

Farkların standart hatası bulunur:

Test istatistiği ( $t_{\text{hesap}}$ ) hesaplanır

$\alpha$  Yanılma düzeyi belirlenir.  
İstatistiksel karar verilir.

Bulunan  $t_{\text{hesap}}$  istatistiği, seçilen  $\alpha$  yanılma düzeyi ve  $n-1$  serbestlik derecesindeki  $t_{\text{tablo}}$  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.

### 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.

### 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.

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

$$\text{Burada, } t = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}}} \quad q = 1-p \text{ dir.}$$

- Yanılma düzeyi belirlenir.
- İstatistiksel karar verilir.

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

### 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 Wilcoxon 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 ölçeğe göre ölçülendirilmiş verilere uygulanabilir.
- Sınıflandırma şekli inde 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.

### **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.

### **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.

### **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 örneklemini 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