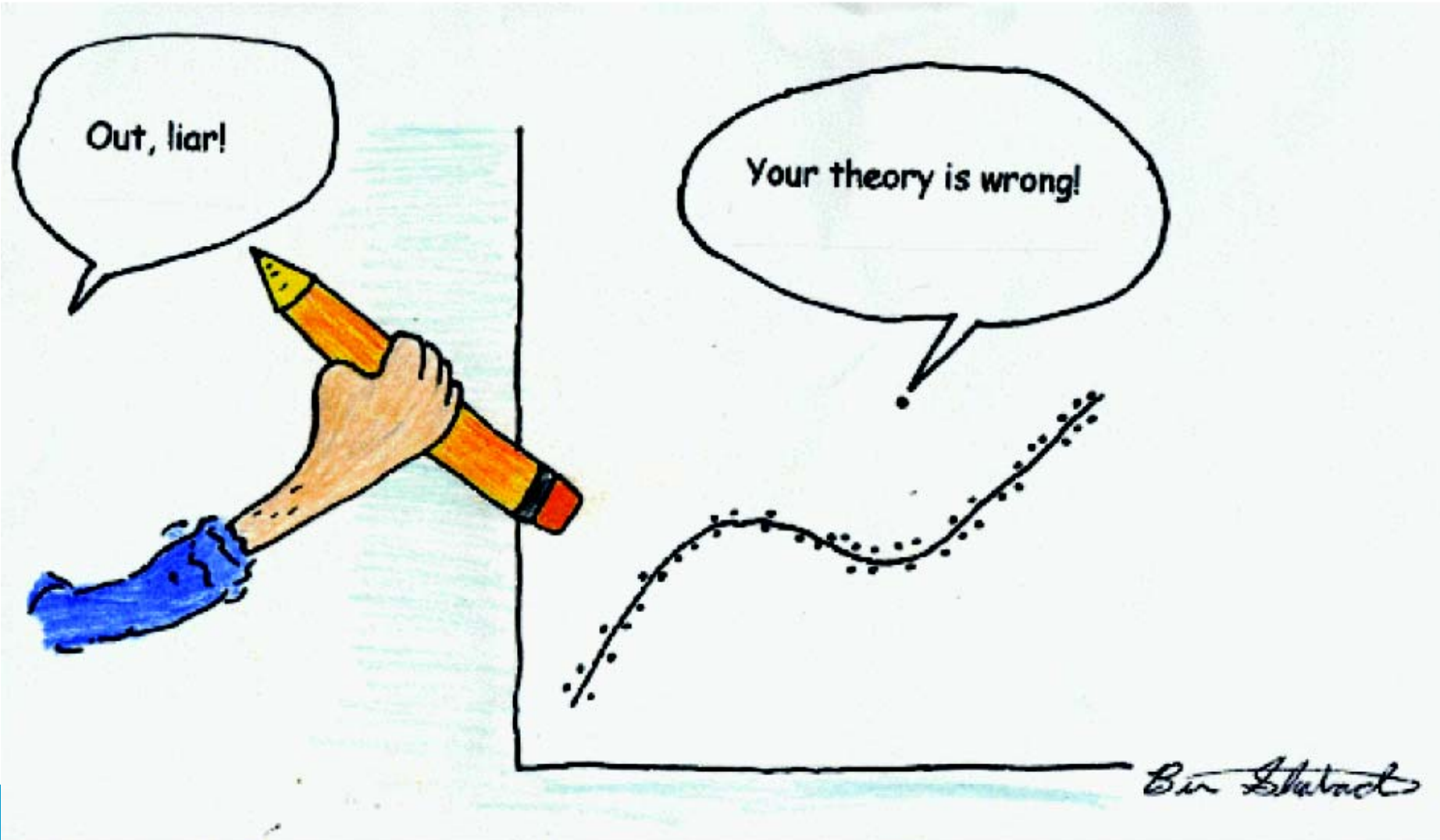
Mod= 16 (en sık tekrarlayan değer)

Ort= 15.87 (492/31)

Ortanca = 16.31 (16. değer)

13 13 13 14 14 14 14 15 15 15 15 15 15 16 16
16
16 16 16 16 16 17 17 17 17 18 18 18 19 19 19

Uç değerlere dikkat!





- Değişkenler üzerine odaklanır (bkz. Babbie, Tablo 15.7, s. 379)
- Tablo oluşturma kuralları
- Yüzdelerin verilmesi (Tablo 15.8, s. 382)
- Review Question no. 2 (Yaşa göre politik tutum)

İki değişkenli tablolar oluşturma



- Bağımsız değişkenin özelliklerine göre verileri grupta
- Her alt grubu bağımlı değişkenin özelliklerine dayanarak tanımla
- Tabloyu bağımlı değişkenin belli bir özelliğine dayanarak bağımsız değişken alt gruplarıyla karşılaştırarak oku

Çocuk ölüm oranları ve GSMH



	N	GSMH (USD)
BAE	25	19.870
Katar	26	15.870
Hollanda	6,5	18.560
Belçika	9,9	19.300

Burada ortalama gelir yerine ortanca alınması daha uygun
Ortalamadan orijinal veriyi yeniden inşa etmek olanaksız.
Dağılım hakkında bilgi veren standart sapma da verilmeli

İlişki ölçümleri: Sınıflama değişkenleri



- Cinsiyete göre işsizlik
- Tahminde yanılma payı: Çalışıp çalışmadığına göre “çalışıyor” denerek bir tahmin yapılırsa 900 hata yapılacaktır
- Oysa cinsiyeti de bilirsek ve her erkek denildiğinde “çalışıyor”, kadın denildiğinde “işsiz” diye tahmin yapsak hatayı azaltabiliriz (600 hata).
- $\text{Lambda} = 600/900 = 0,67$
- Cinsiyetle işsizlik istatistik açıdan birbirinden bağımsız olsaydı erkek ve kadınların dağılımı eşit olurdu.

	E	K	T
Çalışıyor	900	200	1100
İşsiz	100	800	900
Toplam	1000	1000	2000

Kaynak: Babbie, s. 439

İlişki ölçümleri: Sıralama değişkenleri



Ön yargı düzeyi	Alt sınıf	Orta sınıf	Üst sınıf
Düşük	200	400	700
Orta	500	900	400
Yüksek	800	300	100

- Gamma iki sayıdan oluşur:
 - İki değişken için aynı sırayı alan çiftler
 - İki değişken için zıt sırayı alan çiftler
 - Aynı sırayı alanlar her gözdeki sayının sağındaki ve altındaki gözlerdeki sayıların toplamıyla çarpılıyor ve birbirleriyle toplanıyor
 $(200 \cdot (900 + 300 + 400 + 100) + 500 \cdot (300 + 100) + 400 \cdot (400 + 100) + 900 \cdot (100)) = 340.000 + 200.000 + 200.000 = 830.000$
 - Zıt sırayı alanlar her gözdeki sayının solundaki ve altındaki gözdeki sayıların toplamıyla çarpılıyor ve birbirleriyle toplanıyor
 $(700 \cdot (500 + 800 + 900 + 300) + 400 \cdot (800 + 300) + 400 \cdot (800 + 500) + 900 \cdot (800)) = 1.750.000 + 440.000 + 520.000 + 720.000 = 3.430.000$
 - $\text{Gamma} = (\text{aynı} - \text{zıt}) / (\text{aynı} + \text{zıt}) = -0,61$
 - Yani sosyal sınıfla önyargı arasında negatif bir ilişki var: Sosyal sınıf düzeyi yükseldikçe önyargı azalıyor.

İlişki ölçümleri: Eşit aralıklı veya oranlı değişkenler



- Pearson's r ilişki katsayısı ve Spearman sıra-ilişki katsayısı bir değişkeni bildiğiniz takdirde diğerini tahmin etmeye dayanıyor.
- r değeri gerçek değerle ortalama arasındaki farkların karelerinin toplamına eşittir.
- Eksi 1 ile artı 1 arasında değişiyor.
- 0 iki değişken arasında ilişki yok; 0-0,3 zayıf ilişki; 0,3-0,6 orta ilişki; $>0,7$ güçlü ilişki demek
- Spearman sıra-ilişki katsayısı (ρ) gerçek ölçüm değerleri yerine bu değerlerin sıralarını karşılaştırıyor
- Değerlendirme aynı



- İki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkileri ölçmek için kullanılır.
- Hem tanımlayıcı hem de çıkarımsal istatistik sağlar.
- Şehir nüfusu ile suç oranı arasındaki ilişki
- Beden eğitimi derslerinde öğretmen etkinliği
- $F = b_0 + b_1I + b_2x_1 + b_3x_2 + b_4x_3 + e$
- F = öğrenci son notu, b = regresyon ağırlığı, I = Başlangıç notu, x_1 =rehberlik ve destek uygulama, x_2 =içerik bilgisi, x_3 =işle ilgili bilgi, e =kalan ya da analiz edilen mevcut değişkenlerle açıklanamayan varyans.



- Evren
- Örneklem
- Parametre
- İstatistik
- Parametrik / Nonparametrik istatistik testler

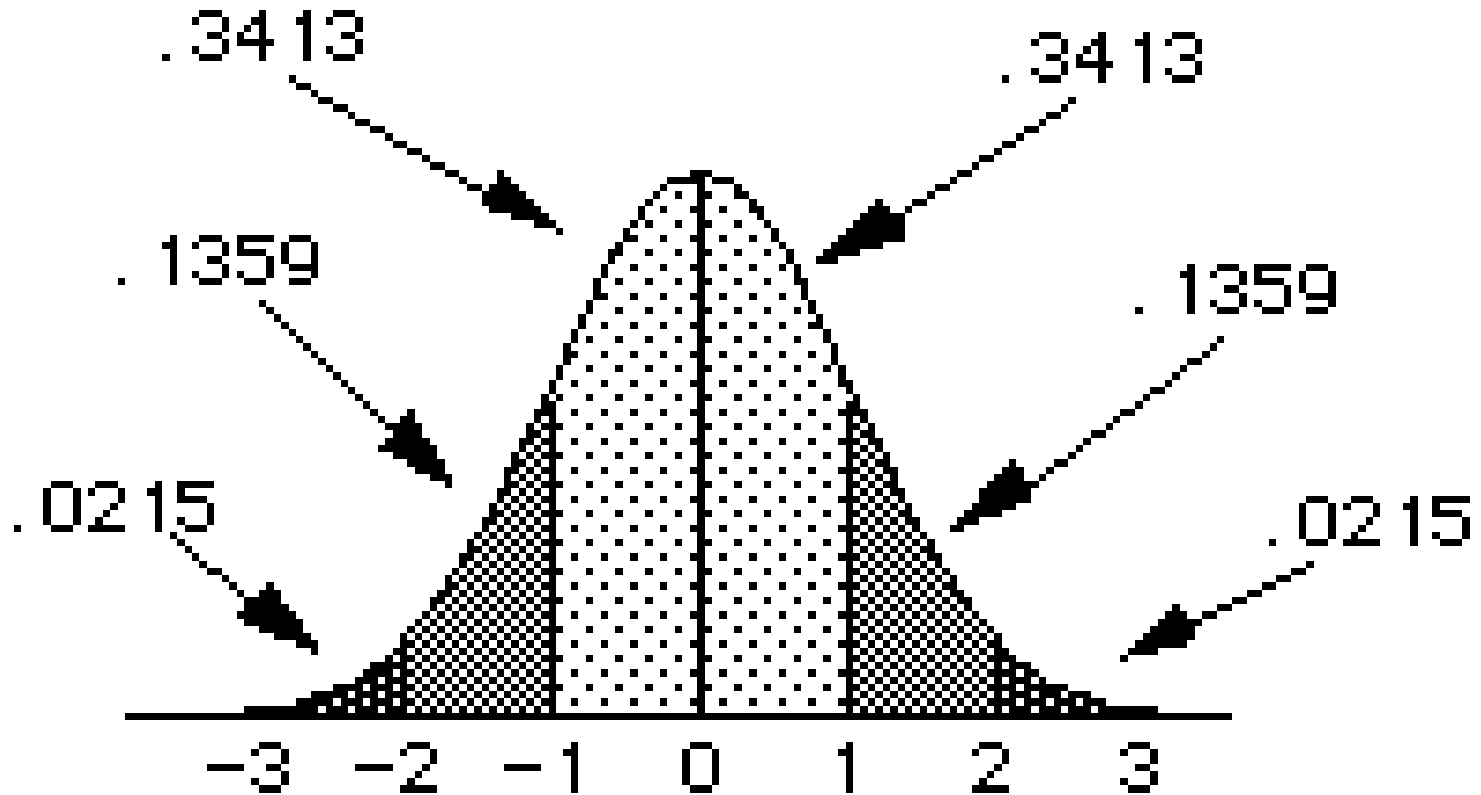


- Artı eksi 3.49 arasında değişiyor.
- Bu, teorik evrenin %99.96'sına karşılık geliyor.
- Z tablosu 1/10'luk aralarla standart sapmayı gösteriyor
- Örneğin, en üst satır -3.4, -3.41, -3.42 .. SS'yi gösteriyor
- Araştırmacılar z tablosundaki birkaç değerle ilgili. Çünkü çoğu hipotez testlerinde %95 ve %99'luk alanlarla ilgileniyor.



$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Formül her zaman ortalaması 0, SS'si 1 olan bir dağılım üretir.
X değerinin alındığı dağılım normal değilse, bu dönüştürme de yansır.





- Bir fotokopi makinesinde günde en az 70 kopya çekilmezse ekonomik değil
- Rastgele 40 gün ölçüm yapılıyor.
- Ort=66, SS=7
- %99 güven düzeyinde hangi sonuca varılabilir?
- H_0 : Ort=70
- H_1 : $M < 70$



- Örneklem istatistikleri belirli bir güven düzeyinde evrene genellenebilir.
- Çünkü bilinen olasılıklara dayanıyor
- SND'de ölçümlerin yüzde 68'i ± 1 SS, %96'sı ± 2 SS, sadece %1'i $\pm 2,575$ SS dışında kalıyor
- Farklı örneklem istatistiklerinin de her birinin farklı SS'leri olabilir (buna standart hata diyoruz)
- Tek örneklem ortalaması birçok örneklem ortalamasından sadece biri ama güvenle diyebiliriz ki bu ortalama evren parametresine yakın olmalı
- %95 güven düzeyinde örneklem ortalaması evren parametresinden 1,96, %99 güven düzeyinde 2,575 standart hata uzaklıktadır

Fotokopi makinesi kârlı mı?



- $N=40, X=66, SS=7, \alpha=0,01$
- Önce örneklemin standart hatasını bulalım:
- $SH = 7 / \sqrt{40} = 1,11$
- %99 güven aralığı = $X + (z * SH) = 66 + (2,575 * 1,11) = 66 + 2,85 = 68,85$.
- Yani fotokopi makinesi ekonomik değildir. H_0 reddedilir.

$$\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Kütüphanede harcanan zaman



- 50 öğrencinin kütüphanede bir haftada harcadıkları sürenin ortalaması 9,8 saat, $SS=4,3$ saat. %95 güven aralığını bul.
- $SH = 4,3 / \sqrt{50} = 0,608$
- %95 GA = $X + (1,96 * SH) = 9,8 + (1,96 * 0,608) = 9,8 \pm 1,191$
- Yani %95 GA 8,6 ile 11 arası

$$\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$



- 25 ziyaretten sonra ortalama kullanım 13, $SS=1,8$. %95 güven aralığı nedir?
- $SH = 1,8 / \sqrt{25} = 0,31$
- %95 GA = $X + (1,96 * SH) = 13 + (1,96 * 0,31) = 13 \pm 0,607$

Örneklem ortalaması evren parametresiyle aynı mı?



- 237 kişilik bir örnekleme ortalama yaş = 42,9 (SS=14,03) olarak bulunuyor.
- Ulusal bir ankette ort. yaş = 37,5 olarak bulunuyor.
- Acaba bizim örnekleme ulusal anket sonuçlarıyla ne ölçüde uyuyor?
- $SH = 14,3 / \sqrt{237} = 0,93$
- %95 GA = $42,9 + (1,96 * 0,93) = 42,9 \pm 1,8$
- Örneklem ortalaması evren parametresinden daha yüksek. Örneklem ortalamasının 37,5 civarında olma olasılığı çok çok az.

Kütüphanecilerin ve öğretmenlerin mazeret izni kullanma süreleri birbirinden farklı mı?



- $X_k = 9.6$ $SS_1 = 1.9$ $N_1 = 65$
- $X_{\bar{o}} = 8.4$, $SS_2 = 2.3$ $N_2 = 55$
- $\alpha = 0.01$
- $H_0: X_k = X_{\bar{o}}$
- $H_1: X_{\bar{o}} < X_k$
- Tek kuyruklu test
- $z = X_k - X_{\bar{o}} / \sqrt{(SS_1^2 / N_1) + SS_2^2 / N_2} =$
- $Z = -3.08$ (kritik değerin dışında)
- Yani öğretmenlerin kütüphanecilerden daha az izin kullandığı söylenebilir. Aradaki fark %99 güven düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı

$$\sigma_{M_d} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Küçük örneklerde t testi



- Z tablosu kullanılırken evrenin standart sapması biliniyormuş varsayımıyla hareket edilir.
- Çoğu durumda evrenin standart sapması bilinmiyor olsa bile örneklemin standart hatasından SS hesaplanır.
- T tablosu ise evrenin SS'i bilinmediği durumlarda SH hesaplamak için kullanılır $((X - \mu) / (\sigma \sqrt{n}))$
- Örneklem küçükse güven aralığı yükselir, büyükse düşer
- Denek sayısı 30'dan fazlaysa z, azsa t tablosu kullanılır.

Ki kare (χ^2) testi



- Diyelim ki, rastgele seçilen 100 deneğe (40 erkek, 60 kadın) geçen hafta kütüphaneye gidip gitmediklerini sorduk.
- Deneklerin %70'i gittiklerini söyledi. Kütüphaneye gitme açısından cinsiyete göre fark olup olmadığını nasıl test ederiz?
- “İki değişken (cinsiyet ve kütüphaneye gidip gitmeme) arasında evrende de ilişki yok” hipotezi (H_0) test ediliyor.
- Fark yoksa erkek ve kadınların yüzdelerinin birbirine eşit ya da yakın olması gerekli.

χ^2 hesabı



Beklenen değerler

	E	K	T
Gitti	28	42	70
Gitmedi	12	18	30
Toplam	40	60	100

Gözlenen değerler

	E	K	T
Gitti	20	50	70
Gitmedi	20	10	30
Toplam	40	60	100

$(\text{Gözlenen} - \text{Beklenen})^2 / \text{Beklenen}$

	E	K
Gitti	2,29	1,52
Gitmedi	5,33	3,56

$$\chi^2 = 12,7$$

Ki kare değeri gözlenen değerle beklenen değer arasındaki ortak dağılımının tutarlılık düzeyini gösterir.

Ki kare değerinin büyüklüğü böyle bir dağılımın gerçekleşme olasılığını test etme olanağı veriyor.

χ^2 hesabı: Serbestlik derecesi



- Serbestlik derecesi bir istatistiksel modeldeki değişim olasılıkları demektir
- Örneğin ortalaması 11 olan 3 sayı bulun dersek sonsuz sayıda olasılık var (11, 11, 11; 10, 11, 12; -11, 11, 33; vs.)
- Bu sayılardan biri 7 ise hala sonsuz olasılık var.
- Ama biri 7, diğeri 10 ise olasılık tek: 16
- $SD = N - 1$

χ^2 hesabı: Serbestlik derecesi



	E	K	T
Gitti			70
Gitmedi			30
Toplam	40	60	100

Bu tabloda kaç göze serbestçe değer yazabilirsiniz?

Genel olarak **SD = (sütun sayısı - 1) * (satır sayısı - 1)**

Örneğimizde de **SD = 1**

χ^2 tablosu



- Elimizde ki kare (12,70) ve SD (1) değerleri var.
- Ki kare tablosundan SD 1 iken ki kare değerini buluruz.
- Rastgele örneklem seçildiğinde 100 örneklemde 5'inde (SD 1 iken) ki kare değeri 3.8 ve daha büyük olabilir, 100'de 1'inde 6.6 ve daha büyük olabilir, 1000'de 1'inde 10.827 ve daha büyük olabilir.
- Yani, elde ettiğimiz ki kare değerini elde etme olasılığımız binde birden de az. (Ki kare yükseldikçe farkın örneklem hatasından kaynaklanma olasılığı azalıyor.)
- Bu bulguyu “cinsiyetle geçen hafta kütüphaneye gidip gitmeme arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki vardır ($\chi^2 = 12,70$, $p < .001$)” diye rapor ediyoruz.
- İki değişken arasında gözlenen ilişkinin örneklem hatasından kaynaklanması öylesine olanaksız ki boş hipotezi (H_0) reddediyoruz ve:
- İki değişkenin (erkeklerle kadınların kütüphaneye gitme alışkanlıkları) evrendeki dağılımının birbirinden farklı olduğunu kabul etmek durumundayız.
- (Hem ki kare değeri tablo değerinden yüksek hem de önem düzeyi binde birin altında. Tablo değeri yüksek ama istatistiksel açıdan önem düzeyi %5'in üstünde olsaydı o zaman boş hipotezi kabul edecektik.)

Ki kare tablosu			
SD	Olasılık (α)		
	0.05	0.01	0.001
1	3.841	6.635	10.827
2	5.991	9.210	13.815
3	7.815	11.340	16.268
...
30	43.77	50.89	59.703

	Value	df	Asymp . Sig. (2-sided)
Pears on Chi-Square	12,70	1	,001

Bu ilişki cinsiyet ile intihar mevsimi arasındaki ilişkiye benziyor mu?

SLIDE 28



SPSS ile Parametrik Testlerin Yapılması

Hangi Ölçekle Toplanmış Veriler İçin Hangi İstatistik Testler Kullanılmalı?



Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Tekniklerin Kullanımı ve Bulguların Sunumu Üzerine - Microsoft Internet Explorer

Dosya Düzen Görünüm Sık Kullanılanlar Araçlar Yardım

Adres <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/istatistik.htm>

Google Search Web 72 blocked AutoFill Options

Tablo 1. İlişki Ölçümleri ve Ölçek Düzeyleri

		Bağımsız değişken		
		Sınıflama	Sıralama	Eşit Aralıklı/Oranlı
	Sınıflama	Çapraz tablolar	Çapraz tablolar	
		Ki-kare	Ki-kare	
		Lambda	Lambda	
	Sıralama	Çapraz tablolar	Çapraz tablolar	
Bağımlı		Ki-kare	Ki-kare	
Değişken		Lambda	Lambda	
			Gamma	
			Kendall's Tau	
			Sommers' d	
	Eşit Aralıklı-	Ortalamalar	Ortalamalar	Korelasyon
	Oranlı	t-testleri	t-testleri	Pearson's r
		ANOVA	ANOVA	Regresyon (R)

Kaynak: Babbie, 1998: 415

Örnekler:

http://yhspatriot.yorktown.arlington.k12.va.us/~dwaldron/stat_exam.html



Statistical Test Examples - Microsoft Internet Explorer

Dosya Düzen Görünüm Sık Kullanılanlar Araçlar Yardım

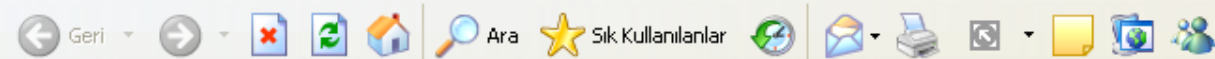
Adres http://yhspatriot.yorktown.arlington.k12.va.us/~dwaldron/stat_exam.html

Google "statistical tests" +examples Search Web 72 blocked AutoFill Options statistical tests examples

Examples of statistical tests used to analyze some basic experiments

Click on the name of the test to see an example, or scroll down to the examples given below the table. This Table is modified from Motulsky, H., **Intuitive Biostatistics**. Oxford University Press, New York, 1995, p. 298.

Data comparisons you are making	When your data are normally distributed	When your data are not normally-distributed, or are ranks or scores	When your data are Binomial (possess 2 possible values)
You are studying one set of data	Find the mean, standard deviation	Find the median, interquartile range (Q_3-Q_1)	Calculate a proportion
Compare one set of data to a hypothetical value	Run a one-sample t-test	Run a Wilcoxon Test	Run a χ^2 (chi-square) test
Compare 2 sets of independently-collected data	Run a 2-sample t-test	Run a Mann-Whitney Test	Run a Fisher test, or a χ^2 (chi-square) test
Compare 2 sets of data from the same subjects under different circumstances	Run a t-test on the differences between the data values (a matched-pairs t-test)	Run a Wilcoxon Test	Run a McNemar's test
Compare 3 or more sets of data	Run a one-way ANOVA test	Run a Kruskal-Wallis test	Run a chi-square test
Look for a relationship between 2 variables	Calculate the Pearson Correlation coefficient	Calculate the Spearman Correlation coefficient	Calculate Contingency Correlation coefficients
Look for a linear relationship between 2 variables	Run a linear regression	Run a nonparametric linear regression	Run a simple logistic regression
	<i>When your data are normally</i>	<i>When your data are not normally-</i>	<i>When your data are Binomial</i>



What statistical analysis should I use?

Statistical analyses using SPSS

Introduction

This page shows how to perform a number of statistical tests using SPSS. Each section gives a brief description of the aim of the statistical test, when it is used, an example showing the SPSS commands and SPSS (often abbreviated) output with a brief interpretation of the output. You can see the page [Choosing the Correct Statistical Test](#) for a table that shows an overview of when each test is appropriate to use. In deciding which test is appropriate to use, it is important to consider the type of variables that you have (i.e., whether your variables are categorical, ordinal or interval and whether they are normally distributed), see [What is the difference between categorical, ordinal and interval variables?](#) for more information on this.

About the hsb data file

Most of the examples in this page will use a data file called **hsb2**, high school and beyond. This data file contains 200 observations from a sample of high school students with demographic information about the students, such as their gender (**female**), socio-economic status (**ses**) and ethnic background (**race**). It also contains a number of scores on standardized tests, including tests of reading (**read**), writing (**write**), mathematics (**math**) and social studies (**soest**). You can get the hsb data file by clicking on [hsb2](#).

One sample t-test

A one sample t-test allows us to test whether a sample mean (of a normally distributed interval variable) significantly differs from a hypothesized value. For example, using the [hsb2 data file](#), say we wish to test whether the average writing score (**write**) differs significantly from 50. We can do this as shown below.

t-test



- Veri dosyası 200 lise öğrencisinin demografik bilgileri ve çeşitli konulardan aldıkları standart puanları içermektedir.
- Dosya adı: hsb2turkce.sav

Değişkenlerin Tanımları (Variable View)



- No:
- Cinsiyet: 0=erkek, 1=kadın .
- Irk: 1=Latin, 2=Asyalı, 3=Siyah, 4=Beyaz
- Sosyo-ekonomik statü (ses) 1=düşük, 2=orta, 3=yüksek
- Okul türü: 1=devlet, 2=özel
- Program türü: 1=genel, 2=akademik, 3=mesleki
- Okuma puanı
- Yazma puanı
- Matematik puanı
- Fen puanı
- Sosyal bilimler puanı



Parametrik Testler

- Tek örneklemlili t-testi
- İki bağımsız örneklemlili t-testi
- Eşlenik t-testi
- Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)
- Korelasyon
- Basit doğrusal Regresyon
- Çoklu regresyon

Parametrik Olmayan Testler

- Binom testi
- Ki-kare uyum iyiliği testi
- Ki-kare testi
- Wilcoxon-Mann-Whitney testi
- Kruskal Wallis testi
- Wilcoxon işaretli sıra toplamı testi
- Parametrik olmayan korelasyon testi



- İlki, testler hipotezleri ispatlamak ya da yanlışlamak için tasarlanmıyor; amaç bir fikrin/iddianın gerçekleşme olasılığının ne kadar düşük/yüksek olduğunu gösteriyor
- İkincisi, yanlışlamaya çalıştığımız hipotez boş hipotezdir (H_0), yani fark yoktur hipotezi.



- 1: Pratik sorunu hipotez olarak formüle edin. Araştırma hipotezi H_1 üzerinde yoğunlaşın.
- 2: İstatistiği hesaplayın (T). İstatistik verinin fonksiyonudur.
- 3: Kritik bölgeyi seçin.
- 4: Kritik bölgenin büyüklüğünü kararlaştırın.
- 5: Sonuca varın, ama T değeri kritik bölge sınırına yakınsa dikkatli olun.



- SPSS bu adımlardan sadece ikincisini yapıyor.
- Diğer adımlar bize kalıyor

3. Adım için 3 durum



- Diyelim ki μ (mu okunur, Yunanca evren ortalamasının simgesi) için test yapıyoruz. Örneklem büyüklüğü n ve veriler normal dağılmış.
- Örnek 1:
 - $H_0: \mu < \mu_0$
 - $H_1: \mu > \mu_0$ (**sağ kuyruk testi**)
- Örnek 2:
 - $H_0: \mu > \mu_0$
 - $H_1: \mu < \mu_0$ (**Sol kuyruk testi**)
- Örnek 3:
 - $H_0: \mu = \mu_0$
 - $H_1: \mu \neq \mu_0$ (**çift taraflı test**)

4. Adım için Red Bölgesi



		Durum	
		H_0 doğru	H_0 yanlış
Karar	H_0 Kabul	DOĞRU	Tür 2 hatası
	H_0 Red	Tür 1 hatası	DOĞRU

- Tür 1 Hatası: Boş hipotez doğru, araştırma hipotezi yanlış olduğu halde boş hipotezi reddetme. Araştırmacılar Tür 1 hatasını α ile gösterir.
- Tür 2 Hatası: Boş hipotez yanlış, araştırma hipotezi doğruyken boş hipotezi kabul etme. Tür 2 hatası β ile gösterilir.
- Tür 1 hatası Tür 2 hatasından daha tehlikelidir
- Güç: H_0 yanlışken isabetli bir biçimde H_0 'ı reddetme olasılığı ($1 - \beta$)

Tür 1 ve Tür 2 Hataları



- Hipotez testi gruplar arasında fark olmadığı hipotezini test eder
- Farkın sıfır olması nadiren rastlanan bir durum
- Bu durumda fark şans eseri mi oluştu yoksa iki grup birbirinden gerçekten farklı mı?
- Doğru olmasına karşın boş hipotezin reddedilme olasılığı (Tür 1 Hatası)
- Yanlış olmasına karşın boş hipotezin kabul edilme olasılığı (Tür 2 Hatası)



- Anlamlılık düzeyi: 0,05
 - 100 boş hipotezden 5'inin gerçekte doğru olmasına karşın reddedilmesi anlamına gelir
 - Aynı evrenden rastgele seçilen iki örneklemin şans eseri birbirinden farklı olması anlamına gelir
- Tür 1 Hatası: Doğru olmasına karşın boş hipotezi reddetme olasılığı (yani gerçekte araştırma hipotezi yanlış)
- Anlamlılık düzeyi 0,01 olursa bu olasılık %1'e düşer
- Ama o zaman da yanlış olduğu halde boş hipotezi kabul etme olasılığı (Tür 2 hatası) artar, yani gerçekte araştırma hipotezi doğrudur
- Tür 1 hatalardan daha çok sakınılır

5. Adım: Sonuç



- Örnek 1: $T \geq T_{\alpha}$ ise H_0 Red.
- Örnek 1: $T \leq -T_{\alpha}$ ise H_0 Red
- Örnek 1: $|T| \geq T_{\alpha/2}$ ise H_0 Red

- Not: Sonuçtan önce hangi durumda boş hipotezin reddedileceğine karar verilmelidir. Parametrik testlerin çoğu normal dağılım varsayımıyla yapılır. Normal dağılım varsayımı parametrik olmayan testler için geçerli değildir.



- Tek örneklemlili t-testi
- İki bağımsız örneklemlili t-testi
- Eşlenik t-testi
- Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)
- Korelasyon
- Basit doğrusal Regresyon
- Çoklu regresyon



- Aralıklı/oranlı ölçekle toplanmış veriler için kullanılır. Bir değişkenin örneklem ortalamasının (verilerin normal dağıldığı varsayılararak) hipotezdeki değerden anlamlı bir biçimde farklı olup olmadığını test eder. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak diyelim ki öğrencilerin ortalama yazma puanınının 50'den farklı olup olmadığını test edelim.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “200 öğrencinin yazma puanlarının ortalaması 50’ye eşittir” (50’den farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “200 öğrencinin yazma puanlarının ortalaması 50’den farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “200 öğrencinin yazma puanlarının ortalaması 50’den büyüktür.”
- H_a : “200 öğrencinin yazma puanlarının ortalaması 50’den küçüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



Mönüden

- Analyze -> Compare means-> one sample T test seçin
- Değişken listesinden yazma puanını seçin ve test değeri olarak 50 girin.
- (Options'a basarak Güven aralığını görebilirsiniz. 0.95)
- OK seçeneğine basın.

Tek örneklemlili t-testi sonucu



One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
yazma puanı	200	52,78	9,479	,670

One-Sample Test

	Test Value = 50					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
yazma puan	4,140	199	,000	2,775	1,45	4,10

Tek örneklemlı t-testinin yorumu



- Öğrencilerin yazma puanı ortalaması test değeri olan 50'den farklı (52,78) ve bu fark istatistiksel açıdan anlamlı. Yani öğrenciler 50'den daha yüksek puan almışlardır.
- t değeri 4,140, serbestlik derecesi 199, çift kuyruklu test sonucu: 0,000.
- Boş hipotez reddedilir.
- Araştırma metninde bu sonuç APA stiline göre “ $t(199)=4,410, p < 0,001$ ” ya da “ $t(199)=4,410, p = 0,000$ ” biçiminde gösterilir.

İki bağımsız örneklem t-testi



- Bağımsız örneklem t-testi normal dağılmış aralıklı bağımlı değişkeni iki bağımsız gruba karşılaştırmak için kullanılır. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarını karşılaştıralım.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması birbirine eşittir” (ikisi arasında fark yoktur)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Daha önceki örnekte olduğu gibi hipotezi Erkeklerin notu kızlarınkinden büyüktür/küçüktür şeklinde de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılacağını unutmamak gerekir.



Mönüden

- Analyze -> Compare means-> independent sample T test'i seçin
- Değişken listesinden yazma puanını seçin ve sağ tarafa aktarın.
- Değişken listesinden Cinsiyeti seçin ve Grup değişkenine aktarın.
- Grupları tanımlayın: grup 1'i 0, grup 2'yi 1 olarak tanımlayın (yani ilk grup kız, ikinci grup erkek).
- OK'e tıklayın.

İki bağımsız örneklemlili t-testi sonucu



Tanımlayıcı istatistikler

Group Statistics

ogrencinin cinsiyeti	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
yazma puanı erkek	91	50,12	10,305	1,080
kadin	109	54,99	8,134	,779

Karşılaştırılacak ortalamalar

SS'ler farklı

Bağımsız örneklem t testi

Independent Samples Test

	Levene's Test for quality of Variance		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
yazma puanı Equal variance assumed	11,133	,001	-3,734	198	,000	-4,870	1,304	-7,442	-2,298
Equal variance not assumed			-3,656	169,707	,000	-4,870	1,332	-7,499	-2,241

%95 güven aralığı SS'ler farklı



- İlk tablo erkek ve kız öğrencilerin yazma notlarıyla ilgili tanımlayıcı istatistikleri veriyor (ortalama ve SS: erkekler 50, kızlar 55 puan almışlar).
- İkinci tabloda iki test var: Levene ve t testleri
- Levene testi iki grubun (erkeklerle kızların not ortalamalarının varyanslarının eşit olup olmadığı varsayımını test ediyor. F testi anlamlı değilse (yani %5'ten büyükse) varyansların eşit olduğu varsayımı ihlal edilmiyor demektir. O zaman ilk satırdaki t, SD ve p değerleri kullanılır. Örnekte ise F testi anlamlı (yani %5'in altında, yani varyanslar -10,315 ve 8,134- eşit değil). O zaman 2. satırdaki t, SD ve p değerlerini kullanıyoruz.
- Varyanslar eşit değil (10,305 ve 8,134). O zaman alt satırdaki değerleri kullanacağız.
- $t = -3,66$, $SD = 169,7$, $p = 0,000$
- Yani erkeklerin notuyla kızların notu arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı. Boş hipotez reddedilir.
- “Kadınların yazma notları erkeklerden daha yüksektir ($t(169,7) = -3,66$, $p = .000$).” şeklinde rapor edilir.
- (Parantez içindeki 169,7 serbestlik derecesi; p değeri bazen “ $p < .001$ ” şeklinde de rapor edilebilir.)

Eşli örneklem için t testi



- Aralıklı/oranlı ölçekle veri toplanmış değişkenler için kullanılır.
- Aynı denekle ilgili iki gözlem yapılmış olması gerekir.
- Ortalamaların birbirinden farklı olup olmadığına bakılır. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak öğrencilerin **okuma** ve **yazma** puanlarının ortalamalarının birbirine eşit olup olmadığını test edebiliriz.
- Burada bağımsız örneklemden söz edilemez. Çünkü bütün öğrencilerin okuma ve yazma puanlarını aynı potaya atıp öğrencilerin okuma ve yazma puanları birbirine eşit diyemeyiz. Muhtemelen okumadan iyi puan alanlar yazmadan da alıyorlardır. Bu nedenle aynı öğrencinin okuma ve yazma puanlarını karşılaştıracacağız. Bu nedenle “eşli” ya da “eşlenik örneklem” diyoruz.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalaması birbirine eşittir” (birbirinden farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalaması birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. Yani tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması okuma puanları ortalamasından yüksektir.”
- H_1 : “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması okuma puanlarının ortalamasından düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



- Menüden
- Analyze -> Compare means-> paired sample T test'i seçin
- Okuma ve yazma puanlarını seçin ve çift değişkene aktarın.
- OK'e tıklayın

Eşli örneklem için t testi



Eşli örneklem istatistikleri

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	okuma puanı	52,23	200	10,253	,725
	yazma puanı	52,78	200	9,479	,670

Eşli örneklem karşılaştırması

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.	
Pair 1	okuma puanı & yazma puanı	200	,597	,000

Okuma ve yazma puanlarıyla ilgili ekstra bilgi:
ilişki katsayısı 0.597 ve bu ilişki istatistiksel açıdan anlamlı

Eşli örneklem testi

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	okuma puanı - yazma puanı	-,545	8,887	,628	-1,784	,694	-,867	199	,387

t testinin istatistiksel önemi



- İlk tablo öğrencilerin okuma yazma puanlarını karşılaştırıyor
- İkinci tablo ikisi arasındaki ilişki katsayısını veriyor. İkisi arasında ilişki var ve istatistiksel açıdan anlamlı
- Üçüncü tablo eşli örneklem t testi sonucunu veriyor. Okuma puanıyla yazma puanı arasında yaklaşık yarım puanlık bir fark var. Bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değil ($t(199) = -0,867$, $p = 0,387$).
- Boş hipotez kabul edilir. Araştırma hipotezi reddedilir.
- Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur.



- Bağımsız değişken sınıflama (2 veya daha fazla kategori olmalı) ölçeğiyle, bağımlı değişken ise normal dağılımlı aralıklı/oranlı ölçekle toplanmış veriler içermelidir. Bağımsız değişkenin düzeylerine göre bağımlı değişkenin ortalamaları arasında fark olup olmadığı ölçülür. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak öğrencilerin yazma puanlarının ortalamasının program türüne (genel lise, anadolu lisesi, mesleki lise) göre değişip değişmediğini test edelim.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması lise türüne (genel, anadolu, mesleki) göre değişmez” (birbirinden farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması lise türüne (genel, anadolu, mesleki) göre birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Anadolu lisesi öğrencilerinin yazma puanlarının ortalaması genel ve mesleki lise öğrencilerinininkinden daha yüksektir.”
- H_1 : “Anadolu lisesi öğrencilerinin yazma puanlarının ortalaması genel ve mesleki lise öğrencilerinininkinden daha düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



- Mönüden:
- Analyze -> Compare means-> means'i seçin
- Yazma puanını bağımlı değişken, program türünü bağımsız değişken olarak seçin.
- OK'e tıklayın

Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi



ANOVA

yazma puanı

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3175,698	2	1587,849	21,275	,000
Within Groups	14703,177	197	74,635		
Total	17878,875	199			

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
yazma puanı * program türü	200	100,0%	0	,0%	200	100,0%

Report

yazma puanı

program türü	Mean	N	Std. Deviation
genel	51,33	45	9,398
anadolu	56,26	105	7,943
mesleki	46,76	50	9,319
Total	52,78	200	9,479



- Program türüne göre öğrencilerin yazma puanlarının ortalamalarının birbirinden farklı olduğunu görüyoruz.
- Bu fark istatistiksel açıdan anlamlı ($F=21,275$, $p = 0,000$)
- Nitekim Anadolu lisesi öğrencilerinin yazma puanları ortalaması (56) en yüksek, mesleki lise öğrencilerinininki en düşüktür (47).
- Boş hipotez reddedilir.



- İki ya da daha fazla normal dağılmış, verileri aralıklı/oranlı ölçekle toplanmış değişkenler arasındaki ilişkiyi test etmek için kullanılır. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak iki sürekli değişken (okuma puanı ve yazma puanı) arasında korelasyon olup olmadığını test edebiliriz.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalamaları birbirine eşittir” (birbirinden farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalamaları birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması okuma puanlarının ortalamasından daha yüksektir.”
- H_1 : “Öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması okuma puanlarının ortalamasından daha düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



- Mönüden:
- Analyze -> correlate-> bivariate'i seçin
- Yazma ve okuma puanlarını seçin.
- OK'e tıklayın



Correlations

		okuma puani	yazma puani
okuma puani	Pearson Correlation	1	,597**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	200	200
yazma puani	Pearson Correlation	,597**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	200	200

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tablonun yorumu



- Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında pozitif bir korelasyon (0,597) olduğu ve bu korelasyonun istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu görüyoruz (Pearson's $r = 0,597$, $p = 0,01$). (Korelasyon katsayısı r ile gösterilir).
- Korelasyon katsayısının karesini alıp 100'le çarparsanız okuma ve yazma puanları arasındaki değişimin kaçta kaçının açıklandığını tahmin edebilirsiniz (%36).
- Yani okuma puanlarının %36'sı yazma puanlarındaki değişimle açıklanabilir.
- Yani okuma puanları yüksek olan öğrencilerin yazma puanları da yüksektir (ya da yazma puanları yüksek olan öğrencilerin okuma puanları da yüksektir.)
- Boş hipotez reddedilir.



- Basit doğrusal regresyon bize normal dağılmış, hakkında aralıklı/oranlı ölçekle veri toplanmış iki değişken arasında doğrusal ilişki olup olmadığını test etme olanağı verir. Değişkenlerden biri tahmin, biri sonuç değişkenidir. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak yazma ve okuma puanları arasındaki ilişkiye bakalım. Başka bir deyişle öğrencilerin yazma puanlarından okuma puanlarını tahmin etmeye çalışalım.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında doğrusal bir ilişki yoktur.”
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında doğrusal bir ilişki vardır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Öğrencilerin okuma puanları yüksekse yazma puanları da yüksektir.”
- H_1 : “Öğrencilerin okuma puanları yüksekse yazma puanları düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



Mönüden:

- Analyze -> regression-> linear'ı seçin
- Yazma puanını bağımlı, okuma puanını bağımsız değişken olarak seçin.
- OK'e tıklayın

Basit doğrusal regresyon test sonucu



Variables Entered/Removed ^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	okuma puanı ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
 b. Dependent Variable: yazma puanı

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,597 ^a	,356	,353	7,625

- a. Predictors: (Constant), okuma puanı

ANOVA ^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6367,421	1	6367,421	109,521	,000 ^a
	Residual	11511,454	198	58,139		
	Total	17878,875	199			

- a. Predictors: (Constant), okuma puanı
 b. Dependent Variable: yazma puanı

Coefficients ^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	23,959	2,806		8,539	,000
	okuma puanı	,552	,053	,597	10,465	,000

- a. Dependent Variable: yazma puanı



- Yazma puanıyla okuma puanı arasında pozitif (0,552) bir ilişki var. t- değerinden bu ilişkinin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu görüyoruz (t = 10,47, p =0,000).
- Okuma ile yazma arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif doğrusal bir ilişki vardır.
- Boş hipotez reddedilir
- Bu ilişki için basit doğrusal regresyon formülü:

$$\text{Yazma puanı} = 23,959 + 0,597 * \text{okuma puanı}$$

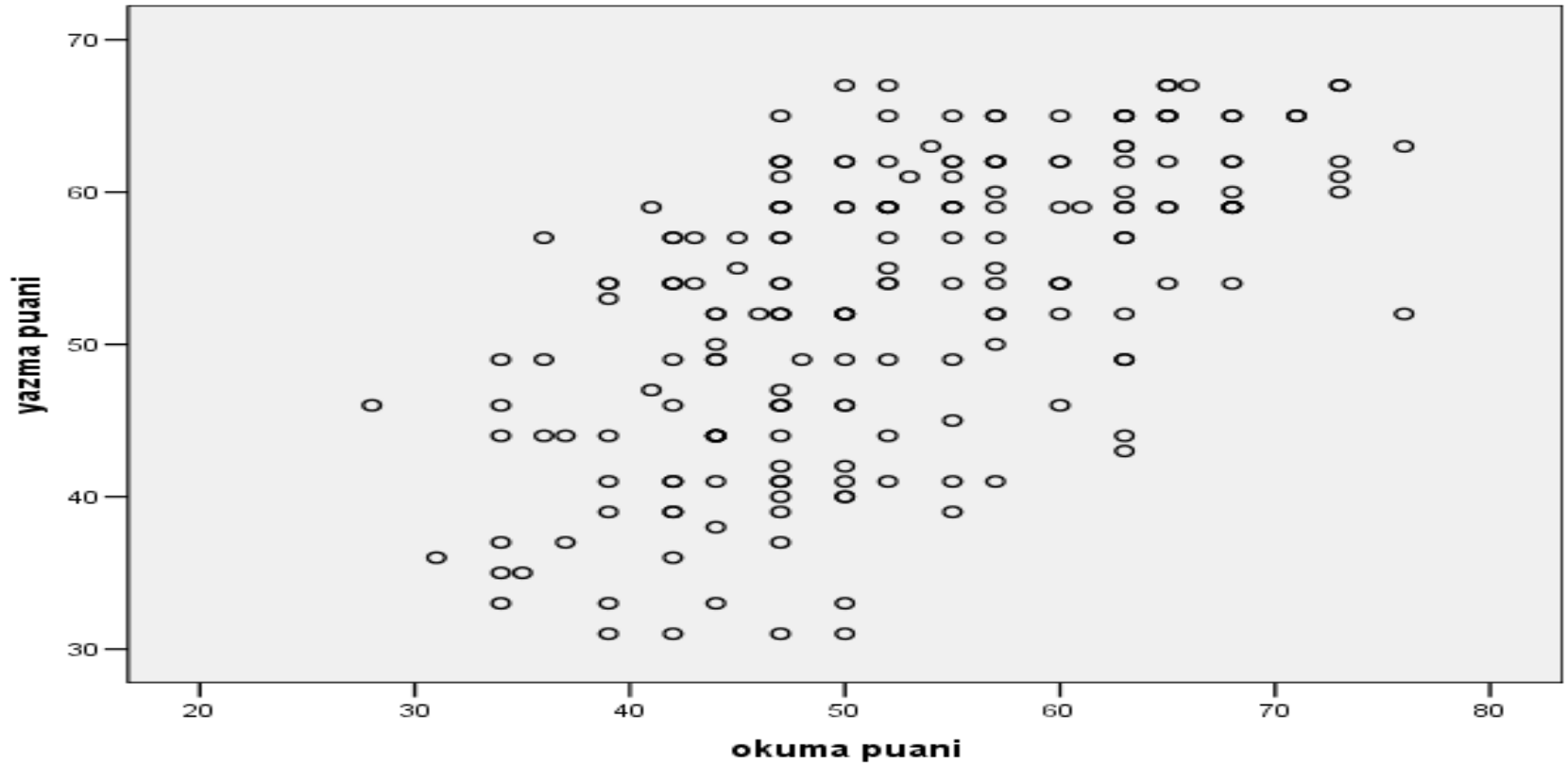
Saçılım grafiği



Nitekim bu pozitif doğrusal ilişkiyi

Graphs → Scatterplot → Simple Scatter'ı seçip

x eksenine okuma puanı, y eksenine yazma puanını atayarak aşağıdaki saçılım grafiğinde görebilirsiniz.





- Basit regresyona çok benzer. Çoklu regresyon denkleminde birden fazla tahmin değişkeni vardır. Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak yazma puanını öğrencinin cinsiyetinden, okuma, matematik, fen ve sosyal bilimler puanlarından tahmin etmeye çalışalım.



Mönüden:

- Analyze -> regression-> linear'ı seçin
- Yazma puanını bağımlı değişken, okuma, matematik, fen, sosyal bilimler puanlarını ve cinsiyeti bağımsız değişkenler olarak seçin.
- OK'e tıklayın

Çoklu regresyon testi sonucu



Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ogrencinin cinsiyeti, matematik puani, sosyal bilimler puani, fen puani, okuma _a puani		Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: yazma puani

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,776 ^a	,602	,591	6,059

- a. Predictors: (Constant), ogrencinin cinsiyeti, matematik puani, sosyal bilimler puani, fen puani, okuma puani
b. Dependent Variable: yazma puani

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10756,924	5	2151,385	58,603	,000 ^a
	Residual	7121,951	194	36,711		
	Total	17878,875	199			

- a. Predictors: (Constant), ogrencinin cinsiyeti, matematik puani, sosyal bilimler puani, fen puani, okuma puani
b. Dependent Variable: yazma puani

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6,139	2,808		2,186	,030
	okuma puani	,125	,065	,136	1,931	,055
	matematik puani	,238	,067	,235	3,547	,000
	fen puani	,242	,061	,253	3,986	,000
	sosyal bilimler puani	,229	,053	,260	4,339	,000
	ogrencinin cinsiyeti	5,493	,875	,289	6,274	,000

- a. Dependent Variable: yazma puani



- Sonuçlar bağımsız değişkenlerin (tahmin değişkenleri) bağımlı değişkendeki (yazma puanı) değişimin %60,2'sini açıkladığını (R squared)
- Modelin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu gösteriyor (F = 58,60, p = 0,000).
- Okuma puanı hariç tüm tahmin değişkenleri istatistiksel açıdan anlamlı.
- Çoklu regresyon formülü:

$$\text{Öğrencinin yazma puanı} = 6,139 + 0,136 * \text{okumapuanı} + 0,235 * \text{matpuanı} + 0,253 * \text{fenpuanı} + 0,260 * \text{sosbilpuanı} + 0,289 * \text{cinsiyet}$$



SPSS ile Parametrik Olmayan Testlerin Yapılması



Parametrik Testler

- Tek örneklemlili t-testi
- İki bağımsız örneklemlili t-testi
- Eşlenik t-testi
- Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)
- Korelasyon
- Basit doğrusal Regresyon
- Çoklu regresyon

Parametrik Olmayan Testler

- Binom testi
- Ki-kare uyum iyiliği testi
- Ki-kare testi
- Wilcoxon-Mann-Whitney testi
- Kruskal Wallis testi
- Wilcoxon işaretli sıra toplamı testi
- Parametrik olmayan korelasyon testi



- Tek örneklemlili binom testi sınıflama ölçeğiyle veri toplanmış bağımlı değişken için kullanılır. Bağımlı değişken hakkındaki veriler iki düzeylidir (“binomial”; örneğin, cinsiyet için Erkek-Kadın biçiminde). Mevcut verilerin öngörülen bir sayıdan/yüzdeden farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır.
- Örneğin, hsb2turkce veri dosyasını kullanarak öğrencilerin cinsiyete göre dağılımının %50’den (yani 0,5) farklı olup olmadığını test edelim.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Örneklemdaki erkek ve kız öğrenciler eşit (yani %50-%50) dağılmışlardır.” (50’den farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı eşit değildir.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Kız öğrencilerin oranı %50’den daha yüksektir.”
- H_1 : “Kız öğrencilerin oranı %50’den daha düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



Mönüden

- Analyze -> Nonparametric tests-> Binomial'i seçin
- Test değişkenleri olarak Cinsiyet'i seçin.
- Test oranı olarak 0.5 girin.
- OK seçeneğine basın.

Binom testi sonucu



Binomial Test

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp. Sig. (2-tailed)
ogrencinin cinsiyeti	Group 1	erkek	91	,46	,50	,229 ^a
	Group 2	kadin	109	,55		
	Total		200	1,00		

a. Based on Z Approximation.



- Öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı 91 erkek (%46) 109 (%55) kız şeklindedir. Ancak aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p = 0,229$). Yani şansa bağlı olarak bu şekilde bir oranın çıkması muhtemeldir.
- Boş hipotez kabul edilir.
- Öğrencilerin cinsiyete göre dağılımında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur.
- Başka bir deyişle, cinsiyete göre dağılım hipotezde öngörülen %50'den farklı değildir.

Ki- kare uyum iyiliği testi



- Not: Bazen ki- kare testleri parametrik test olarak da sınıflandırılabilir.
- Ki- kare uyum iyiliği testi bir sınıflama değişkeni için gözlenen oranların hipotezde iddia edilen oranlara uyup uymadığını test etmek için kullanılır. Örneğin, öğrenci nüfusunun %10 Latin, %10 Asyalı, %10 Siyah ve %70 Beyaz öğrencilerden oluştuğunu iddia edelim. Örneklemede gözlenen oranların hipotezde verilen oranlardan farklı olup olmadığını hsb2turkce veri dosyasını kullanarak test edelim.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin ırka göre dağılımı %10 Latin, %10 Asyalı, %10 Siyah ve %70 Beyaz şeklindedir”
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin ırka göre dağılımı %10 Latin, %10 Asyalı, %10 Siyah ve %70 Beyaz şeklinde değildir” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Siyah öğrencilerin oranı %10’dan daha yüksektir.”
- H_1 : “Siyah öğrencilerin oranı %10’dan daha düşüktür.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



Mönüden

- Analyze -> Nonparametric tests → Chi Square'i seçin.
- Test değişkeni olarak öğrencinin ırkını seçin.
- Beklenen değerler olarak Values kısmına sırasıyla 10, 10, 10, 70 girin.
- OK'e tıklayın.

Ki- kare uyum iyiliği testi sonucu



ogrencinin irki

	Observed N	Expected N	Residual
latin	24	20,0	4,0
asyali	11	20,0	-9,0
siyah	20	20,0	,0
beyaz	145	140,0	5,0
Total	200		

Test Statistics

	ogrencinin irki
Chi-Square ^a	5,029
df	3
Asymp. Sig.	,170

a. 0 cells (,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 20,0.



- Bu sonuçlar örneklemdaki öğrencilerin ırka göre dağılımının hipotezde öngörülen değerlerden farklı olmadığını göstermektedir. Gözlenen ve beklenen değerlerin birbirine yakın olduğunu ilk tablodan görebilirsiniz. (Sadece Asyalı öğrencilerin oranı beklenenden düşük.)
- Nitekim Ki- kare ve p değeri de bunu gösteriyor (ki- kare=5,029; SD=3; p=0,170).
- Boş hipotez kabul edilir.
- Yazı içinde APA stiline göre gösterim:
“Öğrencilerin ırka (Latin, Asyalı, Siyah ve Beyaz) göre dağılımı evrendeki dağılımdan –beklenen dağılım- farklı değildir ($\chi^2_{(3)} = 5,029, p = 0,170$).”



- Ki- kare testi iki sınıflama değişkeni arasında ilişki olup olmadığını test etmek için kullanılır. Ki-kare test istatistiğini ve p değerini elde etmek için SPSS'de **chi²** seçeneği **tabulate** komutuyla birlikte kullanılır.
- Hsb2turkce veri dosyasını kullanarak öğrencilerin gittiği okul türü (devlet/özel) ile cinsiyeti arasında bir ilişki olup olmadığını test edelim.
- Unutmayın, ki- kare testi her gözdeki beklenen değer 5 veya daha fazla olduğunu varsayar. Bu örnekte bu koşul yerine getiriliyor. Koşul yerine getirilmezse Fisher kesin testi (Fisher's exact test) kullanılır.



- Ki- kare testi yapmak istediğinizde bir veya daha fazla gözdeki beklenen sıklıklar 5'ten az ise Fisher kesin testi kullanılır.
- Fisher kesin testi gözlerdeki sayılar 5'ten az da olsa kullanılabilir.
- SPSS'de Fisher kesin testi 2X2'lik tablolar da yapılabilir. (Daha büyük tablolar için SPSS Exact Test Module gereklidir.)

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin devam ettikleri okul türüyle (devlet/özel) cinsiyet arasında bir ilişki yoktur.” (birbirinden farklı değildir)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin devam ettikleri okul türüyle (devlet/özel) cinsiyet arasında bir ilişki vardır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Boş hipotezleri büyüktür/küçüktür diye de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılır.
- Örneğin, H_0 : “Kız öğrenciler devlet okullarını daha çok tercih etmektedirler.”
- H_1 : “Kız öğrenciler devlet okullarını daha az tercih etmektedirler.”
 - $H_0 : \mu > \mu_0$
 - $H_1 : \mu < \mu_0$ (sol kuyruk testi)



Mönüden

- Analyze -> Descriptive statistics -> Crosstabs'ı seçin
- Satıra okul türü, sütuna cinsiyeti yerleştirin.
- Statistics seçeneğine tıklayarak Chi square'ı işaretleyin
- Cells seçeneğine tıklayarak Observed ve Expected'ı işaretleyin.
- OK'e tıklayın

Ki- kare testi



okul türü * öğrencinin cinsiyeti Crosstabulation

			öğrencinin cinsiyeti		Total
			erkek	kadın	
okul türü	devlet okulu	Count	77	91	168
		Expected Count	76,4	91,6	168,0
	özel okul	Count	14	18	32
		Expected Count	14,6	17,4	32,0
Total	Count	91	109	200	
	Expected Count	91,0	109,0	200,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,047 ^b	1	,828		
Continuity Correction ^a	,001	1	,981		
Likelihood Ratio	,047	1	,828		
Fisher's Exact Test				,849	,492
Linear-by-Linear Association	,047	1	,829		
N of Valid Cases	200				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,56.



- İlk tabloda devlet okulu ve özel okula giden öğrencilerin cinsiyetlerine göre çapraz tablosu verilmiş. Gözlenen ve beklenen değerlerin birbirine çok yakın olduğunu görüyoruz.
- Nitekim ki- kare değeri de küçük ve istatistiksel açıdan anlamlı değil $\chi^2= 0,47$, $p = 0,849$
- Boş hipotez kabul edilir.
- “Öğrencilerin devam ettikleri okul ile cinsiyet arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki yoktur ($\chi^2= 0,47$, $p = 0,849$).”
- Şimdi cinsiyet ile sosyo-ekonomik statüyü deneyin. Sonucu siz yorumlayın.

Wilcoxon-Mann Whitney testi



- Bağımsız örneklem t- testinin parametrik olmayan karşılığıdır. Bağımlı değişkenin normal dağılımlı aralıklı/oranlı olduğu varsayılmaz (sadece sıralı olduğu varsayılır)
- SPSS'de Wilcoxon-Mann-Whitney testi bağımsız örneklem t- testine çok benzer
- Şimdi hsb2turkce veri dosyasını kullanarak daha önce bağımsız örneklem t- testi için kullandığımız değişkenleri kullanacağız ve bağımlı değişken olan yazma puanının normal dağılmadığını ve aralıklı/oranlı ölçek kullanılmadığını varsayacağız.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması birbirine eşittir” (ikisi arasında fark yoktur)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının ortalaması birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Daha önceki örnekte olduğu gibi hipotezi Erkeklerin notu kızlarıkinden büyüktür/küçüktür şeklinde de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılacağını unutmamak gerekir.



- Mönüden:
- Analyze -> Nonparametric tests-> 2 independent sample'i seçin
- Test değişkeni olarak yazma puanını seçin.
- Grup değişkeni olarak cinsiyeti seçin
- Grupları 0 (kadın) ve 1 (erkek) olarak tanımlayın
- Mann-Whitney testini işaretleyin
- OK'e tıklayın

Mann-Whitney testi



Ranks

	cinsiyet	N	Mean Rank	Sum of Ranks
yazma puani	erkek	91	85,63	7792,00
	kadin	109	112,92	12308,00
	Total	200		

Test Statistics ^a

	yazma puani
Mann-Whitney U	3606,000
Wilcoxon W	7792,000
Z	-3,329
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Grouping Variable: cinsiyet



- Bağımsız örneklem t- testinde olduğu gibi bu testte de erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının birbirinden istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu gösteriyor ($Z = -3,329$, $p = 0,001$).
- Ancak bu seferki test erkek ve kız öğrencilerin yazma puanlarının ortalamalarını karşılaştırarak yapılmıyor. Bütün öğrencilerin yazma puanları en düşük puandan en yüksek puana doğru sıralanıyor. Erkek ve kız öğrencilere ait puanların sıraları ayrı ayrı toplanıp ortalaması alınıyor.
- Erkeklerin aldığı notların sıralama ortalaması 85, kızların 112.
- Yani kızlar daha yüksek puan almışlar -ki puan sıralamalarının ortalaması daha yüksek (t- testinde de ortalamalar erkekler için 50, kızlar için 55 puandı).
- Z değeri bize erkeklerin aldıkları puanların sıralarının ortalamasının 3 standart sapma altında olduğunu gösteriyor.
- Yani erkeklerin puanı istatistiksel açıdan anlamlı derecede kızlarınkinden farklı.
- Kız ve erkeklerin notları arasında gerçekte fark olmayıp da erkeklerin bu puanı şans eseri alma olasılıkları binde birden az (yani çok düşük).
- Böylece boş hipotez reddedilir.
- “Yani erkeklerle kızların yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($Z = -3,329$, $p = 0,001$).”



- Eşli örneklem t- testinin parametrik olmayan karşılığıdır. İki değişkenin aralıklı/oranlı olmadığı ve verilerin normal dağılmadığı varsayılır. Aynı örneği kullanarak öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında fark olup olmadığını test edelim. Her iki değişken için de aralıklı/oranlı veri toplama koşulu aramıyoruz. Verilerin normal dağılmadığını varsayıyoruz.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalamaları birbirine eşittir” (ikisi arasında fark yoktur)
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalamaları birbirinden farklıdır.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Daha önceki örnekte olduğu gibi hipotezi Öğrencilerin okuma notu yazma notundan büyüktür/küçüktür şeklinde de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (büyükse sol, küçükse sağ) test yapılacağını unutmamak gerekir.



- Mönüden:
- Analyze -> Nonparametric tests-> 2 related samples'ı seçin
- Test değişken çiftine okuma ve yazma puanlarını atayın.
- Test türüne Wilcoxon'u işaretleyin.
- Options seçeneğine tıklayarak “Descriptives”, işaretleyin.
- OK'e tıklayın

Wilcoxon İşaretli Sıra Toplamı Testi



Output1 - SPSS Viewer

File Edit View Insert Format Analyze Graphs Utilities Window Help

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
okuma puani	200	52,23	10,253	28	76
yazma puani	200	52,77	9,479	31	67

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
yazma puani - okuma puani	Negative Ranks	88 ^a	90,27	7944,00
	Positive Ranks	97 ^b	95,47	9261,00
	Ties	15 ^c		
	Total	200		

a. yazma puani < okuma puani
b. yazma puani > okuma puani
c. yazma puani = okuma puani

Test Statistics^b

	yazma puani - okuma puani
Z	-,903 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,366

a. Based on negative ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

NPar Tests

SPSS Processor is ready

Start | 3 Microsof... | 13 Adobe... | 2 Microsof... | 4 Window... | 2 Internet... | bby208-9b-... | bby208-9a-... | hsb2turkce... | Output1 - ... | 00:48



- Eşli örneklem t- testinde olduğu gibi bu test de öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını gösteriyor (Okuma puanı ort = 52,23, SS= 10,253; Yazma puanı ort= 52,77, SS=9,479; $Z = -0,903$, $p = 0,366$).
- Ancak bu seferki test öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının ortalamalarını karşılaştırarak yapılmıyor. Bütün öğrencilerin okuma ve yazma puanları sıralanıyor. Bir puanın diğerinden küçük, büyük ve diğerine eşit olduğu vaka sayıları saptanıyor. Bu vakaların sıraları toplanıyor.
- Z değeri bize öğrencilerin aldıkları okuma puanlarının sıralarının ortalamasının yazma puanlarının sıralarının ortalamasından yaklaşık 1 standart sapma altında olduğunu gösteriyor.
- Ama bu istatistiksel açıdan anlamlı bir fark değil.
- Böylece boş hipotez kabul edilir.
- “Yani öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($Z = -0,903$, $p = 0,366$).”
- **Sonuçları eşli örneklem t-testi sonuçlarıyla karşılaştırın (slayt no 55-59).**

Wilcoxon İşaretli Sıra Testi



- Sonuçlar okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını gösteriyor.
- Okuma ve yazma puanları arasındaki farkın sıralı değil de negatif ve pozitif olarak sınıflandığını düşünüyorsanız işaretli sıra testi yerine işaret testi yapılabilir. İşaret testinde farkın sıralı olmadığı varsayılır.



- Mönüden:
- Analyze -> Nonparametric tests-> 2 related samples'ı seçin
- Test değişken çiftine okuma ve yazma puanlarını seçin.
- Test türüne sign test'i işaretleyin.
- Options seçeneğine tıklayarak “Descriptives”, işaretleyin.
- OK'e tıklayın

Wilcoxon İşaret Testi



Output1 - SPSS Viewer

File Edit View Insert Format Analyze Graphs Utilities Window Help

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
okuma puani	200	52,23	10,253	28	76
yazma puani	200	52,77	9,479	31	67

Sign Test

Frequencies

	N
yazma puani - Negative Differences ^a	88
okuma puani - Positive Differences ^b	97
Ties ^c	15
Total	200

a. yazma puani < okuma puani
b. yazma puani > okuma puani
c. yazma puani = okuma puani

Test Statistics^a

	yazma puani - okuma puani
Z	-,588
Asymp. Sig. (2-tailed)	,556

a. Sign Test

SPSS Processor is ready

Start | 3 Microsoft ... | 13 Adobe Ac... | 2 Microsoft ... | 4 Windows E... | 2 Internet E... | bby208-9b-sp... | bby208-9a-sp... | 2 SPSS Man... | 00:49



- İşaret testi de öğrencilerin okuma ve yazma puanlarının birbirinden istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını gösteriyor ($Z = -0,588$, $p = 0,556$).
- Boş hipotez kabul edilir.
- “Yani öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($Z = -0,588$, $p = 0,556$).”
- Not: McNemar testi uygulanamaz. Çünkü okuma ve yazma puanı değişkenleri aynı değerleri alan ikili değişkenler değil.



- Değişkenlerden birinin ya da her ikisinin de aralıklı/oranlı olmadığı (ama sıralı olduğunun varsayıldığı) ve normal dağılmadığı durumlarda Spearman korelasyon katsayısı kullanılır. Değişkenlerin aldığı değerler sıraya çevrildikten sonra ilişkilendirilir. Gene okuma ve yazma puanları arasındaki ilişkiye bakalım. Değişkenlerin normal dağılmadığını ve aralıklı/oranlı ölçekle veri toplanmadığını varsayıyoruz.

Önce hipotez kuralım



- Boş Hipotez (H_0): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında bir ilişki yoktur.”
- Araştırma Hipotezi (H_1): “Öğrencilerin okuma ve yazma puanları birbiriyle ilişkilidir.” (çift kuyruk testi).
 - $H_0 : \mu = \mu_0$
 - $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (çift kuyruk testi)
- Daha önceki örnekte olduğu gibi hipotezi Öğrencilerin okuma notu yüksekse/düşükse yazma notu da yüksektir/düşüktür şeklinde de kurabilirsiniz. O zaman tek kuyruk (yüksekse sol, düşükse sağ) test yapılacağını unutmamak gerekir.



- Mönüden:
- Analyze -> correlate-> bivariate'i seçin
- Yazma ve okuma puanlarını seçin.
- Spearman ve two-tailed test'i seçin
- OK'e tıklayın



Output 1 - SPSS Viewer

File Edit View Insert Format Analyze Graphs Utilities Window Help

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
okuma puanı	200	52,23	10,253	28	76
yazma puanı	200	52,77	9,479	31	67

Nonparametric Correlations

Correlations

		okuma puanı	yazma puanı
Spearman's rho	okuma puanı	1,000	,617**
			Sig. (2-tailed)
			N
yazma puanı	okuma puanı	,617**	1,000
			Sig. (2-tailed)
			N

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sonuçlar okuma ve yazma puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğunu gösteriyor (Spearman's rho = 0,617, p = 0,000)

SPSS Processor is ready

Start 3 Microsoft ... 13 Adobe Ac... 2 Microsoft ... 4 Windows E... 2 Internet E... bby208-9b-sp... bby208-9a-sp... 2 SPSS Man... 00:59



- Öğrencilerin okuma ve yazma puanları arasında pozitif bir korelasyon (0,617) olduğu ve bu korelasyonun istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu görüyoruz (Spearman's rho = 0,617, p = 0,01). (Parametrik olmayan korelasyon katsayısı rho ile gösterilir).
- Korelasyon katsayısının karesini alıp 100'le çarparsanız okuma ve yazma puanları arasındaki değişimin kaçta kaçının açıklandığını tahmin edebilirsiniz (yaklaşık %36).
- Yani okuma puanlarının %36'sı yazma puanlarındaki değişimle açıklanabilir.
- Yani okuma puanları yüksek olan öğrencilerin yazma puanları da yüksektir (ya da yazma puanları yüksek olan öğrencilerin okuma puanları da yüksektir.)
- Boş hipotez reddedilir.

Parametrik ve Parametrik Olmayan Korelasyon Testi Karşılaştırması



Output1 - SPSS Viewer

File Edit View Insert Format Analyze Graphs Utilities Window Help

Correlations

		okuma puani	yazma puani
okuma puani	Pearson Correlation	1	,597**
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	200	200
yazma puani	Pearson Correlation	,597**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	.
	N	200	200

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations

		okuma puani	yazma puani
Spearman's rho okuma puani	Correlation Coefficient	1,000	,617**
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	200	200
yazma puani	Correlation Coefficient	,617**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	.
	N	200	200

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- Hatırlayın, Pearson korelasyon testi de aynı sonucu vermişti.
- Parametrik olmayan korelasyon katsayısı (Spearman's rho) parametrik olandan daha yüksek. Çünkü parametrik olmayan testler parametrik testlerden daha az duyarlıdır.



- t testi (bağımsız gruplar)
- Eşli t testi ANOVA (gruplar arasında)
- ANOVA (gruplar içinde)
- Wilcoxon-Mann-Whitney testi
- Wilcoxon İşaretli Sıra Toplamı Testi
- Kruskal Wallis testi



Nicel Veri Analizi ve İstatistik Testler

Yaşar Tonta
H.Ü. BBY

tonta@hacettepe.edu.tr

yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby208/