

İKİDEN FAZLA GRUP ORTALAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI: TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

Gözde AKYOL, Damlasu S. BAĞCAZ, Can GÖLOĞLU, Ö. Seyfullah HASİRİPİ, Ali O. ÖZERHAN, Esra UYANIK

Danışman: Dr. Ersin ÖĞÜŞ

ÖZET

Bu çalışmada ikiden fazla grup ya da işlem arasındaki farkları belirlemeye yarayan bir metot olan tek yönlü varyans analizi incelenmiştir. İkiiden fazla grup karşılaştırmasında, hatalı olarak t-testi gibi grupları ikiye ikiye karşılaştıran testler kullanıldığında I. Tip hata payı artmaktadır, bu nedenle bunların yerine tek yönlü varyans analizi kullanılmalıdır. Denemenin düzeni veya verilerin niteliğine göre değişen çok sayıda varyans analizi çeşitleri vardır. Bunlar kısaca incelendikten sonra, bu çalışmanın konusu olan ve uygulamada en çok kullanılanlardan biri olan “Tek Yönlü Varyans Analizi” üzerinde durulmuştur. Tek yönlü varyans analizinin yapılabilmesi için yerine getirilmesi gereken ön şartlara ayrıntılı olarak bakılmış, daha sonra varyans analizi tekniğinin uygulanması, gerekli hipotezler kurularak incelenmiştir. Sonuçta, test hipotezi ret edilirse yani, gruplardan en az ikisi arasındaki farkın önemli olduğu kararına varılırsa, bu grupların hangileri olduğunun belirlenmesi için yapılması gereken, çoklu karşılaştırma yöntemleri üzerinde durulmuştur. Daha sonra, tek yönlü varyans analizinin tıpla ilgili araştırmalarda kullanılması örneklerle açıklanmıştır.

GİRİŞ VE AMAÇ

Tıp ve biyolojide değişkenlerin çeşitli hastalıklarda değişiminin incelenmesi ve değişik faktörlerden etkilene biçimlerinin araştırılması, bir hastalıkta tedavi ya da girişimin (ameliyat, radyolojik uygulama vb) etkilerinin zamana ve uygulama biçimine göre farklılığının ortaya konması çok önemlidir. Bu nedenle, bir değişkenin k sayıda bağımlı ya da bağımsız gruptaki tek ya da çok faktörlü deneme verilerinin değişkenle birlikte değişen etkilerinin ortaya konması da büyük önem taşımaktadır. Bütün bunların bulunabilmesi için çeşitli deney düzenleri ile veri setleri elde edilip, değişik yöntemlerle analiz edilir [1].

Sağlık alanında yapılan çalışmalarda bağımlı veya bağımsız, ikiden fazla grup ortalamalarının karşılaştırılması en çok karşılaşılan problemlerden biridir. Ancak bu konuda araştırmanın seyrini tamamen değiştirebilecek pek çok yanlış uygulama yapıldığı gözlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, hangi ön şartlarda hangi istatistik testlerin yapılması gerektiğinin örneklerle vurgulanarak açıklanmasıdır. Bunun için öncelikle ön şartlar incelenerek, yapılması gereken testlerin parametrik veya non- parametrik olması durumuna bakılmış, kullanılan tüm varyans analizi yöntemlerine kısaca değinilip, sadece “tek yönlü varyans analizi” konusu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Daha sonra gruplar arasında fark varsa hangileri arasında olduğunun belirlenmesi amacı ile yapılan “çoklu karşılaştırma testleri” üzerinde kısaca durulmuştur. Hedef, ikiden fazla grup ortalamalarının karşılaştırılmasında doğru yöntemin seçilip, sonuçların doğru yorumlanmasının sağlanmasıdır.

GRUP ORTALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

İki Grup Ortalamasının Karşılaştırılması

İki grubun ortalaması karşılaştırılırken örnek büyüklüklerine ve değişken tiplerine bakılarak, parametrik olan t-testleri ya da parametrik olmayan karşılıkları olan Mann Whitney U ya da Wilcoxon testleri kullanılır. İki grup ortalaması karşılaştırılırken kullanılacak t-testleri değişkenlerin bağımlı ya da bağımsız olmasına göre ikiye ayrılır.

Bağımsız Gruplarda t-testi

Birbirinden bağımsız iki örneğin ortalamaları arasındaki farkın hangi yönde olduğu ve bu farkın önemli olup olmadığının test edilmesinde kullanılır. Bunun parametrik olmayan karşılığı Mann Whitney U testidir.

Şansa bağlı olarak ayrılmış iki bağımsız deneme materyali grubuna iki muamele uygulanarak muamelelerin materyal üzerindeki etkileri incelenir. Muamele ortalamalarının birbirinden önemli düzeyde farklı olup olmadığını test etmek için hipotezler kurulur. H_0 hipotezi iki grup ortalamasının farklı olmadığını ifade edecek şekilde kurulur. H_1 alternatif hipotezi ise birinin ortalaması diğerinden farklı (iki yönlü test), küçük ya da büyük (tek yönlü test) olarak kurulabilir. Araştırmacı, gözlemlediği sonuçlara göre alternatif hipotezlerden birini seçer.

Deneme sonucu elde edilen verilerden t-testi ile gruplar arasındaki farklılığın tesadüften kaynaklanma ihtimali belirlenir. Farkın, tesadüften kaynaklanma ihtimali ne kadar küçük olursa grup ve kontrol grubu arasındaki gerçek farklılıktan kaynaklanma ihtimali o kadar yükselir [2,3].

Örneğin, Kader Köse ve arkadaşları tarafından “Behçet hastalığına yakalanmış kişilerdeki lipit peroksidasyonu ve adenosin deaminasyonu değerlendirilmesi” başlıklı makalede 25 kontrol, 25 Behçet hastalıklı bireyde adenosin deaminaz aktivitesi(ADA) ve malondialdehit (MDA) düzeyleri ölçülmüş ve student t testi ile karşılaştırılmıştır [4].

Bağımlı Gruplarda t-testi

Bir grubun veya örneğin iki bağımlı değişkene ilişkin ortalamalarının karşılaştırılarak ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı olup olmadığının test edilmesi için kullanılır. Bağımsız gruplardaki t-testinde olduğu gibi, hipotezler kurularak gruplar arasındaki farklılığın tesadüften kaynaklanma ihtimali belirlenir. Bunun parametrik olmayan karşılığı Wilcoxon testidir [5,6].

Örneğin, Shunsei Hirohata ve arkadaşları “Behçet hastalığının ilerleyen nöropsikiyatrik belirtileri için haftalık düşük doz metotreksat” başlıklı makalede, 6 hastaya düşük doz MTX(metotreksat) 12 ay boyunca verilmiş, başlangıçta ve bu süre sonunda CSF IL-6 seviyeleri ölçülmüştür. Parametrik olmayan bağımlı iki grup karşılaştırma yöntemi olan Wilcoxon-Signed Testi ile karşılaştırılmış ve CSF IL-6 seviyesinin anlamlı derecede düştüğü bulunmuştur [7].

Başka bir çalışmada, Hanna Trebacz ve arkadaşı tarafından “3 nokta bükme ve akustik emisyon çalışmaları” başlıklı makalede, sıçanlarda sağ ve sol femur kemikleri ile ölçüm yapılmış ve eş yapma t-testiyle değerlendirilmiştir [8].

İKİDEN FAZLA GRUP ORTALAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI

VARYANS ANALİZİ

Yapılan bir araştırmada iki grup ele alınmışsa ve bu grupların ortalamaları karşılaştırılacaksa daha önce değinildiği gibi t ve Z testlerinin kullanılması; ama ikiden daha fazla grup ortalaması karşılaştırılacaksa varyans analizi kullanılması uygun olur. Grup sayısı ikiden fazla olduğunda, t-testi kullanılarak grupların ikiyeşerli olarak karşılaştırılması, yapılan en yaygın hatalardan biridir.

Bunun bir örnekle açıklanması gerekirse; bir araştırmada A,B,C,D gibi dört ayrı grupta hesaplanan ortalama değerler birbirleri ile ikişerli olarak karşılaştırılmak istensin. Bunlar 6 kez t-testi kullanarak karşılaştırılabilir. Her karşılaştırmada araştırmacı $\alpha=0.05$ yanlışma düzeyinde karar verecek olursa gerçek p değeri $6 \times 0,05=0,30$ olur. Yani %30 yanlışma düzeyinde bir araştırma yapılmıştır. Bu durum araştırmacıya tanınan %5 yanlışma düzeyinin 6 katıdır. Bu nedenle böyle bir durumda araştırmacının “varyans analizini” kullanması doğru olur [9,2].

Varyans analizi genel olarak 2 grup altında incelenebilir:

Tek Yönlü Varyans Analizi: İki denekten çok bağımsız örnek ortalamasının karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (one-way ANalysis Of VArience:One Way: ANOVA) ile yapılır. “Tek-yönlü” terimi grupları birbirinden ayıran tek özellik olduğu, ya da grupların tek değişkenin değerleri ile ayrıldığı anlamına gelmektedir. K toplumdan n hacimli k tane rastgele örnek alındığında k toplum $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ ortalamalı ve σ^2 ortak varyanslı Normal dağılım göstermektedir. Parametreleri belirli Normal dağılım gösteren toplumların her birinden alınan k örnek (grup) verileri aracılığı ile olarak toplum parametrelerine dayalı olarak kurulan hipotezler tek yönlü varyans analizi ile test edilir [3].

İki Yönlü Varyans Analizi: İki yönlü varyans analizinin mantığı da tek yönlü varyans analizi gibidir. Her denek değerinin ait olduğu grupların ortalaması ve büyük ortalamadan ne kadar farklı olduğuna dayanan hesaplamalarla faktörlerin tek tek etkileri ve aralarındaki etkileşimler bulunur. Faktör sayısı arttıkça hem her alt gruba düşen denek sayısı azalacağı için hem de ortaya çıkacak etkileşimler nedeniyle iki yönlü varyans analizinin yorumlanması güçleşir [10,3].

Daha ayrıntılı olarak gruplandırılacak olursa;

Parametrik Varyans Analizleri

Tesadüf Parselleri Deneme Tasarımı: Deneme tasarımlarının en basitlerinden olan tesadüf parselleri özellikle deneme ünitelerinin homojen, yani aralarındaki varyasyonun çok az olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok laboratuvar çalışmasında kullanılan materyal iyice karıştırıldıktan sonra deneysel üniteleri oluşturacak küçük parçalara ayrılır. Daha sonra işlemler şansa bağlı olarak seçilen bu ünitelere uygulanır. Kullanılan deneysel üniteler, işlemler uygulanmadan önce birbirlerine çok benzediklerinden; işlemlerin uygulanmasından sonra veriler sadece uygulanan işlemler bakımından sınıflandırılabilir. Bu nedenle bu tasarıma tek yönlü sınıflandırma veya tesadüf parselleri deneme tasarımı adı verilir [11].

Tesadüf Blokları Deneme Tasarımı: Homojen, yani birbirine benzer deneysel ünitelerin bulunmaması halinde, deneysel üniteler arasındaki farklar hata varyansını yükseltmekte ve denemenin işlemler arasında bulunan küçük farklılıkları yakalamada etkinliği azalmaktadır. Denemeye alınan işlem sayısı ikiden fazla olduğunda, tekrarlar, her blok tüm işlemleri içerecek şekilde bloklanabilir. İşlemlerin deneysel ünitelere rastgele dağıtımında her işlemin her blokta birer kere bulunma kısıtlamasının yapıldığı bu deneme tasarımına Tesadüf Blokları Deneme Tasarımı denir. Bu deneme tasarımında her işlemin tekrür sayıları birbirine eşit olarak alınması zorunluluğu vardır [11].

Bölünmüş parseller: Faktörlerin çeşitli hallerine ait kombinasyonların parsellere tamamen rastgele dağılması halinde, kombinasyon sayısı fazla olduğu zaman, yeter genişlikte mütecanis materyal bulunamayabileceği, bundan başka bazı uygulama zorluklarının olacağı, bunların bölünmüş parseller deney tertibi ile önemli ölçüde giderilebilir.

Bölünmüş parseller tertibinin esası, faktörlerden birine ait halleri esas deney tertiplerinden biri uyarınca parsellere dağıtmak, sonra bu ana parsellerden her birini ikinci faktörün halleri kadar alt parsellere bölmek ve bunları da ikinci faktörün hallerine ya tam rastgele veya Latin karesi tertibinde dağıtmaktır. Üç faktör söz konusu olduğunda alt parseller üçünü faktörün halleri kadar alt parsellere bölünerek bu hallere aynı düzenlerden birini göre dağıtılır [12].

Latin karesi: Deneyde kullanılacak materyal iki yönden farklılık gösteriyorsa, muameleleri bu farklılıkları giderilmiş ünitelerle deneyebilmek için Latin karesi tertibi kullanılır. Diğer tertipler gibi bu da ilk önce tarla denemeleri için geliştirilmiş, sonraları başka konularda da giderek artan hızla kullanılagelmiştir [12].

Faktöriyel Varyans Analizi: Eğer araştırmacı iki veya daha çok sayıda değişkenin etkilerini incelemek isterse kullanılır. En çok kullanılan faktöriyel varyans analizi iki bağımsız değişken ve her değişken için iki değişik değer veya seviye olduğu 2×2 (ikiye iki) tasarımıdır. Faktöriyel varyans analizi çoklu seviyeli, 3×3 (üçü üç) veya daha yüksek sıralı $2 \times 2 \times 2$ (ikiye ikiye iki) v.b. deney tasarımlarında da kullanılabilir. Ancak bu daha yüksek sayıda faktörler için analizler çok nadir olarak yapılmaktadır. Buna neden hesapların çok karmaşık ve uzun olması ve ortaya çıkartılan sonuçların açıklanmalarının çok zor olduğudur [13].

Tekrarlanan Ölçüm Varyans Analizi: İki den fazla bağımlı grup ortalaması karşılaştırılmak istendiğinde bu yöntem kullanılır. Örneğin, James O. Hill ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek kalorili diyet uygulanan 8 kişide, başlangıçta, 3. Günde ve 7. Gündeki enerji tüketimleri ortalamaları bu yöntemle karşılaştırılmıştır [14].

Parametrik olmayan Varyans Analizleri

Kruskal-Wallis Yöntemi: İki den fazla muamele grubunun söz konusu olduğu deneylere elde edilen veriler varyans analizinin ön şartlarından uzaklaşmış durumda iseler, gruplar arası farkın önemi parametresiz test yöntemi olan Kruskal-Wallis yöntemi ile kontrol edilebilir. Tek yönlü varyans analizinin non-parametrik karşılığı bu yöntemdir. Diğer non-parametrik yöntemlerde olduğu gibi Kruskal-Wallis analizi ile grupların ortalamaları değil ortancaları karşılaştırılır. Eğer bu test ile ortancaların eşit olmadığı saptanırsa “post - hoc” çoklu karşılaştırma yöntemi olarak, yanılma düzeyini aşağı çekerek, Mann-Whitney U testi uygulanır [15].

Friedman F Testi: Tekrarlı ölçümler varyans analizinin non-parametrik karşılığı Friedman F Testidir. Tesadüf blokları deneme tasarımı kullanılarak yapılan denemelerde, parametrik varyans analizinin gerektirdiği varsayımların geçerli olmaması durumlarında kullanılmak üzere Milton Friedman tarafından geliştirilen bu test, b blokta denenmiş t adet işlemin ortancalarının birbirine eşit olup olmadığını kontrol eder. Testte işlemler her blok için ayrı ayrı olmak üzere sıralanırlar. Eğer Friedman testi ile ortancaların eşit olmadığı saptanırsa post - hoc karşılaştırma yöntemi olarak, yanılma düzeyini aşağı çekerek, Wilcoxon testi uygulanır [15].

VARYANS ANALİZİNİN ÖNŞARTLARI

Varyans analizi kullanılarak varılacak sonuçların güvenilirliği için gereken ön şartlar 5 başlıkta şöylece sıralanabilir.

1- Gruplardaki gözlemlerin birbirinden bağımsız olması

Gruplardaki gözlemlerin bağımsızlığı koşulu deneme kurulurken yerine getirilmelidir. Aynı deney ünitesinden alınan ölçümler birbirinin paralelidir. Paralel, ölçümlerden emin olmak için

yapılır fakat istatistik analizlerde kullanılmaz. Çünkü dikkatli ölçüm için paralelin aynı kalması gerekir. Bunun yerine istatistik analizlerde tekerrür kullanılır. Tekerrür bağımsız deney ünitesinden alınan ölçümlerdir. Eğer gözlemlerin bağımsızlığı ön koşulu yerine getirilmemişse, verilerin değerlendirilmesi için burada açıklanan yöntemlerin kullanılması yanlış olur.

2- Verilerin Normal Dağılım Göstermesi

Ölçme, tartma gibi yöntemlerle elde edilen veriler sürekli verilerdir ve tarif aralığındaki tüm değerleri alabilirler. Verilerin alındığı deney üniteleri homojen dağılım gösteriyorsa aralarındaki farklılık tesadüfle açıklanır. Bu tip verilerin normal dağılım göstermesi öngörülür. Normal dağılım ortalaması etrafında simetriktir ve çan eğrisi biçimindedir. Normal dağılım için parametreler ortalama ve standart sapma ve dolayısıyla varyanstır. Elde edilen verilerin dağılımı normalden sapıyorsa bunlar, Poisson veya eğik diğer dağılımları gösterebilir.

3- Grup Ortalamaları ve Varyanslarının Bağımsız Olması

Denemeye elde edilen veriler normal dağılım gösteriyorsa, grupların ortalamaları ve varyansları arasında bir ilişki olması beklenmez fakat bazen yukarıda da belirtildiği gibi grup ortalamaları ve varyansları birbirine bağımlıdır. Poisson dağılmışsa birbirine denktir. Binom dağılmışsa ortalama arttıkça varyans da artar. Genelde normal dağılım koşulu sağlandığında, ortalama ve varyansların bağımsızlığı da sağlanmış olur. Hataların da kendi aralarında bağımsız olması gerekir.

4- Grup Varyanslarının Homojen Olması

Varyans analizi yönteminde hesaplanan hata varyansı toplanmış varyanstır, yani grup varyanslarının tartılı ortalamasıdır. Buna “toplanmış varyans” adı verilir. Toplanmış varyansın hesaplanabilmesi için grup varyanslarının homojen dağılımlı olması yani grup varyansları farkının tesadüf olabilecek kadar olması gerekir.

5- Etkilerin Eklenebilir Olması

Analizler yapılırken söz konusu faktörlerin esas etkilerinin o faktörlere eklenebilmesi gerekir, yani bir gözlem faktör hallerinin etkisi ve hatanın birbirine eklenmesiyle oluşmalıdır [2].

TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

Varyans Analizi Tekniğinin Uygulanışı

Normal dağılım gösteren k toplumdan alınan k bağımsız grup ortalamalarının birbirlerine eşitliğini test etmek için tek yönlü varyans analizi uygulanır. Tek yönlü varyans analizi, iki ya da daha fazla grubun, normal dağılan benzer ortalamalı popülasyonlardan alınıp alınmadığını ortak varyans kullanarak test etmeyi amaçlar. Varyans analizi tekniğinde F dağılımı kullanılır, bu dağılım, sürekli bir dağılım olup aynı normal popülasyonlardan çekildiği varsayılan iki örnekten hesaplanan varyansların birbirine oranına dayanır. Bu dağılım iki serbestlik derecesine bağlıdır ve farklı serbestlik dereceleri ve I. Tip hatalar için hazırlanmış tablolara bakılarak sonuçlar yorumlanır.

Varyans Analizi ile k tane muamele arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından bir farklılığın olup olmadığı araştırılırken kontrol ve karşıt hipotezler aşağıdaki gibi kurulur:

H_0 : Grup ortalamaları arasındaki fark tesadüften ileri gelmektedir ($\mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$)

H_1 : En az iki grup ortalaması arasındaki fark tesadüfi değildir. İstatistik olarak önemlidir

Tek yönlü varyans analizinde genel varyans, bileşenleri olan gruplar arası ve gruplar içi varyans olarak ikiye ayrılır [3, 2].

Varyans Analizi Tablosu aşağıdaki gibi düzenlenir,

k: Grup sayısı

n: Herhangi bir gruptaki gözlem sayısı

N: Toplam gözlem sayısı, olmak üzere,

Tablo 1. Varyans Analizi Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Grup içi (Hata)	$(n_A-1)+(n_B-1)+(n_C-1)$	GİKT	GİKT/n-1	GAKO/GIKO
Gruplar arası	k-1	GAKT	GAKT/k-1	
Genel	N-1	GKT	-	

Genel Kareler Toplamı: Gruplar Arası Kareler Toplamı + Grup İçi Kareler Toplamı (Hata)

$$GKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij})^2}{N}, \quad X_{ij}: \text{Herhangi bir deney ünitesi}$$

Gruplar Arası Kareler Toplamı:

$$GAKT = \frac{(\sum A)^2}{n_A} + \frac{(\sum B)^2}{n_B} + \frac{(\sum C)^2}{n_C} - \frac{(\sum A + \sum B + \sum C)^2}{n_A + n_B + n_C}$$

Gruplar İçi (Hata) Kareler Toplamı:

$$GİKT = \sum d_A^2 + \sum d_B^2 + \sum d_C^2$$

Gruplar İçi Kareler Toplamı: Genel Kareler Toplamı – Gruplar Arası Kareler Toplamı

Serbestlik derecelerinin hesaplanması

Genel s.d.= Gruplar arası s.d.+ Gruplar içi s.d.

Genel s.d.: Denemedeki toplam gözlem sayısı veya birey sayısı - 1

Gruplar arası s.d.: Grup sayısı – 1

Gruplar içi s.d.: Genel s.d. – Gruplar arası s.d. veya her bir gruptaki gözlem sayılarının birer eksiğinin toplamı $((n_A - 1) + (n_B - 1) + (n_C - 1))$

F değeri: Gruplar Arası Kareler Ortalaması / Grup İçi Kareler Ortalaması, olarak hesaplanır ve F tablosuna bakılarak, hipotez hakkında karar verilir. Sonuçta, test hipotezi ret edilirse yani, gruplardan en az ikisi arasındaki farkın önemli olduğu kararına varılırsa, bu grupların hangileri olduğunun belirlenmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden birisi yapılır [9].

ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

k bağımsız grubun ortalamasının birbirlerinden farklılığını test etmek için geliştirilen testlere çoklu karşılaştırma testleri adı verilir. Varyans analizi sonucunda F test istatistiği önemli ise, hangi grup ortalamasının diğerlerinden farklı olduğunun, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığının ortaya konması gerekir [1].

Çoklu karşılaştırma yöntemleriyle yalnızca ikişerli karşılaştırma yapılmaz; bir grubun ortalaması diğer iki ya da daha çok grubun ortalamalarının ortalaması ile de karşılaştırılabilir.

ÖNCEDEDEN PLANLANMIŞ (A PRIORI) KARŞILAŞTIRMALAR

Hangi grupların ortalamalarının ikişerli olarak karşılaştırılacağı önceden belirlenmişse, yani ikişerli karşılaştırmaların hepsi ile değil, bazıları ile ilgileniyorsa, varyans analizi yapılmadan grup ortalamalarının arasında fark olup olmadığı test edilebilir. Ancak bu durumda yanılma payındaki artmayı ortadan kaldırmak için her ikişerli karşılaştırmanın yanılma düzeyi 0.05'i ikili karşılaştırma sayısına bölerek aşağı çekilir.

Bonferroni t yöntemi (ya da Dunn çoklu karşılaştırma yöntemi) de, yanılma düzeylerinin aşağıya çekilmesine eşdeğer bir yöntemdir [10].

SONRADAN YAPILAN KARŞILAŞTIRMALAR

Varyans analizi ile grup ortalamalarının arasında fark olmadığı saptanırsa, ikili karşılaştırma yapmaya gerek kalmadığı açıktır. Eğer varyans analizi ile bulunan p değeri < 0.05 ise, ikili karşılaştırmaların yapılması gerekir. Varyans analizi sonrası yapılan çoklu karşılaştırma yöntemlerine “post-hoc” yöntemler adı verilir. Çeşitli “post-hoc” çoklu karşılaştırma yöntemleri vardır [10].

Duncan yöntemi

Duncan Yöntemi grup ortalamaları karşılaştırılırken ortalamalarının büyüklüklerine göre sıralanışlarındaki yerlerini dikkate alır. Bu yöntemde iki muamele grubu arasındaki asgari fark Duncan tablosu kullanılarak hesaplanır. Grup ortalamaları büyüklüklerine göre sıralandığında birbirlerinden uzaklıklarına göre değerlendirilirler. En çok kullanılan yöntemlerden biridir [2].

Tukey HSD yöntemi

Bazı “post-hoc” çoklu karşılaştırma yöntemleri ile grup ortalamaları arasında önemli fark bulmak oldukça kolaydır, yani yanılma düzeyi 0,05 olarak seçilse bile, %5'ten daha fazla olasılıkla gerçekte fark olmadığı halde, fark varmış gibi sonuç elde edilir. Tukey testi ise varyans analizi sonrası uygulanan çoklu karşılaştırma yöntemleri içinde en doğru ve en güçlü testlerden biridir. Tukey testi ile yalnızca ikişerli karşılaştırmalar yapılabilir. Bu testle, HSD adı verilen en küçük önemli fark hesaplanır. Eğer iki grubun ortalamaları arasındaki fark, HSD'den fazlaysa, iki grubun ortalamalarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu söylenebilir [10].

Scheffe yöntemi

Bu yöntem post-hoc yöntemler içinde en kullanışlı olanıdır. Yalnızca ikişerli karşılaştırmalar değil, grupların birleştirilmiş ortalamaları da karşılaştırılabilir. Ancak ortalamalar arasındaki farkın önemli olarak saptanabilmesi diğer testlere göre (Tukey testi dahil) daha zordur. Tukey testinde olduğu gibi hesaplanan en küçük önemli fark, grup ortalamaları arasında farkla karşılaştırılır [10].

Newman-Keuls yöntemi

Bu yöntemde gruplar ortalamalarına göre küçükten büyüğe dizilir ve grupların bu sıralamada yakınlık derecelerine göre farklı en küçük önemli farklar hesaplanır. Komşu gruplar arasında fark bulunabilmesi, Tukey testine göre daha kolaydır. Arada bir grup bulunan grupların karşılaştırılmasında ise Tukey testi ile genellikle aynı sonucu verir [10].

Dunnett yöntemi

Yalnızca birden çok grubun tek bir grupla karşılaştırılması amacıyla kullanılır. Sık kullanılmaz, ama Tukey ve Scheffe testlerine göre grup ortalamaları arasındaki farkın önemli olarak bulunması daha kolaydır [10].

TIP ALANINDAKİ UYGULAMALAR

Varyans Analizi, ilk kez İngiliz istatistikçi, Sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) tarafından 1920'lerde geliştirilmiş ve ziraat ile ilgili verilerin çözümlenmesinde kullanılmıştır (16). Daha sonra daha da geliştirilerek tüm bilim alanlarında, özellikle mühendislik, sağlık, biyoloji ve tıp alanlarında çok önemli bir karar verici olarak kullanılmaya devam edilmiştir. Günümüzde halen yeni yöntemler de eklenerek yoğun bir şekilde kullanılmaya devam edilmektedir. Çalışmamızın konusu olan Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmış sağlık ile ilgili bazı makaleler örnek olarak verilmektedir.

- Petek BALKANLI-KAPLAN, Gülşah ÖZDEN, Burcu TOKUÇ, M. Ali YÜCE tarafından yapılan, “Menopoz Sonrası Kadınlarda Hormon Replasman Tedavi (HRT) Süreci ve Reprodüktif Faktörlerin Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkileri”, isimli makale varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Hastalar östrojen kullanım özelliklerine göre, hiç HRT kullanmamış olanlar, üç yıldan daha az süre HRT kullanmış ve kullanmakta olanlar, üç yıldan daha uzun süre HRT kullanmış ve kullanmakta olanlar olmak üzere gruplara ayrılmışlar. Bunlar yaş, menopoza giriş yaşı, menopoz sonrası dönemdeki süre ve vücut kütle indeksine göre karşılaştırılmıştır [17].
- Trebacz H. ve Zdunek A. tarafından yapılan ‘Three-point bending and acoustic emission study of adult rat femora after immobilization and free remobilization’ başlıklı çalışmada, sağ uyluk kemiğinde hareket halinde ve hareketsiz durumda oluşan kayıpların incelenmesi hedeflenmiştir, bu amaçla, 25 sıçan, 9’ar tane iki deney grubu, 7 tane de kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılarak mekanik testler uygulanmış ve üç grup arasındaki farklar ANOVA ve post-hoc, Tukey testi ile incelenmiştir [8].

SONUÇ

Bütün bilimsel alanlarda olduğu gibi tıp alanında da yapılan çalışmaların bilimsel ve kanıtlanabilir olması gerekliliği giderek önem kazanmaktadır. Tıp alanında yapılan bilimsel çalışmalarda doğru sonuca ulaşabilmek için mutlaka doğru istatistik yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemlerin en önemlilerinden biri olan varyans analizi ile çalışmaların güvenilirliği artmaktadır. Bu nedenle varyans analizini doğru yapıp, yorumlanması çok önemlidir, sağlık çalışanlarının bu yöntemin uygulamasını doğru olarak yapıp gerekirse bir istatistik uzmanından destek almaları çok önemlidir. Böylece sağlık çalışanlarının daha çözüme yönelik sonuçlar alması ve sağlık hizmeti alan insanların daha başarılı tedavi yöntemleriyle sağlıklarına kavuşmalarına katkı sağlanması mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Özdamar K., SPSS ile Biyoistatistik: Kaan Kitabevi, 3.baskı, Eskişehir/Türkiye; 1999: 316-319.
2. Kesici T., Kocabaş Z., Biyoistatistik, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara/Türkiye;1998: 203-282.
3. Özdamar K., Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, 2.baskı, Eskişehir/Türkiye; 1999:264-265.
4. Köse K., Yazıcı C., Aşçıoğlu Ö., The Evoluution of Lipid Peroxidation and Adenosine Deaminase Activity in Patients with Behçet's Disease,Clinical Biochemistry. 2001;34:125-129.
5. <http://www.istatistikanaliz.com/t-testi.asp> (05.04.2010).
6. <http://www.dondurma.ksu.edu.tr> (05.04.2010).
7. Hirohata S., Suda H., Hashimoto T., Low-dose Weekly Methotrexate for Progressive Neuropsychiatric Manifestation in Behcet's Disease. Journal of the Neurological Sciences, 1998; 159(2):181-185.
8. Trebacz H., Zdunek A., Three-point Bending and Acoustic Emission Study of Adult Rat Femora After Immobilization and Free Remobilization, Journal of Biomechanics.2006;39:237-245.
9. Çelik M. Y., Biyoistatistik Araştırma İlkeleri Yeni Bir Yaklaşım, Dicle Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, 2. Baskı, Diyarbakır; 2007: 79-109.
10. Hayran M., Özdemir O., Bilgisayar İstatistik ve Tıp, Hekimler Yayın Birliği, 2. Baskı, Ankara;1996:309-314.
11. İkiz F., Püskülcü H., Eren Ş., İstatistiğe Giriş Bilgisayar Örnekleriyle Genişletilmiş 4.Baskı, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, Bornova/İzmir/Türkiye;1996: 289-299.
12. Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O., Gürbüz F., Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları 2), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021, Ankara;1987:144-150.
13. Efe E., Bek Y., Şahin M., SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II, T.C. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi (BAUM) Yayın No:10, Kahramanmaraş;2000: 87-93.
14. Daniel W. W., Biostatistics A Foundation For Analysis in the Health Sciences, John Wiley & Sons, Inc., 6. Edition, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore; 1995:313-317.
15. Sheskin D. J., Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, Chapman & Hall/CRC, 2. Edition, Boca Raton London New York Washington, D.C.; 2000:595-681.
16. Gamst G., Meyers L. S., Guarino A. J. Analysis of Variance Designs - A Conceptual and Computational Approach with SPSS and SAS. 1 st ed.Cambridge, USA: Cambridge University Press; 2008: Chapter 1.
17. Balkanlı-Kaplan P., Özden G., Tokuç B., Yüce M. A., Menapoz Sonrası Kadınlarda Hormon Replasman Tedavi Sürecei ve Reprodüktif Faktörlerin Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkileri, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi.2003;24(1):36-42.