

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

SAĞLIK HİZMETLERİ SEKRETELİĞİ

**İSTATİSTİKİ TESTLER
462I00009**

Ankara, 2012

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ÖNEMLİLİK TESTLERİ	3
1.1. Verinin Ölçüm Biçimi.....	4
1.2. Hipotezler.....	5
1.3. Yanılma Düzeyi	7
1.4. Örneklem Büyüklüğü.....	8
1.5. İncelenen Grupların Bağımlı ya da Bağımsız Olması.....	8
1.6. Test Çeşitleri ve Özellikleri	8
1.6.1. Parametrik Önemlilik Testleri	9
1.6.2. Parametrik Olmayan Önemlilik Testleri.....	10
1.7. İstatistiksel Karar	10
UYGULAMA FAALİYETİ	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN TESTLER	15
2.1. Parametrik Testler	16
2.1.1. İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.....	16
2.1.2. İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.....	18
2.1.3. Varyans Analizi	20
2.1.4. İki Yüzde Arasındaki Farkın Önemlilik Testi	23
2.2. Parametrik Olmayan Testler	24
2.2.1. İşaret Testi	25
2.2.2. Mann- Whitney U Testi.....	26
2.2.3. Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi	28
2.2.4. Kruskal Wallis Varyans Analizi	28
2.2.5. Ki Kare Testi	28
2.2.6. Kolmogorov Smirnov Testi	32
UYGULAMA FAALİYETİ	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3	35
3. KORELASYON VE REGRESYON ANALİZLERİ.....	35
3.1. Korelasyon Analizi	35
3.1.1. Korelasyon Katsayısı	36
3.1.2. Korelasyon Katsayısı Önem Kontrolü.....	41
3.1.3. Tanımlayıcılık Katsayısı.....	42
3.2. Regresyon Analizi.....	42
3.2.1. Doğrusallıktan Ayrılış Önem Kontrolü	46
UYGULAMA FAALİYETİ	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	51
MODÜL DEĞERLENDİRME	52
CEVAP ANAHTARLARI.....	53
KAYNAKÇA	55

AÇIKLAMALAR

KOD	462I00009
ALAN	Sağlık Hizmetleri Sekreterliği
DAL/MESLEK	Tıbbi Sekreterlik
MODÜLÜN ADI	İstatistiki Testler
MODÜLÜN TANIMI	İstatistiki testler ve kullanımı ile ilgili bilgilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖNKOŞUL	
YETERLİK	İstatistiki testleri ayırt etmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile sınıf ortamında amaca uygun istatistiki testleri tam ve doğru olarak ayırt edebileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Tam ve doğru olarak önemlilik testlerini ayırt edebileceksiniz.2. Tam ve doğru olarak parametrik ve parametrik olmayan testleri ayırt edebileceksiniz.3. Tam ve doğru olarak korelasyon ve regresyon analizlerini ayırt edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: Projeksiyon cihazı, bilgisayar, internet, kalem, kâğıt Ortam: Sınıf, bilgisayar laboratuvarı
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Biyoistatistiğin temel amaçlarından birisi de belirli sayıdaki örneklerden elde edilmiş istatistiki bilgileri kullanarak topluma ilişkin tahminler yapmak, bu tahminlere ilişkin kurulan hipotezleri (varsayımları) test ederek doğru kararlara ulaşmaktır.

Hastalıkların ve tıbbi değişkenlerin devamlı izlenmesi ve bu inceleme sonucunda meydana gelebilecek çeşitli değişimlerin gözlenmesi ve test edilerek ispatlanması, uygulanacak tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir.

Bu modül ile istatistiki testleri öğrenecek ve hesaplamalarını ve yorumlarını yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

İstatistiki önemlilik testlerini ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

İstatistikte önemlilik testleri nelerdir ve hangi amaçlar için kullanılır. Araştırmanız ve sonuçları sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. ÖNEMLİLİK TESTLERİ

Önemlilik testleri; araştırma sonucunda elde edilen değerlerin ya da varılan sonuçların istatistiksel olarak önem taşıyıp taşımadığını bir başka ifade ile anlamlı olup olmadığını test etmek için başvurulan yöntemlerdir. Örneklemden elde edilen bilgilerin tesadüfe bağlı olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanır. Önemlilik testleri, araştırmacılara evrenden çekilen örneklemeler yardımıyla evren hakkında bir karara varma ve hipotezleri test etme konusunda yardımcı olur.

İstatistiki önemlilik testlerinin başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Evrenden seçilen tek örneklemden elde edilen veriler yardımıyla evren parametresinin belli bir değere eşit olup olmadığının test edilmesinde
- Evrenden seçilen iki ya da daha fazla grup arasındaki farkın önemli olup olmadığının test edilmesinde
- Aynı grupta farklı koşullar altında elde edilen veriler arasındaki farkın önemli olup olmadığının test edilmesinde
- Bir örnek gruptan elde edilen dağılışın belli bir teorik dağılışa uygun olup olmadığının test edilmesinde

Günümüzde uygulanan çok sayıda önemlilik testleri vardır. Önemlilik testlerinin uygulanmasında en önemli adım, uygulanacak testin doğru seçilmesidir. Uygun testin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken çeşitli faktörler vardır. Bunlar:

- Verinin karakteri

Ölçümle ve sayımla belirtilen veriler farklı dağılış özellikleri gösterir. Ölçümle belirtilen veriler sürekli, sayımla belirtilen veriler ise kesikli dağılış özelliğine sahiptir. Bu nedenle genel olarak ölçümle ve sayımla belirtilen verilerde farklı testler kullanılır.

➤ Grup sayısı

Test edilecek veriler; bir, iki veya ikiden fazla gruba ayrılmış olabilir. Grup sayısının ikiden fazla olması, çoklu karşılaştırma olarak kabul edilir. Grup sayısı uygulanacak testin seçimini etkiler. Örneğin bazı testler sadece iki grubu karşılaştırabilirken bazıları ikiden fazla grubun karşılaştırılmasına izin verir.

➤ Örneklem büyüklüğü (veri sayısı)

Gruplardaki veri sayısı hem uygulanacak testin seçimini hem de elde edilen test sonucunun güvenilirliğini etkiler. Bazı testlerin uygulanabilmesi için gruplarda belli sayıda veri bulunması gerekir.

➤ Grupların bağımsızlığı

Grupların ayrı ayrı bireylerden oluşması ve bir deneğin seçiminin diğeri ile bağlantılı olmaması durumunda gruplar bağımsızdır. Aynı bireyler üzerinde gözlemlerin tekrarlanması ya da bireylerin tek tek birbirinin eşi olarak seçildiği durumlarda ise gruplar bağımlıdır. Grupların bağımlı veya bağımsız olması durumunda uygulanacak önemlilik testleri birbirinden farklıdır.

1.1. Verinin Ölçüm Biçimi

Bilimsel araştırmada incelenen karakter ya da faktör değişik kişilerde, yerlerde ya da durumlarda değişik değer alabilir. Örneğin, kandaki herhangi bir biyokimyasal değer kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Bu nedenle karakter ya da faktör yerine, genel anlamda değişken terimi kullanılır. Değişkenler iyi ölçülebildikleri oranda birbirlerinden farklılık gösterirler. Veriler dört farklı biçimde ölçülebilir. Bunlar;

- Sınıflanabilir nitel değişken,
- Sıralanabilir nitel değişken,
- Kesikli nicel değişken,
- Sürekli nicel değişkendir.

Sınıflanabilir nitel değişken: Sınıflanabilir nitel değişkende kategoriler isimlerle belirtilir ve herhangi bir özellik açısından kategorilerin kendi arasında sıralaması yapılamaz. Bu tür değişkenler sayılarak elde edilir ve isimsel ya da kategorik değişkenler olarak da adlandırılır. Örnek olarak hastaneye yatan hastaların medeni durumu, cinsiyeti, kan grubu ve yaşadıkları illere göre dağılımı verilebilir.

Sıralanabilir nitel değişken: Eğer bir değişkenin isimsel kategorileri arasında bir sıralama söz konusu ise gözlemlerin sıralı ölçek üzerinde yapıldığı söylenir. Sıralanabilir nitel değişkenler belirli bir kriter ya da özelliğe göre sıralanmış durumdadır. Düşük, orta, normal, yüksek olarak sınıflandırılmış gelir düzeyi, tümör evresi ve derecesi gibi değişkenler sıralanabilir nitel değişkenlere örnek olarak verilebilir.

Kesikli nicel değişkenler: Kesikli nicel değişkenler sayımla elde edilen ve genelde belirli bir aralıktaki negatif olmayan tam sayı alabilen değişkenlerdir. Gebelik sayısı, geçirilmiş operasyon sayısı, ölen hasta sayısı, bir evde yaşayan çocuk sayısı gibi değişkenler örnek olarak verilebilir.

Sürekli nicel değişkenler: Sürekli nicel değişkenler belirli bir aralıkta tüm değerleri alabilen değişkenlerdir. Kilo, boy, yaşam süresi, ürik asit, potasyum, sodyum, serum glikoz örnek olarak verilebilir.

Sınıflanabilir değişkenlerde sayıların sırasının bir anlamı yokken diğer değişken türlerinde sayıların sıralamasının önemi vardır. Kesikli ve sürekli değişkenler üzerinde aritmetik işlemler yapılabilirken, sınıflanabilir ve sıralanabilir değişkenler üzerinde aritmetik işlemler yapılamaz.

1.2. Hipotezler

Kuramsal olarak varsayılan ya da önceden yapılmış bir dizi gözleme dayanarak ortaya atılan gerçekleşmesi mümkün olabilen önermeye hipotez denir. Her önemlilik testinde, testin sonunda varılmak istenen kararla ilgili hipotezler belirlenir. Bu nedenle önemlilik testlerine hipotez testleri adı da verilir.

Hipotezler, **araştırma hipotezi** ve **istatistiksel hipotez** olmak üzere iki türde sınıflandırılabilir.

Araştırma hipotezi; bir araştırmada ortaya konmaya çalışılan sonuçları, olumlu ya da olumsuz cümlelerle ifade eden önermelere denir. Örneğin, yeni geliştirilen bir ilacın akciğer kanserinde olumlu bir etkiye sahip olup olmadığını saptamak üzere yapılan bir araştırmanın hipotezi “Yeni geliştirilen ilaç akciğer kanserinde kanserli hücreleri yok etme özelliğine sahiptir.” şeklinde kurulabilir.

İstatistiksel hipotez; bir ya da daha fazla toplumla ilgili olarak ileri sürülen ve belli bir dağılım varsayımı altında, parametrik değerlerin belli bir değere ve toplum parametrelerinin birbirlerine eşit olup olmadığı, değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olduğu vb. ifadelerle sembolik olarak gösterilen ve geçerliliği istatistiksel önemlilik testleri ile belirlenen önermelere denir.

İstatistiksel hipotez birbirlerine alternatif, birbirinin zıddı ifadeler içeren iki hipotez kullanılarak formüle edilir:

- Sıfır hipotezi
- Karşıt hipotez

Sıfır hipotezi: İncelenen değişkenin toplumdaki dağılımının, parametresinin değişmediği, belirli bir değere eşit olduğu, iki ya da daha fazla topluma ait parametrelerin birbirlerine eşit olduğu, aralarındaki farkların sıfır olduğu, ilişki düzeylerinin sıfır olduğu, değişkenlerin bağımsız olduğu vb. şeklinde formüle edilen istatistiksel hipoteze **sıfır hipotezi** denir ve H_0 ile gösterilir. Bu hipotez, **örneklemde elde edilen sonuçların tesadüfe bağlı olduğunu ve istatistiksel açıdan önemli olmadığını ifade eder.**

Karşıt hipotez: İncelenen değişkenin toplumdaki dağılımının, parametresinin değiştiği, belirli bir değere eşit olmadığı, iki ya da daha fazla topluma ait parametrelerin birbirlerine eşit olmadığı, aralarındaki farkların sıfır olmadığı, ilişki düzeylerinin sıfırdan farklı olduğu, değişkenlerin bağımlı olduğu vb. şeklinde formüle edilen istatistiksel hipoteze **karşıt hipotezi** denir H_1 ile gösterilir. Bu hipotez, **örneklemde elde edilen sonuçların tesadüfe bağlı olmadığını, yani istatistiksel açıdan önemli olduğunu ifade eder.**

H_0 ve H_1 hipotezleri parametre türüne (ortalama, oran, ilişki katsayısı, regresyon katsayısı vb.), örneklem sayısına (tek, iki, ...), dağılım tipinin dikkate alınıp alınmamasına göre farklı biçimlerde kurulur.

Örnek 1: Gebelikte sigara kullanımının düşük doğum ağırlığına neden olduğu araştırılmak isteniyor. Araştırma öncesinde ise gebelikte sigara kullanan bayanların 2500 gramdan daha düşük ağırlığa sahip doğum yaptıkları ileri sürülüyor.

Örnek 1’de bahsedilen araştırmanın yapılacağı toplum; “**gebeliği esnasında sigara kullanan tüm hamile bayanlar**” olarak tanımlanabilir.

Bu topluma ait parametre “**sigara kullanan hamile bayanlara ait ortalama doğum ağırlığı**” şeklinde ifade edilir.

Örnek 1’de ileri sürülen hipotez ise sigara kullanan gebelerin 2500 gramdan daha düşük ağırlığa sahip doğum yaptıkları idi. Bu durumda:

H_0 : Sigara kullanımı düşük doğum ağırlığına neden olmaz.

H_1 : Sigara kullanımı düşük doğum ağırlığına neden olur.

H_0 : $\mu \Rightarrow 2500$ gram

H_1 : $\mu < 2500$ gram

Örnek 2: Sigara ve alkol kullananların sistolik kan basınçlarının normal seviye olarak kabul edilen 120 mm/Hg’den daha yüksek olduğu, sigara ve alkol kullanımının hipertansiyon hastalığının en önemli etkenleri arasında yer aldığı iddia ediliyor. Bu amaçla yapılacak olan bir araştırmada ileri sürülen bu hipotezin test edilmesinde kullanılacak sıfır ve karşıt hipotezler nelerdir, nasıl formüle edilirler?

Örnek 2’de bahsedilen araştırmanın yapılacağı toplum, “**sigara ve alkol kullanan tüm yetişkin bireyler**” olarak tanımlanabilir.

Bu topluma ait parametre, “**sigara ve alkol kullanan tüm yetişkin bireylerin ortalama sistolik kan basıncı**” şeklinde ifade edilir.

Örnek 2’de ileri sürülen hipotez sigara ve alkol kullananların sistolik kan basınçlarının 120 mm/Hg’den daha yüksek olduğu idi. Bu durumda;

H₀: Sigara ve alkol kullananların sistolik kan basıncı ortalaması normaldir.

H₁: Sigara ve alkol kullananların sistolik kan basıncı ortalaması yüksektir.

H₀: $\mu = 120$ mm/Hg

H₁: $\mu > 120$ mm/Hg

Herhangi bir değişimi, farklılığı, eşitsizliği, bağımlılığı vb. ifadeleri içeren önermeler her zaman **karşıt hipotezde** belirtilir.

1.3. Yanılma Düzeyi

Yapılan test sonucunda H₀ hipotezi kabul veya reddedilir. Ancak her iki durumda da kararın doğru olması kesin değildir. Bu nedenle karar verilirken düşülebilecek hataya bir üst sınır koymak gerekir.

Sıfır ve karşıt hipotezden hangisi seçilir ve hangi hipotezin doğru olduğuna nasıl karar verilir?

Örnek 1’deki araştırmada sigara kullanan 18 gebe doğuma kadar takip edilmiş, doğum sonrası bebeklerin doğum ağırlıkları tespit edilmiş ve ortalama olarak $X=2395$ gram bulunmuş olsun. Bu değer H₁ hipotezini kabul etmek için yeterli midir?

Örnek 2’deki araştırmada sigara ve alkol kullanan 20 bireyin sistolik kan basınçlarının ortalaması $X=149$ mm/Hg olarak elde edilsin. Acaba bu değer H₁ hipotezini kabul etmek için tek başına yeterli midir?

Örneklerden elde edilen değerleri kullanarak sıfır ya da karşıt hipotezden birinin doğru olduğuna karar verirken hata yapma olasılığı her zaman vardır. Çünkü deney tekrarlandığında farklı örneklerden farklı ortalama sonuçları bulunması olasıdır. Bu durumda gerçekte sıfır hipotezi doğru iken örneklem hatası nedeniyle karşıt hipotez doğru olarak kabul edilebilir ya da tam tersi yapılabilir. Gerçekte doğru olan hipotezi kabul etmeyip yanlış olan hipotezi doğru olarak kabul etme olasılığına **yanılma payı** denir.

İki tip yanılma payı vardır ve bunlara I. tip ve II. tip hata denir.

I. tip hata: Gerçekte doğru olan H₀ hipotezinin kabul edilmeyerek reddedilmesine ve H₁ hipotezinin kabul edilmesine I. tip hata denir ve α ile gösterilir.

II. tip hata: Gerçekte yanlış olan H₀ hipotezinin reddedilmeyerek kabul edilmesine II. tip hata denir ve β ile gösterilir.

1.4. Örneklem Büyüklüğü

Örneklem, belli kurallara göre belli bir evrenden seçilmiş ve seçildiği evreni temsil yeterliği kabul edilen küçük kümedir. Örneklem evrenin bütün özelliklerini yansıtan bir parçası olup hem araştırma hem de istatistiksel bakımdan büyük önem taşır. Örneklem, seçildiği bütünü küçük bir örneğidir. Örneklemin en önemli özelliği yansız ve temsili olmasıdır. Seçilen örneklemden elde edilen bilgiler kullanılarak evren konusunda doğru bilgilere ulaşılmaya çalışılır. Örnekleme, insanların günlük hayatıyla iç içedir. İnsanlar çoğu kez kararlarını örneklemeden faydalanarak alır. Tencereden alınan bir kaç pirinç tanesi, pilavın olup olmadığının bir yudum çay, bir çaydanlık çayın nasıl olduğunun bir göstergesidir.

Örneklem seçilirken örneklemin temsil yeteneği taşınmasına ve yeterli büyüklükte olmasına dikkat etmek gerekir. Örneklem seçilerek yapılan araştırmalar zaman ve maliyet yönünden ekonomik olduğu gibi çoğu zaman da bütün evrenin incelenmesiyle elde edilen sonuçlar kadar geçerli, sağlıklı ve güvenilir olabilir.

Araştırmalar çoğunlukla örneklem kümeler üzerinde yapılır ve elde edilen sonuçlar ilgili evrenlere genellenir. Örneklemden elde edilen verilerden ve bazı varsayımlardan yararlanılarak evrendeki çeşitli değerlerin belli bir olasılıkla hangi değerler arasında bulunabileceği tahmin edilebilir. Evren parametresinin belli bir olasılıkla bulunabileceği bu aralığa güven aralığı, bu aralığın sınırlarına ise güven sınırları adı verilir. Evreni temsil etmek üzere seçilen bir örneklemden bir değişkenin aritmetik ortalaması, standart sapması, varyansı ve örneklem büyüklüğü biliniyorsa evrendeki aritmetik ortalamasının belli bir olasılıkla hangi değerler arasında bulunabileceği tahmin edilebilir.

1.5. İncelenen Grupların Bağımlı ya da Bağımsız Olması

Değişkenler, deneklere ait özelliklerdir. Deneğin ait olduğu grup, yaşı, cinsiyeti, boyu, ağırlığı, kan basıncı, serum glikoz düzeyi vb. birer değişkendir.

Bağımlı değişken incelenen, araştırılan yani etüt edilen olaydır. Bir koşuldaki değişiklikten etkilenen ve buna cevap veren değişkendir.

Bağımsız değişken ise etkisi araştırılan, bağımlı değişkene bağlı olarak bilinçli olarak değiştirilen veya yönlendirilen değişkendir. Örneğin; bir araştırmacı yeni bir ilacın değişik doz miktarlarının hastalığın semptomlarına olan etkisini incelemek isterse bağımlı değişken semptomların şiddeti, sıklığı ve ölçümleri olacak, bağımsız değişken ise uygulanan ilacın değişik doz miktarları olacaktır.

1.6. Test Çeşitleri ve Özellikleri

Ölçmenin her zaman bazı yanılgıları içermesi gerçeği, olasılığa dayanan sonuçların değerlendirilmesi amacıyla istatistik biliminin gelişimini zorunlu kılmıştır. İstatistik, her şeyden önce bir yanılgı kuramıdır. Yanılgının soyut ya da yapısal özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır.

Örneklemeden elde edilen sonuçların tesadüfe bağlı olup olmadığını yani önemli olup olmadığını belirlemek amacı ile bazı istatistiksel testlerin uygulanması gerekir. Burada ifade edilen önemlilik; elde edilen sonuçların tesadüfe bağlı olmadığını, yani istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu ifade eder. Her araştırma için, uygun bir istatistiksel model seçilmeli; her istatistiksel sonucun, kendi içinde ne ifade ettiği iyi bilinmelidir.

Uygun istatistiksel yöntemin seçilmesi için değişkenlerin ölçüm özelliklerini iyi belirlemek gerekir. Kategorik değişkenlere, sayısal değişkenlerde uygulanabilecek istatistiksel yöntemleri uygulamak gibi hatalara düşmemek için bu özellik çok önemlidir.

İstatistiksel analiz yapılmadan önce verilerin kategorik (nominal, ordinal) ya da sürekli (aralıklı, oransal) olup olmadığına bakılmalıdır. Kategorik verilerde parametrik olmayan istatistikler kullanılırken sürekli verilerde ise parametrik istatistikler kullanılır.

1.6.1. Parametrik Önemlilik Testleri

Parametrik test: Bir testte ortalama, varyans, oran vb. ölçüler kullanılıyorsa bu test parametrik bir testtir. Bu testte ölçümle belirtilen karakterler vardır. Örneğin; uzunluk, ağırlık, miktar, yaş, kolesterol miktarı vb. parametrik testlerde normal dağılım gösteren veriler analiz edilir.

Parametrik testlerin uygulanışında bazı varsayımlar öngörülür (toplumun normal oluşu, örneklerin rastgele seçilmesi gibi). Bu varsayımlar genellikle kontrol edilmeyip öyle oldukları düşünülür. Testlerle ulaşılan sonucun geçerliliği, varsayımların geçerliliğine bağlıdır. Ayrıca bu testlerin uygulandığı değerlerin aralıklı ölçeklerle ölçülendirilmesi gerekir.

Parametrik testler, parametrik olmayan (nonparametrik) testlere göre daha güçlü ve daha esneklerdir. Birçok bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin incelenmesine yardımcı olmaları yanında, birbirleri ile olan etkileşimlerinin değerlendirilmesinde de yardımcı olurlar.

Parametrik Test Varsayımları	
Örneklemin alındığı evrenle ilgili	Örneklemeyle ilgili
Normal dağılıma sahip olmalı	Denekler evrenden rastgele seçilmeli
Varyanslar homojen olmalı	Denekler birbirinden bağımsız olarak seçilmeli

Tablo 1.1: Parametrik test varsayımları

Parametrik test çeşitleri aşağıdaki gibidir;

- Evren ortalaması önemlilik testi
- İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi
- İki eş arasındaki farkın önemlilik testi
- İki yüzde arasındaki farkın önemlilik testi
- Varyans analizi

1.6.2. Parametrik Olmayan Önemlilik Testleri

Parametrik olmayan (nonparametrik) önemlilik testleri; ölçü yerine sıralama, sayma, işaretleme gibi işlemlerin kullanıldığı testlerdir. Bu testlerde sayımla belirtilen karakterler kullanılır. Örneğin; saç rengi, cinsiyet, meslek, iyileşme, prognoz (iyi veya kötü) mortalite vb. bir testin uygulanabilmesi için gerekli koşulların ne olduğu veya koşulların sağlanıp sağlanmadığı bilinmiyorsa verilerin analizinde nonparametrik testler kullanılmalıdır.

Nonparametrik testlerin uygulanmasında varsayımlar öngörülmez. Bu testler için yalnız gözlemlerin bağımsızlığı ve rastgele seçilmeleri gibi varsayımlar öngörülmesine karşın, bunlar parametrik testlerdeki varsayımlardan daha az ve daha zayıftır. Bir de nonparametrik testin uygulandığı değerlerin kuvvetli bir ölçme tekniği ile ölçülendirilmesi gerekmez. Bu testler, sıralayıcı ölçekteki ve sınıflayıcı ölçekteki değerlere uygulanabilir.

Nonparametrik testin en önemli avantajı, ana kütle hakkında hiçbir şey bilinmediği zaman güvenli kullanılabilir olmasıdır. Örneğin; örnek hacmi öyle küçük olur ki istatistiklerin örneklere dağılımı normal dağılıma yaklaşmaz. Bu durumda nonparametrik bir tekniğe ihtiyaç duyulur. Ayrıca nonparametrik testler parametrik testlere oranla daha kolay ve pratiktir.

Nonparametrik testlerin dezavantajları da vardır. Örneğin; II. tip bir hata ihtimali nonparametrik testte daha büyüktür. Buna ilaveten çoğunlukla, gözlenen değerler arasındaki farkın büyüklüğündense sadece yönüyle ilgilenir. Yani, gözlenen değerlerin belli bir değerden büyük veya küçük olup olmadığına bakar, ne kadar büyük veya küçük olduğu ile pek ilgilenmez. Bu sebeple nonparametrik testin etkinliği parametrik teste göre daha azdır. Ancak hacmi artırılmak suretiyle nonparametrik bir testin gücü ve etkinliği parametrik testin seviyesine çıkarılabilir.

Parametrik olmayan test çeşitleri aşağıdaki gibidir;

- İşaret testi
- Mann – Whitney U testi
- Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi
- 4 gözlü ki-kare testi
- Kruskal – Wallis varyans analizi

1.7. İstatistiksel Karar

Temel istatistik uygulamalar tanımlayıcı istatistikler ve hipotez testleri (önemlilik testleri) diye ikiye ayrılabilir. Önceki modüllerde tanımlayıcı istatistikler (grafiklerle gösterme, ortalama, standart sapma, güven aralığı vb.) anlatıldı. Hipotez testleri bir iddia veya varsayım hakkında karar verilmesine yardımcı olur.

İki farklı sağlık kuruluşunda tedavi gören hipertansif hastaların sistolik kan basınçlarıyla ilgili bir araştırma yapıldığı varsayılısın. Öncelikle iki grup açısından karşılaştırılacak bu sayısal değişkenin gruplar arasında ne kadar farklı olmasının klinik açıdan önemli olduğuna karar verilmelidir. İki grup arasında ulaşılmak istenen, önemli olduğu düşünülen bu farka saptanmak istenen en küçük fark, etki genişliği veya farkların önemlilik derecesi denir. Sıfır hipotezi “iki sağlık kuruluşunda tedavi gören hipertansif hastaların sistolik kan basınçları arasında fark olmadığı” şeklindeyir. İki yönlü H1 hipotezi ise A veya B hastanesindeki hastaların kan basıncı yüksek olacak şekilde arada bir fark olduğu şeklindeyir. İşte (kabul edilen) arada fark vardır veya yoktur denirken kastedilen farkın ne kadar olduğudur.

➤ **Yanlış karar verme**

Kurulan hipotezle ilgili karar verirken en doğru karar verilmek istenir. Halbuki toplumun tamamını değil de sadece bir örneklem incelendiğinden kararın hata ihtimali her zaman olacaktır. Bu hataların neler olabileceğini anlamak için aşağıdaki tabloya bakabiliriz.

	<i>H₀ reddedildi</i>	<i>H₀ kabul edildi</i>
H ₀ doğru	Tip I hata	Doğru karar
H ₀ yanlış	Doğru karar	Tip II hata

Tablo 1.2: Hipotez testlerinin sonuçları

Tip I hata: Sıfır hipotezi doğru olduğu hâlde reddedilmesidir. Sonuçta incelenen gruplar arasında fark olmadığı hâlde “fark vardır” şeklinde karar verilir. Tip I hataya yol açma olasılığı α (alfa) ile gösterilir. Bu aynı zamanda testin anlamlılık düzeyidir. p değerinin α 'dan daha düşük olması hâlde sıfır hipotezi reddedilir.

Araştırmanın proje aşamasında α değerinin kaç olacağına karar verilir. Bu değer tıbbi çalışmalarda genellikle 0,05 olarak alınmakla birlikte incelenen durumun hassasiyetine ve önemine göre daha küçük veya daha büyük de olabilir.

Tip II hata: Yanlış olduğu hâlde sıfır hipotezinin kabul edilmesidir. Sonuçta incelenen gruplar arasında bir fark olduğu hâlde “fark yoktur” sonucu çıkarılır. Tip II hataya yol açma olasılığı β (beta) ile gösterilir. $1 - \beta$ testin gücünü verir.

Bu durumda araştırmanın gücü řu şekilde tanımlanabilir: Doğru olduğu durumda sıfır hipotezini kabul edebilme olasılığıdır.

Örneğin, H₀: A hastanesi ve B hastanesinde takip edilen hipertansif hastalar arasında sistolik kan basınçları açısından anlamlı bir fark yoktur. Gerçekte de A hastanesindeki hastaların kan basınçlarının B hastanesindekilerden (kabul edilen değer açısından) farklı olmadığı varsayılısın. Bu durumda H₀'ın kabul edilmesi gerekir. İşte bu doğru karar verilip H₀'ın kabul edilmesi yapılan testin gücüdür.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda hipotez testinin olası sonuçları aşağıdaki tablodaki gibi gösterilebilir:

Hipotez testi sonucunda verilen karar			
		H₀ reddedildi	H₀ kabul edildi
Gerçek	H ₀ doğru	Tip I hata (%5)	Doğru karar (Araştırmanın gücü) (%80)
	H ₀ yanlış	Doğru karar (%95)	Tip II hata (%20)

Tablo 1.3: Hipotez testinin olası sonuçları

Doğal olarak araştırmanın gücünün %100 olması istenir. %80'lik bir güç ise genelde kabul edilebilirdir. Ancak düşükte olsa tip II hata yapma olasılığı her zaman vardır. Ayrıca tip II hata yapılmasın diye iş sıkı tutulursa bu sefer tip I hata yapma olasılığı artar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştirerek önemlilik testlerini ayırt ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Verinin ölçüm biçiminin tespit ediniz.	➤ Verilerin kaç farklı biçimde ölçülebileceğini çalışma defterinize örneklendirerek yazınız.
➤ Hipotez kurunuz.	➤ Modülünüzden hipotezler konusunu yeniden okuyunuz.
➤ Yanılma düzeyini belirleyiniz.	➤ Yanılma payı nedir? Arkadaşlarınıza açıklayınız.
➤ Örneklem büyüğünün önemini kavrayınız.	➤ Örneklem büyüğünün araştırmaların sonucuna etkisini arkadaşlarınızla tartışınız.
➤ İncelenen grupları ayırt ediniz.	➤ Değişkenler konusunu çalışma defterinize yazınız.
➤ Test çeşitlerini sıralayınız.	➤ Test çeşitlerini ve özelliklerini arkadaşlarınıza anlatınız.
➤ İstatistiksel kararın önemini kavrayınız.	➤ İstatistiksel kararın önemini modülünüzde yeniden inceleyiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Önemlilik testleri örneklemeden elde edilen bilgilerin bağlı olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanır.
2. Ölçümle belirtilen veriler, sayımla belirtilen veriler ise dağılım özelliğine sahiptir.
3. değişkende, kategoriler isimlerle belirtilir ve herhangi bir özellik açısından kategorilerin kendi arasında sıralaması yapılamaz. Bu tür değişkenler sayılarla elde edilir ve isimsel ya da kategorik değişkenler olarak da adlandırılır.
4. Hipotezler; ve olmak üzere iki türde sınıflandırılabilir.
5. İstatistiksel hipotez birbirlerine alternatif, birbirinin zıddı ifadeler içeren hipotez kullanılarak formüle edilir.
6. Gerçekte doğru olan H_0 hipotezinin kabul edilmeyerek reddedilmesine ve H_1 hipotezinin kabul edilmesine hata denir.
7., seçildiği bütünün küçük bir örneğidir.
8. Bir koşuldaki değişiklikten etkilenen ve buna cevap veren değişkene denir.
9. testlerde, sayımla belirtilen karakterler kullanılır.
10. Sürekli verilerde testler kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

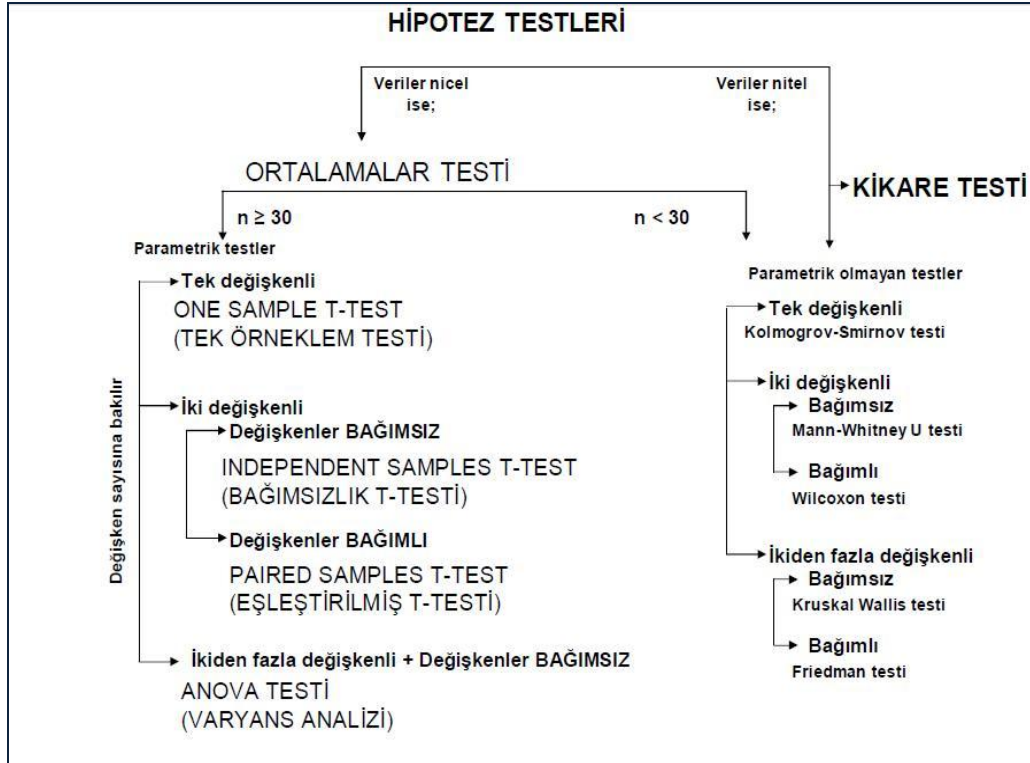
Parametrik olan ve parametrik olmayan testleri ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Parametrik ve parametrik olmayan testlerin hangi durumlarda uygulandığını ve aralarındaki farkı araştırınız ve elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN TESTLER

Toplumda bir değişkenin parametrelerine, dağılım yapısına ya da ilişki düzeyine göre kurulan hipotezlerin denetlenmesi için yararlanılan yöntemlere **hipotez testleri** denilmektedir.



Şema 2.1: Hipotez testleri

2.1. Parametrik Testler

Hipotez testlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Parametrik testler değişkenlerinin ölçülmesinde eşit aralıklı ya da oranlı ölçeğin kullanıldığı hipotez testleridir. Çünkü bu iki ölçekle de elde edilen veriler üzerinde aritmetik işlemler yapmak mümkündür.

Parametrik testler örneklem sayısının tek ya da iki oluşuna ve iki örneklemin varlığında bu örneklemelerin bağımsız ya da bağımlı oluşuna bağlı olarak sınıflandırılır. En önemli parametrik testler z ve t testleridir.

2.1.1. İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi

Parametrik test varsayımları (normallik ve varyansların homojenliği) sağlandığında birbirinden bağımsız iki örneklemin ortalamaları arasında fark olup olmadığını test etmek için kullanılan bir önemlilik testidir.

İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testinin özellikleri şunlardır:

- Bu testte iki grubun aritmetik ortalamaları karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle aşırı değerlerin aritmetik ortalamaya yapacağı olumsuz etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Parametrik bir test olduğu için parametrik testlerle ilgili varsayımlar yerine getirilmelidir.
- Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımlı gruplara bu test uygulanamaz.
- Veri ölçümle belirtilen sürekli bir değişken olmalıdır. Ayrıca örneklem büyüklüğü (n) yeterli olduğunda sayısal olarak belirtilen (ölen, doğan, hastalanan, yaşayan sayısı gibi) sürekli olmayan değişkenlere de uygulanabilir. Niteliksel verilere uygulanamaz.

Örneğin, kandaki şeker miktarı yönünden bağımsız iki grup (örneğin; diyet uygulayanlarla uygulamayanlar, babası ya da annesi şeker hastası olanlarla olmayanlar gibi) arasında farklılık arandığında kullanılabilir.

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

Yemekle birlikte çay içen ve içmeyen gruplar arasında hemoglobün düzeyleri bakımında fark olup olmadığının araştırılmasında kullanılabilir.

Kız ve erkek öğrencilerin biyoistatistik notları arasında fark olup olmadığının araştırılmasında kullanılabilir.

İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi işlem basamakları şöyledir:

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

- Hipotezler belirlenir.

$H_0 = X_1 - X_2 = 0$ İki ortalama arasında fark yoktur.

$H_1 = X_1 - X_2 \neq 0$ İki ortalama arasında fark vardır.

- Test istatistiği (t_{Hesap}) hesaplanır.

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

X_1 = Birinci grubun ortalaması

X_2 = İkinci grubun ortalaması

$(S_1)^2$ = Birinci grubun varyansı

$(S_2)^2$ = İkinci grubun varyansı

n_1 = Birinci gruptaki denek sayısı

n_2 = ikinci gruptaki denek sayısı

Örnek: Kalp hastası olan ve olmayan kişilerin kolesterol düzeyine ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Gruplar arasında kolesterol açısından fark var mıdır?

Kalp Hastalığı	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek	n
Var	213,57	35,55	148	288	51
Yok	252,05	42,37	165	335	42

Gruplara ilişkin parametrik varsayımlar (normallik ve varyansların homojenliği) incelenir. Normallik için verilerin histogramı ve dağılım grafiği çizilir.

Varyansların homojenliği için F dağılımından yararlanılır. Bu maçla büyük varyans, küçük varyansa bölünerek elde edilen F hesap istatistiği seçilen yanılma düzeyinde (n_1-1) ve (n_2-1) serbestlik dereceli F tablo istatistiği ile karşılaştırılır. Burada H_0 hipotezi varyanslar homojendir şeklindedir.

$$F_{Hesap} = \frac{S_{Büyük}^2}{S_{Küçük}^2} = \frac{(42,37)^2}{(35,55)^2} = 1,42$$

$$F_{Hesap} = 1,42 < F_{Tablo} = 1,65$$

Karar: ($P > 0,05$) Varyanslar homojendir.

Test istatistiğinin hesaplanması:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{213,57 - 252,05}{\sqrt{\frac{35,55^2}{51} + \frac{42,37^2}{42}}} = 4,68$$

- Yanılma düzeyi belirlenir.

A= 0.05 olarak belirlenmiştir.

- İstatistiksel karar verilir.

$t_{\text{Hesap}} > t_{\text{Tablo}}$ ise iki ortalama arasında fark yoktur şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve $P < \alpha$ ($P < 0.05$) şeklinde gösterilir.

$$t_{\text{Hesap}} = 4,68 > t_{\text{Tablo}} = 1,99$$

($P < 0.05$) iki bağımsız grup ortalaması arasındaki fark vardır ve istatistiksel açıdan anlamlıdır.

2.1.2. İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi

Parametrik test varsayımları yerine getirildiğinde ölçümle belirtilen sürekli bir değişken yönünden aynı bireylerin değişik iki zaman ya da durumdaki ölçümleri arasında fark olup olmadığını test etmek için kullanılır.

“İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi” uygulamasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Veri ölçümle belirtilir.
- Aynı bireyler üzerinde aynı konuda iki kez ölçüm yapılır.

“İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi”nde; iki grup arasındaki değerlere ilişkin fark değerleri dağılımının normal dağılım gösterdiği varsayılır. Varsayım sağlanamıyor ise bu test yerine **Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi** kullanılmalıdır.

İki eş arasındaki farkın önemlilik testinin uygulandığı durumlar üç grupta toplanabilir:

- Ölçümle belirtilen bir değişken yönünden aynı bireylerin değişik iki zaman ya da durumdaki ölçümlerinin farklı olup olmadığının test edilmesinde kullanılır.

Örneğin, kandaki şeker miktarını düşürmek için hazırlanan bir diyet programının etkinliğini ölçmek için şeker hastalarının diyetten önce kandaki şeker miktarları ile diyetten sonra kandaki şeker miktarlarının farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır.

- Değişik iki ölçüm aracının aynı bireylerde aynı ölçümü yapıp yapmadığını ya da aynı sonucu verip vermediğini test etmek için kullanılır. Örneğin, iki ayrı firmanın ürettiği tansiyon ölçme araçlarının aynı kişilerin tansiyonunu aynı değerlerde ölçüp ölçmediğinin test edilmesi istendiğinde kullanılır.
- Değişik iki ölçümcünün aynı ölçüm aracıyla aynı bireylerin ölçümünü aynı değerlerde yapıp yapmadıklarının (ölçümcü farklılıklarının) test edilmesinde kullanılır.

İki eş arasındaki farkın önemlilik testi uygulaması için aşağıdaki işlem basamakları izlenir:

- Hipotezlerin kurulması:

H₀: İki eş ölçümleri arasında fark yoktur.

H₁: İki eş ölçümleri arasında fark vardır.

- Test istatistiğinin hesaplanması:

Gözlemlerin önceki değerlerinden sonraki değerleri çıkartılarak fark dizisi oluşturulur ve elde edilen farkların işareti farkların önüne yazılır.

Farkların ortalaması bulunur: \bar{D}

Farkların standart sapması bulunur: S_D

Farkların standart hatası bulunur: $S_{\bar{D}} = S_D / \sqrt{n}$

Test istatistiği (t_{hesap}) hesaplanır. $t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$

- α Yanılma düzeyi belirlenir.
- İstatistiksel karar verilir.

Bulunan t_{hesap} istatistiği, seçilen α yanılma düzeyi ve n-1 serbestlik derecesindeki t_{tablo} istatistiği ile karşılaştırılır.

$t_{\text{hesap}} > t_{\text{tablo}}$ ise iki eş arasında fark yoktur şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve $p < \alpha$ yazılır.

Örnek: Hipertansiyonlu bireylere günde iki kez 20'şer dakikalık yürüyüş öneriliyor ve yürüyüşe başlamadan önceki 1 haftalık ortalama tansiyon miktarı ile yürüyüşe başladıktan sonraki 1 haftalık ortalama tansiyon miktarları arasında fark olup olmadığı öğrenilmek isteniyor.

Aynı bireylerin iki farklı zamandaki ölçümleri söz konusu olduğundan gruplar bağımlıdır.

Hasta	Sistolik Kan Basıncı		Fark
	Önce	Sonra	Önce - Sonra
1	140	125	15
2	135	120	15
3	150	145	5
4	155	155	0
5	145	150	-5
.	.	.	.
.	.	.	.
36	140	120	20
Ortalama	146,86	138,16	8,69
S. Sapma	7,06	7,97	6,18

➤ Hipotezlerin kurulması

$$H_0: \bar{D} = 0$$

$$H_1: \bar{D} \neq 0$$

➤ Test istatistiğinin hesaplanması

$$S_{\bar{D}} = S_D / \sqrt{n} = 6,18 / \sqrt{36} = 1,03$$

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}} = \frac{8,69}{1,03} = 8,44$$

➤ Alfa yanılma düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

➤ İstatistiksel karar

$$t_{hesap} = 8,44 > t_{tablo(sd=36-1=35; \alpha=0.05)} = 2.03$$

$$p < 0,05$$

Yorum: Yürüyüş sonrasında sistolik kan basıncındaki 8.69 birimlik (mm/Hg) düşme istatistiksel açıdan anlamlıdır.

2.1.3. Varyans Analizi

İkiden çok örnek kütle ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılır. Bu yöntemle toplam değişmeye katkıda bulunan çeşitli değişim kaynaklarının değişkenler arası etkileşimi ve deneysel hataları incelenir.

Varyans analizi tek yönlü ve çok yönlü olarak uygulanabilir. Tek yönlü varyans analizi elle hesaplanabilir ancak çok yönlü varyans analizi için bilgisayar kullanılmalıdır. Bu yöntemle ilgili aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Gruplardaki bireyler birbirine benzer ve homojen olmalıdır.
- Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımlı gruba uygulanmaz.
- Veriler ölçümle belirlenmiş sürekli karakter olmalıdır.
- Gruplardaki denek sayısı (n) en az 20 olmalıdır.
- Gruptaki denek sayıları birbirine eşit veya yakın olmalıdır.

Varyans analizinin temel koşulları her gruptaki deneklerin normal dağılım göstermesi, varyansların eşit olması ve varyansların ortalamadan bağımsız olmasıdır. Gruplardaki denek sayıları fazla ve aşağı yukarı eşitse bu koşullardan vazgeçilebilir. Aksi takdirde, ya dönüşüm uygulayarak koşullar sağlanmalı, ya da tek yönlü varyans analizinin nonparametrik karşılığı olan Kruskal-Wallis analizi uygulanmalıdır.

Örnek: İşletmede bulunan üç eş değer makine üretimi aşağıdaki gibidir. Bu üç makine arasında fark var mıdır?

	A	B	C	
	4	6	3	
	5	7	4	
	5	6	5	
	4	8	5	
	6	6	4	
	6	7	4	
	4	9	3	
	5	8	3	
	4	6	4	
	4	5	3	Toplam
$\sum x$	47	68	38	153 $\sum x$
$\sum x^2$	227	476	150	853 $\sum x^2$
n_j	10	10	10	30 (n)

- **Kareler toplamlarının bulunması**

GnKT (Genel kareler toplamı): İncelenilen bütün bireylerin aldıkları değerlerin genel ortalamadan farklarının kareleri toplanarak elde edilir.

$$GnKT = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{\sum n} = 853 - \frac{153^2}{30} = 72,7$$

GAKT (Gruplar arası kareler toplamı): Her grubun ortalamasının genel ortalamadan farklarının kareleri toplanarak elde edilir.

$$GAKT = \sum_{j=1}^k \left[\frac{(\sum x_j)^2}{n_j} \right] - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right] = \left[\left(\frac{47^2}{10} \right) + \left(\frac{68^2}{10} \right) + \left(\frac{38^2}{10} \right) \right] - \left(\frac{153^2}{30} \right) = 47.4$$

GiKT (Grup içi kareler toplamı): Her birey değerinin içinde bulunduğu grubun ortalamasından farklarının kareleri toplanarak elde edilir.

$$GiKT = GnKT - GAKT = 72,7 - 47,4 = 25,3$$

➤ **Serbestlik derecelerinin bulunması:**

$$GnSD \text{ (Genel serbestlik derecesi)} = n-1 = 30-1=29$$

$$GASD \text{ (Gruplar arası serbestlik derecesi)} = (\text{Grup sayısı}-1)=(3-1)=2$$

$$GiSD \text{ (Grup içi serbestlik derecesi)} = (n-\text{Grup sayısı})=(30-3)=27$$

➤ Varyans analizi tablosunun hazırlanması:

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
VK	KT	SD	KO
G_n	72.7	29	----
G_A	47.4	2	23.7
G_i	25.3	27	0.937

H₀: Gruplar arası fark yoktur.

H₁: Gruplar arasında fark vardır.

Test istatistiği olarak **F istatistiği** kullanılır.

$$F = \frac{GAKO}{GiKO} = \frac{23.7}{0.937} = 25.3$$

Yanılma olasılığı (güven düzeyi) α = 0.05 seçilmiştir.

Varyans analizinde **iki serbestlik derecesi** kullanılır.

Gruplar arası serbestlik derecesi =2 Grup içi serbestlik derecesi =27

F tablo değeri bulunur.

$$F=3.35$$

Karşılaştırma: $F_{Hesap}=25.3$ $F_{Tablo} = 3.35$; $25.3 > 3.35$ olduğundan H_0 reddedilir.

Sonuç: Gruplar arasında fark vardır. Üç makinenin üretimi arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

2.1.4. İki Yüzde Arasındaki Farkın Önemlilik Testi

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

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

Test süreci:

- Hipotezler belirlenir.

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

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

- Test istatistiği (t) hesaplanır.

$$\sim t_{(sd: n_1+n_2-2; \alpha)}$$

Burada, $t = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}}}$ $q = 1-p$ 'dir.

- Yanılma düzeyi belirlenir.
- İstatistiksel karar verilir.

$t_{hesap} > t_{tablo}$ ise H_0 hipotezi reddedilir ve iki yüzde arasındaki farkın anlamlı olduğu söylenir ($p < 0.05$).

Örnek: Çalışma pozisyonuna bağlı olarak varis oluşumu ilişkisi:

<i>Çalışma Pozisyonu</i>	<i>İncelenen Kişi Sayısı</i>	<i>Varisli Kişi Sayısı</i>	<i>%</i>
Oturarak	201	26	12,9
Ayakta	225	44	19,6
Toplam	426	70	16,4

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

➤ Hipotezler

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

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

➤ Test İstatistiği

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

➤ Yanılma düzeyi

$\alpha = 0,05$ alınmıştır.

➤ İstatistiksel karar

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

Olduğu için H_0 Hipotezi kabul edilir ve $p>0.05$ şeklinde gösterilir. Ayakta durarak çalışanlarda varis oluşumu % 6,7 miktarında fazla görülmekle birlikte, bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

2.2. Parametrik Olmayan Testler

Parametrik olmayan testler; ölçü yerine sıralama, sayma, işaretleme gibi işlemlerin kullanıldığı testlerdir. Bu testlerde de sayımla belirtilen karakterler kullanılır: saç rengi, cinsiyet, meslek, iyileşme, prognoz (iyi veya kötü), mortalite vb.

Parametrik testlerde normal dağılım gösteren veriler analiz edilir. Nonparametrik testlerde ise nominal, ordinal ya da normal dışı dağılım gösteren sayısal veriler değerlendirilir. Bir testin uygulanabilmesi için gerekli koşulların ne olduğu veya koşulların sağlanıp sağlanmadığı bilinmiyorsa verilerin analizinde nonparametrik testler kullanılmalıdır.

Parametrik olmayan testler, genellikle, anlaşılması ve uygulanması kolay olan testlerdir. Araştırmalarda ana kütle dağılımı ile ilgili daha az sınırlayıcı varsayımların yapılmasına olanak sağlar.

Nominal veriler için ki-kare testi, ordinal veriler için de Wicoxon testi ile Mann-Whitney U testi kullanılır.

Her testin uygulanabilmesi için gerekli koşulların neler olduğu ve verilerin bu koşullara uygunluğunun nasıl saptanacağına mutlaka iyi bilinmesi gerekir. Eğer koşulların sağlanıp sağlanmadığı bilinmiyorsa verilerin analizinde nonparametrik test kullanılması daha güvenli olur. Ancak parametrik test için gerekli koşulların sağlanmasına karşın nonparametrik test uygulanması halinde, parametrik testlerin kendine özgü avantajlarından yararlanılmamış olur.

Nonparametrik testlerin yararları şunlardır:

- Nonparametrik testlerin parametrik testlere göre öğrenilmesi ve uygulanması daha kolaydır.
- Sıralayıcı ya da dereceli ölçüğe göre ölçülendirilmiş verilere uygulanabilir.
- Sınıflandırma şeklinde ölçülendirilen verilere uygulanır. Bu tür verilere parametrik testler uygulanamaz.
- Örnekteki birim sayısı $n=6$ kadar küçük olursa bunun çekildiği toplumun dağılımı bilinmediği sürece nonparametrik test uygulamaktan başka çıkar yol yoktur.
- Toplum dağılımlarının şekli hakkındaki varsayımların (normallik, homojenlik) şüpheli olduğu durumlarda uygulanabilir.

Nonparametrik testlerin sakıncalı yönleri:

- Eğer veriler parametrik test için gerekli olan bütün koşulları sağlıyorsa ve ölçme, gereken kuvvette ise bu durumda parametrik test yerine nonparametrik bir test kullanılmasıyla veriler ziyan edilmiş olur.
- Nonparametrik testler ve bunlar için kullanılan anlamlılık düzeyini veren tablolar çok fazla dağıtılmış ve bazıları da özelleştirilmiştir. Böylece bu testlerin pratikliği ve uygulanabilirliği parametrik testlere göre daha azdır.

2.2.1. İşaret Testi

Bu test bağımlı gruplar arası farklılıkları ölçmeye yönelik olan t-testinin nonparametrik eş değeridir. Bu analiz ile iki değişkenin dağılımları aynıdır hipotezi test edilir. İşaret testi için herhangi bir veri dağılım şartı yoktur. Testin hesaplanmasında ilk gruba ait değerlerin farkları alınır ve bu farklara göre grupların büyük veya küçük olanların sayısı belirlenir. Dolayısıyla gruplar arasındaki farklılığın ortaya konmasında sadece farkın yönü üzerinde durulur ve farkın büyüklüğü dikkate alınır.

İşaret testi adını, değerlerin sayısal olarak kullanılması yerine (+) ve (-) işaretleri ile kullanılmasından alır.

n tane gözlem çifti (x,y) düşünülün. Birbirine karşı gelen gözlemlerin farkı $d=x-y$ olsun. Sıfır olan $d=0$ farkları atılırsa gözlem sayısı n , geriye kalan sıfır olmayan d 'lerin sayısına eşit olur. d 'lerin işareti pozitif ya da negatiftir. Testte, pozitif işaret elde etme olasılığının negatif işaret elde etme olasılığına eşitliği hipotezi test edilir.

İşaret testinde gözlem sonuçları (+) ve (-) işaretlere dönüştürüldüğü gibi, olumlu-olumsuz, iyi-kötü gibi iki kategori şeklinde de belirtilebilir. Bu durumda az sayıda görülen işaretin olasılığı yerine az sayıda görülen kategorinin olasılığı hesaplanır. Bu kategorileri A ve B şeklinde belirtirsek sıfır hipotezi olarak

H_0 : A kategorisi elde etme olasılığı, B kategorisi elde etme olasılığına eşittir.

Örnek: Anesteziye alınan 10 hastanın anestezi öncesi ve sonrası kan basıncı farkları +, - şeklinde belirtilmiştir. +'lar kan basıncının arttığını, -'ler de azaldığını belirtmektedir. Anestezinin kan basıncını artırdığı söylenebilir mi? $\alpha = 0.05$ belirlenmiştir.

Hasta Nu.	Kan basıncı farkı (Sonra-önce)
1	+
2	-
3	+
4	-
5	+
6	+
7	0
8	0
9	+
10	+

Çözüm: Kan basıncı farkları tabloda (+), (-) şeklinde verilmiştir. İki hastanın kan basıncı farkı sıfırdır. Buna göre işleme girecek hasta sayısı (n), $10-2=8$ 'dir. 8 işaretin 6 tanesi (+), 2 tanesi (-)'dir. Sayısı az olan işaret (-) olduğundan, (-)lerin sayısı olan 2, x'in değeridir. Bu durumda,

$x = 2$ ve $n = 8$ 'dir.

H_0 : $P (+) = P (-)$ H_1 : $P (+) \neq P (-)$

Binomial olasılık tablosunda $n=8$ ve $x=2$ 'ye karşı gelen olasılık değeri $P(x)=0.145$ 'dir. $P=0.145 > 0.05$ olduğundan H_0 hipotezi kabul edilir. Sonuç olarak anestezi maddenin kan basıncı üzerine bir etkisi olmamıştır.

2.2.2. Mann- Whitney U Testi

Mann-Whitney U testi niceliksel ölçekli gözlemleri verilen iki örneklemin aynı dağılımdan gelip gelmediğini incelemek için kullanılan bir parametrik olmayan istatistik testidir. Aynı zamanda Wilcoxon sıralama toplamı testi veya Wilcoxon-Mann-Whitney testi olarak da bilinir. Bu testi ilk defa eşit hacimli iki örneklem verileri için Wilcoxon (1945) ortaya atmıştır. Sonradan Mann ve Whitney (1947) tarafından değişik büyüklükte iki örneklem problemleri analizleri için uygulanıp geliştirilmiştir.

Mann-Whitney U Testi, iki ilişkisiz örneklemden elde edilen puanların birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğini tespit eder. Başka bir anlatımla bu test iki ilişkisiz grubun ilgilenilen değişken bakımından evrende benzer dağılımlara sahip olup olmadığını test eder.

Bu test, iki gruba ait gözlemlerin karşılaştırılmasında yaygın bir şekilde kullanılır. Parametrik testlerden t testinin gerekli olan varsayımlarından şüphe edildiğinde ya da gözlemlerin ölçümünün zayıf olması durumunda t testinin bir alternatifi olarak kullanılır.

Örnek: A Grubu: 3 5 2 0 0 1 2 0 2
B Grubu: 5 3 2 2 4 2 3 3 2 5

Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli midir?

Hazırlık işlemleri:

- Her iki gruptaki veriler tek dağılış gibi ele alınarak, küçükten büyüğe doğru sıralanır ve 1'den itibaren numaralandırılır. Eşit değerlerin her birine, olması gereken sıra numaralarının ortalaması verilir.

A A A A A A A B B B B A B B B B A B B
0 0 0 1 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4 5 5 5

A A A A A A A B B B B A B B B A B B
0 0 0 1 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4 5 5 5
2 2 2 4 8 8 8 8 8 8 8 13.5 13.5 13.5 13.5 16 18 18 18

- Her iki gruptaki verilerin sıra numaraları toplanarak, R1 ve R2 değerleri bulunur.

$$R_1 = 65,5 \quad R_2 = 124,5$$

$$R_1 + R_2 = n(n + 1) / 2$$

$$65,5 + 124,5 = (19 * 20) / 2 = 190$$

- U değerleri hesaplanır.

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

$$U_1 = (9 * 10) + ((9 * (9 + 1)) / 2) - 66,5 =$$

$$U_1 = (90 + (90 / 2)) - 66,5 = 69,5$$

$$U_2 = n_1 n_2 - U_1$$

$$U_2 = 90 - 69,5 = 20,5$$

Test İşlemleri:

H₀: Gruplar arasındaki fark önemli değildir.

H₁: Gruplar arasındaki fark önemlidir.

$\alpha = 0.05$

➤ $n_1 \leq 20$ ve $n_2 \leq 20$ ise;

U_1 ve U_2 değerlerinden büyük olanı U_H değeri olarak kabul edilir. Bu değer, U tablosundan bulunan değerle (U_T) karşılaştırılır.

Karşılaştırma:

$U_H \geq U_T$ ise; H_0 ret ($P < \alpha$)

$U_H < U_T$ ise; H_0 kabul ($P > \alpha$)

$69.5 > 66$ H_0 ret, $P < 0.05$

2.2.3. Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Bu testte, bağımlı iki ana kütle aritmetik ortalamasının belirli bir önem derecesinde birbirinden önemli derecede farklı olup olmadığı test edilir.

Bu testin ana ilkesi, değerlere sıra dönüşümü uygulanmasıdır. Bu testte bağımlı iki grubun ortalamaları değil, ortancaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı test edilir. Yani evren medyan farkı hakkındaki hipotezi test eder. Genel olarak normal dağılım göstermeyen değerler için Wilcoxon testi, t testine göre daha güçlüdür, yani önce ve sonra değerleri arasında fark varsa daha doğru olarak saptar. Normal dağılım gösteren değerler için her iki testin gücü aynıdır.

2.2.4. Kruskal Wallis Varyans Analizi

Kruskal-Wallis testi üç ya da daha fazla örnekleme karşılaştırmak için kullanılan bir testtir. Tek yönlü varyans analizinin nonparametrik karşılığıdır. Diğer nonparametrik yöntemlerde olduğu gibi burada da grupların ortalamaları değil, ortancaları karşılaştırılır. İki'den fazla bağımsız grupta nicel veriler elde edilmiş ve veriler parametrik varsayımları yerine getiriyorsa grupları birbirleriyle aynı anda karşılaştırmak amacıyla bu test kullanılabilir.

2.2.5. Ki Kare Testi

Gözlenen frekanslarla beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı temeline dayanan bir önemlilik testidir.

Ki-Kare analizinde niteliksel olarak belirtilen veriler kullanılır. Örneğin; iyileşti – iyileşmedi, hasta – sağlam, sosyoekonomik düzeyi iyi, orta, kötü gibi. Ayrıca ölçümle belirtildiği hâlde sonradan nitelik hâline dönüştürülerek incelenmesi gereken verilere de ki – kare analizi uygulanabilir. Örneğin; hemoglobun değerinin ölçülmesinden sonra hemoglobun değeri belirli bir değerdan az olanların anemik, diğerlerinin normal olarak nitelendirilmesi.

Kullanıldığı yerler:

- İki ya da daha çok grup arasında fark olup olmadığının testinde
- İki değişken arasında bağ olup olmadığının testinde
- Gruplar arası homojenlik testinde
- Örneklemden elde edilen dağılımın herhangi bir teorik dağılıma uyup uymadığının testinde

2x2 düzenli tablolar.

Sigara kullanımı	Sağlıktan yakınma	
	Var	Yok
İçen		
İçmeyen		

2x3 düzenli tablolar.

	Başarı durumu		
	İyi	Orta	Zayıf
Yeterli			
Yetersiz			

Ki-Kare testinin doğru kullanılabilmesi için 2 temel varsayımın yerine getirilmesi gerekmektedir.

Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımlı gruplara normal Ki-Kare testi uygulanamaz.

Ki-Kare dağılımı süreklidir. Beklenen frekanslardan herhangi biri 5'ten küçük ise dağılım kesikli ve çarpık olur. 2x2 düzenlerde bu gibi durumlarla karşılaşıldığında “**Fisher kesin ki-kare**” testi uygulanır.

Bayan televizyon izleyicilerinin öğrenim düzeyleri ve TV programlarından tercih ettikleri türler sorgulanarak bu iki değişken arasında bir bağıntı bulunup bulunmadığının başka bir anlatımla iki değişkenin birbirinden bağımsız olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılsın. Bu amaçla 200 kişiyi kapsayan bir örneklem üzerinde yapılan gözlem sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tercih Edilen TV programı	Öğrenim Düzeyi			
	İlk	Orta	Yüksek	Toplam
Dizi Film	50	20	10	80
Eğlence	20	30	10	60
Magazin	20	10	30	60
Toplam	90	60	50	200

Tercih edilen TV program türüne ilişkin öğrenim düzeyinin etkili olup olmadığını $\alpha = 0.01$ anlamlılık düzeyinde araştırınız.

Tabloda yer alan sayılar, gözlenen frekanslardır. Tercih edilen TV programı türü üzerinde öğrenim düzeyinin etkisi olup olmadığını test edebilmek için izlenmesi gereken adımları sırasıyla şunlardır:

- Hipotezlerin ifade edilmesi

Sıfır hipotezi (H_0): Bayan TV izleyicilerinin öğrenim düzeyiyle TV programı, birbirinden bağımsız değişkenlerdir. Bu iki değişken arasında bir ilişki yoktur.

Karşıt Hipotez (H_1): Öğrenim düzeyi ile TV programı arasında bir ilişki vardır.

- İstatistiksel test

İki sayısal olmayan değişken arasındaki ilişkinin varlığını araştırmanın bir test olan χ^2 (ki-kare) bağımsızlık testi uygulanmalıdır.

- Anlamlılık düzeyinin belirlenmesi ($\chi^2 = 0.01$ olarak belirlenmiştir.)
- H_0 'ın red bölgesinin belirlenmesi: Bunun için hesaplanan test istatistiği, belli bir anlamlılık düzeyine ve $v = (r-1)(c-1)$ serbestlik derecesine göre " χ^2 değerleri tablosundan bulunan "kritik değer" ile karşılaştırılır. Örneğimiz için serbestlik derecesi $v = (3-1)(3-1) = 4$ olup $\alpha = 0.01$ düzeyinde χ^2 tablosundan bulunan kritik değer $\chi^2 = 13$ 'tür. Eğer hesaplanan χ^2 istatistiğinin değeri tablodan bulunan χ^2 kritik değerden büyük çıkarsa H_0 red edilecektir.

- χ^2 test istatistiğinin hesaplanması

Test istatistiği, formülüyle elde edilebilir.

$$\chi^2 = \sum \frac{(G - B)^2}{B}$$

Formülde;

G= Gözlenen frekansları,

B= Beklenen frekansları ifade etmektedir.

Test istatistiğinin hesaplanabilmesi için öncelikle beklenen frekansların hesaplanması gerekmektedir. Herhangi bir gözlemin beklenen frekansı bulunurken o gözlemin yer aldığı satır toplam frekansı ile sütunun toplam frekansı çarpılıp genel toplam frekansa bölünmektedir. Örneğimiz için beklenen frekansları, ilk gözlemde başlamak üzere sırasıyla hesaplayalım:

B_{11} (birinci satır ve birinci sütunda yer alacak frekans)

$$B_{11} = (\text{birinci satır toplamı} \times \text{birinci sütun toplamı}) / (\text{genel toplam}) \\ = (80 \times 90) / (200) = 36$$

$$B_{12} = (\text{birinci satır toplamı} \times \text{ikinci sütun toplamı}) / (\text{genel toplam}) \\ = (80 \times 60) / (200) = 24$$

Aynı yöntemle hesaplanan beklenen frekanslar ve gözlenen frekansların kontenjan tablosunda gösterilmesi (G=Gözlenen frekanslar, B=Beklenen frekanslar)

Tercih Edilen TV Program Türü	Öğrenim Düzeyi						TOPLAM
	İlk		Orta		Yüksek		
	G	B	G	B	G	B	
Dizi Film	50	36	20	24	10	20	80
Eğlence	20	27	30	18	10	15	60
Magazin	20	27	10	18	30	15	60
Toplam	90		60		50		200

Kontenjan tablosu (gözlenen ve beklenen frekanslar)

Test istatistiği:

$$\chi^2 = (50-36)^2/(36) + (20-24)^2/(24) + (10-20)^2/(20) + (20-27)^2/(27) + \\ (30-18)^2/(18) + (10-15)^2/(15) + (20-27)^2/(27) + (10-18)^2/(18) + \\ (30-15)^2/(15) = \mathbf{42.93}$$

➤ İstatistiksel karar

İstatistiksel karar verilirken red bölgesinin tanımı gereği, $\chi^2 > \chi^2_k$ olduğunda sıfır hipotezi red edilir, $\chi^2 \leq \chi^2_k$ olduğundaysa sıfır hipotezi reddedilemez. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, değişkenlerin birbirinden bağımsız olmadığı (diğer bir ifadeyle, değişkenler arasında ilişki bulunduğu) anlamını taşır. Buna göre örneğimizde,

$$\chi^2 = 42.93$$

Ki-Kare tablosunda bulunan kritik değer $\chi^2_k = 13.28$ ve $\chi^2 > \chi^2_k$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilecektir.

Başka bir anlatımla bayan TV izleyicilerinin öğrenim düzeyi ile izledikleri program türleri arasında ilişki vardır.

2.2.6. Kolmogorov Smirnov Testi

Bu testte Ki-Kare testinde olduğu gibi belli bir önem derecesinde örnek değerlerinin dağılımının test öncesi saptanan belirli bir dağılıma uyup uymadığı araştırılır. Böylece parametrik istatistik tekniklerinin kullanılmasıyla ilgili önemli varsayımlardan birinin de test edilmesine imkân sağlanmış olur (uygunluk testi). Eğer tek bir örneklem verisi varsa burada verilerin belli bir dağılıma uyup uymadığı test edilirken iki örneklem verisi söz konusuysa bu iki örneklemin aynı dağılımdan gelip gelmediğini test etmek için kullanılır.

Kolmogorov-Smirnov testi Ki-Kare testine benzer. Avantajı ordinal veriler için kullanılmasıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Parametrik olan ve parametrik olmayan testleri hesaplayabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testini hesaplayınız.	➤ İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ İki eş arasındaki önemlilik testini hesaplayınız.	➤ İki eş arasındaki önemlilik testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ Varyans analizini hesaplayınız.	➤ Varyans analizini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayarak pekiştiriniz.
➤ İki yüzde arasındaki farkın önemlilik testini hesaplayınız.	➤ İki yüzde arasındaki farkın önemlilik testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ İşaret testini hesaplayınız.	➤ İşaret testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayarak pekiştiriniz.
➤ Mann-Whitney U testini ayırt ediniz.	➤ Mann-Whitney U testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayarak pekiştiriniz.
➤ Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testini ayırt ediniz.	➤ Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayarak pekiştiriniz.
➤ Kruskal Wallis varyans analizini ayırt ediniz.	➤ Kruskal Wallis varyans analizini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ Ki-Kare testini hesaplayınız.	➤ Ki-kare testini arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri belirleyerek hesaplayınız.
➤ Kolmogorov Smirnov testini ayırt ediniz.	➤ Kolmogorov-Smirnov testinin hangi durumlarda uygulandığını internetten araştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testinde iki grubun ortalamaları karşılaştırılmaktadır.
2. Kolmogorov-Smirnov testi testine benzer.
3. İki eş arasındaki farkın önemlilik testinde; iki grup arasındaki değerlere ilişkin fark değerleri dağılımının dağılım gösterdiği varsayılır.
4.; ikiden çok örnek kütle ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılır.
5., niteliksel bir değişken yönünden iki gruptan elde edilen yüzdelerin farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır.
6. İşaret testi bağımlı gruplar arası farklılıkları ölçmeye yönelik olan testinin nonparametrik eş değeridir.
7. Mann-Whitney U testi, iki gruba ait gözlemlerin yaygın bir şekilde kullanılır.
8., bağımlı iki ana kütle aritmetik ortalamasının belirli bir önem derecesinde birbirinden önemli derecede farklı olup olmadığı test edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Korelasyon ve regresyon analizlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Korelasyon ve regresyon analizleri niçin sağlık bilimlerinde çok kullanılan istatistiksel yöntemlerdir? Araştırınız ve elde ettiğiniz bilgileri sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. KORELASYON VE REGRESYON ANALİZLERİ

Üzerinde çalışılan örnekten birden fazla özelliğe ait veriler elde edilebilir. Elde edilen bu veriler kullanılarak iki özellik arasında negatif veya pozitif bir ilişki olup olmadığı, değişkenlerden birinin bir birim arttığı durumda diğer değişkenlerde nasıl bir değişiklik meydana geldiği araştırılabilir. Böyle durumlarda hesaplanması gereken istatistiksel korelasyon ve regresyon katsayılarıdır. Bu katsayılar sağlık bilimlerinde çok sık kullanılan istatistiksel yöntemlerdir.

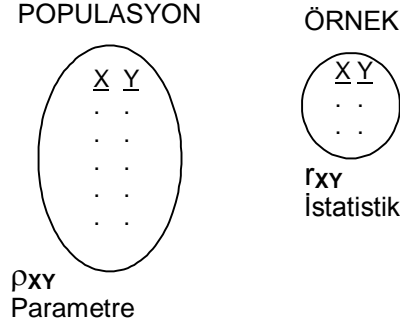
Örneğin; bir hastaya tanı konurken hastanın kişisel bilgileri, belirtiler, fizik muayene ve laboratuvar tetkiklerinden elde edilen bulgular arasındaki ilişkiler incelenerek karar verilir. İlaç dozu ve iyileşme süresi arasındaki ilişkilerden yararlanılarak tedaviye başlama, gereken dozu ayarlama ve tedaviyi bitirmeye karar verilir. Birtakım kişisel alışkanlıklar ile bazı rahatsızlıklar arasındaki ilişkinin araştırılmasında korelasyon katsayısı kullanılabilir.

3.1. Korelasyon Analizi

Aynı bireyden ölçülen iki özellik arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini veren katsayıya korelasyon katsayısı denir. Örneğin; boy ile vücut arasındaki ilişki, alınan günlük kalori miktarı ile kilo alımı arasındaki ilişki, toksik bir maddenin verilen dozu ile deney hayvanının ölüm süresi arasındaki ilişki korelasyon katsayısı ile belirlenir.

Değişkenler arasındaki ilişkilerin kaynağı değişik olabilir. İncelenen değişkenlerden biri diğerini doğrudan etkileyen etkenlerden biri olabilir. Bu tip ilişkilere sebep-sonuç ilişkisi denir ve ele alınan iki değişkenin her ikisini de etkileyen bir veya birçok faktörün varlığı da ilişki sebebidir. Her ilişkiyi doğrudan sebep-sonuç ilişkisi olarak ele almak yanlıştır. Örneğin sigara tüketimi ile akciğer kanseri vakası sayısı arasındaki ilişkiyi araştırırken 25 yıl boyunca tüketilen sigara miktarı ile akciğer kanserinden ölenlerin sayısı arasında hesaplanan ilişkiyi dikkatli yorumlamak gerekir.

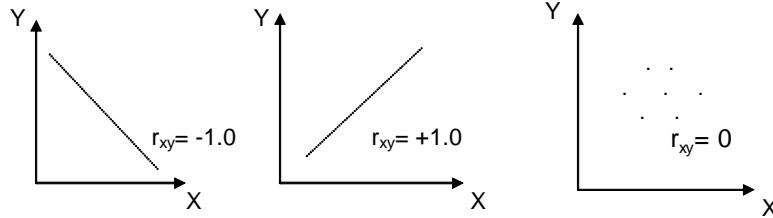
Bazı durumlarda gerçekte iki değişken arasında ilişki olmamasına rağmen analiz sonucunda iki değişken arasında ilişki varmış gibi bir sonuç da elde edilebilir. Bunun nedeni bu iki değişkenin her ikisinin de başka bir değişkenden veya değişkenlerden etkilenmeleridir.



Şekil 3.1: Popülasyonda ve örnekte korelasyon katsayısının gösterilmesi

Örnekten hesaplanan korelasyon katsayısı r_{xy} , popülasyondan hesaplanan korelasyon katsayısı ρ_{xy} ile gösterilir.

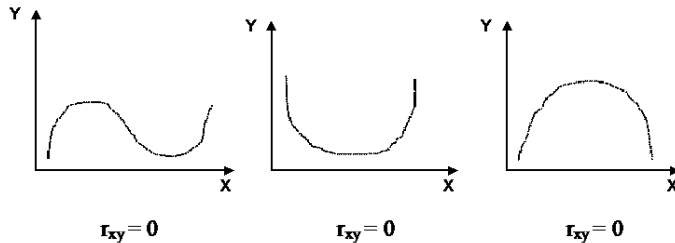
Bir örnekten iki özelliğe (X ve Y) ait toplanan verilerin koordinat sisteminde noktalar halinde gösterilmesi araştırmacıya iki özellik arasında bir ilişki olup olmadığı, eğer varsa ilişkinin negatif veya pozitif oluşu hakkında bir ön bilgi verecektir.



Şekil 3.2: Verilerin koordinat sisteminde noktalar hâlinde gösterilmesi

3.1.1. Korelasyon Katsayısı

Korelasyon katsayısı iki özellik arasındaki ilişkinin doğrusallık derecesini ölçer. İki özellik arasındaki korelasyon katsayısının $r_{xy} = 0$ oluşu, bu iki özellik arasında hiçbir ilişki olmadığı anlamına gelmez. Özellikler arasında aşağıdaki şekilde olduğu gibi eğrisel ilişkiler de olabilir.



Şekil 3.3: Korelasyon katsayısının 0 olmasına rağmen aralarındaki eğrisel ilişki

Korelasyon katsayısının hesaplanması:

Popülasyonda korelasyon katsayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\rho = \frac{\sum (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum (x_i - \mu_x)^2 \sum (y_i - \mu_y)^2}}$$

Örnekte korelasyon katsayısı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Bu formül kısaca aşağıdaki gibi gösterilir.

$$r = \frac{\sum d_x d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \sum d_y^2}}$$

Çarpımlar toplamı:

$$\sum d_x d_y = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

$$\sum d_x d_y = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

X değerlerine ait kareler toplamı:

$$\sum d_x^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

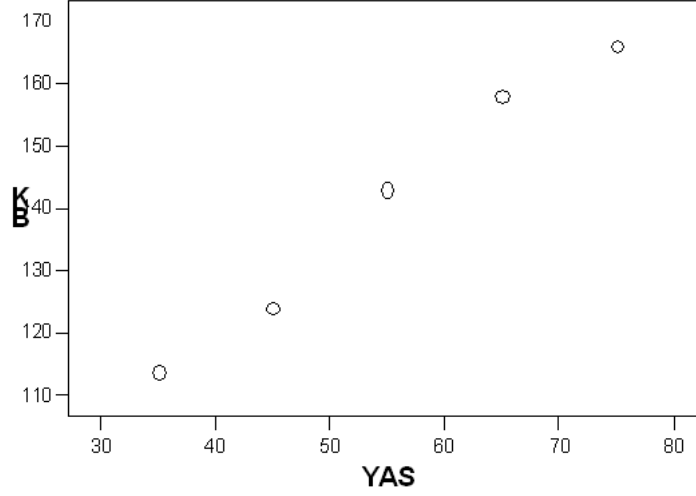
Y değerlerine ait kareler toplamı:

$$\sum d_y^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

Örnek 1: Beş bireyde X (yaş) ve Y (kan basıncı) özellikleri bakımından ölçümler aşağıdaki gibidir. Yaş ve kan basıncı özellikleri arasındaki korelasyon katsayısını hesaplayarak anlamını açıklayınız.

X (yaş)	Y (kan basıncı)
35	114
45	124
75	166
55	143
65	158

Gözlemler koordinat ekseninde işaretlendiğinde:



X (yaş)	Y (kan basıncı)	X²	Y²	XY
35	114	1225	12996	3990
45	124	2025	15376	5580
75	166	5625	27556	12450
55	143	3025	20449	7865
65	158	4225	24964	10270
ΣX=275	ΣY = 705	Σ X² = 16125	ΣY² = 101341	ΣXY=40155

$$\sum d_x d_y = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n} = 40155 - \frac{(275)(705)}{5} = 1380$$

$$\sum d_x^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 16125 - \frac{(275)^2}{5} = 1000$$

$$\sum d_y^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} = 101341 - \frac{(705)^2}{5} = 1936$$

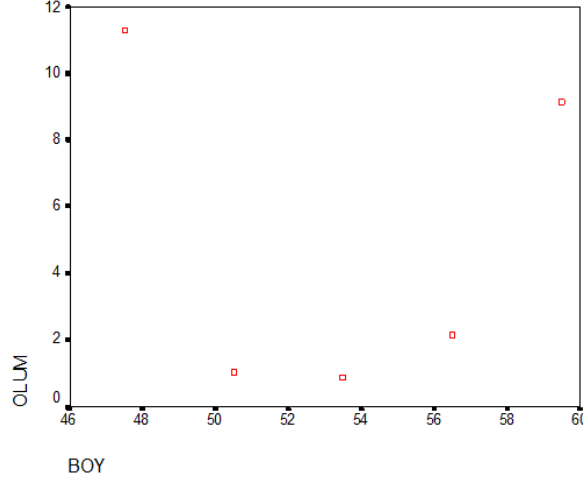
$$r = \frac{\sum d_x d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \sum d_y^2}} \quad r = \frac{1380}{\sqrt{1000 \cdot 1936}} = 0.9918 \cong 0.992$$

Yorum: İki değişken arasındaki ilişkinin derecesi 0.992'dir. Yaş ve kan basıncı arasındaki % 99,2 oranındaki kuvvetli bir pozitif doğrusal ilişki vardır. Yaş arttıkça kan basıncı da artmaktadır.

Örnek 2: Yeni doğan bebeklerin vücut uzunlukları ve bu uzunluktaki bebeklerde doğumdan sonraki 3 gün içinde % ölüm miktarları aşağıdaki gibidir. Yeni doğan bebeklerin vücut uzunluğu ve % ölüm miktarları arasındaki korelasyon katsayısı nedir?

X (cm)	Y (% ölüm)
47,5	11,29
50,5	1,04
53,5	0,89
56,5	2,15
59,5	9,14

Gözlemlerin koordinat eksenindeki görünümü:



X (boy, cm)	Y (% ölüm)	X²	Y²	XY
47.5	11.29	2256.25	127.4641	536.275
50.5	1.04	2550.25	1.0816	52.52
53.5	0.89	2862.25	0.7921	47.615
56.5	2.15	3192.25	4.6225	121.475
59.5	9.14	3540.25	83.5396	543.83
ΣX=267.5	ΣY=24.51	Σ X²= 14401.25	ΣY²= 217.4999	ΣXY=1301.715

$$\sum d_x d_y = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n} = 1301.715 - \frac{(267.5)(24.51)}{5} = -9.57$$

$$\sum d_x^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 14401.25 - \frac{(267.5)^2}{5} = 90$$

$$\sum d_y^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} = 217.4999 - \frac{(24.51)^2}{5} = 97.352$$

$$r = \frac{\sum d_x d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \sum d_y^2}} = \frac{-9.57}{\sqrt{(90)(97.352)}} = -0.102$$

Yorum: Yeni doğan bebeklerin vücut uzunluğu ve % ölüm miktarları arasında % 10,2 oranında negatif zayıf bir ilişki vardır. Boy arttıkça % ölüm miktarı azalmaktadır. Ancak bu iki özelliğin arasındaki ilişki oldukça zayıftır.

3.1.2. Korelasyon Katsayısı Önem Kontrolü

Bulunan korelasyon katsayısının önemli bir katsayı mı yoksa tesadüfe bağlı bir katsayı mı olduğu test edilebilir.

Bunun için aşağıdaki işlemler yapılır:

➤ Hipotezin kurulması:

H_0 : $r=0$ (Korelasyon katsayısı tesadüfe bağlı bir değerdir).

H_1 : $r \neq 0$ (Korelasyon katsayısı tesadüfe bağlı bir değer değildir).

➤ Test istatistiğinin hesaplanması:

$$t = \frac{r}{s_r \text{ (Korelasyon katsayısının standart hatasıdır)}}$$

$$s_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - (0,102)^2}{5 - 2}} = 0,574$$

$$t = \frac{r}{s_r} = \frac{0,102}{0,574} = 0,177$$

➤ Yanılma olasılığı olarak $\alpha=0,05$ seçilmiştir.

➤ Serbestlik derecesi = $n-2$

$$5 - 2 = 3$$

➤ $\alpha=0,05$ düzeyinde ve 5 serbestlik derecesindeki tablo t değeri 2,57'dir.

➤ Karşılaştırma:

$t_{\text{Hesap}} > t_{\text{Tablo}} \implies H_0$ hipotezi reddedilir.

$t_{\text{Hesap}} < t_{\text{Tablo}} \implies H_0$ hipotezi kabul edilir.

$t_{\text{Hesap}} = 0,177 < t_{\text{Tablo}} = 2,57$ olduğu için H_0 hipotezi kabul edilecektir.

- Karar: Korelasyon katsayısı önemli bir değer değildir. Tesadüfen bulunmuş bir değerdir.

3.1.3. Tanımlayıcılık Katsayısı

Tanımlayıcılık katsayısı korelasyon katsayısının (r) karesidir. R^2 sembolüyle gösterilir.

Bağımlı değişkendeki değişimin yüzde ne kadarının bağımsız değişken tarafından tanımlanabildiğini gösteren bir ölçüdür.

Örnek 1’de yaş ve kan basıncı arasındaki korelasyon katsayısı $r=0,992$ olarak bulunmuştu.

Bu sonuca göre tanımlayıcılık katsayısı,

$$R^2=(0,992)^2 = 0,984 \text{ olur.}$$

Bu sonuca göre kan basıncındaki değişimin % 98,4’ünün yaş artışına bağlı olarak tanımlanabildiği, kan basıncındaki değişimin % 1,6’sının başka değişkenlerce tanımlanabileceği söylenebilir.

3.2. Regresyon Analizi

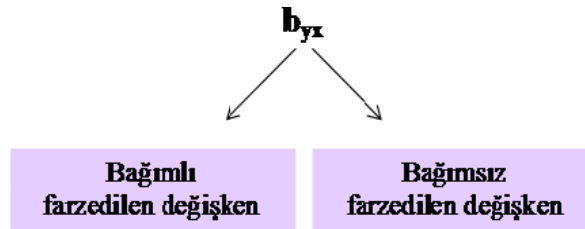
İncelenen değişkenlerden biri diğerinin fonksiyonu olarak tanımlanabilir ($y=f(x)$). Bu durum özelliklerin yapısı gereği böyle olabildiği gibi araştırmacı amacına uygun olarak kendisi de değişkenlerden birini diğerinin fonksiyonu olarak ele alabilir.

Örneğin; yaşlılık zamanın bir fonksiyonudur. Yaşlılık Y ile, zaman X ile tanımlanacak olursa bu ilişki kısaca $Y=f(x)$ olarak gösterilir. Yaşlılık = $f(\text{zaman})$

Değişkenlerden biri diğerinin fonksiyonu olarak tanımlandığında eşitliğin sol tarafındaki değişkene bağımlı değişken, sağ tarafındakine ise bağımsız değişken denir.

$Y=f(x)$ eşitliğinde Y bağımlı değişken, X ise bağımsız değişkendir.

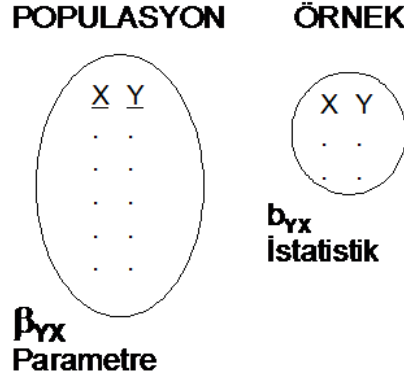
Eğer bağımlı değişken Y, bağımsız değişken X ise regresyon katsayısı b_{yx} ile gösterilir.



Şekil 3.4: Regresyon katsayısının gösterilmesi

B_{yx} terimi; Y'nin X'e olan regresyon katsayısı, veya Y'nin X'e göre regresyon katsayısı veya Y'nin X'e regresyon katsayısı olarak okunur.

Regresyon katsayısı popülasyonu β ile gösterilir.



Şekil 3.5: Regresyon katsayısının popülasyon ve örnekte gösterilmesi

Regresyon katsayısının özellikleri:

- Bağımsız farz edilen değişkenin sebep, bağımlı farz edilen değişkenin de sonuç olması zorunluluğu yoktur.
- Regresyon katsayısı, bağımsız farz edilen değişkendeki kendi biriminden 1 birim artışa karşılık, bağımlı farz edilen değişkendeki kendi biriminden olan değişme miktarını verir. Değişme, artma veya azalma şeklinde olabilir. Değişme artma şeklinde ise regresyon katsayısının işareti (+), değişme azalma şeklinde ise regresyon katsayısının işareti (-) dir.
- Regresyon katsayısının bir birimi vardır. Bağımlı farz edilen değişkenin birimi ne ise regresyon katsayısının da birimi odur.
- Regresyon katsayısı $-\infty$ ile $+\infty$ arasındaki bütün sayısal değerleri alabilir.
- Regresyon denkleminde önceden tahmin denklemi de denir ve bağımsız değişkene ilişkin gözlemlerden yararlanılarak bağımlı değişkene ilişkin tahminler yapılabilir.

Regresyon katsayısının hesaplanması:

$$\text{Regresyon Katsayısı (b)} = \frac{\text{Çarpımlar Toplamı}}{\text{Bağımsız değişkene ait kareler toplamı}}$$

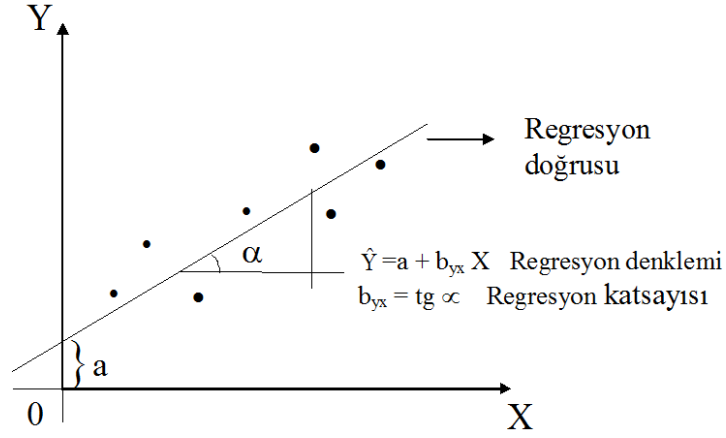
Eğer bağımlı değişken Y ile, bağımsız değişken X ile gösterilmiş ise (yaygın olan gösterim şekli budur) b_{yx} katsayısı hesaplanır.

$$b_{yx} = \frac{\sum d_x d_y}{\sum d_x^2}$$

Eğer bağımlı değişken X ile bağımsız değişken Y ile gösterilmiş ise b_{xy} katsayısı hesaplanır.

$$b_{xy} = \frac{\sum d_x d_y}{\sum d_y^2}$$

Regresyon doğrusu ve denklemi:



Şekil 3.6: Regresyon doğrusu denklemi

Örnek: Beş bireyde Y (kan basıncı) ve X (yaş) özellikleri bakımından yapılan ölçümler aşağıdaki gibidir.

Y (kan basıncı, mm/Hg)	X (yaş)
114	35
124	45
166	75
143	55
158	65

Y (kan basıncı, mm/Hg)	X (yaş)	X ²	Y ²	XY
114	35	1225	12996	3990
124	45	2025	15376	5580
166	75	5625	27556	12450
143	55	3025	20449	7865
158	65	4225	24964	10270
$\Sigma Y = 705$	$\Sigma X = 275$	$\Sigma X^2 = 16125$	$\Sigma Y^2 = 101341$	$\Sigma XY = 40155$

$$\sum d_x d_y = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n} = 40155 - \frac{(275)(705)}{5} = 1380$$

$$\sum d_x^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 16125 - \frac{(275)^2}{5} = 1000$$

$$b_{yx} = \frac{\sum d_x d_y}{\sum d_x^2} = \frac{1380}{1000} = 1.38 \text{ mm/Hg}$$

Regresyon sabiti ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\bar{Y} = 141 \quad \bar{X} = 55$$

$$a = \bar{Y} - b_{yx} \bar{X}$$

$$a = 141 - 1.38 * 55 \\ = 65.1$$

Sonuç olarak regresyon denklemi yani tahmin denklemi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\hat{Y} = 65.1 + 1.38X$$

X (yaş)	Y (kan basıncı, mm/Hg)	\hat{Y} (kan basıncı, mm/Hg)	Fark (e) = Y - \hat{Y}
35	114	$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 35 = 113.4$	$114 - 113.4 = 0.6$
45	124	$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 45 = 127.2$	$124 - 127.2 = -3.2$
75	166	$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 75 = 168.6$	$166 - 168.6 = -2.6$
55	143	$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 55 = 141.0$	$143 - 141 = 2$
65	158	$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 65 = 154.8$	$158 - 154.8 = 3.2$

$$\Sigma e = 0$$

40 yaşındaki bir bireyin kan basıncı tahmin edilmek istenirse,

$$\hat{Y} = 65.1 + 1.38 * 40 = 120.3 \text{ mm / Hg} \text{ olarak bulunur.}$$

Tahminlerdeki isabet derecesi:

Oluşturulan regresyon denklemi ile yapılan tahminlerdeki isabet derecesi korelasyon katsayısının karesine eşittir. Tahminlerdeki isabet r^2 ile gösterilir. Bazı istatistik paket program çıktılarında ise bu değer R^2 ile gösterilir. Korelasyon katsayısının -1 veya +1 değerine yaklaşması regresyon denklemi ile yapılacak tahminlerdeki isabet derecesinin yüksek olduğu anlamına gelir.

Tahminlerdeki isabet derecesi = $r^2 = 0.9922 = 0.984 = \%98,4$. Yani elimizde sadece yaş değişkenine ait değerler olsa ve bunlardan kan basıncı tahmin edilmek istense yapılacak tahminlerdeki isabet derecesi % 98.4 olacaktır.

Kan basıncında gözlenen değişimin % 98,4'ü yaştan kaynaklanır. Geriye kalan % 1,6'lık kısmın ise nereden kaynaklandığı bilinmemektedir. Bu özelliği etkileyen başka değişkenlerde olabilir.

3.2.1. Doğrusallıktan Ayrılış Önem Kontrolü

X bağımsız değişkeni ile Y bağımlı değişkeni arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı, her bir birimin x_i ve y_i değerlerinin koordinat düzlemi üzerinde oluşturdukları noktaların dağılımına bakılarak tahmin edilebilir. Ancak bu tahminin tutarlı olup olmadığının araştırılması gerekir. Bunun için regresyon katsayısının önem kontrolü, doğrusallıktan ayrılışın önem kontrolü yapılır.

t Tablosu							
Tek yönlü test için önem seviyesi ($\alpha/2$ ihtimal)							
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
SD	İki yönlü test için önem seviyesi (α=ihtimal)						
	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.010	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

Not: α : ihtimal değeridir. SD: Serbestlik derecesidir Tek grup örnek için (n-1) dir. Tablonun 1 sütun değerleri SD'ni göstermektedir. 1. ve 2. satırlardaki rakamlar α ve $\alpha/2$ ihtimal değerleridir. Ortadaki rakamlar t dağılışı standart değerleridir.

Örnek: $t_{\alpha(14)}$ için (tek yönde %5 ihtimal ve 14 SD için t değeri)= 1.761 dir.

		χ^2 Tablosu						
SD \ α		0.50	0.25	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005
1		0.455	1.323	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2		1.386	2.773	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3		2.366	4.108	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4		3.357	5.385	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5		4.351	6.626	9.236	11.071	12.833	15.086	16.750
6		5.348	7.841	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7		6.346	9.037	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8		7.344	10.219	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9		8.343	11.389	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10		9.342	12.549	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11		10.341	13.701	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12		11.340	14.845	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13		12.340	15.984	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14		13.339	17.117	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15		14.339	18.245	22.307	24.996	27.488	30.578	32.813
16		15.339	19.369	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17		16.338	20.489	24.769	27.587	30.191	33.409	35.719
18		17.338	21.605	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19		18.338	22.718	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20		19.337	23.828	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21		20.337	24.935	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22		21.337	26.039	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23		22.337	27.141	32.007	35.173	38.076	41.638	44.181
24		23.337	28.141	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25		24.337	29.339	34.382	37.653	40.647	44.314	46.928
26		25.336	30.435	35.567	38.885	41.923	45.642	48.290
27		26.336	31.528	36.741	40.113	43.194	46.963	49.645
28		27.336	32.641	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29		28.336	33.711	39.088	42.557	45.722	49.588	52.336
30		29.336	34.800	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40		39.335	45.616	51.805	55.759	59.342	63.691	66.766
50		49.335	56.334	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60		59.335	66.981	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70		69.334	77.577	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80		79.334	88.130	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90		89.334	98.650	107.561	113.145	118.136	124.116	128.299
100		99.334	109.141	118.498	124.342	129.561	135.807	140.189

Kaynak: Akbulut, O. ve Yıldız, N., 2008 İstatistik Analizlerde Formüller ve Tablolar.

Not: α : ihtimal değeridir. SD: Serbestlik derecesidir Tablonun 1 sütun değerleri SD'ni göstermektedir. 1. satırdaki rakamlar α ihtimal değerleridir. Ortadaki rakamlar χ^2 dağılışı standart değerleridir.

Örnek: $\chi^2_{\alpha(3)}$ için (%5 ihtimal ve 3 SD için χ^2 değeri)= 8.815 dir.

Z Tablosu $P(z > z_0)$

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4980	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0546	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

Kaynak: Akbulut, Ö. ve Yıldız, N., 2008 İstatistik Analizlerde Formüller ve Tablolar.

Not: Tablonun 1.sütun ve 1. satır değerleri standart z değerlerini gösterir. Ortadaki değerler ihtimal (α) değerleridir.

Örnek: 1.64 standart z değeri için, 1.sütundan 1.6 ile 1. satırdan 0.04 alınır. Bu iki değer toplamı 1.64'dür. 1.6 değeri satırı ile 0.04 sütun değerinin çakıştığı değer ise 0.0505, yaklaşık 0.05 = (% 5) dir. Anlamı: "1.64 standart z değerinden büyük olma ihtimali %5 dir".

UYGULAMA FAALİYETİ

Korelasyon ve regresyon analizlerini yapabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Korelasyon analizini yapınız.	➤ Korelasyon analizi konusunu modülünüzde yeniden inceleyiniz.
➤ Korelasyon katsayısını hesaplayınız.	➤ Korelasyon katsayısını arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ Korelasyon katsayısı önem kontrolünü yapınız.	➤ Korelasyon katsayısı önem kontrolünü arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayarak pekiştiriniz.
➤ Tanımlayıcılık katsayısını hesaplayınız.	➤ Tanımlayıcılık katsayısını arkadaşlarınızla birlikte farklı araştırma örnekleri üzerinde hesaplayınız.
➤ Regresyon analizini yapınız.	➤ Regresyon analizi konusunu modülünüzde yeniden inceleyiniz.
➤ Doğrusallıktan ayrılış önem kontrolünü hesaplayınız.	➤ Doğrusallıktan ayrılış önem kontrolünü başka kaynaklardan daha ayrıntılı inceleyiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aynı bireyden ölçülen iki özellik arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini veren katsayıya denir.
2. Örnekten hesaplanan korelasyon katsayısı, popülasyondan hesaplanan korelasyon katsayısı simgesi ile gösterilir.
3. Korelasyon katsayısı iki özellik arasındaki ilişkinin derecesini ölçer.
4. Değişkenlerden biri diğerinin fonksiyonu olarak tanımlandığında eşitliğin sol tarafındaki değişkene değişken, sağ tarafındakine ise değişken denir.
5. Oluşturulan regresyon denklemi ile yapılan tahminlerdeki isabet derecesi korelasyon katsayısının eşittir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Korelasyon katsayısı önem kontrolü ile bulunan korelasyon katsayısının önemli bir katsayı mı yoksa tesadüfe bağlı bir katsayı mı olduğu test edilebilir.
7. () Tanımlayıcılık katsayısı korelasyon katsayısına eşittir.
8. () $Y=f(x)$ eşitliğinde Y bağımlı değişken, X ise bağımsız değişkendir.
9. () Regresyon katsayısı $-\infty$ ile $+\infty$ arasındaki bütün sayısal değerleri alabilir.
10. () Regresyon katsayısı, bağımlı değişkendeki kendi biriminden 1 birim artışa karşılık, bağımsız değişkendeki kendi biriminden olan değişme miktarını verir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Sınıflanabilir nitel değişkende kategoriler belirtilir.
2. Kesikli nicel değişkenler elde edilen ve genelde belirli bir aralıktaki negatif olmayan tam sayı alabilen değişkenlerdir.
3. Kuramsal olarak varsayılan ya da önceden yapılmış bir dizi gözleme dayanarak ortaya atılan gerçekleşmesi mümkün olabilen önermeyedenir.
4. Gerçekte doğru olan hipotezi kabul etmeyip yanlış olan hipotezi doğru olarak kabul etme olasılığına denir.
5. İki eş arasındaki farkın önemlilik testinde, iki grup arasındaki değerlere ilişkin fark değerleri dağılımının gösterdiği varsayılır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Tip I hata, sıfır hipotezinin yanlış olduğu hâlde kabul edilmesidir.
7. () İki eş arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda $t_{hesap} > t_{tablo}$ ise iki eş arasında fark yoktur şeklinde kurulan H_0 hipotezi kabul edilir.
8. () Varyans analizi tek yönlü ve çok yönlü olarak uygulanabilir. Tek yönlü varyans analizi elle hesaplanabilir ancak çok yönlü varyans analizi için bilgisayar kullanılmalıdır.
9. () Parametrik testlerde normal dağılım gösteren veriler analiz edilir. Nonparametrik testlerde ise nominal, ordinal ya da normal dışı dağılım gösteren sayısal veriler değerlendirilir.
10. () Bu test bağımlı gruplar arası farklılıkları ölçmeye yönelik olan t-testinin parametrik eş değeridir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	tesadüfe
2	sürekli - kesikli
3	sınıflanabilir nitel
4	araştırma hipotezi- istatistiksel hipotez
5	iki
6	Tip I
7	örneklem
8	bağımlı değişken
9	nonparametrik
10	parametrik

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	aritmetik
2	ki-kare
3	normal
4	varyans analizi
5	iki yüzde arasındaki farkın önemlilik testi
6	t
7	karşılaştırılmasında
8	wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'NİN CEVAP ANAHTARI

1	korelasyon katsayısı
2	$r_{xy} - p_{xy}$
3	doğrusallık
4	bağımlı - bağımsız
5	karesine
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	Y

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	isimlerle
2	sayımla
3	hipotez
4	yanılma payı
5	normal dağılım
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

KAYNAKÇA

- CANKÜYER Ersoy, Zerrin AŞAN, **Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1266, Eskişehir, 2001.
- SÜMBÜLOĞLU Kadir, **Sağlık Alanına Özel İstatistiksel Yöntemler**, Hatiboğlu Yayınları, 3. Baskı, 1990.
- SÜMBÜLOĞLU Kadir, **Sağlık İstatistiği**, Somgür Yayıncılık, Ankara 1997.
- YAZICI Ayşe Canan, **Korelasyon Katsayısı**, BÜ Tıp Fakültesi.
- <http://www.asm.gov.tr/UserFiles/File/kalite/01EgitimNotlari/10KorelasyonRegresyon.pdf>
- <http://www.marmaraistatistik.com/belgeler/marmara-istatistik-nonparametrik-onemlilik-testleri-23072010.pdf>