



**Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İşletme Anabilim Dalı / Sayısal Yöntemler Bilim Dalı**

**BAĞIMLI GRUPLARIN TESTİNDE KULLANILAN  
İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER VE KARŞILAŞTIRMALAR**

**Sibel YILDIRIM**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Mahmut KARTAL**

**Sivas  
Temmuz-2014**



**BAĞIMLI GRUPLARIN TESTİNDE KULLANILAN İSTATİSTİKSEL  
TEKNİKLER VE KARŞILAŞTIRMALAR**

SİBEL YILDIRIM

**Cumhuriyet Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü**

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin İşletme Anabilim Dalı  
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Sivas

Temmuz 2014

**KABUL VE ONAY**

**Üniversite:** : Cumhuriyet Üniversitesi  
**Enstitü** : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
**Ana Bilim Dalı** : İşletme  
**Bilim Dalı** : Sayısal Yöntemler  
**Tezin Başlığı** : Bağımlı Grupların Testinde Kullanılan İstatistiksel Teknikler  
ve Karşılaştırmalar  
**Savunma Tarihi** : 26.06.2014  
**Danışmanı** : Prof. Dr. Mahmut KARTAL

**Unvanı - Adı Soyadı**

**İmza**

**Başkan:** Prof. Dr. Mahmut KARTAL



**Üye** : Doç. Dr. Hüdaverdi BİRCAN



**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Şebnem ZORLUTUNA

**Oy Birliği**

**Oy Çokluğu**

Sibel YILDIRIM tarafından hazırlanan "Bağımlı Grupların Testinde Kullanılan İstatistiksel Teknikler ve Karşılaştırmalar" başlıklı tez, kabul edilmiştir.  
26.06.2014

**Prof. Dr. Alim YILDIZ**  
Enstitü Müdürü

## TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca yapmıő olduğu rehberlik için saygıdeğer danıőman hocam Prof.Dr. Mahmut KARTAL'a,

Tezin değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı sayın jüri üyelerine,

Manevi desteği ve değerli bilgileriyle beni aydınlatan ve cesaretlendirici yaklaőımlarda bulunan çok değerli Doç. Dr. Mehmet DEMİR hocama,

Yardıma ihtiyaç duyduğum her anımda yanımda olan, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bilgileriyle çalıőmama katkıda bulunan Sayın Sefa ONUT'a,

Tüm yaőamım boyunca bana koőulsuz destek olan, cesaret veren, fırsatlar sunan ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan değerli annem ve babama ve sevgili kardeőlerime sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**YILDIRIM, Sibel., “Bağımlı Grupların Testinde Kullanılan İstatistiksel Teknikler ve Karşılaştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2014.**

Bu çalışmada bağımlı gruplara uygulanan istatistiksel teknikler incelenmiştir. Parametrik ve parametrik olmayan hipotez testlerinden bağımlı gruplara uygulanan testler ayrıştırılarak ayrıntılarıyla tanıtılmış ve farazi verilere dayalı örnekler verilmiştir.

İki bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde hipotez testleri hakkında teorik bilgiler verilmiş ve hipotez testlerinin aşamaları ele alınarak anlatılmıştır. Ayrıca hata tipleri ve testin gücü hakkında açıklamalar yapılarak etki büyüklüğünün tanımı, formülasyonları ve bu konuya ilişkin açıklamaların sunulduğu genel bilgilere yer verilmiştir. Parametrik ve parametrik olmayan testler tanıtılarak bu testlerin uygulanabilmesi için gerekli olan şartlar belirtilmiştir. Ve çalışmanın asıl konusu olan bağımlı grup kavramına yer verilmiştir.

İkinci bölümde parametrik ve parametrik olmayan testlerden bağımlı gruplara uygulananlar tek tek anlatılarak örneklerle açıklanmıştır. Parametrik testlerden bağımlı gruplara uygulanan z ve t testleri, parametrik olmayan testlerden ise işaret testi, Wilcoxon t testi, Mc Nemar testi ve Cochran Q testi ayrıntılı olarak ele alınmış ve örnekler verilmiştir. Verilen örneklerin IBM SPSS Statistics 21 paket programı kullanılarak uygulamaları yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hipotez Testleri, Etki Büyüklüğü, Korelasyon Analizi, Bağımlı Gruplar.

## ABSTRACT

**YILDIRIM, Sibel., “Statistical Techniques and Comparisons Which Are Carried Out To Dependent Groups”, Master Thesis, Sivas, 2014.**

In this study, statistical techniques, which are carried out at dependent groups, are examined. Tests which are carried out at dependent groups are introduced in detail by decomposing from parametric and nonparametric hypothesis tests and examples based on hypothetical data are given.

In the first part of this 2-part-study are theoretical information of the hypothesis tests given and the levels of these hypothesis tests are explained. Also while explaining the error types and the strength of tests, the definition of effect size, the formulations and the offered general information, which is related to the subject, is given.

After that, the essential conditions for implementing of the parametric and nonparametric tests are specified. And for the main subject, which is the dependent group concept, is given place.

In the second part, the parametric and nonparametric tests which are carried out to dependent groups are told particularly and with examples. Parametric tests which are carried out to dependent groups are z and t tests, nonparametric tests are sign tests, Wilcoxon t test, Mc Nemar test and Cochran Q tests are explained in details and examples are also given. The given examples' implementations are made by using IBM SPSS Statistics 21 packet program.

**Key Words:** Hypothesis Tests, Effect Size, Correlation Analysis Dependent Groups.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
İÇİNDEKİLER .....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	VIII

## GİRİŞ

### I. BÖLÜM

<b>1.1. HİPOTEZ TESTLERİ .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. HATA TİPLERİ .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. HİPOTEZ TESTİNİN AŞAMALARI .....</b>	<b>6</b>
1.3.1. Hipotezlerin Kurulması .....	6
1.3.2. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	6
1.3.3. Karar Modelinin Kurulması .....	6
1.3.4. Karar Verme.....	8
<b>1.4. ETKİ BÜYÜKLÜĞÜ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN İSTATİSTİKLER .....</b>	<b>11</b>
<b>1.6. BAĞIMLI GRUP KAVRAMI .....</b>	<b>12</b>

### II. BÖLÜM

<b>2.1 BAĞIMLI İKİ ÖRNEK Z TESTİ .....</b>	<b>15</b>
2.1.1. Varsayımlar .....	15
2.1.2. Hipotezlerin Kurulması .....	15
2.1.3 Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	16
2.1.4. Karar Modeli .....	16
2.1.5. Karar .....	16
2.1.6. Örnek Uygulama .....	17
2.1.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	19
<b>2.2. BAĞIMLI İKİ ÖRNEK T TESTİ (2-RELATED SAMPLES T TEST).....</b>	<b>21</b>



2.2.1. Varsayımlar .....	21
2.2.2. Hipotezlerin Kurulması .....	22
2.2.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	22
2.2.4. Karar Modeli .....	22
2.2.5. Karar .....	23
2.2.6. Örnek Uygulama .....	23
2.2.7. Örnek Uygulama 2.2.6'nın SPSS Paket Program Uygulaması .....	24
2.2.8. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	26
<b>2.3. İŞARET TESTİ.....</b>	<b>28</b>
2.3.1. Varsayımlar .....	28
2.3.2. Hipotezlerin Kurulması .....	28
2.3.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	29
2.3.4. Karar Modeli ve Karar .....	29
2.3.5. Örnek Uygulama .....	30
2.3.6. Örnek Uygulama 2.3.5'in SPSS Paket Program Uygulaması.....	31
2.3.7. Korelasyon Analizi Ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	34
<b>2.4. WILCOXON T TESTİ.....</b>	<b>37</b>
2.4.1. Varsayımlar .....	37
2.4.2. Hipotezlerin Kurulması .....	37
2.4.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	38
2.4.4. Karar Modeli ve Karar .....	38
2.4.5. Örnek Uygulama .....	39
2.4.6. Örnek Uygulama 2.4.5'in SPSS Paket Program Uygulaması.....	41
2.4.7. Korelasyon Analizi Ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	44
<b>2.5. MC NEMAR TESTİ.....</b>	<b>44</b>
2.5.1. Varsayımlar .....	44
2.5.2. Hipotezlerin Kurulması .....	45
2.5.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	45
2.5.4. Karar Modeli ve Karar .....	46
2.5.5. Örnek Uygulama .....	46
2.5.6. Örnek Uygulama 2.5.5'in SPSS Paket Program Uygulaması.....	47
2.5.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	50
<b>2.6. COCHRAN Q TESTİ.....</b>	<b>53</b>
2.6.1. Varsayımlar .....	53

2.6.2. Hipotezlerin Kurulması .....	54
2.6.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması .....	54
2.6.4. Karar Modeli ve Karar .....	54
2.6.5. Örnek Uygulama .....	55
2.6.6. Örnek Uygulama 2.6.5'in SPSS Paket Program Uygulaması.....	57
2.6.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması .....	59
<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>64</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>65</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>68</b>
<b>EK 1. Z Cetveli.....</b>	<b>68</b>
<b>EK 2. T Cetveli.....</b>	<b>69</b>
<b>EK 3. İşaret Testi Cetveli.....</b>	<b>70</b>
<b>EK 4. Wilcoxon Eşlenik Çift Testi Cetveli .....</b>	<b>71</b>
<b>EK 5. Ki-Kare Cetveli .....</b>	<b>72</b>

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

- d** : d İndeksi
- D** : Ortalamalar Arasındaki Fark
- ES** : Etki Büyüklüğü
- Od** : Odds Oranı
- r** : Korelasyon Katsayısı
- r<sub>s</sub>** : Spearman Korelasyon Katsayısı
- φ** : Phi Katsayısı

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

Şekil 1: Çift taraflı hipotez testinde kabul ve ret bölgeleri.....	7
Şekil 2: Tek yönlü sağ kuyruk testinde kabul ve ret bölgeleri .....	7
Şekil 3: Tek yönlü sol kuyruk testinde kabul ve ret bölgeleri.....	8
Şekil 4: Bağımlı Grup Testleri Akış Şeması .....	14

**TABLolar DİZİNİ**

Tablo 1: İstatistiksel Karar Durumları .....	5
Tablo 2: Cohen'in Etki Büyüklüğü Sınıflandırmasındaki Değerler.....	9
Tablo 3: 2x2 Tablolarda Odds Oranı.....	10
Tablo 4: Korelasyon Analizi Sonuçları .....	21
Tablo 5: Bağımlı İki Örnek t Testi Sonuçları.....	26
Tablo 6: Korelasyon Analizi Sonuçları .....	27
Tablo 7 : İşaret Testi Sonuçları .....	33
Tablo 8: İşaret Testi Analiz Sonuçları.....	34
Tablo 9: Spearman Korelasyon Analizi Sonuçları .....	36
Tablo 10: Wilcoxon T Testi Analiz Sonuçları .....	43
Tablo 11: Wilcoxon T Testi Analiz Sonuçları .....	43
Tablo 12: Mc Nemar Testinin Uygulanmasında Genel Tablo .....	45
Tablo 13: Mc Nemar Ki Kare Testi Sonuçları .....	49
Tablo 14: Mc Nemar Ki Kare Testi Sonuçları .....	50
Tablo 15: 2x2 Tabloda Phi Katsayısı .....	50
Tablo 16: Korelasyon Analizi Sonuçları .....	53
Tablo 17: Cochran'ın Q Testi Veri Tablosu.....	54
Tablo 18: Cochran'ın Q Testi Sonuçları .....	59
Tablo 19:Çoklu Korelasyon Analizi Sonuçları .....	62

## GİRİŞ

Hipotez, herhangi bir durum hakkında ileri sürülen varsayımdır. Bu varsayımların doğruluğu hipotez testleri sonucunda belirlenir. Bu aşamada bazı olasılıklara dayanarak kararlar verilir. Gerçekte doğru olan bir sıfır hipotezi reddedilebilir ya da doğru olmayan bir sıfır hipotezi kabul edilebilir. Dolayısıyla karar aşamasında  $\alpha$  ve  $\beta$  gibi iki tip hata ile karşılaşılır. Araştırmalarda hata istenmeyen bir durum olmasına rağmen sıfır hata yapma olasılığı mümkün değildir. Ancak hata düzeyini minimum seviyeye indirmek araştırmacının elindedir.  $\alpha$  ve  $\beta$  ters yönlü olduğundan araştırmacı örneklem büyüklüğünü artırmak suretiyle her iki hata tipini de kontrol altına alabilmektedir.

Araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirlik önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple araştırma sonunda alınan kararların ne derece güvenilir olduğunu belirlemek amacıyla güç analizi yapılmaktadır. Bu alanda en önemli çalışmayı 1962 yılında Jacob Cohen yapmıştır. Ayrıca bir çalışmadaki ilişkinin gücünün ve yönünün belirlenmesinde de etki büyüklüğü ölçütü kullanılmaktadır. Yine bu alandaki en önemli çalışmayı da Cohen 1977 yılında yapmıştır ve etki büyüklüğü için bazı uygun değerler belirleyerek bu değerleri yorumlamıştır. Etki büyüklüğü hesaplaması için farklı yöntemler vardır ve bu çalışmada her test tekniği için uygun olan hesaplama yöntemleri anlatılarak örnekler verilmiştir.

Hipotez testleri parametrik ve parametrik olmayan testler olarak ikiye ayrılır ve bunlar da kendi içinde bağımlı ve bağımsız gruplara uygulanan testler olarak ayrılmaktadır. Burada bağımlı gruplara uygulanan testler ele alınmıştır.

Bağımlı gruplar, aynı kişilerin farklı durum ya da zamanlarda ölçülüyor olması olarak açıklanabilir. Bu ölçümlerin yapılabilmesi için farklı test teknikleri mevcuttur ve bu tekniklerin uygulanabilmesi için belirli şartların sağlanması gerekir. Araştırmacılar ellerindeki verilere göre kendilerine en uygun ve güçlü olan testi seçerek araştırmalarını gerçekleştirmelidirler. Bu çalışmada araştırmacılara kolaylık sağlaması açısından tüm şartlar belirtilerek test teknikleri anlatılmıştır.

## I. BÖLÜM

### 1.1. HİPOTEZ TESTLERİ

Genel anlamda hipotez, bir durum hakkında ileri sürülen varsayım veya iddia olarak tanımlanabilir. İstatistiksel hipotez ise bir veya daha fazla ana kütle parametresi hakkında ileri sürülen, doğru ya da yanlış olması mümkün olan herhangi bir iddiadır (Kartal, 2006:3). Bu iddianın doğru olup olmadığı hipotez testi sonucunda belirlenir.

İstatistiksel bir testte sıfır hipotezi ve alternatif hipotez olmak üzere iki tür hipotez vardır.

Sıfır hipotezi test edilen hipotezdir (Oktay, 1996:6).  $H_0$  ile gösterilir ve değişkenler arasında fark olmadığını iddia eder (Büyüköztürk, 2010:143). Sıfır hipotezi her zaman için eşitlikle ifade edilir ve reddedilmek amacıyla kurulur (Kartal, 2006:3). Örneğin iki ayrı yağ fabrikasında üretilen ürünlerin ortalama ağırlıkları arasında bir fark yoktur şeklinde kurulan hipotezler sıfır hipotezi olarak adlandırılır ve

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Sıfır hipotezi reddedildiğinde kabul edilen hipoteze Alternatif Hipotez denir ve  $H_1$  ile gösterilir (Kartal, 2006:4). Değişkenler arasında bir ilişki ya da farkın var olduğunu ileri sürer (Büyüköztürk, 2010:143). Sıfır hipotezinin alternatifidir ve  $\neq$ ,  $<$ ,  $>$  eşitsizliklerinden biriyle kurulur (Karagöz, 1998:270). Örneğin iki ayrı yağ fabrikasında üretilen ürünlerin ortalama ağırlıkları arasında fark vardır, şeklinde kurulan hipotez alternatif hipotezdir. Alternatif hipotez, verilecek kararın niteliğine ve araştırmanın amacına bağlı olarak aşağıdaki üç farklı şekilden biri ile kurulur:

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

Sıfır hipotezinin doğru olduğu kabul edilerek yapılan işlemler sonucunda hipotezlerden biri kabul edilirken diğeri reddedilecektir ve testin sonucu, alternatif hipotezin kabul veya reddedilmesi durumuna göre yorumlanacaktır.

Mesela ortalama üretimi günde 800 ton olan bir süt firmasında uygulanan yeni bir yöntemin üretimi artırdığı iddia edilmektedir. Bu durumda sıfır hipotezi ve alternatif hipotez şöyle kurulacaktır:

$$H_0 : \mu = 800 \text{ ton}$$

$$H_1 : \mu > 800 \text{ ton}$$

Süt firmasında uygulanan yeni yöntemin üretimi azalttığı iddia edilseydi alternatif hipotez

$$H_1 : \mu < 800 \text{ ton olarak belirlenecekti.}$$

Eğer uygulanan yeni yöntemin üretim kapasitesinde herhangi bir değişiklik yaratmadığı iddia edilseydi alternatif hipotez

$$H_1 : \mu \neq 800 \text{ ton olacaktır.}$$

Hipotez testleri, alternatif hipotezin kuruluş şekline göre iki yönlü, tek yönlü sağ kuyruk, tek yönlü sol kuyruk testleri olarak uygulanırlar ve aşağıda gösterildiği üzere formüle edilirler:

İki yönlü hipotezler:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Tek yönlü sağ kuyruk hipotezleri:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Tek yönlü sol kuyruk hipotezleri:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$



Hipotezin ne şekilde kurulacağını belirlemek için verilecek karar göz önünde bulundurulur (Serper, 1996:64).  $\mu$ 'nün belirli bir değerden farklı olup olmadığı belirlenmek isteniyorsa alternatif hipotez iki yönlü kurulur. Eğer  $\mu$ 'nün belirli bir değerden az veya çok olup olmadığı belirlenmek isteniyorsa, alternatif hipotez tek yönlü sol kuyruk veya tek yönlü sağ kuyruk şeklinde kurulur. Örneğin bir tıp fakültesi öğrencilerinin ortalama 110 IQ seviyesine sahip üstün zekâlı öğrenciler olduğu iddia edilmektedir. Öğrencilerin IQ seviyelerinin ortalamasının 110'dan farklı olup olmadığı test edilmek istendiğinde, hipotezlerin aşağıda ifade edildiği gibi iki yönlü olarak kurulması uygun olacaktır:

$$H_0 : \mu = 110$$

$$H_1 : \mu \neq 110$$

Eğer öğrencilerin IQ seviyeleri ortalamasının 110'dan az veya çok olduğu iddia edilseydi hipotezlerin sırasıyla tek yönlü sol kuyruk veya tek yönlü sağ kuyruk şeklinde aşağıdaki gibi kurulması gerekecekti:

$$H_0 : \mu = 110$$

$$H_0 : \mu = 110$$

$$H_1 : \mu < 110$$

$$H_1 : \mu > 110$$

## 1.2. HATA TIPLERİ

Hipotez testi yapılırken örnek istatistikleri kullanıldığından her zaman için hata yapma olasılığı mevcuttur. Hata iki şekilde meydana gelebilir. Gerçekte doğru olan bir sıfır hipotezi, test sonucunda reddedilmişse yanlış bir karar verilmiş olur ve bu duruma I.Tip Hata adı verilir. I.tip hata yapma ihtimali  $\alpha$  ile gösterilir (Karagöz,1998:272).

Hipotez testlerinde yapılabilecek diğer bir hata ise II. Tip Hatadır ve gerçekte yanlış olan bir sıfır hipotezinin test sonucunda kabul edilmesi halinde yapılan hataya II. Tip Hata denir. II. Tip Hata yapma ihtimali  $\beta$  ile gösterilir (Karagöz, 1998:272). Açıklanan istatistiksel karar durumları tablo 1 'de özet olarak gösterilmiştir.

**Tablo 1:** İstatistiksel Karar Durumları

	H <sub>0</sub> Doğru	H <sub>0</sub> Yanlış
H <sub>0</sub> Kabul	Doğru Karar (1- $\alpha$ )	II. Tip Hata ( $\beta$ )
H <sub>0</sub> Ret	I. Tip Hata ( $\alpha$ )	Doğru Karar Testin Gücü (1- $\beta$ )

Araştırmalarda hata doğal olarak istenen bir durum değildir. Bu sebeple hem  $\alpha$ 'nın hem de  $\beta$ 'nin küçük olması istenir.  $\alpha$ ,  $\beta$  ve örnek büyüklüğü ( $n$ ) arasında sıkı bir ilişki vardır. Şöyle ki  $\alpha$  ile  $\beta$  arasında ters orantılı bir ilişki gözlenmektedir ve buna bağlı olarak  $\alpha$  azaltılmak istendiğinde  $\beta$  yükselecektir. Bu yüzden her iki hatayı birden azaltmanın yolu örnek büyüklüğünü artırmaktan geçer.

I.tip hata yapma olasılığına anlamlılık düzeyi adı verilir ve daha önce de belirtildiği gibi  $\alpha$  ile gösterilir. Anlamlılık düzeyi  $\alpha$ , çeşitli istatistiksel tekniklerle belirlendiği gibi araştırmacının I.tip ve II. tip hatalara vereceği önem de dikkate alınarak araştırmacı tarafından keyfi olarak da belirlenebilir. Araştırma sonuçları bilindiğinde ortaya çıkabilecek yanlışlıktan kaçınmak amacıyla  $\alpha$  değeri daha testin başlangıcında, örneklerin alınmasından önce belirlenmelidir. Sosyal bilim araştırmalarında  $\alpha$  için genellikle %1 ve %5 değerleri kullanıldığı gibi farklı anlamlılık düzeyleri de belirlenebilir. Yapılan bu seçimle sıfır hipotezinin reddedilme olasılığı belirlenmiş olur. Anlamlılık düzeyinin %1olarak alınması bize doğru bir sıfır hipotezinin reddedilmesi ihtimalinin %1 olduğunu söylemektedir. Yani test sonucu verilecek kararın güven düzeyi (1- $\alpha$ ) %99 olacaktır (Ahmet Özmen vd. Ocak 2013:71 AÖF Yayını No:1764).

Yanlış bir sıfır hipotezini reddetme olasılığı ise testin gücü olarak tanımlanır ve 1- $\beta$ 'ya eşittir (Kartal, 2006:7). Bir testin gerçekte yanlış olan bir hipotezi reddetme olasılığı ne kadar yüksekse testin gücü de o kadar artar (Karagöz, 1998:272).

### **1.3. HİPOTEZ TESTİNİN AŞAMALARI**

Bir hipotez testi aşağıdaki dört aşamada sonuçlandırılır:

- 1- Hipotezlerin kurulması
- 2- Test istatistiğinin hesaplanması
- 3- Karar modelinin kurulması
- 4- Karar verme

#### **1.3.1. Hipotezlerin Kurulması**

Bu aşamada hipotezlerin nasıl kurulacağına karar verilecektir. Böylece uygulanacak hipotezin çift yönlü mü tek yönlü mü olacağına karar verilmiş olur. Diğer bir deyişle sıfır hipotezinin kabul ve ret bölgeleri belirlenmiş olacaktır (Turanlı ve Güriş, 2010:333).

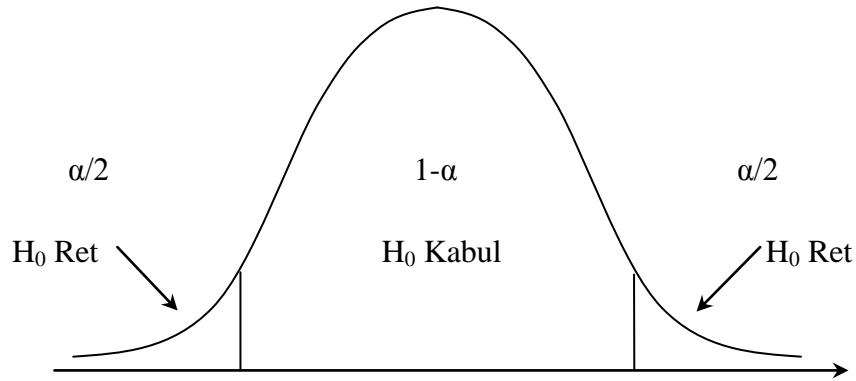
#### **1.3.2. Test İstatistiğinin Hesaplanması**

Hipotezler kurulduktan sonra araştırmacının amacı ve mevcut verileri doğrultusunda hipotezin kontrol edilmesinde kullanılacak test istatistiği hesaplanır (Kesici ve Kocabaş, 1998:153). Test istatistiği, ana kütlede alınan basit şans örneğinden hesaplanmış istatistik tipidir ve sıfır hipotezinin doğru ya da yanlış olma ihtimallerinin belirlenmesi için kullanılır (Karagöz ve Ekici :28)

#### **1.3.3. Karar Modelinin Kurulması**

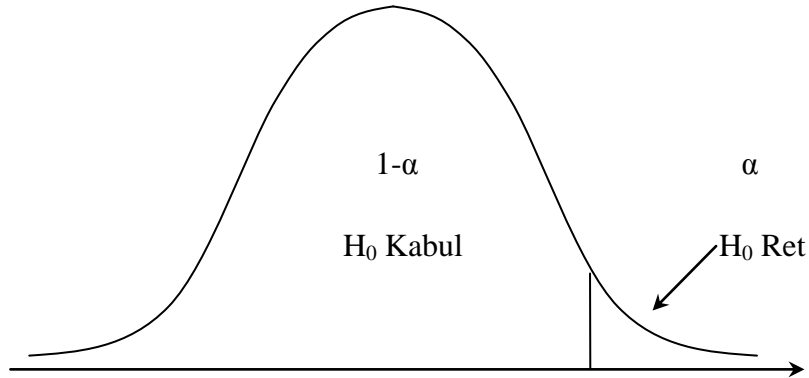
Bir karar modelinde  $H_0$  hipotezi için kabul ve ret bölgeleri olmak üzere iki bölge bulunmaktadır (Kartal, 2006:9). Bu bölgeleri birbirinden ayırmak için test istatistiğinin dağılımı konusunda hazırlanmış tablolar yardımıyla seçilecek bir önem seviyesine göre kritik değer (tablo değeri) belirlenir (Oktay,1996:32). Daha sonra hipotezlerin ifade edilmiş biçimi dikkate alınarak testin yönü belirlenir. Eğer  $H_1$  hipotezi iki yönlü kurulmuşsa şekil 1'de gösterildiği gibi ret bölgesi karar şemasının her iki ucunda simetrik olarak tanımlanmış olur. Test istatistiğinin ret bölgesine düşme ihtimali  $\alpha$  önem seviyesine, kabul bölgesine düşme ihtimali ise  $1-\alpha$  değerine eşittir (Kartal, 2006:9)

Bir önceki aşamada hesaplanan test istatistiği değeri tablo değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Eğer hesaplanan test istatistiği değeri tablo değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilerek alternatif hipotez reddedilir.

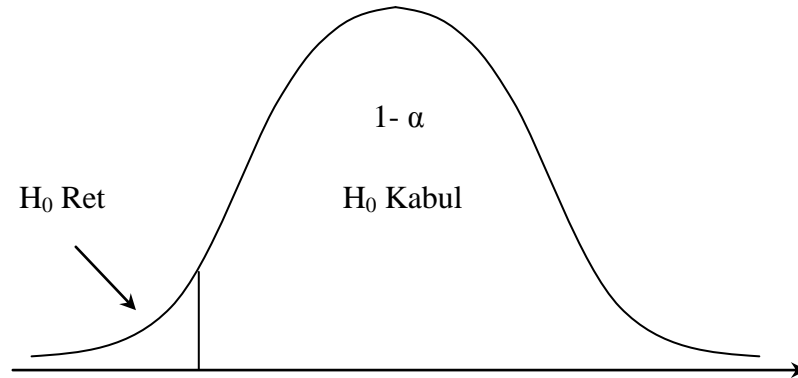


**Şekil 1:** Çift taraflı hipotez testinde kabul ve ret bölgeleri

Hipotez tek taraflı kurulmuşsa, ret bölgesi ya dağılımın sağ ucunda ya da sol ucunda gösterilir. Tek taraflı testler için ret bölgesinin alanı  $\alpha$ 'ya çift taraflı testler için ise  $\alpha/2$ 'ye eşittir. Açıklanan bu hususlar normal dağılım eğrisinden faydalanılarak şekiller yardımıyla aşağıdaki gibi gösterilebilir.



**Şekil 2:** Tek yönlü sağ kuyruk testinde kabul ve ret bölgeleri



Şekil 3: Tek yönlü sol kuyruk testinde kabul ve ret bölgeleri

#### 1.3.4. Karar Verme

İkinci aşamada hesaplanan test istatistiğinin daha önce belirlenen ret bölgesinde kalıp kalmamasına göre  $H_0$ 'ın reddedilip edilememesi istatistiksel kararı ifade eder (Serper, 1996:66). Hesaplanmış olan değer ret bölgesinde kalıyorsa  $H_0$  hipotezi  $\alpha$  önem düzeyinde kabul edilerek  $H_1$  hipotezi reddedilir.

İlerleyen bölümde her bir hipotez testine bu dört aşamaya varsayımlar aşaması da eklenerek testin dayandığı varsayımlar, hipotezler, test istatistiğinin hesaplanma şekli ve sıfır hipotezinin reddedilip reddedilmeyeceğinden bahsedilerek bir karara varılacak ve örnek uygulama ile testin nasıl yapılacağı gösterilecektir.

#### 1.4. ETKİ BÜYÜKLÜĞÜ

Etki büyüklüğü ilk olarak 1977 yılında Cohen tarafından geliştirilmiştir. İncelenen olayın ne kadar etkin olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Cohen tüm etki büyüklüklerinin şu durumlar için kullanılabileceğini belirtmiştir:

- İki grup arasındaki karşılaştırmalar
- Sürekli iki değişken arasındaki korelasyon ölçümü
- Çoklu gruplar ile ilgilenildiğinde aradaki farkı göstermek için kullanılmaktadır.

Etki büyüklüğü bir çalışmadaki ilişkinin gücünün ve yönünün belirlenmesinde kullanılan standart bir ölçüdür ve aritmetik ortalama, standart sapma, t, F veya r değerlerinin belirli formüllerle standart bir ölçüm değerine dönüştürülmesinden elde edilir (Armağan,2011:9). Etki büyüklüğü örneklem ortalamaları arasındaki farkın

kendi standart sapmasına bölünmesi işlemi ile standartlaştırılmıştır (Vupa ve Ergör, 2005:14).

Cohen etki büyüklüğü sınıflandırmasında bazı uygun değerler elde etmiştir ve bu etki büyüklüğü değerlerini şöyle yorumlamıştır (Küçükönder, 2007:35).

**Tablo 2:** Cohen'in Etki Büyüklüğü Sınıflandırmasındaki Değerler

Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Değeri	Yorum
Standart Etki Büyüklüklerinin Farkı	d=0,2	Küçük Etki Büyüklüğü
	d=0,5	Orta Etki Büyüklüğü
	d=0,8	Büyük Etki Büyüklüğü
Korelasyon Katsayıları	r=0,1	Küçük Etki Büyüklüğü
	r=0,25	Orta Etki Büyüklüğü
	r=0,40	Büyük Etki Büyüklüğü
Odds Oranı	od=1,50	Küçük Etki Büyüklüğü
	od=2,50	Orta Etki Büyüklüğü
	od=4,30	Büyük Etki Büyüklüğü

İki grup ortalaması karşılaştırılacağı zaman etki büyüklüğünün belirlenmesinde d-indeksi kullanılabilir. d-indeksi iki grup ortalaması arasındaki uzaklığı standart sapma cinsinden vermektedir (Akçil, 1995:27). Etki büyüklüğü sayısal ise ortalamalara, nominal ise oranlara ve sonuçlar bağlantıyı gösteriyorsa korelasyona dayalı olarak belirlenir (Yıldız, 2009:10).

Etki büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan formül aşağıdaki gibidir (Akçil, 1995:43):

$$d = \frac{Ort(X_2) - Ort(X_1)}{S}$$

Ort( $X_2$ ) = İşlem sonrası değerlerin ortalaması

Ort( $X_1$ ) = İşlem öncesi değerlerin ortalaması

S = Grup içi standart sapmadır

Eğer işlem öncesi ve işlem sonrası standart sapmalar eşitse  $S(X_2) = S(X_1) = S$  olarak kullanılabilir fakat standart sapmalar farklıysa ya işlem öncesi standart sapma veya işlem sonrası standart sapma kullanılır ya da işlem sonrası ve öncesi standart sapmaların ortalaması kullanılır.

Bir diğer etki büyüklüğü hesaplama yöntemi ise korelasyon katsayısı yardımıyla yapılan hesaplamadır (Şahin, 1999:11).

$$r^2 = \frac{t^2}{t^2 + sd}$$

t = t test istatistiği

sd = Serbestlik derecesi

İki yönlü tablolarda ise etki büyüklüğü risk oranları, Odds oranları veya risk farkları ile belirlenmektedir. İki farklı grupta hesaplanan risk oranlarının birbirine oranı Odds oranını vermektedir (Kınay, 2012:21-22):

**Tablo 3:** 2x2 Tablolarda Odds Oranı

	Var	Yok	N
Deneme	A	B	$n_1$
Kontrol	C	D	$n_2$

$$\text{Odds Oranı} = \frac{A*D}{B*C}$$

Ancak doğrudan risk oranları kullanmak yerine logaritmik dönüşümler kullanılmaktadır:

$$\text{Log Odds Oranları} = \text{Ln}(\text{Odds Oranı}) = \text{Ln}\left(\frac{A*D}{B*C}\right)$$

### 1.5. PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN İSTATİSTİKLER

İstatistik analiz tekniklerinin uygulanabilmesi için üzerinde çalışılacak verilerin bazı koşulları sağlaması gerekir. Bu analiz teknikleri parametrik ve parametrik olmayan teknikler olarak iki ana gruba ayrılır.

Parametrik testler, ilgili parametreye ve belirli bir dağılıma ortalama ve varyansa dayanarak işlemler yapan ve bazı varsayımlar gerektiren (esnek olmayan) istatistiklerdir (Özdamar, 2011:402)

Parametrik testlerde ham veriler üzerinden ortalama, varyans gibi ölçütler elde edilerek işlemler yapılır. Parametrik testler, parametrik olmayan testlere göre daha güçlüdürler ancak parametrik testleri kullanabilmek için bazı varsayımların sağlanması gerekir (Oktay, 1996:21)

Parametrik testlerin uygulanabilmesi için ölçümlerin evrendeki dağılımının normal olması, verilerin nicel ölçekli olması, test tipine göre örnek birim sayısının yeteri kadar olması, değişkenin parametrelerinin bilinmesi ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ , P) ve sayımla elde edilen değişkenlerin normal dağılıma yaklaşma koşullarını sağlaması gereklidir (Özdamar, 2011:264).

İşte örnek birim sayısı, araştırma düzeni, verilerin dağılımı ve parametrelerle ilgili gerekli koşullar sağlanabildiği takdirde uygulanacak testler parametrik testlerdir.

Buna karşılık parametrik test varsayımları sağlanmıyorsa yani veriler normal dağılım göstermiyorsa, örnek birim sayısı yeterli büyüklükte değilse veya diğer parametrik test uygulayabilme koşullarından herhangi biri sağlanamıyorsa parametrik testlerin alternatififi olan parametrik olmayan testlerin uygulanması daha doğru olacaktır.

Parametrik olmayan testler, örneğin seçildiği ana kütlelin dağılıma türünü göz önünde bulundurmadan yani ana kütlelin sahip olduğu dağılımın normal dağılım olduğu varsayımına bağlı olmaksızın yalnız örneklerin bağımsız ve tesadüfi olarak seçildiğini varsayan testlerdir (Turanlı ve Gürış, 2010:537-538).

Parametrik olmayan testlerin uygulanabilmesi için aşağıdaki koşullara uyulması gerekir (Özdamar, 2011:264):

- Normal dağılım varsayımının ön koşul olarak ele alınmadığı durumlarda uygulanır.
- Birim sayısının yetersiz olduğu durumlarda uygulanır.



- Hipotezler belirli bir dağılım parametresine dayalı olmadan ele alınırlar.
- Testte kullanılacak veriler yerine bu verilerin sıralama puanlarının verildiği durumlarda kullanılır.
- Normal dağılmayan nicel verilerin analizinde kullanılır.
- Heterojen veri yapılarında uygulanır.
- Verilerin belirli bir dağılıma uygunluğunu, verilerin rastgeleliğini hedefleyen hipotezlerin test edilmesinde uygulanır.

Elde bulunan veriler hangi testin varsayımını sağlıyorsa uygun bir test seçilerek analiz yapılır. Ancak araştırmacı hangi testi seçerse seçsin örneklerin ana kütlede tesadüfî olarak alındığı ve örneklerin birbirinden bağımsız olduğu varsayımlarını sağlaması gerekir.

### **1.6. BAĞIMLI GRUP KAVRAMI**

Ortalamalar arasındaki farkın test edilmesinde grupların bağımlı veya bağımsız oluşuna göre değişen farklı testler kullanılmaktadır. Bu testler parametrik olabileceği gibi, parametrik testlerle ilgili varsayımların sağlanmadığı durumlarda uygulanan parametrik olmayan testler de olabilir.

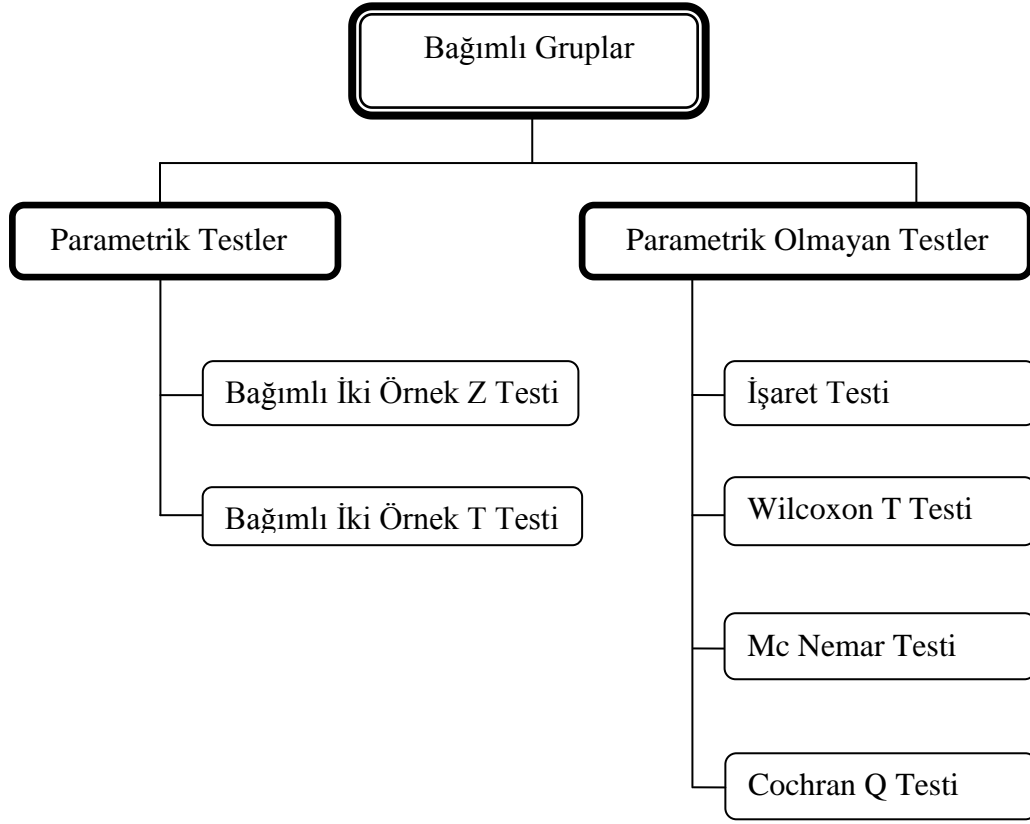
Bağımlı gruplar, aynı kişilerin iki farklı durumda ya da farklı zamanlarda ölçülüyor olması veya kişilerin eşleştirilerek, her çiftten birinin iki gruptan birine yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir (Büyüköztürk, 2010:154). Buna bağlı olarak bağımlı örneklem için iki farklı araştırma metodu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi işlem öncesi-işlem sonrası metodu ikincisi ise eşleştirme (eşlenik çift örnekler) metodudur (Gamgam, 2008:235).

İşlem öncesi-işlem sonrası metodunda ilk olarak örneğe seçilen birimlerin ilgili bağımlı değişken bakımından aldıkları değerler ölçülür. Daha sonra bu birimler ilgili işleme uygulanarak işlem uygulaması bittikten sonra aynı bağımlı değişken bakımından bu birimlerin işlemden sonra aldıkları değerler tekrar ölçülür (Gamgam, 2008:235). Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa, tesadüfî olarak seçilen 10 hastanın sağlık durumlarının incelendiğini kabul edelim. Daha sonra seçilmiş olan bu hastalara yeni bir ilaç tedavisi uygulanmış olsun. Bu hastaların yeni ilaç tedavisinden 30 gün sonraki sağlık durumları tekrar incelenebilir. Bu 10 hastanın tedaviden önceki

ve sonraki sağlık durumlarına ilişkin ortalamaların karşılaştırılması işlem öncesi-işlem sonrası metodu için bir örnektir.

İkinci olarak eşleştirme metodu ise bir örneklemdaki her bir deneğin diğer örneklemdaki her bir denekle eşleştirilmesine dayanır. Yapılan bu eşleştirmeden sonra elde edilen çiftler eşleştirilmiş çiftleri oluşturur (Kartal, 2006:44). Mesela ikiz bebeklerden biri ilk altı ay anne sütü ile beslenirken diğerleri hazır besinle beslenmiş olsun. Bu ikiz bebeklerin ağırlıkları arasındaki farklar test edilerek anne sütü ile hazır besinlerin bebeklerin bedensel gelişimlerine etkileri karşılaştırılabilir. Bu duruma başka bir örnek verilecek olursa aynı davranış bozukluğu iğerisindeki deneklerin bir kısmı X işlemi uygulanırken diğer deneklere hiçbir işlem uygulanmadığını kabul edelim. Bu iki grubun davranışları ile ilgili ölçümler arasında farklılık olup olmadığı karşılaştırılabilir.

Bağımlı gruplara uygulanan testlerde araştırmacılar kardeş, ikiz kardeş ve bir hayvandan doğan iki ya da daha fazla yavruları araştırmalarında kullanabilecekleri gibi böyle doğal çiftlerle çalışmanın mümkün olmadığı durumlarda eşleştirme metodunu kullanarak denekleri büyük bir titizlikle birbirleriyle bağımlı tüm yönlerini inceleyerek eşleştirmek gerekir (Oktay,1996:160).



**Şekil 4:** Bağımlı Grup Testleri Akış Şeması

Şekil 4'te parametrik ve parametrik olmayan testlere dağılımına göre anlatılacak testler belirtilmiştir. Parametrik testlerden bağımlı iki örnek z ve t testleri, parametrik olmayan testlerden ise işaret, Wilcoxon t testi, Mc Nemar testi ve Cochran Q testleri anlatılacaktır.

## II. BÖLÜM

### 2.1 BAĞIMLI İKİ ÖRNEK Z TESTİ

Ana kütle varyansının bilinmesi ve ana kütle normal dağılıma uygun olması durumunda z testi kullanılır (Kartal, 2006:29).

Bağımlı gruplara uygulanan z testi eşlenik çift testi olarak da anılmaktadır. Bu test aynı birimlerde yapılan farklı ölçümlerin ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığı test edilmek istendiğinde uygulanır (Turanlı ve Güriş, 2010:342). Örneğin migren hastalarına uygulanan tedavi öncesi ve sonrası ölçümlerin ortalaması, bir grup lise öğrencisine verilen matematik kursu öncesi ve sonrası sınav notlarında meydana gelen değişimler eşlenik çift testi kullanılarak test edilir.

#### 2.1.1. Varsayımlar

Bu testin uygulanabilmesi için gerekli varsayımlar (Özdamar, 2011:283):

- $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $r$ ,  $P$  gibi değişken parametreleri bilinmeli
- Ana kütlede alınan örnek büyüklüğü 30 veya daha fazla ( $n \geq 30$ ) olmalı
- Değişken normal dağılım göstermeli
- İki işlem grubu birbirine bağımlı olmalıdır.

#### 2.1.2. Hipotezlerin Kurulması

Aynı birimde yapılan iki farklı ölçümün ortalamaları arasındaki fark  $D$  ile gösterilmiştir.  $D$  değerleri işlemden sonraki değerlerden önceki değerlerin çıkarılmasıyla elde edilebileceği gibi işlemden önceki değerlerden sonraki değerlerin çıkarılmasıyla da elde edilebilir (Kartal, 2006:45).

Hipotezler çift yönlü veya tek yönlü olarak kurulabilir.

$H_0 : \mu_D = 0$  (Ortalamalar arasında fark yoktur)

$H_1 : \mu_D \neq 0$  (Ortalamalar arasında fark vardır)

$H_0 : \mu_D = 0$  veya  $H_0 : \mu_D = 0$

$H_1 : \mu_D > 0$   $H_1 : \mu_D < 0$  (Ortalamalarda azalış olmuştur)

### 2.1.3 Test İstatistiğinin Hesaplanması

Ölçümler  $X_i$  ve  $Y_i$  değişkenleri ile gösterilecek olursa

$$D_i = Y_i - X_i$$

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D_i^2}{n} - \left(\frac{\sum D_i}{n}\right)^2}$$

$$Z = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}} \quad \text{olacaktır.}$$

$\bar{D}$  : Farkların ortalaması

$S_D$ : Farkların standart sapması

n: Örnek büyüklüğü

### 2.1.4. Karar Modeli

Çift yönlü testlerde  $Z_{\alpha/2}$  değeri Ek 1'de yer alan Z cetvelinde  $\alpha/2$ ' ye karşılık gelen en yakın Z değeridir.

Tek yönlü testlerde ise  $Z_{\alpha}$  değeri Z cetvelindeki  $\alpha$ 'ya karşılık gelen en yakın Z değeridir.

### 2.1.5. Karar

Son aşama olan karar aşamasında daha önce hesaplanan test istatistiği ile cetveldен bulunan kritik değer karşılaştırılır. Test istatistiğinin mutlak değer olarak cetvel değerinden küçük olması halinde sıfır hipotezi, büyük olması halinde ise alternatif hipotez kabul edilecektir (Yıldız ve Bircan, 2010:235).

Çift yönlü test için;

$|Z_h| > |Z_c|$  ise  $H_0$  reddedilerek  $H_1$  kabul edilir.

$|Z_h| < |Z_c|$  ise  $H_0$  kabul edilerek  $H_1$  reddedilir.

Sağ kuyruk testi için;

$Z_h > Z_c$  ise  $H_0$  reddedilir.

$Z_h < Z_c$  ise  $H_0$  kabul edilir.

Sol kuyruk testi için;

$|Z_h| > |Z_c|$  ise  $H_0$  reddedilir.

$|Z_h| < |Z_c|$  ise  $H_0$  kabul edilir.

### 2.1.6. Örnek Uygulama

100 kg üzerinde olan 30 bireyin diyet ve egzersiz programı öncesi ve sonrası vücut ağırlıkları belirlenmiştir. Uygulanan programın bireylerin vücut ağırlıklarında farklılığa yol açtığı söylenebilir mi? %5 önem seviyesinde test ediniz ve etki büyüklüğünü bulunuz.

Birey No	Vücut Ağırlıkları		Birey No	Vücut Ağırlıkları		Birey No	Vücut Ağırlıkları	
	Önce	Sonra		Önce	Sonra		Önce	Sonra
1	130	130	11	130	135	21	125	128
2	120	125	12	120	123	22	140	141
3	132	137	13	133	135	23	135	137
4	142	146	14	140	142	24	118	126
5	128	130	15	142	147	25	130	132
6	129	134	16	120	128	26	126	129
7	137	140	17	124	131	27	127	135
8	127	128	18	130	131	28	126	134
9	126	126	19	118	127	29	122	124
10	127	128	20	132	140	30	115	120

- *Hipotezlerin Kurulması*

$$H_0 : \mu_D = 0$$

$$H_1 : \mu_D \neq 0$$

- *Test İstatistiği*

Birey No	D	D <sup>2</sup>	Birey No	D	D <sup>2</sup>	Birey No	D	D <sup>2</sup>
1	0	0	11	5	25	21	3	9
2	5	25	12	3	9	22	1	1
3	5	25	13	2	4	23	2	4
4	4	16	14	2	4	24	8	64
5	2	4	15	5	25	25	2	4
6	5	25	16	8	64	26	3	9
7	3	9	17	7	49	27	8	64
8	1	1	18	1	1	28	8	64
9	0	0	19	9	81	29	2	4
10	1	1	20	8	64	30	5	25

$$\bar{D} = \frac{\sum Di}{n} = \frac{118}{30} = 3,93$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n} - \left(\frac{\sum D}{n}\right)^2} = \sqrt{\frac{680}{30} - \left(\frac{118}{30}\right)^2} = 2,68245$$

$$Z = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}} = \frac{3,93}{2,68/\sqrt{30}} = 8,0245$$

- *Karar Modeli*

$$\alpha=0,05 \text{ için } Z_\alpha = 1,645$$

- *Karar*

Hesap değeri ( $Z=8,0245$ ) cetvel değerinden ( $Z_c = 1,645$ ) büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilir. Bireylere uygulanan program onların vücut ağırlıklarını değiştirdiğine %5 önem seviyesinde karar verilir.

- *Etki Büyüklüğü*

Uygulanan programdan sonraki vücut ağırlıkları ile önceki vücut ağırlıkları ortalamalarının farkının grup içi standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir.

$$\text{Ort}(X_2) = 132,3$$

$$\text{Ort}(X_1) = 128,36$$

S = 2,68245 olduğuna göre

$$d = \frac{\text{Ort}(X_2) - \text{Ort}(X_1)}{S}$$

$$d = \frac{132,3 - 128,36}{2,68245} = 1,47$$

Cohen'in etki büyüklüğü yorumlamasına göre elde ettiğimiz  $d=1,47$  değeri  $d>0,8$  şartını sağladığından güçlü bir etkinin var olduğu görülmektedir.

### 2.1.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması

Korelasyon analizi iki değişken arasındaki ilişkinin önemini ve yönünü ortaya koyar. Değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olmaları dikkate alınmaz ve Pearson korelasyon katsayısı ile hesaplanmaktadır (Özdamar, 2011:522).

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y)/n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n)}}$$

$-1 \leq r < 0$  ise negatif yönlü bir ilişki,  $0 < r \leq 1$  ise pozitif yönlü bir ilişkinin varlığından söz edilir. Ayrıca  $r=1$  pozitif tam ilişkinin varlığını  $r=0$  ilişkinin olmadığını belirtir.

Korelasyon analizi hakkında verilen bilgiler doğrultusunda örnek 2.1.6 verileri kullanılarak hesaplamalar şu şekilde yapılacaktır:

$$r = \frac{510803 - (3851 \cdot 3969)/30}{\sqrt{\left(495857 - \frac{3851^2}{30}\right)\left(526429 - \frac{3969^2}{30}\right)}} = 0,9267$$

Korelasyon katsayısı  $r$ 'nin önemliliği ise t testi ile değerlendirilir (Özdamar, 2011:522):



$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

bulunur ve n-2 serbestlik dereceli kritik değere göre belirlenir.

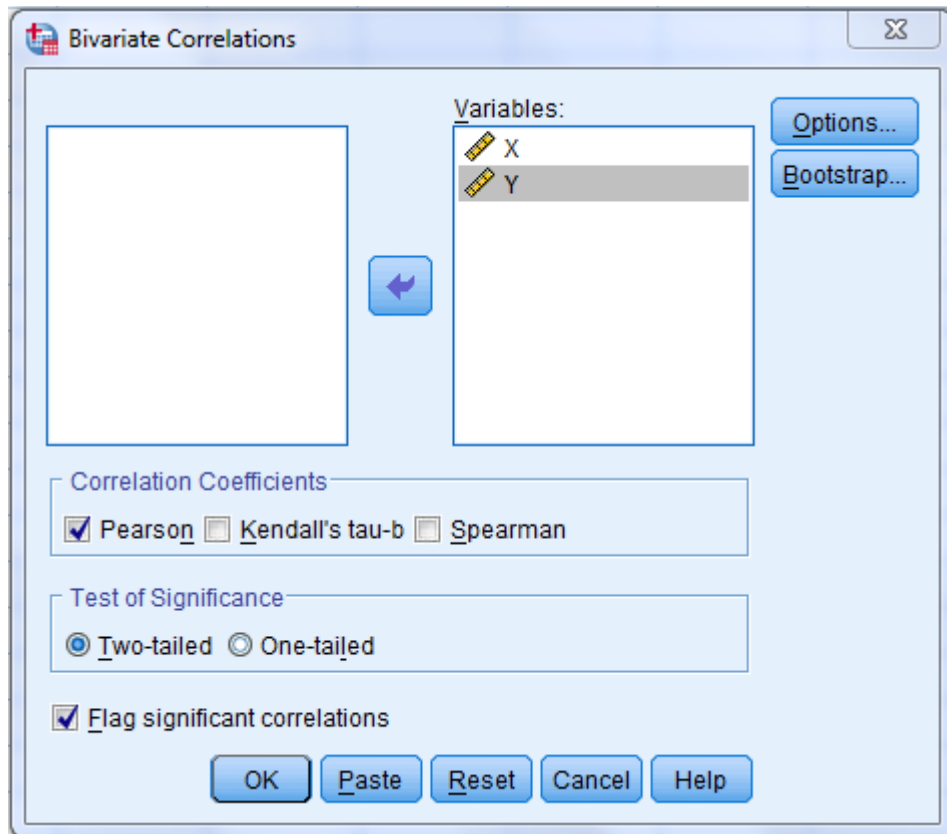
$$t = \frac{0,9267\sqrt{30-2}}{\sqrt{1-0,9267^2}} = 13,05$$

$$t_c = t_{0,01(30-2)} = 2,763$$

$t_h > t_c$  yani  $13,05 > 2,763$  olduğundan değişkenler arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilerek korelasyon %1 önem seviyesinde anlamlı bulunur.

Korelasyon analizini şimdi de SPSS paket program ile yapalım.

Veriler ayrı ayrı sütunlara girilir ve Analyze - Correlate - Bivariate seçenekleri tıklanır.



Yukarıda görüntülenen ekranda X ve Y değişkenleri Variable alanına atılır. Correlation Coefficients alanından Pearson işaretlenir ve hipotezin çift yönlü mü tek yönlü mü kurulduğu belirtilerek OK tıklanır. Tablo 4 elde edilir.

**Tablo 4:** Korelasyon Analizi Sonuçları

		Correlations	
		X	Y
X	Pearson Correlation	1	,926**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	30	30
Y	Pearson Correlation	,926**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	30	30

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

Tablo 4'e göre  $r=0,926$  bulunmuştur.  $P<0,01$  olduğundan programdan önce ve sonraki vücut ağırlıkları arasında %1 önem seviyesinde anlamlı bir ilişki olduğu yorumu yapılabilir.

## 2.2. BAĞIMLI İKİ ÖRNEK T TESTİ (2-RELATED SAMPLES T TEST)

Eşleştirilmiş örneklerde t testi (Paired samples t test) olarak da adlandırılmaktadır.

Aynı bireylerde belirli bir işlem öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerin birbirine bağımlı olduğunu belirtmiştik. Bağımlı iki örnek t testi de aynı gruptan elde edilmiş iki veri setinin ortalamaları arasındaki fark ile ilgili varsayımların  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri ile test edilmesinde kullanılır (Özdamar, 2001:308).

### 2.2.1. Varsayımlar

- Farklar normal dağılım göstermeli (Hayran, 2011:172)
- Veri grupları bağımlı olmalı (Hayran, 2011:172)
- Bağımlı örneklem puan çiftleri oluşturduğu için her örnekteki n sayısı eşit olmalıdır (Büyüköztürk, 2010:166)
- Örneklem büyüklüğü yeterli olmalıdır ( $n<30$ ).

### 2.2.2. Hipotezlerin Kurulması

Hipotezlerin kurulması daha önce anlatılan bağımlı iki örnek z testinde olduğu gibidir. Hipotezin çift yönlü kurulduğu kabul edilirse

$$H_0 : \mu_D = 0$$

$$H_1 : \mu_D \neq 0 \text{ olacaktır.}$$

### 2.2.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması

Ölçümler  $X_i$  ve  $Y_i$  değişkenleri ile gösterilecek olursa

$$D_i = Y_i - X_i$$

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$$

$$\hat{S}_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1} - \frac{(\sum D)^2}{n(n-1)}}$$

$$t = \frac{\bar{D}}{\hat{S}_D/\sqrt{n}} \text{ olacaktır.}$$

$\bar{D}$  : Farklara ait ortalama

$\hat{S}_D$  : Farklara ait standart sapma

n: Örnek büyüklüğü

### 2.2.4. Karar Modeli

$\alpha$  önem seviyesi ve n-1 serbestlik derecesine göre t cetveli kullanılarak kritik değer belirlenir (Kartal, 2006:65).

Tek yönlü test için;

$$t_c = t_{\alpha; (n-1)}$$

Çift yönlü test için;

$$t_c = t_{\alpha; (n-1)}$$

### 2.2.5. Karar

Hesaplanan test istatistiği, bir önceki aşamada belirlenen cetvel değeri ile karşılaştırılarak kabul ve ret bölgeleri belirlenir. Test istatistiğinin cetvel değerinden küçük çıkması halinde sıfır hipotezi kabul edilerek alternatif hipotez reddedilir.

$t_h < t_c$  ise  $H_0$  kabul edilir

$t_h > t_c$  ise  $H_0$  reddedilir.

### 2.2.6. Örnek Uygulama

Bir tekstil fabrikası tesadüfi olarak seçtiği 12 çalışanına daha verimli olmaları amacıyla kurs vermiştir. Kursun bu 12 çalışan üzerinde olumlu etkiler yapacağı öne sürülmektedir. Aşağıda çalışanların kurs öncesi ve sonrasında günlük yaptıkları işler adet olarak verilmiştir. Kursun çalışanların verimini artırdığı söylenebilir mi? %5 önem seviyesinde test ediniz ve etki büyüklüğünü hesaplayınız.

İşçi No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Önce	251	281	271	310	342	351	440	349	354	381	398	251
Sonra	250	286	266	283	274	286	346	245	257	297	260	259
D	1	-5	5	27	68	65	94	104	97	84	138	-8

- *Hipotezlerin Kurulması*

$$H_0 : \mu_D = 0$$

$$H_1 : \mu_D > 0$$

- *Test İstatistiğinin Hesaplanması*

$$\bar{D} = \frac{\sum Di}{n} = \frac{670}{12} = 55,83$$

$$\sum D^2 = 1^2 + (-5)^2 + 5^2 + \dots + (-8)^2 = 64854$$

$$\hat{s}_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1} - \frac{(\sum D)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{64854}{11} - \frac{(670)^2}{12 \cdot 11}} = 49,9505$$

$$t = \frac{\bar{D}}{\hat{S}_D/\sqrt{n}} = \frac{55,83}{49,9505/\sqrt{12}} = 3,8718$$

- *Karar Modeli*

$$\alpha=0,05 \text{ için } t_c = t_{\alpha(n-1)}=t_{0,05(11)}= 1,796' \text{ dir.}$$

- *Karar*

Hesap değeri olan 3,8718 cetvel değeri olan 1,796'dan büyük olduğu için ( $t_h > t_c$ ) sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilir. Dolayısıyla tekstil fabrikasının çalışanlarına verdiği kursun onların verimliliklerini artırdığına %5 önem seviyesinde karar verilir.

- *Etki Büyüklüğü*

Örneğimizdeki veriler dikkate alınarak kurs öncesi ve kurs sonrası değerlerin ortalaması ile grup içi standart sapma aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\text{Ort}(X_2) = 331,58$$

$$\text{Ort}(X_1) = 275,75$$

$$S = 49,9505 \text{ olduğuna göre}$$

$$d = \frac{\text{Ort}(X_2) - \text{Ort}(X_1)}{S}$$

$$d = \frac{331,58 - 275,75}{49,9505} = 1,12$$

Elde ettiğimiz  $d=1,12$  değeri Cohen'in etki büyüklüğü yorumlamasına göre  $d>0,8$  şartını sağladığından güçlü bir etkinin var olduğu görülmektedir.

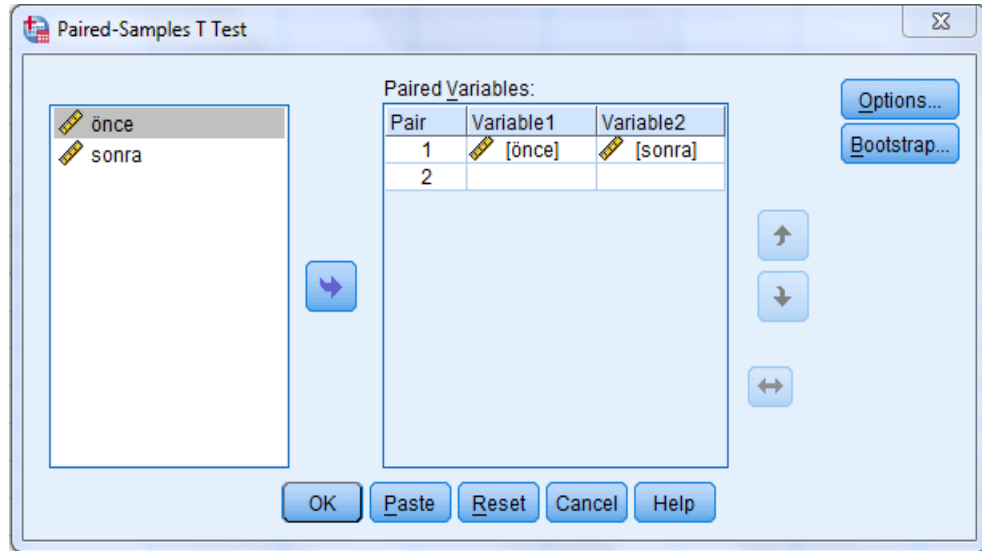
### 2.2.7. Örnek Uygulama 2.2.6'nın SPSS Paket Program Uygulaması

Örnek 2.2.6'nın SPSS ile çözümü aşağıda gösterilmektedir.

Bağımlı iki örnek t testi için veriler aşağıda görüldüğü şekilde girilmektedir:

	önce	sonra	var	var
1	251	250		
2	281	286		
3	271	266		
4	310	283		
5	342	274		
6	351	286		
7	440	346		
8	349	245		
9	354	257		
10	381	297		
11	398	260		
12	251	259		

Veri girişi tamamlandıktan sonra Analyze - Compare Means - Paired Samples T Test adımları izlenerek Paired-Samples T Test penceresi açılır.



Yukarıda görüldüğü gibi açılan pencerede Paired Variables alanına sırayla önce ve sonra değişkenleri atılır. Daha sonra Ok düğmesi tıklanarak sonuçlar elde edilir.

**Tablo 5:** Bağımlı İki Örnek t Testi Sonuçları

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 önce - sonra	55,833	49,951	14,419	24,096	87,570	3,872	11	,003

Tablo 5 incelendiğinde  $t=3,872$   $sd=11$  ve  $P=0,003$  olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre “tekstil fabrikasının çalışanlarına verdiği kurs onların verimliliklerini artırmıştır” kararına varılabilir.

### 2.2.8. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması

Bağımlı iki örnek t testinin korelasyon analizi de bağımlı iki örnek z testinde olduğu gibi hesaplanmaktadır. Örnek 2.2.6'nın verilerini kullanarak korelasyon analizini yapalım.

İşçi No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Önce(x)	251	281	271	310	342	351	440	349	354	381	398	251
Sonra(y)	250	286	266	283	274	286	346	245	257	297	260	259

$$\sum XY = 1107395$$

$$\sum X^2 = 1358951 \quad \sum Y^2 = 920693$$

$$\sum X = 3979 \quad \sum Y = 3309$$

$$r = \frac{1107395 - (3979 \cdot 3309) / 12}{\sqrt{\left(1358951 - \frac{3979^2}{12}\right) \left(920693 - \frac{3309^2}{12}\right)}} = 0,564$$

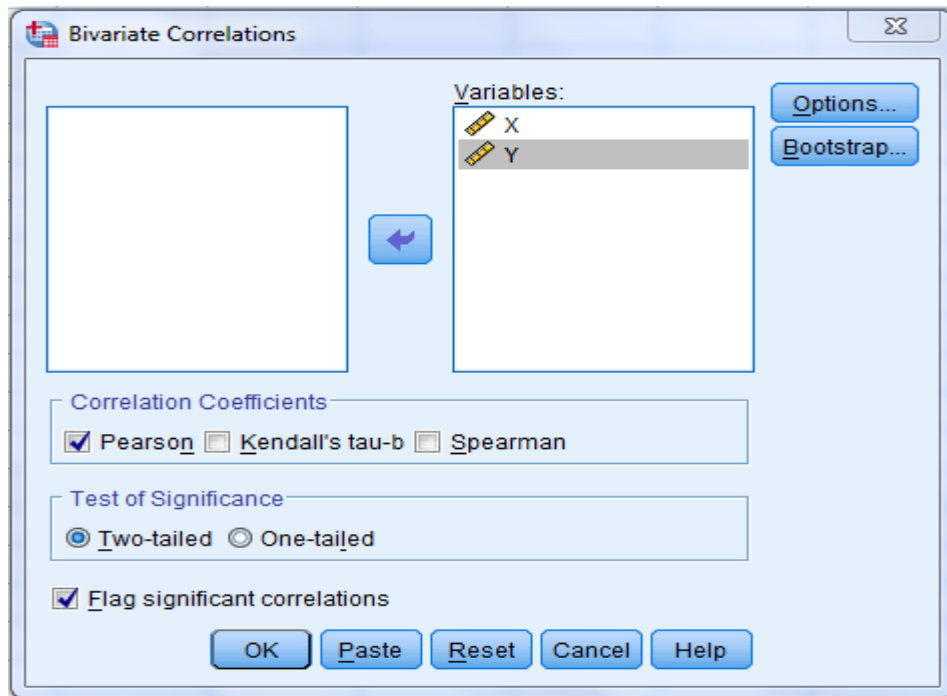
korelasyon katsayısının önemliliği ise şöyledir:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,564\sqrt{12-2}}{\sqrt{1-0,564^2}} = 2,16$$

$$t_c = t_{0,01(12-2)} = 3,169$$

$t_h < t_c$  yani  $2,16 < 3,169$  olduğundan kurs öncesi ve sonrası çalışanların verimlilikleri arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %1 önem seviyesinde kabul edilir.

Yapılan hesaplamaları bir de SPSS paket programda gösterelim. Daha önce de gösterildiği gibi ilk olarak veriler girilir ve Analyze - Correlate - Bivariate seçenekleri tıklanarak aşağıdaki ekran görüntülenir.



X ve Y değişkenleri Variables alanına aktarılarak Correlation Coefficients alanından Pearson işaretlenir ve OK tıklanır. Sonuç tablo 6'daki gibi elde edilir.

**Tablo 6:** Korelasyon Analizi Sonuçları

			Correlations	
			X	Y
X	Pearson Correlation		1	,564
	Sig. (2-tailed)			,056
	N		12	12
Y	Pearson Correlation		,564	1
	Sig. (2-tailed)		,056	
	N		12	12



Tablo 6'ya göre  $r=0,564$  bulunmuştur ve  $P>0,01$  olduğundan değişkenler arasında %1 önem seviyesinde anlamlı bir ilişki olmadığı yorumu yapılabilir.

### 2.3. İŞARET TESTİ

Parametrik olmayan testler içerisinde en eski test olan işaret testinde ortalama yerine medyan kullanılarak işlemler yürütülür. Analiz yapılırken serideki verilerin + ve – işaretleri ile gösterilmesinden dolayı işaret testi olarak adlandırılmıştır.

#### 2.3.1. Varsayımlar

Bağımlı iki örnek işaret testinin uygulanabilmesi için gerekli varsayımları Oktay (1996:162) aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

- Veriler tesadüfi olarak seçilen  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$  gibi  $n$  sayıda ölçüm çiftinden oluşmuştur. Her bir ölçüm çifti aynı denekler üzerinde yapılmış ölçümlerdir veya en azından bir ya da daha fazla değişken itibariyle eşlenmiş olan denekler üzerinde yapılmış ölçümlerdir.
- Üzerinde durulan değişken, ölçüm çiftleri arasındaki farklılığı ifade eden  $X_i - Y_i = D_i$ 'dir. Hakkında karar verilecek  $M_D$  parametresi, ölçüm çiftleri arasındaki farklılıkların meydana getirdiği ana kütlelerin medyanıdır.
- $n$  adet ölçüm çifti birbirinden bağımsızdır.
- Her bir ölçüm çiftindeki veriler en az sıralama ölçeği ile ölçülmüş olmalıdır.
- İlgilenilen değişken sürekli bir değişkendir.

#### 2.3.2. Hipotezlerin Kurulması

Hipotezlerin çift yönlü kurulması halinde

$H_0 : M_D = 0$  (Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdır.)

$H_1 : M_D \neq 0$  (Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan farklıdır.)

Tek yönlü kurulması halinde ise alternatif hipotezde şu iki durum söz konusu olacaktır:

$H_1 : M_D > 0$  (Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan büyüktür.)

veya

$H_1 : M_D < 0$  (Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan küçüktür.)

### 2.3.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması

Test istatistiğinin hesaplanabilmesi için ilk olarak her bir  $(X_i, Y_i)$  çiftinin farkı alınarak yeni bir D değişkeni belirlenir (Gamgam, 2008:236).

$$D_i = X_i - Y_i$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Daha sonra farkların işareti belirlenir. Eğer pozitif ise + işareti, negatif ise - işareti konulur. Farkı sıfır olan çiftler dikkate alınmaz ve n değeri bu durum göz önüne alınarak belirlenir.

Çift taraflı testte pozitif ve negatif işaretlerden hangisinin sayısı daha az ise o bizim test istatistiğimizi oluşturacaktır.

Sağ taraflı testte negatif işaretli farklar test istatistiğini oluştururken sol taraflı testte ise pozitif işaretli farklar test istatistiği olarak kabul edilmektedir.

n'in 25'den küçük ( $n < 25$ ) olduğu durumlarda binom dağılımı kullanılmaktadır ve Ek 3'te yer alan işaret testi cetvelinden yararlanılır.

$n > 25$  durumundaki büyük örnekler için ise binom dağılımı normal dağılıma yaklaşmaktadır ve z değeri hesaplanır. Bu şartlar altında test istatistiği k ile gösterilmek üzere aşağıdaki gibi hesaplanacaktır ve normal dağılıma yaklaştırmak için  $\pm 0,5$  faktörü kullanılarak formülde belirtildiği gibi süreklilik düzeltmesi yapılacaktır (Turanlı ve Güriş, 2010:540):

$$k < \frac{n}{2} \quad \text{ise} \quad z = \frac{(k+0,5) - 0,5n}{0,5\sqrt{n}}$$

$$k > \frac{n}{2} \quad \text{ise} \quad z = \frac{(k-0,5) - 0,5n}{0,5\sqrt{n}}$$

### 2.3.4. Karar Modeli ve Karar

Küçük örneklerde ( $n < 25$ ) test istatistiği (k)  $\alpha$  ile karşılaştırılır.

Çift taraflı testte n birimlik şans örnekte daha az olan işaretin olasılığı  $\alpha/2'$  ye eşit veya küçükse  $\alpha$  önem seviyesinde  $H_0$  hipotezi reddedilir.

Sol taraflı testte n birimlik şans örnekte daha az olan pozitif işaretlerin ( $k^+ < k^-$ ) olasılığı  $\alpha'$  ya eşit veya küçükse  $\alpha$  önem seviyesinde  $H_0$  hipotezi reddedilir.

Sağ taraflı testte  $n$  birimlik şans örnekte daha az sayıda olan negatif işaretlerin ( $k^- < k^+$ ) olasılığı  $\alpha$ 'ya eşit veya küçükse  $\alpha$  önem seviyesinde  $H_0$  hipotezi reddedilir (Turanlı ve Güriş, 2010:540).

Sıfır hipotezinin doğru kabul edildiği durumda ise ana kütlede çekilen bir şans örneğinin pozitif işaretli olma olasılığı negatif işaretli olma olasılığına eşittir ( $p=q=0,50$  olan binom dağılımı).

Büyük örneklerde ( $n>25$ ) ise bir önceki aşamada hesaplanan  $z$  hesap değeri ile  $z$  cetvel değeri karşılaştırılarak karara varılır.

### 2.3.5. Örnek Uygulama

Şansa bağlı olarak seçilen 15 yüksek lisans öğrencisinin yabancı dil sınav notları alınmıştır. Bu öğrencilere 5 ay boyunca İngilizce kursu verilmiştir. Kurs öncesi ve sonrası öğrencilerin sınav notları aşağıda verilmiştir. Kursun öğrencilerin sınav notlarında artışa yol açtığı söylenebilir mi? %5 önem seviyesinde test ediniz.

Öğr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Önce	60	40	59	30	70	83	46	40	87	80	56	21	91	50	62
Sonra	64	52	58	37	71	70	43	52	84	80	57	23	100	56	56

- *Hipotezlerin Kurulması*

$$H_0: M_D = 0$$

$$H_1: M_D > 0$$

- *Test İstatistiğinin Hesaplanması*

Öğrencilerin kurstan önceki sınav notları ile kurstan sonraki sınav notlarının farkları alınarak işaretler belirlenir. Pozitif farklara + işaret, negatif farklara - işaret konur ve farkı sıfır olan çiftler dikkate alınmaz.

Öğr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
İşaret	-	-	+	-	-	+	+	-	+	0	-	-	-	-	+

10 numaralı öğrencinin sınav notlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bu sebeple dikkate alınmayacaktır ve  $n=14$  olacaktır.

Sağ taraflı testte negatif işaretli farklar test istatistiğini oluşturduğundan test istatistiğimiz  $k=9$ 'dur.

- *Karar Modeli ve Karar*

İşaret testi tablosundan tablo değeri belirlenir.  $n=14$  ve  $k=9$  için tablo değeri 0,910'dir.

Tek taraflı test olduğundan test istatistiği  $\alpha$  ile yani 0,05 ile karşılaştırılır.  $0,910 > 0,05$  olduğuna göre  $H_0$  hipotezi kabul edilerek öğrencilerin kurs sonrası sınav notlarında artış olmadığına karar verilir.

- *Etki Büyüklüğü*

İşaret testi için etki büyüklüğü hesaplaması korelasyon analizi yardımıyla şu şekilde hesaplanmıştır:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2-1)} \text{ formülünden } r_s = 1 - \frac{6*(27,5)}{15(15^2-1)} = 0,951 \text{ olarak}$$

bulunmuştur.

$r_s = 0,951$  ve Cohen'in etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre  $r_s > 0,40$  olduğundan büyük etki büyüklüğüne sahip olduğu yorumu yapılabilir.

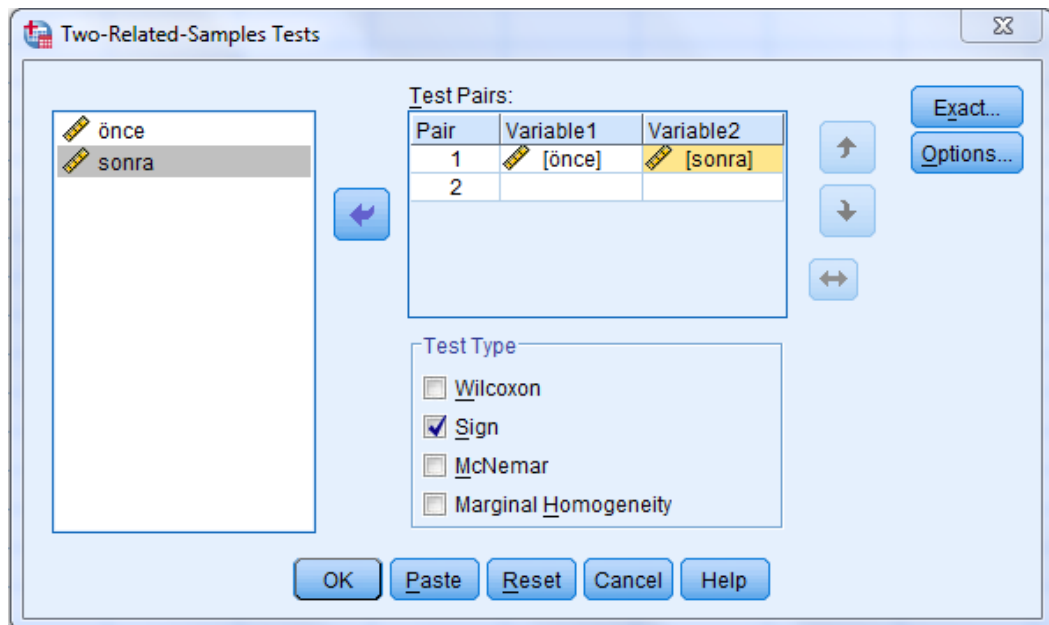
### 2.3.6. Örnek Uygulama 2.3.5'in SPSS Paket Program Uygulaması

Örnek 2.3.5'in SPSS ile çözümü aşağıda gösterilmektedir.

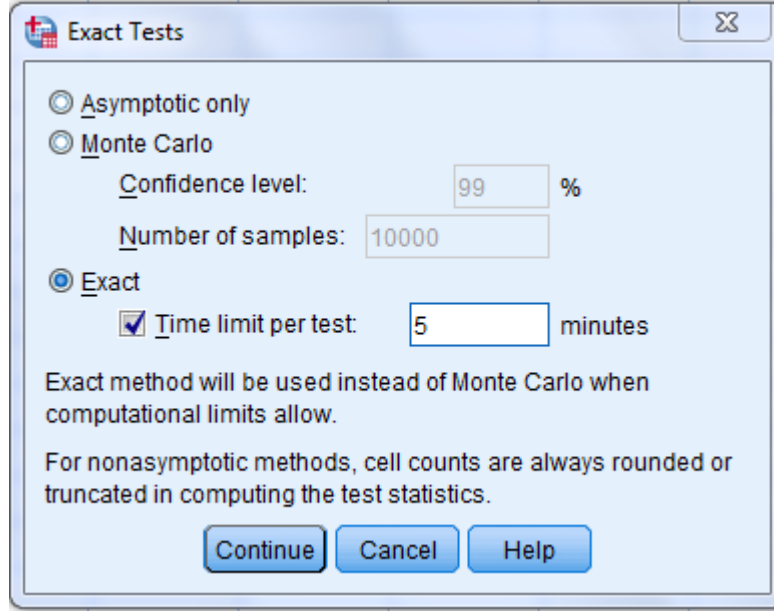
İşaret testi için veriler aşağıda görüldüğü şekilde girilmektedir:

	önce	sonra	var
1	60	64	
2	40	52	
3	59	58	
4	30	37	
5	70	71	
6	83	70	
7	46	43	
8	40	52	
9	87	84	
10	80	80	
11	56	57	
12	21	23	
13	91	100	
14	50	56	
15	62	56	

Veri girişi tamamlandıktan sonra Analyze - Nonparametric Statistics - 2 Related Samples adımları izlenerek Two-Related-Samples Tests penceresi açılır.



Açılan bu pencerede önce ve sonra değişkenleri Variable1 ve Variable2 alanlarına atılarak Test Type alanından Sign seçeneği işaretlenir. Daha sonra Exact düğmesi tıklanarak açılan pencerede aşağıda görüldüğü gibi Exact seçeneği işaretlenir ve Continue düğmesi tıklanır.



Bu seçimden sonra tekrar karşımıza gelen Two-Related-Samples Tests penceresinden Ok düğmesi tıklanarak analiz sonuçları elde edilir.

**Tablo 7 : İşaret Testi Sonuçları**

Frequencies		N
önce - sonra	Negative Differences <sup>a</sup>	9
	Positive Differences <sup>b</sup>	5
	Ties <sup>c</sup>	1
	Total	15

a. önce < sonra

b. önce > sonra

c. önce = sonra

Tablo 7'de işaretlere ait istatistikler yer almaktadır. Negative Differences satırında (-) işaretlerin sayısı yer almakta ve 9 tane negatif durum olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Positive Differences satırında da (+) işaretlerin sayısı

gösterilmekte ve 5 pozitif durum olduğu görülmektedir. Ties satırı ise birbirine eşit farkların sayısını vermektedir.

**Tablo 8:** İşaret Testi Analiz Sonuçları

Test Statistics <sup>a</sup>	
	önce - sonra
Exact Sig. (2-tailed)	,424 <sup>b</sup>
Exact Sig. (1-tailed)	,212
Point Probability	,122

a. Sign Test

b. Binomial distribution used.

Tablo 8’de görüldüğü üzere P değeri 0,212’dir. Önem seviyesi 0,05 olduğuna göre  $P > 0,05$  durumu söz konusu olacak ve sıfır hipotezi kabul edilecektir. Kursun öğrencilerin sınav notlarında artışa yol açmadığına %5 önem seviyesinde karar verilir.

### 2.3.7. Korelasyon Analizi Ve SPSS Paket Program Uygulaması

Normal dağılım varsayımı gerektirmeyen veri çiftlerinde X ve Y arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman’s korelasyon katsayısından yararlanır. Spearman korelasyon katsayısı değerlerin sıralama puanları kullanılarak hesaplanır. Her iki değişken için ayrı ayrı sıralama puanları belirlenir (Özdamar,2011:448-449). Her bir X ve Y değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonra bu sıra numaralarının farkları alınır (Oktay, 1996:394).  $D = R(X_i) - R(Y_i)$  olmak üzere Spearman korelasyon katsayısı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır (Gamgam, 2008:392):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$r_s$  istatistiğinin  $-1 \leq r_s < 0$  olması ters yönlü ilişkiyi,  $0 < r_s \leq 1$  olması aynı yönlü ilişkiyi ve  $r_s = 0$  olması ilişkinin olmadığını ifade eder.

İşaret testi için verdiğimiz örneğe dönecek olursak korelasyon analizi şöyle hesaplanacaktır:

İlk olarak hipotezler kurulur.

$H_0$ : Öğrencilerin kurstan önceki ve sonraki sınav notları birbirinden bağımsızdır.

$H_1$ : Öğrencilerin kurstan önceki ve sonraki sınav notları birbiriyle ilişkilidir.

Daha sonra her bir öğrencinin kurs öncesi ve sonrasındaki sınav notları sıralanarak farkları alınır.

Öğr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Önce(X)	60	40	59	30	70	83	46	40	87	80	56	21	91	50	62
R(X)	9	3,5	8	2	11	13	5	3,5	14	12	7	1	15	6	10
Sonra(Y)	64	52	58	37	71	70	43	52	84	80	57	23	100	56	56
R(Y)	10	4,5	9	2	12	11	3	4,5	14	13	8	1	15	6,5	6,5
D	-1	1	-1	0	-1	2	2	-1	0	-1	-1	0	0	-0,5	-3,5
D <sup>2</sup>	1	1	1	0	1	4	4	1	0	1	1	0	0	0,25	12,25

Farklar alındıktan sonra  $D^2$  yani farkların kareleri hesaplanarak toplanmıştır ve  $\sum D_i^2 = 27,5$  olarak bulunmuştur.

$$r_s = 1 - \frac{6*(27,5)}{15(15^2-1)} = 0,951$$

$n=12$  ve iki yönlü hipotez için  $\alpha=0,01$  alınarak Spearman's korelasyon katsayısı tablosundan kritik  $r_s = 0,727$  olarak belirlenir. Hesaplanan  $r_s$  değeri (0,951), kritik  $r_s$  değerinden (0,727) büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilerek öğrencilerin kurs öncesi ve sonrası sınav notlarının birbiriyle ilişkili olduğuna karar verilir.

Korelasyon katsayısının önem testi ise şöyledir:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,951\sqrt{15-2}}{\sqrt{1-0,951^2}} = 11,08$$

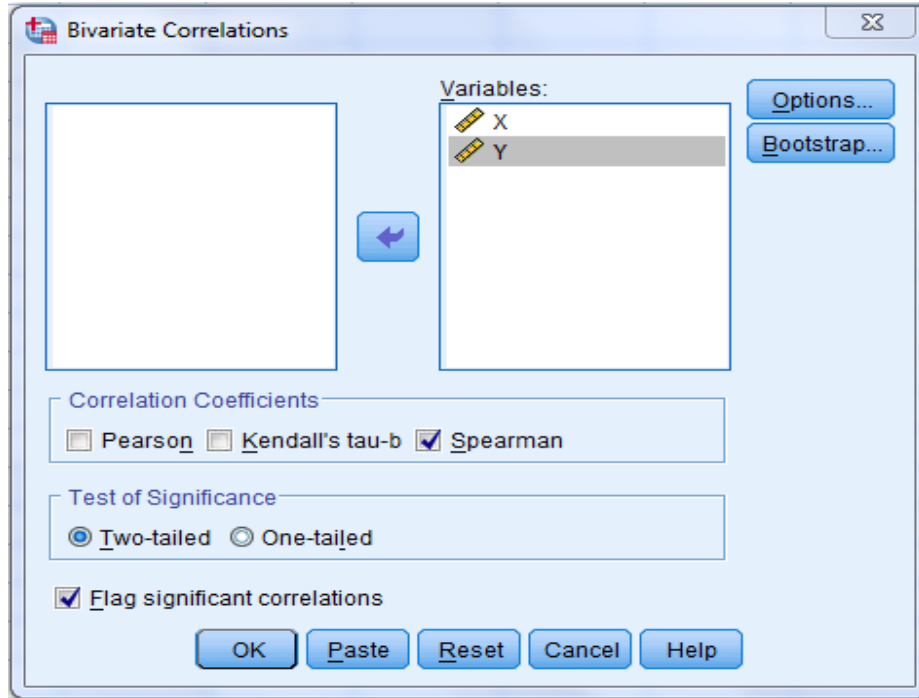
$$t_c = t_{0,01(15-2)} = 3,012$$

$t_h > t_c$  yani  $11,08 > 3,012$  olduğundan değişkenler arasında ilişki olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilir ve %1 önem seviyesinde korelasyon anlamlı kabul edilir.

Korelasyon analizinin SPSS paket program ile uygulaması ise aşağıdaki gibidir:



İlk olarak önce ve sonraki değerler ayrı ayrı sütunlara girilir. Analyze - Correlate - Bivariate seçenekleri seçilerek görüntülenen ekranda değişkenler Variables alanına taşınır.



Correlation Coefficients alanından Spearman seçeneği seçilerek OK tıklanır ve şu sonuçlar elde edilir:

**Tablo 9:** Spearman Korelasyon Analizi Sonuçları

			Correlations	
			X	Y
Spearman's rho	X	Correlation Coefficient	1,000	,951**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	15	15
	Y	Correlation Coefficient	,951**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	15	15

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

Tablo 9'da da görüldüğü gibi X ve Y arasında  $r_s = 0,951$  düzeyinde aynı yönlü yani pozitif bir ilişki mevcuttur ve  $P < 0,01$  olduğundan değişkenler arasındaki ilişkinin %1 önem seviyesinde anlamlı olduğuna karar verilir.

## 2.4. WILCOXON T TESTİ

Bağımlı grupların testinde kullanılan diğer bir test de Wilcoxon t testidir. Bu test Wilcoxon Eşlenik-Çift İşaretli-Sıralar Testi veya Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Toplamı Testi (Wilcoxon Signed-Ranks Test) olarak da adlandırılmaktadır.

Wilcoxon t testi, bağımlı iki örnek t testinin parametrik olmayan alternatifidir. Bağımlı iki örnek t testinin değerlendirilmesinde aritmetik ortalama kullanılırken Wilcoxon t testinde medyan kullanılmaktadır. Eşleştirilmiş verilerin farklarının dağılımı için normal dağılım varsayımı karşılanmadığı takdirde parametrik olmayan Wilcoxon t testi kullanılır (Gürsakal, 2013:167).

Daha önce açıklanmış olan işaret testi de bağımlı örneklerin karşılaştırılmasını sağlayan bir test olmakla birlikte sadece çiftler arasındaki farkın yönünü dikkate alırken Wilcoxon t testi farkların yönünü dikkate almakla kalmayıp aynı zamanda farkların miktarını da dikkate alır (Büyüköztürk, 2010:212). Dolayısıyla Wilcoxon t testi işaret testine göre daha fazla bilgi kullanır. Bu durum da Wilcoxon t testinin daha güçlü olduğunun göstergesidir.

### 2.4.1. Varsayımlar

- Örnekler rastgele seçilmeli (Akgül, 2003:221)
- Gözlemler arasındaki farklar bağımsız olmalı (Akgül, 2003:221)
- Farklar en az aralık ölçeği ile ölçülmeli (Oktay, 1996:167)
- Farklar ana kütlelerinin dağılımı bu farklara ait medyan ( $M_D$ ) etrafında simetrik olmalıdır (Oktay, 1996:167).

### 2.4.2. Hipotezlerin Kurulması

#### Çift taraflı

$H_0$ : Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdır

$H_1$ : Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan farklıdır

#### Tek taraflı

$H_1$ : Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan küçüktür  
veya

$H_1$ : Farklar ana kütlelerinin medyanı sıfırdan büyüktür

### 2.4.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması

Test istatistiğinin hesaplanabilmesi için yapılması gereken işlemler şöyledir (Lind/Marchal/Wathen, 2012:691-692):

- İlk olarak ölçümler arasındaki farklar alınarak fark sütunu açılır.
- Farkı sıfır olan veriler dikkate alınmaz ve örnek sayısı farkı sıfır olan veri kadar azaltılır.
- Yeni bir sütun açılarak farklara sıra numarası verilir. Sıra numarası verilirken farkın işareti dikkate alınmaz. Eğer birbirine eşit olan iki veya daha fazla fark varsa onlara denk gelecek sıra numaralarının ortalaması bu değerlerin sıra numarasını oluşturur. Örneğin sıra numaraları 6, 7 ve 8' e denk gelen üç eşit fark varsa bunların her birine verilecek sıra numarası  $(6+7+8)/3=7$  olacaktır.
- Daha sonra başka bir sütunda farkların işaretleri sıra numaralarının önüne konulur.
- Negatif farkların ve pozitif farkların ayrı ayrı toplamları alınır. Her iki toplamdan küçük olanı test istatistiği olarak kullanılır ve T ile gösterilir.

$n \geq 25$  olması halinde ise T'nin örnekleme dağılımı normal dağılıma yaklaşacaktır (Gamgam, 2008:142) ve aşağıda belirtilmiş olan formülle z istatistiği hesaplanır (Sümbüloğlu, 2002:151):

$$z = \frac{T - [n(n+1)]/4}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

### 2.4.4. Karar Modeli ve Karar

$n < 25$  durumunda denek sayısına göre cetvel değeri Ek 4'ten belirlenir.  $T_h$  değerinin cetvel değerinden büyük çıkması halinde  $H_0$  hipotezi kabul edilecek, küçük veya eşit olduğunda ise  $H_1$  kabul edilecektir (Yıldız ve Bircan, 2010:317).

$H_0$  hipotezinin kabul edilmesi halinde farkların yarısının pozitif yarısının negatif olması beklenecektir. Bundan dolayı pozitif farkların toplamıyla negatif farkların toplamları birbirine yakın veya eşit olacaktır (Kartal, 2006:173).

$n \geq 25$  durumunda ise  $z$  istatistiği hesaplandığından Ek 1'den cetvel değeri belirlenir. Cetvel değeri, hesaplanan  $z$  istatistiğinden küçükse sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilecektir.

#### 2.4.5. Örnek Uygulama

Şansa bağlı olarak seçilen 15 yüksek lisans öğrencisinin yabancı dil sınav notları alınmıştır. Bu öğrencilere 5 ay boyunca İngilizce kursu verilmiştir. Kurs öncesi ve sonrası öğrencilerin sınav notları aşağıda verilmiştir.

Öğr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Önce	60	40	59	30	70	83	46	40	87	80	56	21	91	50	62
Sonra	64	52	58	37	71	70	43	52	84	80	57	23	100	56	56

Kursun öğrencilerin sınav notlarını artırdığı söylenebilir mi? %5 önem seviyesinde test ediniz ve etki büyüklüğünü hesaplayınız.

- *Hipotezlerin Kurulması*

$H_0$ : Kurstan önceki ve sonraki sınav notları aynıdır.

$H_1$ : Kurstan sonra sınav notları artmıştır.

- *Test İstatistiğinin Hesaplanması*

Verilerin farkları alınır. Daha sonra farkların mutlak değerleri alınarak her bir veriye küçükten büyüğe doğru sıra numarası verilir. Daha önce anlatıldığı gibi birbirine eşit olan farkların sıra numaralarının ortalaması o verinin sıra numarasını verecektir. Ayrıca farkı sıfır olan veriler işleme alınmayacaktır. Anlatılanlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Öğr No	Önce	Sonra	D	D	Sıra	İşaretli Sıra	
						(+)	(-)
1	60	64	-4	4	7		7
2	40	52	-12	12	12,5		12,5
3	59	58	1	1	2	2	
4	30	37	-7	7	10		10
5	70	71	-1	1	2		2
6	83	70	13	13	14	14	
7	46	43	3	3	5,5	5,5	
8	40	52	-12	12	12,5		12,5
9	87	84	3	3	5,5	5,5	
10	80	80	0	0	*	*	
11	56	57	-1	1	2		2
12	21	23	-2	2	4		4
13	91	100	-9	9	11		11
14	50	56	-6	6	8,5		8,5
15	62	56	6	6	8,5	8,5	

Tablodaki verilere göre negatif farkların toplamı 69,5 ve pozitif farkların toplamı 35,5 bulunmuştur. Pozitif ve negatif farkların toplamlarından küçük olanı test istatistiğini verecektir. Dolayısıyla test istatistiği olan  $T=35,5$  olacaktır.

- *Karar Modeli ve Karar*

$n=14$  ve  $\alpha=0,05$  tek yönlü test için Ek 4'ten cetvel değeri 25 olarak belirlenmiştir. Buna göre hesap değeri olan  $T=35,5$  cetvel değeri olan  $T_c=25$ 'ten büyük olduğundan  $H_0$  kabul edilerek kursun öğrencilerin sınav notlarında önemli bir artış meydana getirmediğine %5 önem seviyesinde karar verilir.

- *Etki Büyüklüğü*

Wilcoxon t testi için etki büyüklüğü Z değerinin toplam örneklem sayısının kareköküne bölünmesiyle elde edilir (<http://twu.seanho.com>):

$$Z = \frac{T - [n(n+1)]/4}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

hesaplaması yapılarak etki büyüklüğü aşağıdaki gibi bulunur.

$$r = Z / \sqrt{n}$$

Örneğimiz için etki büyüklüğü değeri ise;

Z= -1,069 ve n=15 için,

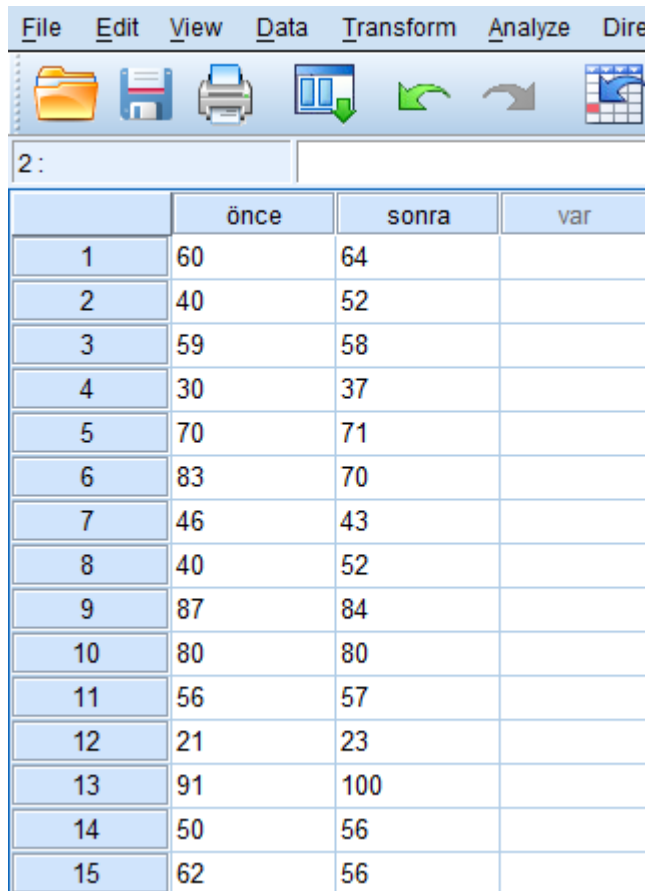
$$r = -1,069 / \sqrt{15} = -0,276 \text{ olarak hesaplanmıştır ve bu durum Cohen'in etki}$$

büyüklüğü sınıflandırmasına göre orta derecede etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermektedir.

#### 2.4.6. Örnek Uygulama 2.4.5'in SPSS Paket Program Uygulaması

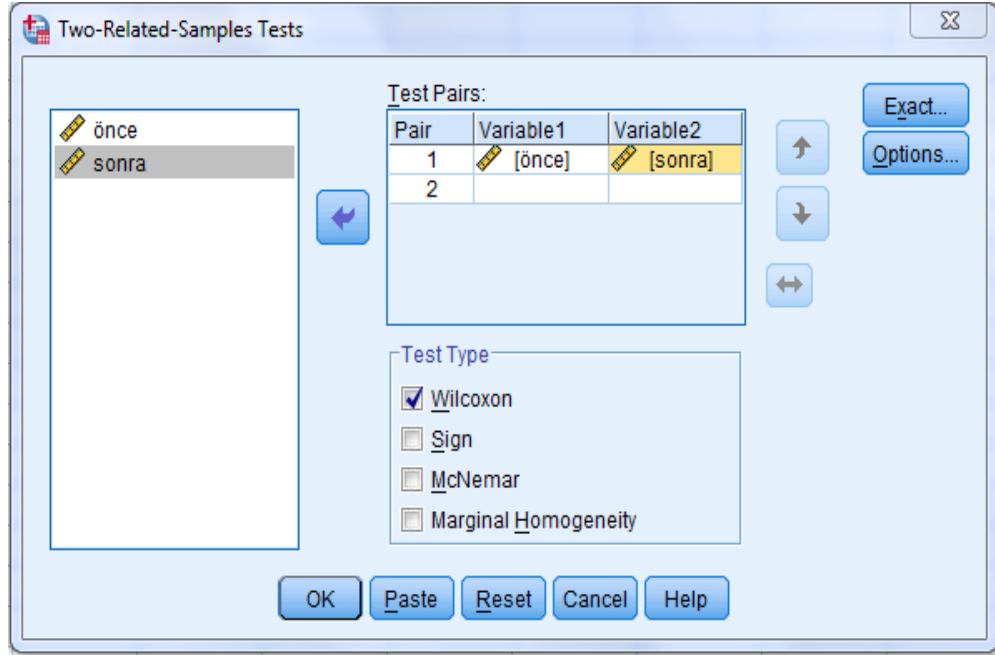
Örnek 2.4.5'in SPSS ile çözümü aşağıda gösterilmektedir.

Wilcoxon t testi için veriler aşağıda görüldüğü gibi girilir.

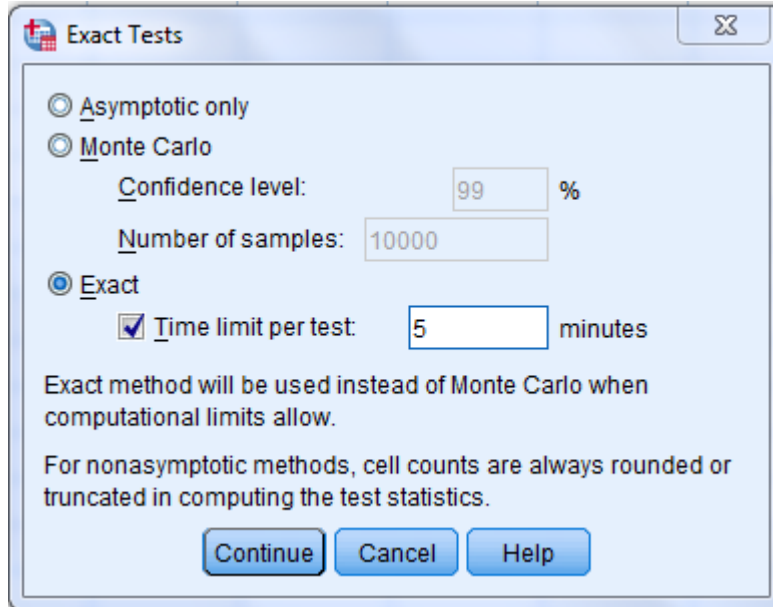


	önce	sonra	var
1	60	64	
2	40	52	
3	59	58	
4	30	37	
5	70	71	
6	83	70	
7	46	43	
8	40	52	
9	87	84	
10	80	80	
11	56	57	
12	21	23	
13	91	100	
14	50	56	
15	62	56	

Veri girişi tamamlandıktan sonra Analyze - Nonparametric Statistics - 2 Related Samples adımları izlenerek Two-Related-Samples Tests penceresi açılır.



Açılan bu pencerede önce ve sonra değişkenleri Variable1 ve Variable2 alanlarına atılarak Test Type alanından Wilcoxon seçeneği işaretlenir. Daha sonra Exact düğmesi tıklanarak açılan pencerede aşağıda görüldüğü gibi Exact seçeneği işaretlenir ve Continue düğmesi tıklanır.



Sonrasında açılan pencerede Ok düğmesi tıklanarak sonuçlar elde edilir.

**Tablo 10:** Wilcoxon T Testi Analiz Sonuçları

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
önce - sonra	Negative Ranks	9 <sup>a</sup>	7,72	69,50
	Positive Ranks	5 <sup>b</sup>	7,10	35,50
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	15		

a. önce &lt; sonra

b. önce &gt; sonra

c. önce = sonra

Tablo 10’da Negative Ranks satırında negatif farklara ilişkin istatistikler yer almaktadır. Buna göre 9 tane negatif sıra sayısı bulunmaktadır. Bu sıra sayılarının ortalamasını gösteren Mean Rank değeri 7,72 ve negatif sıra sayılarının toplamını veren Sum of Ranks değerinin ise 69,50 olduğu görülmektedir.

Yine aynı şekilde Positive Ranks satırında pozitif farklara ait istatistiklere yer verilmiştir ve 5 tane pozitif sıra sayısının bulunduğu görülmektedir. Pozitif sıra sayılarının ortalamasını gösteren Mean Rank değeri 7,10 ve pozitif sıra sayılarının toplamını veren Sum of Ranks değeri de 35,50’dir.

Örneğimize göre pozitif farkların sıra sayılarının toplamı olan 35,50 Wilcoxon t test istatistiği olarak alınmaktadır.

**Tablo 11:** Wilcoxon T Testi Analiz Sonuçları

Test Statistics <sup>a</sup>	
	önce - sonra
Z	-1,069 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,285
Exact Sig. (2-tailed)	,302
Exact Sig. (1-tailed)	,151
Point Probability	,008

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Yine tablo 11’de görüldüğü üzere P değeri (Exact Sig.(1-tailed)) 0,151’dir. Önem seviyesi 0,05 olduğundan  $P > 0,05$  olacaktır ve bu durum sıfır hipotezinin kabulü



demektir. Buna göre kursun öğrencilerin sınav notlarında önemli bir artış meydana getirmediğine %5 önem seviyesinde karar verilir.

#### **2.4.7. Korelasyon Analizi Ve SPSS Paket Program Uygulaması**

Tüm parametrik olmayan testlerde olduğu gibi Wilcoxon t testinde de işaret testinde uygulanan yöntem yani Spearman korelasyon analizi kullanılacaktır. İşaret testinde izlenen tüm aşamalar ve hesaplamalar Wilcoxon t testiyle aynıdır. Spearman korelasyon katsayısı  $r_s = 0,951$  olarak hesaplanmıştır.  $n=12$  ve  $\alpha=0,01$  için kritik  $r_s=0,727$ 'dir. Hesaplanan  $r_s$  değeri (0,951), kritik  $r_s$  değerinden (0,727) büyük olduğundan sıfır hipotezi reddedilerek öğrencilerin kurs öncesi ve sonrası sınav notlarının birbiriyle ilişkili olduğuna karar verilir. Ayrıca  $t_h > t_c$  yani  $11,08 > 3,012$  olduğundan değişkenler arasında ilişki olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilerek korelasyon %1 önem seviyesinde anlamlı bulunur.

#### **2.5. MC NEMAR TESTİ**

Mc Nemar testi, bağımlı iki veri grubuna uygulanan bir testtir. Aynı denekler üzerinde farklı zamanlarda yapılan önce ve sonraki gözlem değerlerinde meydana gelen farklılığı belirleyip iki durumu karşılaştırmak için kullanılır (Hayran,2011:222). Yani bu test herhangi bir olayın veya işlemin kişiler üzerindeki etkisini incelemektedir (Akgül, 2003:200). Örneğin bir seçim öncesinde ilgili siyasi partinin yaptığı seçim propagandasının partinin oy oranına etkisi araştırılmak istendiğinde veya bir grup obezite hastasına uygulanan tedavi ve diyet programı sonrasında hastalarda meydana gelen durum gözlenmek istendiğinde Mc Nemar testi kullanılabilir.

##### **2.5.1. Varsayımlar**

- Aynı bireyler üzerinde iki defa gözlem yapılacağından gruplar bağımlı olmalıdır.
- Birinci örneklemdeki bütün gözlemlerle ikinci örneklemdeki bütün gözlemler kendi içlerinde bağımsız olmalıdır (Akgül, 2003:201).
- Dört gözlü (2\*2) tablolarda kullanılır.
- Veriler nominal ölçekle ölçülmüş olmalıdır (Oktay, 1996:183).

- Mc Nemar Testi, önce olumlu oldukları halde sonra olumsuzla dönüşen ya da tam tersi durumun söz konusu olduğu çiftlerde uygulanır (Taştan, 2013:40).

### 2.5.2. Hipotezlerin Kurulması

Hipotezlerin çift taraflı kurulması halinde hipotezler şöyle ifade edilecektir:

$H_0$ : Üzerinde durulan özellik bakımından ilk koşul altında gerçekleşen oran, ikinci koşul altında gerçekleşen orandan farklı değildir.

$H_1$ : Üzerinde durulan özellik bakımından ilk koşul altında gerçekleşen oran, ikinci koşul altında gerçekleşen orandan farklıdır.

Veya ilk koşul altında gerçekleşen oran  $p_1$  ve ikinci koşul altında gerçekleşen oran  $p_2$  ile gösterilecek olursa hipotezler şöyle de ifade edilebilir (Oktay,1996:183):

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_1: p_1 \neq p_2$$

### 2.5.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması

Mc Nemar test istatistiği aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır (Özdamar, 2001:358):

$$\chi^2 = \frac{(B-C)^2}{B+C}$$

Ancak B ve C gözlerinde kesikli değerler bulunduğu için süreklilik düzeltmesi uygulanır (Taştan, 2013:42).

$$\chi^2 = \frac{(|B-C|-1)^2}{B+C}$$

Önce ve sonraki gözlem değerleri için veri tablosunun genel hali şöyledir:

**Tablo 12:** Mc Nemar Testinin Uygulanmasında Genel Tablo

İşlem Öncesi	İşlem Sonrası		Toplam
	+	-	
+	A	B	A+B
-	C	D	C+D
Toplam	A+C	B+D	n

Yukarıda belirtilen 2\*2'lik genel tabloda A ve D gözlerinde herhangi bir değişme görülmezken B ve C değişimin görüldüğü gözlerdir. Mc Nemar testi farklılık gözlenen B ve C gözlerindeki frekansları dikkate alır (Aktürk ve Acemoğlu, 2011:217).

#### 2.5.4. Karar Modeli ve Karar

Önceki aşamada hesaplanan test istatistiği,  $\alpha$  önem seviyeli ve s.d = 1 serbestlik dereceli  $\chi^2$  cetvel değeriyle karşılaştırılır. Hesaplanan test istatistiğinin cetvel değerinden küçük olması durumunda  $H_0$  kabul edilecek, büyük olması durumunda ise  $H_0$  reddedilecektir.

$\chi^2 < \chi^2_{\alpha,1}$  ise  $H_0$  kabul edilir

$\chi^2 \geq \chi^2_{\alpha,1}$  ise  $H_0$  reddedilir.

#### 2.5.5. Örnek Uygulama

Çocuk esirgeme yurdunda kalmakta olan çocukların özgüvenlerinin sağlanması ve ruh hallerinin iyileştirilmesi için 7-11 yaş grubu çocuklara bazı sosyal aktiviteleri içeren bir program uygulanacaktır. Bu amaçla tesadüfî olarak seçilen 100 çocuk seçilmiştir. Program öncesinde ve sonrasında bir psikolog çocuklarla görüşerek onlara bazı sorular yöneltilmiş, çocukların cevaplarına göre olumlu veya olumsuz bir gruplandırma yapılmıştır. Veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Sosyal Aktivitelere Katılım Öncesi	Sosyal Aktivitelere Katılım Sonrası		Toplam
	Olumlu	Olumsuz	
Olumlu	20	10	30
Olumsuz	60	10	70
Toplam	80	20	100

Bu verilere göre uygulanan programın çocuklar üzerinde etkili olup olmadığını %5 önem seviyesinde test ediniz.

- *Hipotezlerin Kurulması*

$H_0$ : Uygulanan program çocuklar üzerinde etkili olmamıştır.

$H_1$ : Uygulanan program çocuklar üzerinde etkili olmuştur.

- *Test İstatistiğinin Hesaplanması*

$$\chi^2 = \frac{(|B-C|-1)^2}{B+C} = \frac{(|10-60|-1)^2}{10+60} = 34,3$$

- *Karar Modeli ve Karar*

$\alpha = 0,05$  ve 1 serbestlik derecesi ile Ek 5'ten ki-kare cetvel değeri  $\chi^2_{(0,05);1} = 3,841$  olarak belirlenmiştir.

Ki-kare hesap değeri olan 34,3 cetvel değeri olan 3,841'den büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilir. Uygulanan programın çocuklar üzerinde etkili olduğuna %5 önem seviyesinde karar verilir.

- *Etki Büyüklüğü*

İki yönlü tablolarda etki büyüklüğünün Odds oranı ile hesaplanabileceğine daha önce değinmiştik.

$$\text{Odds Oranı} = \frac{A*D}{B*C} = 0,33 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

$$\text{Log Odds Oranları} = \text{Ln}(\text{Odds Oranı}) = \text{Ln}[(A*D)/(B*C)] = -1,11$$

$\text{Od} < 1,50$  olduğundan küçük etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilmektedir.

### 2.5.6. Örnek Uygulama 2.5.5'in SPSS Paket Program Uygulaması

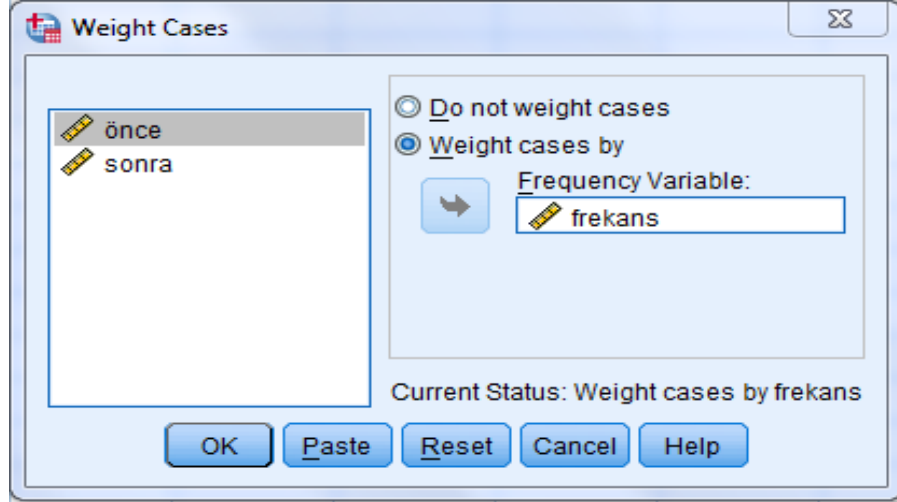
Örnek 2.5.5'in SPSS ile çözümü aşağıda gösterilmektedir.

İlk olarak Mc Nemar testi için veri girişi yapılmalıdır. Veriler önce, sonra ve frekans sütunlarına girilir. 1.satıra örnek veri tablomuzun 1.satır ve 1.sütununa denk gelen frekansın girildiği görülmektedir.

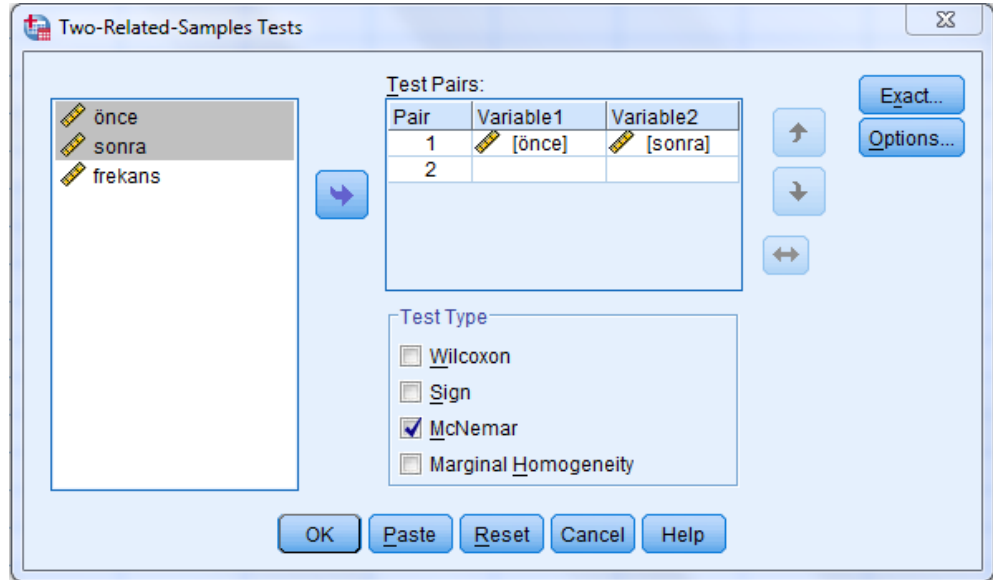
	önce	sonra	frekans	var
1	1	1	20	
2	1	2	10	
3	2	1	60	
4	2	2	10	
5				

Diğer satır ve sütunların verileri de yukarıda görüldüğü gibi girildikten sonra frekansların ağırlıklandırılması aşamasına geçilir.

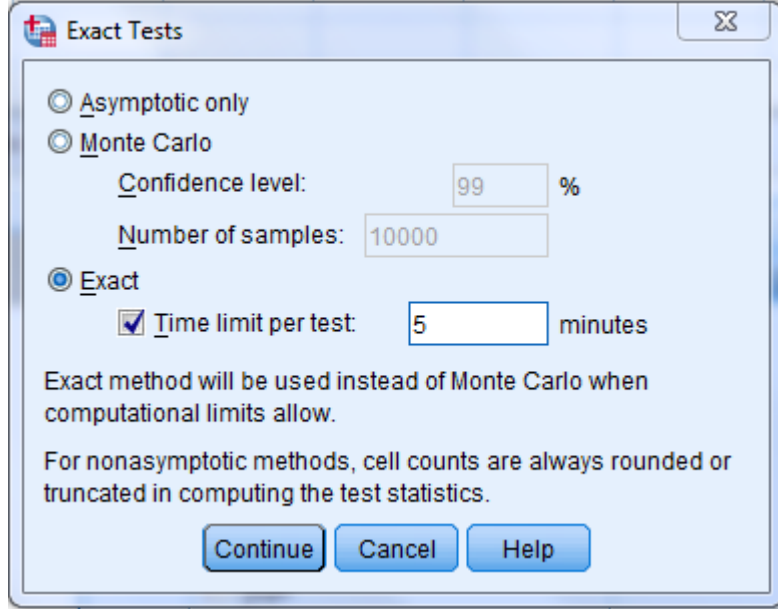
Frekans sütununun ağırlıklandırma işlemi Data - Weight Cases adımları izlenerek açılan pencerede Weight Cases by kutucuğu işaretlenir ve Frequency Variable alanına frekans aktarılır.



Ağırlıklandırma işlemi yapıldıktan sonra analiz aşamasına geçilir ve Analyze - Nonparametric Statistics - 2-Related Samples seçeneğinden Two-Related-Samples Tests penceresi açılır.



Açılan pencerede sol tarafta görünen önce ve sonra değişkenleri işaretlenerek Test Pairs alanına atıldıktan sonra Test Type alanından Mc Nemar seçeneği seçilir. Daha sonra Exact düğmesine basılır ve aşağıdaki pencere açılır:



Açılan Exact Tests penceresinde Exact seçeneği işaretlenerek Continue ve Ok düğmelerine basılır. Sonuçlar tablo 13'deki gibi elde edilir.

**Tablo 13:** Mc Nemar Ki Kare Testi Sonuçları

önce & sonra		
önce	sonra	
	1	2
1	20	10
2	60	10

Yukarıda örnek 2.5.5'e ait 2\*2'lik tablo yer almaktadır.

**Tablo 14:** Mc Nemar Ki Kare Testi Sonuçları

Test Statistics <sup>a</sup>	
	önce & sonra
N	100
Chi-Square <sup>b</sup>	34,300
Asymp. Sig.	,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000
Exact Sig. (1-tailed)	,000
Point Probability	,000

a. McNemar Test

b. Continuity Corrected

Tablo 14 incelendiğinde  $\chi^2=34,300$  ve  $P<0,05$  olduğundan sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilir. Uygulanan programın çocuklar üzerinde etkili olduğuna %5 önem seviyesinde karar verilir.

### 2.5.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması

2x2 boyutundaki tablolarda ilişkinin büyüklüğünü ölçmek için Phi katsayısı kullanılır ve  $\phi$  ile gösterilir (tip.baskent.edu.tr). Phi katsayısı -1 ile 1 arasında değerler alır. İlişki katsayısı sıfıra eşitse değişkenler arasında ilişki olmadığı, bire eşitse değişkenler arasında tam bir ilişki olduğu yorumu yapılabilir (Öztuna, Elhan ve Kurşun, 2008:161).

Phi katsayısı ile ilişki büyüklüğü aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Oktay, 1996:441):

**Tablo 15:** 2x2 Tabloda Phi Katsayısı

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
X <sub>1</sub>	A	B	A+B
X <sub>2</sub>	C	D	C+D
	A+C	B+D	

$$\Phi = \frac{AD-BC}{\sqrt{(A+C)(B+D)(A+B)(C+D)}} \text{ formülü ile hesaplanmaktadır.}$$

Phi katsayısı -1 ile +1 arasında değerler alır ve ki-kare istatistiği ile aralarında  $\Phi^2 = \chi^2/n$  ilişkisi vardır.

Phi katsayısının anlamlılığı da  $\chi^2$  değerine dönüştürülerek belirlenebilir:

$$\chi^2 = n\Phi^2$$

Hesaplanan ki-kare değeri 1 serbestlik derecesine göre bulunan tablo değeri ile karşılaştırılır (Oktay, 1996:441).

Örnek 2.5.5'in verilerini kullanılarak korelasyon analizi şu şekilde hesaplanmıştır:

Sosyal Aktivitelere Katılım Öncesi	Sosyal Aktivitelere Katılım Sonrası		Toplam
	Olumlu	Olumsuz	
Olumlu	20(A)	10(B)	30(A+B)
Olumsuz	60(C)	10(D)	70(C+D)
Toplam	80(A+C)	20(B+D)	100

$$\Phi = \frac{20*10-60*10}{\sqrt{80*20*30*70}} = -0,218$$

olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değer anlamlılığı ise ki-kare değeri ile test edilmektedir.

$$\chi^2 = n\Phi^2 = 100(-0,218)^2 = 4,7524$$

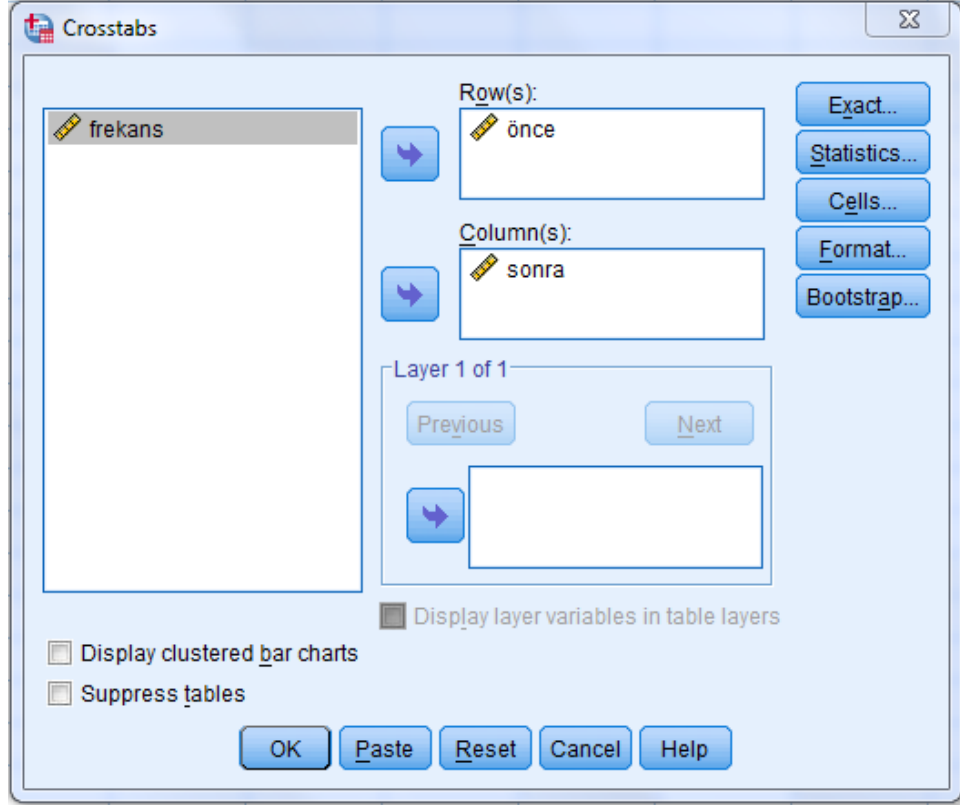
1 serbestlik derecesi ve  $\alpha = 0,05$ 'e göre kritik tablo değeri 3,841'dir. Bu durumda hesaplanan ki-kare değeri tablo ki-kare değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilerek değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olduğuna karar verilir.

Phi katsayısı yardımıyla korelasyon analizinin SPSS paket program ile hesaplanması ise şöyledir:

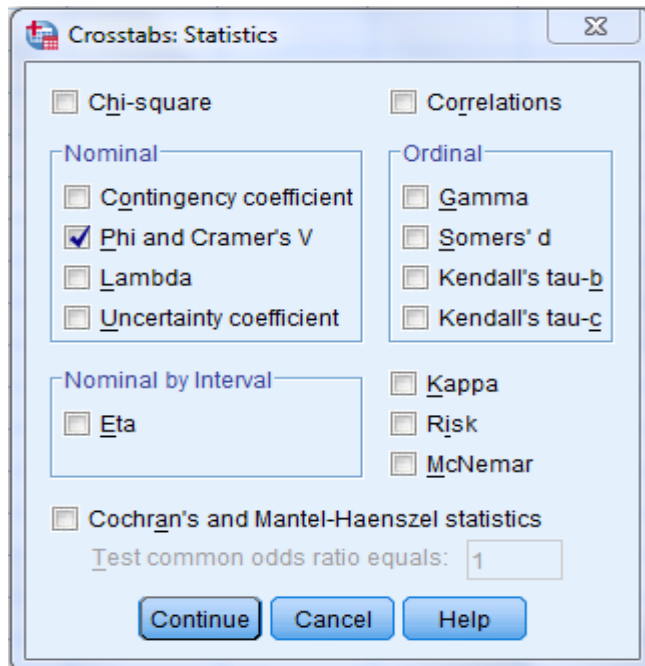
İlk olarak veriler önce, sonra ve frekans sütunlarına girilir. 1.satıra örnek veri tablomuzun 1.satır ve 1.sütununa denk gelen frekans girilir ve diğer satır ve sütunlar da aynı şekilde doldurulur. Veri girişinden sonra Mc Nemar test istatistiğinin hesaplanması sırasında da yapıldığı gibi ağırlıklandırma işlemi yapılır. Bu işlem



sonra da Analyze - Descriptive Statistic - Crosstabs seçeneklerinden Crosstabs ekranı görüntülenir.



Görüntülenen Crosstabs ekranında Row ve Column alanlarına gerekli değişkenler atıldıktan sonra Statistics düğmesi tıklanarak aşağıdaki ekran görüntülenir.



Görüntülenen bu ekranda Phi and Cramer's V kutucuğu seçilerek Continue düğmesi ve ardından OK düğmesi tıklanarak tablo 16 elde edilir.

**Tablo 16:** Korelasyon Analizi Sonuçları

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	-,218	,029
	Cramer's V	,218	,029
N of Valid Cases		100	

Buradan da görüldüğü üzere Phi katsayısı -0,218 olarak bulunmuştur ve  $P=0,029 < 0,05$  olduğundan sıfır hipotezi reddedilerek değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olduğuna karar verilir.

## 2.6. COCHRAN Q TESTİ

Cochran'ın Q testi ikiden fazla bağımlı örneklemin, iki çıktılı bir bağımlı değişken üzerinden karşılaştırılmasında, etkisi ölçülen işlemler arasında fark olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır (Baştürk, 2011:53). Örneğin yeni geliştirilen dört farklı ilacın etkisi birbiriyle karşılaştırılmak isteniyor. Bunun için ilaçlar farklı yaş gruplarındaki hastalara uygulanır ve hastaların tedaviye verdikleri olumlu ve olumsuz tepkiler değerlendirilir. Olumlu tepkiler için "1" ve olumsuz tepkiler için "0" kodlaması yapılır.

### 2.6.1. Varsayımlar

- Veriler r bloktan elde edilir, c adet muamele verilen bir bloktaki deneklere birbirinden bağımsız olarak uygulanır.
- Olumlu durumda elde edilen ölçüm 1, olumsuz durumda elde edilen ölçüm 0'dır.
- Bloklar tesadüfi olarak seçilmiştir (Oktay, 1996:321).

Cochran'ın Q testi için veri tablosu tablo 17'de gösterildiği gibidir:

**Tablo 17:** Cochran'ın Q Testi Veri Tablosu

İşlemler					
Bloklar	1	2	...	C	Toplam
1					R <sub>1</sub>
2					R <sub>2</sub>
.					.
.					.
.					.
n					R <sub>r</sub>
Toplam	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>n</sub>	N

R = Satır toplamı

C= Sütun toplamı

N= Genel toplam

### 2.6.2. Hipotezlerin Kurulması

H<sub>0</sub>: İşlemler arasında fark yoktur

H<sub>1</sub>: İşlemler arasında fark vardır

### 2.6.3. Test İstatistiğinin Hesaplanması

Cochran'ın Q test istatistiği şöyle hesaplanmaktadır (Oktay, 1996:322):

$$Q = \frac{c(c-1) \sum_{j=1}^c C_j^2 - (c-1)N^2}{cN - \sum_{i=1}^r R_i^2}$$

c = Sütun sayısı

C<sub>j</sub> = Sütunların her birine ait puanlar

N = Toplam puan sayısı

R<sub>i</sub> = Satırların her birine ait toplamlar

### 2.6.4. Karar Modeli ve Karar

Q istatistiği n>24 ise c-1 serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahiptir (Gamgam, 2008:385).

$Q_h > \chi^2_{c-1, \alpha}$  ise sıfır hipotezi reddedilir.

### 2.6.5. Örnek Uygulama

Bir araştırmacı yeni geliştirilen zirai bir ilacın kullanımı hakkında eğitim vermek amacıyla 12 tarım üreticisine bu ilacın tanıtımı ve kullanımı ile ilgili bir kurs veriyor. Araştırmacı tarım üreticilerinin bu yeni zirai ilaçla ilgili düşüncelerini kurs öncesinde, kurs sırasında ve kurs sonunda olmak üzere 3 defa soruyor. Kursu faydalı bulanları 1, faydalı bulmayanları 0 ile kodlayarak aşağıda belirtilen verileri elde ediyor. Verilere göre tarım üreticilerinin 3 farklı zamanda kurs hakkındaki görüşleri arasında istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde bir fark var mıdır test ediniz ve etki büyüklüğünü bulunuz.

Üreticiler	Kurs Öncesi	Kurs Sırası	Kurs Sonrası
1	0	1	0
2	0	0	1
3	0	1	1
4	0	1	1
5	0	1	1
6	0	1	1
7	1	0	1
8	1	1	0
9	1	1	1
10	0	0	1
11	0	1	0
12	0	0	1

- *Hipotezlerin Kurulması*

$H_0$ : Tarım üreticilerinin kurs hakkındaki görüşleri aynıdır

$H_1$ : Tarım üreticilerinin kurs hakkındaki görüşleri farklıdır

- *Test İstatistiğinin Hesaplanması*

	Kurs Öncesi	Kurs Sırası	Kurs Sonrası	Toplam
1	0	1	0	1
2	0	0	1	1
3	0	1	1	2
4	0	1	1	2
5	0	1	1	2
6	0	1	1	2
7	1	0	1	2
8	1	1	0	2
9	1	1	1	3
10	0	0	1	1
11	0	1	0	1
12	0	0	1	1
Toplam	3	8	9	20

$$\sum_{j=1}^c C_j^2 = 3^2 + 8^2 + 9^2 = 154$$

$$\sum_{i=1}^r R_i^2 = 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 38$$

$$Q = \frac{c(c-1) \sum_{j=1}^c C_j^2 - (c-1)N^2}{cN - \sum_{i=1}^r R_i^2}$$

$$Q = \frac{3(3-1)(154) - (3-1)(20)^2}{3(20) - 38} = 5,636$$

- *Karar Modeli ve Karar*

Q= 5,636 ve 3-1=2 serbestlik derecesine göre ki-kare tablosundan kritik değer  $\chi^2_{(3-1); 0,05} = 5,991$  olarak bulunmuştur.

$Q_h (5,636) < \chi^2_{2; 0,05} (5,991)$  olduğundan sıfır hipotezi kabul edilir. %5 önem seviyesinde tarım üreticilerinin kurs hakkındaki görüşleri aynıdır.

- *Etki Büyüklüğü*

Cochran'ın Q testi için etki büyüklüğü hesaplaması korelasyon analizi yardımıyla şu şekilde hesaplanmıştır:

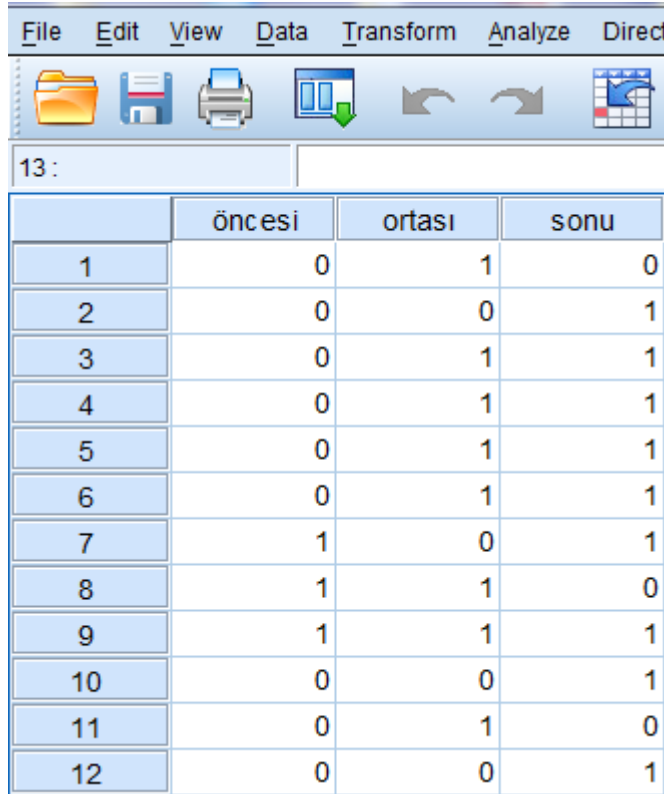
$$\begin{aligned}
 R_{1,23} &= \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}} \\
 &= \sqrt{\frac{0^2 + (-0,1111)^2 - 2(0)(-0,1111)(-0,4082)}{1 - (-0,4082)^2}} \\
 &= 0,1214
 \end{aligned}$$

$R_{1,23} = 0,1214$  ve Cohen'in etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre yaklaşık olarak  $r = 0,1$  olduğundan küçük etki büyüklüğüne sahip olduğu yorumu yapılabilir.

### 2.6.6. Örnek Uygulama 2.6.5'in SPSS Paket Program Uygulaması

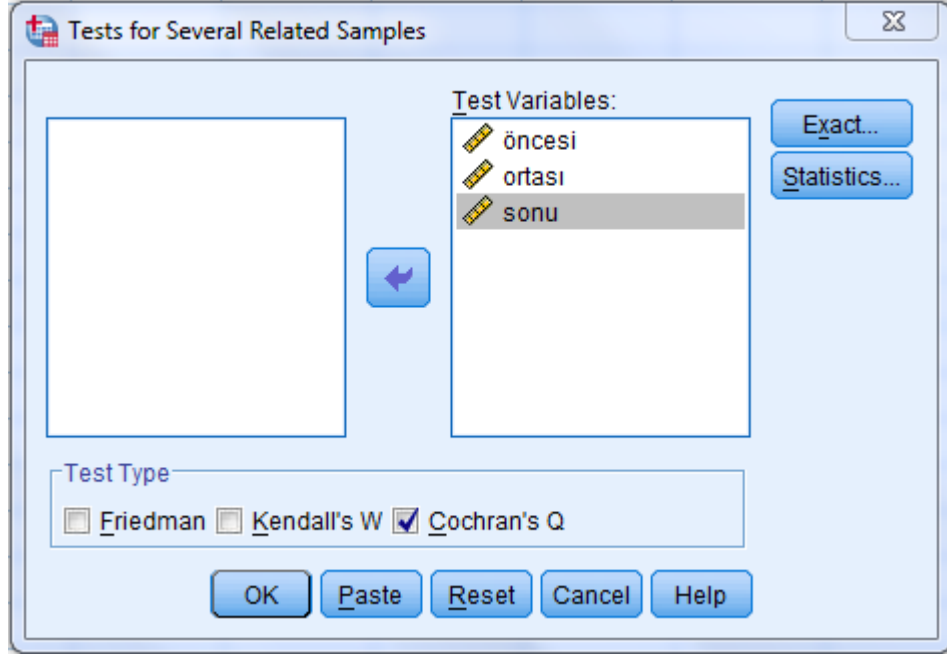
Örnek 2.5.5'in SPSS ile çözümü aşağıda gösterilmiştir.

Cochran'ın Q testi için veriler şu şekilde girilmektedir:

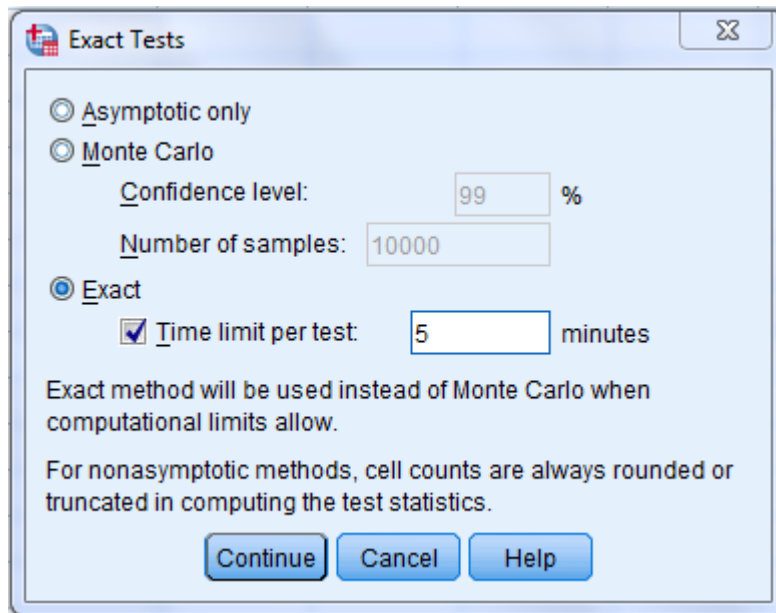


	öncesi	ortası	sonu
1	0	1	0
2	0	0	1
3	0	1	1
4	0	1	1
5	0	1	1
6	0	1	1
7	1	0	1
8	1	1	0
9	1	1	1
10	0	0	1
11	0	1	0
12	0	0	1

Veri girişi bu şekilde tamamlandıktan sonra Analyze - Nonparametric Tests - K Related Samples adımları izlenerek Tests for Several Related Samples penceresi açılır.



Açılan bu pencerede değişkenler Test Variables alanına aktarılır ve Test Type alanından Cochran's Q seçeneği işaretlenir. Ardından Exact düğmesi tıklanarak açılan pencerede aşağıda görüldüğü gibi Exact seçeneği işaretlenir ve Continue düğmesi tıklanır.



Bu seçimden sonra tekrar karşımıza gelen Test for Several Related Samples penceresinden OK düğmesi tıklanarak analiz sonuçları elde edilir.

**Tablo 18:** Cochran'ın Q Testi Sonuçları

Test Statistics	
N	12
Cochran's Q	5,636 <sup>a</sup>
df	2
Asymp. Sig.	,060
Exact Sig.	,067
Point Probability	,029

a. 0 is treated as a success.

Tablo 18'de görüldüğü gibi Cochran'ın Q test istatistiğinin 5,636 olduğu görülmektedir. P değeri Exact Sig. 0,067'dir %5 önem seviyesinde  $P > 0,05$  olacaktır ve bu durumda sıfır hipotezi kabul edilecektir.

Bu durumda tarım üreticilerinin kurs hakkındaki görüşlerinin %5 önem seviyesinde aynı olduğu söylenebilir.

### 2.6.7. Korelasyon Analizi ve SPSS Paket Program Uygulaması

Bir seri ile birden fazla seri arasındaki ilişkinin ölçülmesinde çoklu korelasyon katsayısı kullanılır (Karagöz, 1998:156). Dolayısıyla Cochran'ın Q testinde de çoklu korelasyon katsayısı kullanılmalıdır.  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  serileri verildiğinde  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  ve  $r_{23}$  sırasıyla  $X_1$  ile  $X_2$ ,  $X_1$  ile  $X_3$  ve  $X_2$  ile  $X_3$  serileri arasındaki basit korelasyon katsayılarını göstermektedir.  $X_1$  serisi ile  $X_2$  ve  $X_3$  serileri arasındaki çoklu korelasyon katsayısı aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmaktadır.

$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}}$$

Çoklu korelasyon katsayısı 0 ile 1 arasında değerler alır ve yorumu şöyledir:

$R_{1.23} = 0$  ise ilişki yok

$R_{1.23} < 0,5$  ise zayıf ilişki

$R_{1.23} > 0,5$  ise kuvvetli ilişki

$R_{1.23} = 1$  ise tam ilişki mevcuttur.

Örnek 2.6.5'in verileri kullanılarak korelasyon analizi şu şekilde yapılmaktadır:



İlk olarak serilerin ortalamaları bulunur. Kurs öncesi görüşlerin ortalaması  $\bar{X}_1=0,25$  kurs sırasındaki görüşlerin ortalaması  $\bar{X}_2=0,67$  ve kurstan sonraki görüşlerin ortalaması  $\bar{X}_3= 0,75$  olarak bulunur. Her bir serinin kendi ortalamasından sapmaları olan  $x_1$ ,  $x_2$  ve  $x_3$  değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$x_1$	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,75	0,75	0,75	-0,25	-0,25	-0,25
$x_2$	0,33	-0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	-0,67	0,33	0,33	-0,67	0,33	-0,67
$x_3$	-0,75	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	-0,75	0,25	0,25	-0,75	0,25

Sapmalar cinsinden ara değerler tablosu aşağıda yer almaktadır:

	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$
1	-0,0825	0,1875	-0,2475	0,0625	0,1089	0,5625
2	0,1675	-0,0625	-0,1675	0,0625	0,4489	0,0625
3	-0,0825	-0,0625	0,0825	0,0625	0,1089	0,0625
4	-0,0825	-0,0625	0,0825	0,0625	0,1089	0,0625
5	-0,0825	-0,0625	0,0825	0,0625	0,1089	0,0625
6	-0,0825	-0,0625	0,0825	0,0625	0,1089	0,0625
7	-0,5025	0,1875	-0,1675	0,5625	0,4489	0,0625
8	0,2475	-0,5625	-0,2475	0,5625	0,1089	0,5625
9	0,2475	0,1875	0,0825	0,5625	0,1089	0,0625
10	0,1675	-0,0625	-0,1675	0,0625	0,4489	0,0625
11	-0,0825	0,1875	-0,2475	0,0625	0,1089	0,5625
12	0,1675	-0,0625	-0,1675	0,0625	0,4489	0,0625
<b>Toplam</b>	<b>0</b>	<b>-0,25</b>	<b>-1</b>	<b>2,25</b>	<b>2,6668</b>	<b>2,25</b>

Bu değerlerden basit korelasyonlar aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$r_{12} = \frac{\sum x_1 x_2}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum x_2^2}} = \frac{0}{\sqrt{(2,25)(2,6668)}} = 0$$

$$r_{13} = \frac{\sum x_1 x_3}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum x_3^2}} = \frac{-0,25}{\sqrt{(2,25)(2,25)}} = -0,1111$$

$$r_{23} = \frac{\sum x_2 x_3}{\sqrt{\sum x_2^2 \sum x_3^2}} = \frac{0}{\sqrt{(2,6668)(2,25)}} = -0,4082$$

$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{0^2 + (-0,1111)^2 - 2(0)(-0,1111)(-0,4082)}{1 - (-0,4082)^2}}$$

$$= 0,1214$$

Hesaplanan çoklu korelasyon katsayısı  $R_{1.23} < 0,50$  olduğundan kurs öncesindeki görüşler ile kurs sırasında ve kurstan sonraki görüşler arasında oldukça zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

Çoklu korelasyon katsayısının önem testi ise şöyledir:

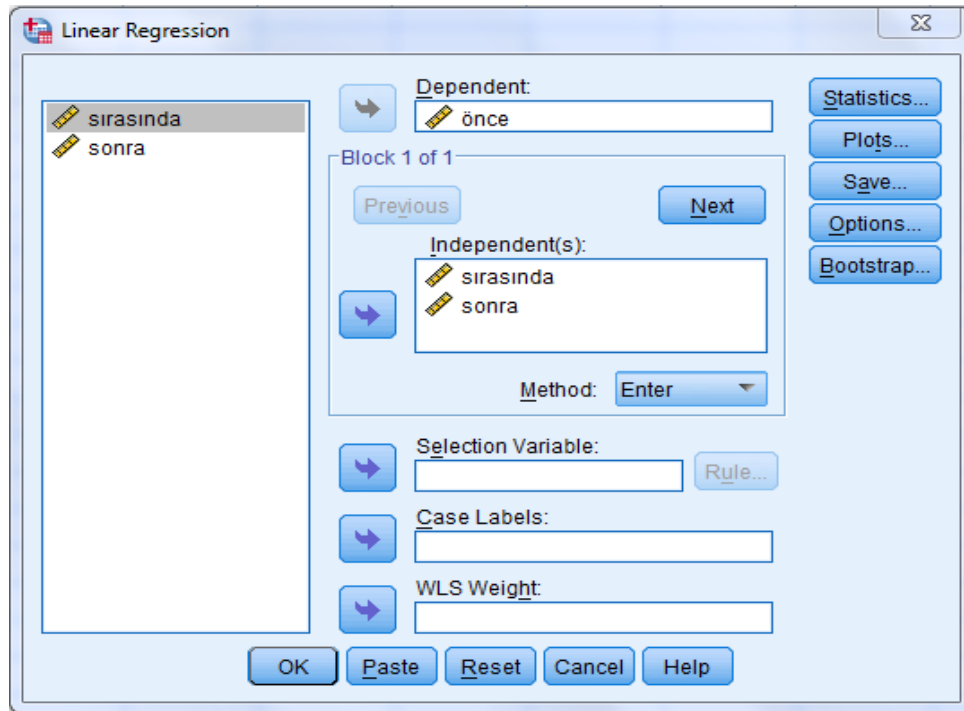
$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,1214\sqrt{12-2}}{\sqrt{1-0,1214^2}} = 0,3867$$

$$t_c = t_{0,01(12-2)} = 3,169$$

$t_h < t_c$  yani  $0,3867 > 3,169$  olduğundan değişkenler arasında ilişki olmadığını ifade eden sıfır hipotezi kabul edilir ve %1 önem seviyesinde korelasyon anlamlı bulunmamıştır.

Çoklu korelasyon analizinin SPSS paket program ile hesaplanması ise şöyledir:

İlk olarak veriler ayrı ayrı sütunlara girilir. Analyze – Regression – Linear seçenekleri seçilerek görüntülenen ekranda değişkenler dependent ve independents alanlarına taşınır.



Statistics düğmesi tıklanarak Regression Coefficients alanından Model fit ve Descriptives kutucukları seçilerek giriş yapılır ve OK tıklanarak sonuçlar elde edilir.

**Tablo 19:**Çoklu Korelasyon Analizi Sonuçları

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
önce	,25	,452	12
sirasında	,67	,492	12
sonra	,75	,452	12

Correlations				
		önce	sirasında	sonra
Pearson Correlation	önce	1,000	,000	-,111
	sirasında	,000	1,000	-,408
	sonra	-,111	-,408	1,000
Sig. (1-tailed)	önce	.	,500	,366
	sirasında	,500	.	,094
	sonra	,366	,094	.
N	önce	12	12	12
	sirasında	12	12	12
	sonra	12	12	12

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,122 <sup>a</sup>	,015	-,204	,496

a. Predictors: (Constant), sonra, sırasında

Tablo 19'da da görüldüğü gibi çoklu korelasyon katsayısı  $R=0,122$  olarak bulunmuştur. Hesaplanan çoklu korelasyon katsayısı  $R < 0,50$  olduğundan kurs öncesindeki görüşler ile kurs sırasında ve kurstan sonraki görüşler arasında oldukça zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada bağımlı gruplara uygulanan istatistiksel tekniklerin bir araya toplanarak açıklanması ve hangi durumlarda hangi testin kullanılması gerektiği anlatılarak araştırmacılara kolaylık sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda parametrik testlerden bağımlı iki örnek z ve bağımlı iki örnek t testleri, parametrik olmayan testlerden de yine bağımlı iki örneğe uygulanan işaret testi ve Wilcoxon t testi, kategorik veri bağımlı iki örneklem testlerinden Mc Nemar ve k bağımlı örneklem için de Cochran Q testi açıklanmıştır. Açıklamalar analiz yöntemlerinin varsayımları, hipotezleri, test istatistiklerinin hesaplanması, karar, karar modeli, örnek uygulama ve örnek uygulamanın SPSS ile çözümüne yer verilerek yapılmıştır.

Çalışmalardaki ilişkinin gücünün belirlenmesinde rol oynayan etki büyüklüğü, iki grup ortalaması arasındaki uzaklık standart sapma cinsinden ve korelasyon katsayısı yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Cohen'in etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre yorumlanmıştır. Büyük etki büyüklüğüne sahip değişkenler arasındaki ilişkinin de büyük olduğu görülmüştür.

Korelasyon analizi ile de değişkenler arasındaki ilişkinin önemi ve yönü ortaya konulmak istenmiştir. Bu doğrultuda bağımlı iki örnek z ve bağımlı iki örnek t testlerinde Pearson korelasyon katsayısı, işaret ve Wilcoxon t testinde Spearman'ın korelasyon katsayısı, Mc Nemar testinde Phi katsayısı ve son olarak Cochran Q testinde de çoklu korelasyon katsayısı kullanılarak önem testlerine yer verilmiştir. Yüksek korelasyon katsayısına sahip değişkenler önem testi sonucunda anlamlı bulunurken düşük korelasyon katsayısına sahip olan değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı görülmüştür.

İstatistikî araştırmalar için toplanan verilerin özellikleri dikkate alınmadan kullanılan istatistiksel teknikler güvenilir sonuçlar vermeyecektir. Dolayısıyla yanlış sonuçlar elde etmemek için elde edilen verilere en uygun olan ve güvenilir sonuçlar verecek test tekniği seçilmelidir.

## KAYNAKÇA

AKÇİL, Mehtap, *Ortalamalar Arası Etki Genişliklerinin Meta Analizi*, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara, 1995

AKGÜL, Aziz, *Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri SPSS Uygulamaları*, 2.Baskı, Ankara, 2003

AKTÜRK, Zekeriya; ACEMOĞLU, Hamit, *Sağlık Çalışanları İçin Araştırma ve Pratik İstatistik*, Erzurum, 2011

ARMAĞAN ÖNER, Fulya, *Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkililiği: Meta Analiz Çalışması*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 2011

BAŞTÜRK, Ramazan, *Bütün Yönleriyle SPSS Örnekli Nonparametrik İstatistiksel Yöntemler*, 2. Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara, 2011

BÜYÜKÖZTÜRK, Şener; ÇOKLUK, Ömay; KÖKLÜ, Nilgün, *Sosyal Bilimler İçin İstatistik*, 6.Baskı, Pegem Akademi, Ankara, 2010

GAMGAM, Hamza; ALTUNKAYNAK, Bülent, *Parametrik Olmayan Yöntemler SPSS Uygulamalı*, Gazi Kitabevi, Ankara, 2008

GÜRSAKAL, Necmi, *Çıkarımsal İstatistik 2*, 5.Baskı, Doro Yayıncılık, Bursa, 2013

HAYRAN, Murat; HAYRAN, Mutlu, *Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik*, 1.Baskı, Omega Araştırma, Ankara, 2011

KARAGÖZ, Murat, *İstatistik Yöntemleri*, 3.Baskı, Malatya, 1998

KARAGÖZ, Yalçın; EKİCİ, Süleyman, *Sosyal Bilimlerde Yapılan Uygulamalı Araştırmalarda Kullanılan İstatistiksel Teknikler ve Ölçekler*, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 5, Sayı 1

KARTAL, Mahmut, *Bilimsel Araştırmalarda Hipotez Testleri*, 3.Baskı, Nobel Yayıncılık, Ankara, 2006

KESİCİ, Tahsin; KOCABAŞ, Zahide, *Biyoistatistik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:79, Ankara, 1998

KINAY, Esra, *Üniversite Giriş Sınavı Yordama Geçerliği Çalışmalarının Meta Analizi*, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2012

KÜÇÜKÖNDER, Hande, *Meta Analiz ve Tarımsal Uygulamalar*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 2007

LİND/MARCHAL/WATHEN, *Statistical Techniques in Business-Economics*, 15<sup>th</sup> Edition, Mc Graw-Hill International Edition, 2012

OKTAY, Erkan, *Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler*, Ayhan Matbaası, Erzurum, 1996

ÖZDAMAR, Kazım, *SPSS İle Biyoistatistik*, 4.Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2001

ÖZDAMAR, Kazım, *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1*, 8.Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2011

ÖZMEN, Ahmet vd, *İstatistik-2*, 1.Baskı, AÖF Yayını No:1764, Eskişehir, 2013

ÖZTUNA, Derya; ELHAN, Atilla Halil, & KURŞUN, Nazmiye, *Sağlık Araştırmalarında Kullanılan İlişki Katsayıları*, Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi, 28(2), 2008

SERPER, Özer, *Uygulamalı İstatistik-2*, Genişletilmiş 3.Baskı, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1996

SÜMBÜLOĞLU, Kadir; SÜMBÜLOĞLU, Vildan, *Biyostatistik*, 10.Baskı, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, 2002

ŞAHİN, Feza, *Meta Analizinin Tıp'ta Kullanımı ve Bir Uygulama*, Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eskişehir, 1999

TAŞTAN, Saide Nur, *Kategorik-Sınıflandırılmış Veri Analiz Yöntemleri ve Uygulamaları*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Zootehni Anabilim Dalı, Isparta, 2013

TURANLI, Münevver; GÜRİŞ, Selahattin, *Temel İstatistik*, 3.Baskı, Der Yayınları, İstanbul, 2010

VUPA, Özgül; ERGÖR, Gül, *İki Grup Karşılaştırmalarında Bağımlı Değişkenin Sürekli, İkili ve Sıralı Olduğu Durumda Örneklem Büyüklüğünün ve Gücün Hesaplanması*, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı ve Biyoistatistik Derneği, 8.Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Bursa, 2005

YILDIZ, Necati; BİRCAN, Hüdaverdi, *Uygulamalı İstatistik*, Genişletilmiş 4.Baskı, Sage Yayıncılık, Ankara, 2012

YILDIZ, Nilgün, *Meta Analizinde Heterojenliğin ve Farklı Varyans Tahmin Yöntemlerinin İncelenmesi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 2009

## **İNTERNET KAYNAKLARI**

<http://twu.seanho.com/09fall/cpsy501/lectures/12/12-NonParametric.pdf>  
(Erişim Tarihi: 10.04.2014 -14:38)

<http://tip.baskent.edu.tr/egitim/mezuniyetoncesi/calismagrp/ogrsmpzsnm15/15.P13.pdf> (Erişim Tarihi: 05.05.2014 - 15:15)



## EKLER

## EK 1. Z Cetveli

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999							

## EK 2. T Cetveli

<i>Degrees of freedom</i>	<i>Two-tailed test: One-tailed test:</i>	<i>Significance level</i>					
		10% 5%	5% 2.5%	2% 1%	1% 0.5%	0.2% 0.1%	0.1% 0.05%
1		6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2		2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3		2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4		2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5		2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6		1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7		1.894	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8		1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9		1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10		1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11		1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12		1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13		1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14		1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15		1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16		1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17		1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18		1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19		1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20		1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21		1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22		1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23		1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24		1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25		1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26		1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27		1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28		1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29		1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30		1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
32		1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	3.622
34		1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	3.601
36		1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	3.582
38		1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	3.566
40		1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
42		1.682	2.018	2.418	2.698	3.296	3.538
44		1.680	2.015	2.414	2.692	3.286	3.526
46		1.679	2.013	2.410	2.687	3.277	3.515
48		1.677	2.011	2.407	2.682	3.269	3.505
50		1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
60		1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
70		1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
80		1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
90		1.662	1.987	2.368	2.632	3.183	3.402
100		1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390

### EK 3. İşaret Testi Cetveli

n	x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5		031	188	500	812	969											
6		016	109	344	656	891	984										
7		008	062	227	500	773	938	992									
8		004	035	145	363	637	855	965	996								
9		002	020	090	254	500	746	910	980	998							
10		001	011	055	172	377	623	828	945	989	999						
11			006	033	113	274	500	726	887	967	994						
12			003	019	073	194	387	613	806	927	981	997					
13			002	011	046	133	291	500	709	867	954	989	998				
14			001	006	029	090	212	395	605	788	910	971	994	999			
15				004	018	059	151	304	500	696	849	941	982	996			
16				002	011	038	105	227	402	598	773	895	962	989	998		
17				001	006	025	072	166	315	500	685	834	928	975	994	999	
18				001	004	015	048	119	240	407	593	760	881	952	985	996	999
19	2				002	010	032	084	180	324	500	676	820	916	968	990	998
20					001	006	021	058	132	252	412	588	748	868	942	979	994
21					001	004	013	039	095	192	332	500	668	808	905	961	987
22						002	008	026	067	143	262	416	584	738	857	933	974
23						001	005	017	047	105	202	339	500	661	798	895	953
24						001	003	011	032	076	154	271	419	581	729	846	924
25							002	007	022	054	115	212	345	500	655	788	885

**EK 4. Wilcoxon Eşlenik Çift Testi Cetveli**

n	$\alpha_1 =$	5%	2.5%	1%	0.5%	n	$\alpha_1 =$	5%	2.5%	1%	0.5%
	$\alpha_2 =$	10%	5%	2%	1%		$\alpha_2 =$	10%	5%	2%	1%
1		—	—	—	—	26		110	98	84	75
2		—	—	—	—	27		119	107	92	83
3		—	—	—	—	28		130	116	101	91
4		—	—	—	—	29		140	126	110	100
5		0	0	—	—	30		151	137	120	109
6		2	0	—	—	31		163	147	130	118
7		3	2	0	—	32		175	159	140	128
8		5	3	1	0	33		187	170	151	138
9		8	5	3	1	34		200	182	162	148
10		10	8	5	3	35		213	195	173	159
11		13	10	7	5	36		227	208	185	171
12		17	13	9	7	37		241	221	198	182
13		21	17	12	9	38		256	235	211	194
14		25	21	15	12	39		271	249	224	207
15		30	25	19	15	40		286	264	238	220
16		35	29	23	19	41		302	279	252	233
17		41	34	27	23	42		319	294	266	247
18		47	40	32	27	43		336	310	28	261
19		53	46	37	32	44		353	327	296	276
20		60	52	43	37	45		371	343	312	291
21		67	58	49	42	46		389	361	328	307
22		75	65	55	48	47		407	378	345	322
23		83	73	62	54	48		426	396	362	339
24		91	81	69	61	49		446	415	379	355
25		100	89	76	68	50		466	434	397	373

**EK 5. Ki-Kare Cetveli**

S.D.	$\alpha$									
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	36.74	40.11	43.19	46.96	49.65
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67