

DERLEME / REVIEW

Sağlıkta Biyoistatistiksel Uygulamalar

Biostatistical Applications in Health

Tülay ÖNCÜ ÖNER, Öğr. Gör.¹, Şengül CAN, Öğr. Gör.²

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Manisa, Türkiye

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi Rektörlüğü, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Manisa, Türkiye

Kabul tarihi/Accepted: 21.07.2017

İletişim/Correspondence:

Tülay ÖNCÜ ÖNER, Manisa Celal Bayar
Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Biyomühendislik Bölümü, Manisa, Türkiye

E-posta: tulay.oncu@cbu.edu.tr

Özet

Sağlık alanında gerçekleştirilen çalışmalarda biyoistatistik kavramı; gerek tanımlayıcı olması, gerekse tanı veya tedavi işlemlerinde, toplumsal değişimlerde ve koruyucu bazı hizmetlerde kullanılması nedeniyle son derece önem kazanmaktadır. Biyoistatistik yöntemler hem hazırlık, planlama, veri toplama gibi ön işlemlerde; hem de değerlendirme ve yorumlama gibi son işlemlerde çalışmaya dâhil edilmektedir. Bu derleme kapsamında istatistik ve biyoistatistik kavramları tanımlanmış, biyoistatistiğin gelişim ve gerekliliğinden bahsedilerek sağlık alanında kullanılan yöntemlere değinilmiştir. Ayrıca, uygun istatistiksel yöntemin seçimi örneklerle anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoistatistik, biyoistatistik uygulama alanları, biyoistatistiksel testler, uygun biyoistatistiksel test seçimi.

Abstract

The concept of biostatistics in studies carried out in the field of health is very important because of using in diagnosis or treatment processes, social changes and some protective services. Biostatistical methods are used in preliminary processes such as preparation, planning, data collection as well as in the final processes such as evaluation and interpretation. In this review, the concepts of statistics and biostatistics were defined, the development and necessity of biostatistics were mentioned and the procedures which are used in the field of health were discussed. Also, selection of the appropriate statistical method was explained by examples.

Keywords: Biostatistics, fields of applications of biostatistics, biostatistical tests, selection of appropriate biostatistical tests.

Giriş

İstatistik ve biyoistatistik kavramları

İstatistik, belirli bir amaç için verilerin toplanması, sınıflandırılması, çözümlenmesi ve sonuçların yorumlanması ile ilgili teknik ve yöntemleri içeren bir bilim dalı olarak tanımlanabilir (Köklü, Büyükoztürk & Çokluk-Bökeoğlu, 2007). Alman istatistikçi Eugel, 1896'da 180 farklı istatistik tanımı olduğunu bildirmiştir (Arıcan, 2017). Fisher istatistiğin, uygulamalı matematiğin bir dalı olduğunu ve gözlemsel verilere uygulanan matematik olarak kabul edilebileceğini ifade etmiştir. Mainland'e göre istatistik, güvenilir sonuçlar elde edecek şekilde varyasyonla uğraşan bilim ve sanattır. Kruskal istatistiğin, gözlemsel hataların doğası, belirsizliğe yol açan değişken niteliklerin ve veri setlerinin etkin bir şekilde özetlenmesi, özellikle deneylerin veya anketlerin planlanması, analizi ve çıkarımsal süreçle ilgili olduğunu söylemiştir. İstatistik tanımlamasında tam bir fikir birliği bulunmamakla birlikte; değişim, belirsizlik, çıkarım ve bilim unsurlarının tüm tanımlarda yer aldığı görülmektedir (Köklü vd., 2007; Van Belle, Fisher, Heagerty & Lumbey, 2004).

Biyoistatistik ise, biyolojik problemlerin çözümü için istatistik yöntemlerinin uygulanmasıdır. Biyoistatistik, biyolojik istatistik veya biyometri olarak da adlandırılmaktadır

(Sokal & Rohlf, 2009). Biyolojik laboratuvar deneyleri, klinik araştırmalar dahil tıbbi araştırmalar ve sağlık hizmetleri araştırmaları istatistiksel yöntemleri kullanmakta olup, diğer birçok biyolojik disiplin de istatistiksel metodolojiye güvenmektedir (Van Belle vd., 2004). Biyoistatistik; kesin belirlemeler yapılmasına izin verdiği, düşünce ve yöntemlerde kesinliği ve kararlı olmayı sağladığı, sonuçları anlamlı ve kullanışlı bir şekilde özetlediği, genel sonuçlar çıkarılmasını ve tahmin yapılmasını sağladığı, karmaşık olayların altında yatan nedenlerin analizine imkân verdiği için oldukça önemlidir (Köse, 2005). Biyoistatistiğin asıl amacı, araştırmalarda güvenilir ve doğru sonuçlar elde ederek profesyonel bilgi gelişimini sağlayabilmek ve elde edilen sonuçları düzgün bir şekilde sunabilmektir (Öğüş, 2017).

“Biyoistatistik, istatistiğin biyolojide geniş bir yelpazede uygulanması olup zamanla gelişmekte ve değişmektedir.”

Biyoistatistiğin gelişimi ve gerekliliği

İstatistiğin sağlık alanındaki ilk kullanımı; M.S. 720'de Japonya'da canlı doğum, ölüm ve evlenme kayıtlarının zorunlu olarak tutulmasıyla olmuştur (Boyacıoğlu &

Güneri, 2006). Biyoistatistiğin önemi 17. yüzyılın sonlarında anlaşılmaya başlanmış, tıp alanında kullanım bulmuş ve hekimler tarafından da benimsenmiştir. Biyoistatistiğin babası olarak gösterilen Sir Francis Galton ve Karl Pearson'ın çalışmaları sayesinde istatistik sosyal bilim olmaktan çıkmış, matematik uygulamalı bir bilim olarak kabul görmeye başlamıştır. Galton biyometri alanında önemli atılımlar yapmış, Pearson korelasyon katsayısı ve regresyon modelleriyle ilgili formülleri tanımlamış, modern istatistiğin bir diğer kurucusu Sir Ronald Fisher da varyans analizini geliştirmiştir. Yapılan tüm çalışmalar sayesinde veri toplamanın önemi ve istatistiğin tıp alanında mutlaka kullanılması gerektiği kanıtlanmıştır. Biyoistatistiğin 19. ve 20. yüzyıllarda hızla yükselişi, insanlık açısından son derece önemlidir (Öğüş, 2017).

Türkiye'de sağlıkla ilgili istatistikler 1910 yılından sonra toplanabilmiştir (Boyacıoğlu & Güneri, 2006). Günümüzde, istatistiğin kullanılmadığı sağlık alanındaki çalışmaların bilimsel olmayacağı kabul görmektedir (Öğüş, 2017). Bugün neredeyse her bilime dokunan, geniş ve son derece aktif bir alandır (Sokal & Rohlf, 2009).

Benzer durumlar her zaman benzer sonuçları doğurmayabilir. İstatistik bilimi bu değişkenliği ele almaktadır. Örneğin; genetik bozukluğu olan çocuğa sahip ebeveynler yeniden çocuk sahibi olmak istediklerinde; çocuğun aynı bozukluğa sahip olabileceği ihtimalini göz önünde bulundurmalıdır. Bir katkı maddesinin kanserojenliğinin testinde, katkı maddesi muamele edilmiş hayvanlar ile muamele edilmemiş hayvanlar karşılaştırılıp, grupların kansere yakalanma ihtimalleri belirlenmelidir. Bu örneklerdeki gibi belirsizliklerin giderilmesinde biyoistatistiğin kullanılması gerekmektedir (Van Belle vd., 2004). Örneğin; biyoistatistiksel yöntemler kullanılarak her yıl kaç kişinin kanser tanısı aldığı; tanıdan sonra kaçının öldüğü ve kaçının hayatta kaldığı; her kanser tipi için yaş, cinsiyet, etnik grup, lokasyon gibi özellikler için gruplar arası farklılıklar sayısal değerlerle ifade edilebilmektedir.

Sağlık alanında yapılan bir araştırmanın bilimsel değeri; araştırılan konunun güncel, yararlı ve önemli olmasının yanında biyoistatistik değeri ile de ilişkilidir. Araştırma konusunun iyi tasarlanması ve sonuçların iyi analiz edilip doğru yorumlanması için bir istatistik uzmanından yardım alınmalıdır. Ülkemizde sağlık alanlarında; araştırmanın planlanmasında hatalar olduğu, örneklem genişliğinin analizde kullanılan farklı olduğu, yanlış testlerin kullanıldığı ya da gerektiği halde hiçbir istatistiksel analiz yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca yapılan istatistiksel hatalar, kaynak israfına ve bilgi kirliliğine neden olmakla birlikte etik açıdan da büyük bir sorundur. Bu hataları önlemek için araştırmanın hazırlık, planlama, veri toplama, değerlendirme ve yorumlama dahil tüm aşamalarında istatistik bilimine başvurulması gerekmektedir (Taşdelen & Kanık, 2009; Yılmaz, 2013).

Biyoistatistiğin sağlık alanında kullanımı

Biyoistatistiksel yöntemler; hem kişisel düzeyde hem de toplumsal düzeyde kullanılmaktadır. Sağlıkta istatistiğin kullanım amaçları; bilimsel çalışmaların yapılmasını sağlamak; sağlık olaylarındaki sayısal verileri toplamak, düzenlemek ve değerlendirmek; sağlık hizmetlerinin planlanmasını, yürütülmesini ve ihtiyaçların tespitini sağlamak; hastalık teşhislerinin doğruluğunu ve uygun tedavi yöntemlerinin seçimini yönlendirmek; toplumun

sağlık durumunu, beslenme alışkanlıklarını, fiziki ve sosyal yaşam koşullarını belirleyip, zamanla oluşacak değişimleri izlemek; sağlık hizmetlerindeki aksaklıkları belirleyip gerekli alt yapıyı sağlamak; sağlık göstergelerini en iyi düzeye çıkarmaktır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Biyoistatistiğin sağlık alanında kullanımını sekiz başlık altında incelemek mümkündür:

1. Biyolojik, fizyolojik, morfolojik özelliklerin tanımlanmasında biyoistatistik kullanımı

Biyolojide canlı türlerinin tanımlanması, sınıflandırılması ve türlerin bilimsel açıdan ayrımları istatistiksel yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Canlıların anatomik yapıları, fizyolojik işlevleri, biyokimyasal ölçümleri ve uyarıcılara verdikleri tepkileri birbirlerinden farklı olduğundan; istatistiksel yöntemler kullanılarak bu farklılıklar tanımlanabilmekte ve her bir özellik ve ölçüm için normal olmayan sınırlar saptanabilmektedir (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007).

2. Tanı ve tedavi işlemlerinde biyoistatistik kullanımı

Tanı ve tedavide istatistiğin kullanıldığı alanlar; hastalık tanılarını için toplanan verilerin değerlendirilmesi, hastalıkların prognozunun izlenmesi, tedavi yöntemlerinin başarı düzeylerinin kıyaslanması, laboratuvar muayene ve klinik deney sonuçlarının yorumlanması, sağlık standartlarının geliştirilmesidir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Bir hekim hasta bulgularını incelediğinde; hastalığa yakalanma, iyileşme veya ölüm olasılığını, uygun tedavi yöntemini, yöntemin etkinliğini, tedavi süresini istatistiksel yöntemleri kullanarak tahmin edebilmektedir. Bunun için epidemiyolojik problemleri öğrenmeli, ilaç ve tıbbi cihazlarla ilgili bilgilerini sürekli geliştirmeli, sağlık istatistiklerinin nasıl saptandığını, ne ifade ettiğini ve uygulamadaki kullanımlarını bilmelidir (Köse, 2005; Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007).

“Sağlık alanının vazgeçilmez ögesi olan biyoistatistiksel testlerin kullanım alanları oldukça geniştir.”

3. Bilimsel çalışmalarda biyoistatistik kullanımı

Bilimsel çalışmalarda evrensel yaklaşımla birimlerin özelliklerinin uygun ölçekler kullanılarak sayısallaştırılması ve toplanan verilerin kayıt edilmesi önemlidir. Klinik, saha ve laboratuvar çalışmaları dahil sağlık alanında yapılan tüm araştırmalar bilimsel olmalıdır. Araştırmacının amacı, gözlediği veya belirlemeye çalıştığı değişkenleri değerlendirmek, dağılımlarını ve etki derecelerini tespit ederek birbirleriyle ilişkilerini ortaya koymaktır. Bu nedenle araştırmanın tüm aşamalarında; yani hazırlık, planlama, veri toplama, değerlendirme ve yorum kısımlarında istatistiğe başvurulmalıdır (Buzkan, Gülmez, Karacan, Sümer & Taşdemir, 2017; Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007; T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

4. Toplumsal değişimlerin incelenmesinde biyoistatistik kullanımı

Sağlık personelinin görevi; hastaların iyileşmesi, sağlıklı bireylerin korunması ve toplumsal sorunların çözülmesini sağlamaktır. Bu nedenle bugünkü sağlık olaylarını izleyip tanımlamasının yanında; olası kültürel, toplumsal, teknolojik değişiklikleri tahmin etmeli, izlemeli ve tanımlamalıdır. Bir toplumun nüfus sayısı ve yapısındaki değişiklikler, ülkenin sağlık politikalarında değişikliklere

yol açacaktır. Örneğin, kalkınmakta olan ülkelerin nüfuslarında hızlı artış olacağından; sağlık hizmetleri ile sağlık personelinin büyük bir kısmı anne-çocuk sağlığı ve aile planlaması hizmetlerine ayrılacaktır. Gözlenen hastalık çeşitleri, insidansları, prognozları, tedavi yöntemleri zamanla değişecektir. Bu değişimlerin gözlemlenmesi, kayıt altına alınıp istatistiksel analizlerin yapılması toplumlara fayda sağlayacaktır (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007; T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

5. Koruyucu hizmetlerde biyoistatistik kullanımı

Koruyucu hizmetlerde istatistiğin kullanım alanları; sağlık politikalarının saptanması ve planlanması, bölge ve toplumun mevcut durumlarının tespit edilmesi, bölgesel hizmetlerin karşılaştırılması, sağlık önlemlerinin yerinde ve vaktinde alınması, ihtiyaç duyulan sağlık tesislerinin planlanması, nüfus yapısının belirlenmesi, halkın sağlık eğitimidir. Bir toplumda hastalıkları azaltmanın veya ortadan kaldırmanın en ucuz ve etkili yolu, toplumun hastalıklara karşı korunmasını sağlamaktır. Bu da, hastalıkların çok iyi tanımlanması ve alınacak koruyucu önlemlerin çok iyi bilinmesiyle mümkündür. Hastalıkların tanımlanmasında, nedenlerinin belirlenmesinde, koruyucu önlemlerin etkisinin araştırılmasında, yer ve zaman özelliklerine göre dağılımlarının tespitinde biyoistatistiksel yöntemler kullanılmaktadır (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007; T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

6. Hizmet planlanmasında biyoistatistik kullanımı

Sağlık hizmetlerinin hedefine en ekonomik ve hızlı yoldan ulaşabilmesi için; uygulama, örgütlenme ve yeniden düzenleme aşamalarının uygun şekilde planlanması amaçlanmalıdır. Bu esnada güvenilir verilere ulaşabilmek amacıyla istatistiksel verilerin kullanılması gerekecektir. Örneğin; il düzeyinde hizmetlerin planlanmasında ildeki sağlık kuruluşlarının tümünden toplanan veriler; ülke genelindeki hizmetlerin planlanmasında ise tüm illerden Sağlık Bakanlığı'na gelen verilerin istatistikleri kullanılacaktır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, eldeki kaynaklar ve imkânlar göz önünde bulundurularak planlamalar yapılmalıdır. Yine bir bölgedeki aile sağlığı merkezi ve toplum sağlığı merkezi sayısına ve bunların kurulacağı yerlere karar verilebilmesi için; bu bölgenin nüfusu, çevre koşulları, iklimi, coğrafik yapısı, ulaşım imkânları ve yol durumu gibi özellikleri dikkate alınmalıdır (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007; T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

7. Hizmet göstergesinde biyoistatistik kullanımı

Bir sağlık personelinin veya bir sağlık kuruluşunun yaptığı işleri ve bu işlerdeki başarısını ya da başarısızlığını gözle görmek mümkün değildir. Sağlık personeli çalışmalarının etkinlik ve yeterliliğini istatistiksel yöntemler yardımıyla görebilmekte ve gösterebilmektedir. "Bir hekim iyi bir hekim olduğunu nasıl gösterebilir?", "Bir sağlık personeli veya bir hemşire iyi hizmet verdiğini nasıl gösterebilir?" ve "Bir sağlık kurumu yeteri kadar ve etkin bir şekilde çalıştığını nasıl gösterebilir?" soruları istatistiksel yöntemler yardımıyla cevaplandırılabilir (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007; T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

8. Toplumların sağlık düzeylerinin ölçülmesinde biyoistatistik kullanımı

Toplumların sağlık düzeylerini göstermek için, bazı istatistiksel ölçütler kullanılmaktadır. Yatak başına düşen

hasta sayısı, bebek-anne ölüm hızı, toplam doğurganlık hızı ve en çok ölüme yol açan 10 hastalık sıralaması bu ölçütlerin arasında sayılabilmektedir. Bunlara ek benzer ölçütlerin kullanılmasıyla toplumların mevcut sağlık düzeyleri ve yıllar içerisindeki değişim ve gelişimleri izlenebilmektedir. Ayrıca toplumların sağlık düzeyleri de birbirleriyle karşılaştırılabilmektedir (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007).

Uygun istatistiksel yöntemin seçimi

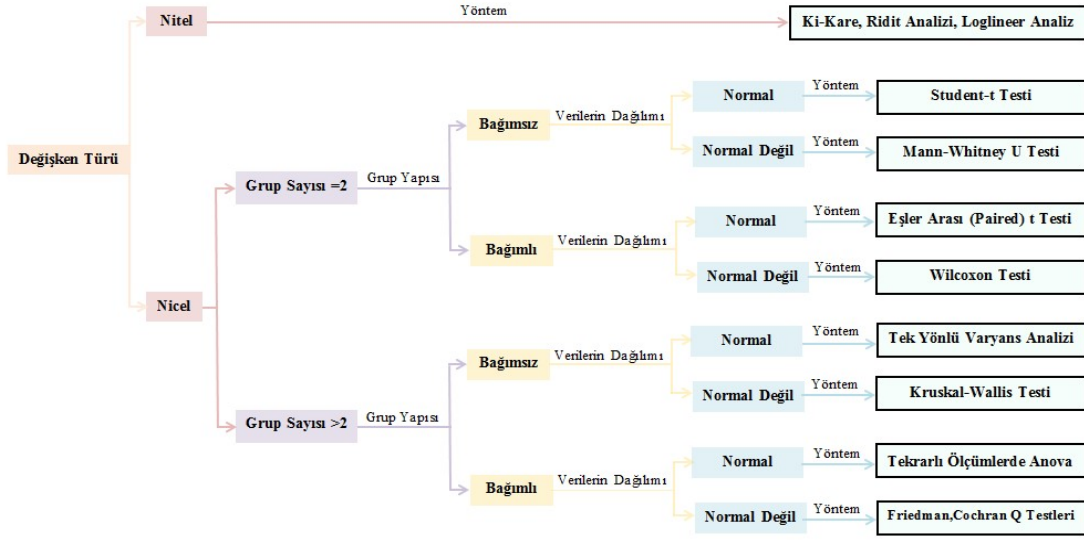
Bir araştırmadan elde edilen sonuçların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için öncelikle amaca ve verilere uygun istatistiksel testlerin seçilmesi gerekmektedir. İstatistiksel test seçimini etkileyen en önemli faktörler; hipotezin türü (araştırılan ilişki mi, fark mı), bağımlı ve bağımsız değişkenin ölçme düzeyi (değişken sayısal mı, sözel mi ifade ediliyor) ve sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığıdır. Gerek ilişkinin gerekse farkın araştırıldığı çalışmalarda, veri analizine başlanmadan önce ilk olarak araştırmadaki bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Diğer değişkenlerden etkilendiği düşünülen birincil olarak ilgilenilen değişkenler bağımlı değişken olarak adlandırılırken; bir risk faktörü, maruziyet veya bağımlı değişken üzerine etkili olacağı düşünülen, gözlenen ya da ölçülen değişkenler de bağımsız değişken olarak adlandırılmaktadır (Kul, 2014a).

Veriler ölçüm biçimlerine göre dört gruba ayrılır. Örneğin; boy uzunluğu, vücut ağırlığı, yaş, zaman, kandaki hemoglobin miktarı gibi özellikler ölçümle belirtilmektedir ve nicel yani kantitatif özelliğe sahiptirler. Bunlar sürekli dağılım göstermekte ve çoğunlukla normal dağılıma uymaktadırlar. Herhangi bir hastalıktan ölen, yaşayan ve iyileşen sayısı gibi değişkenler kesikli yani sürekli olmayan değişkenlerdir. Bunlar iki aralıkta noktalı değerler alamadığından; sayısal olarak belirtilen kesikli veriler olarak isimlendirilmektedir. Benzer şekilde saç rengi, cinsiyet, meslek gibi veriler nitel yani kalitatif özelliğe sahiptir; kesikli dağılım göstermektedir. Bu tip verilerde özellikler var-yok, hasta-sağlam şeklinde ifade edilmektedir; bu nedenle nitelik olarak belirtilen veriler olarak isimlendirilir (Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007). Sıralı değişkenlerde ise küçükten büyüğe veya büyüktan küçüğe doğru bir sıralama yapılmaktadır. Örneğin; bireyler için kilo skalası oluşturulursa, vücut ağırlığı (kg) değerlerinden oluşan aralıklar sınıflandırılabilir; 1=zayıf, 2=normal, 3=fazla kilolu, 4=I. derece şişman, 5=II. derece şişman, 6=aşırı şişman şeklinde sıralama yapılabilir.

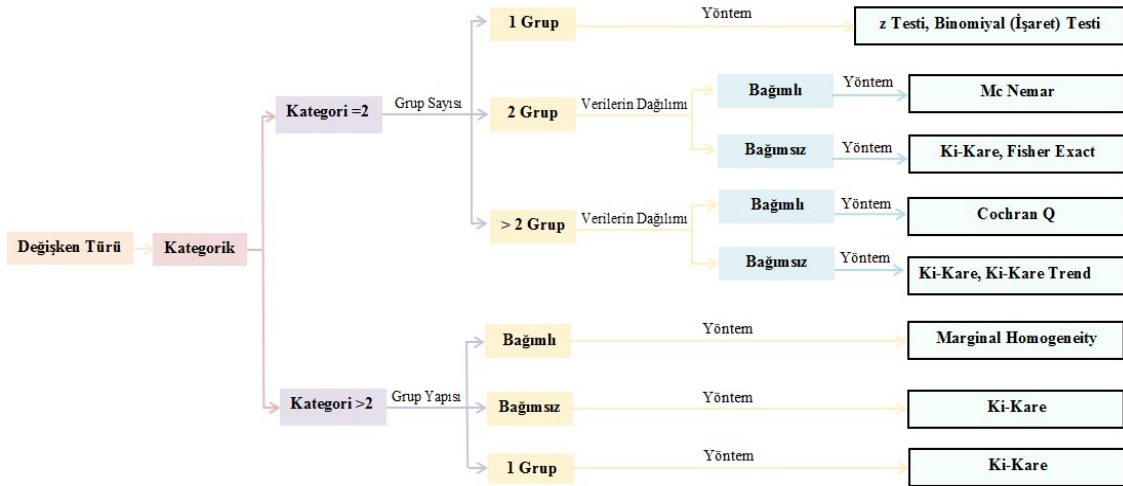
Test seçimini etkileyen faktörlerden biri de örneklem büyüklüğüdür. Aynı anda iki veya daha fazla grup karşılaştırılıyorsa, gruplardaki örnek sayılarının birbirine eşit olması sağlanmalıdır. Bu sağlanıyorsa arada çok fazla farkın bulunmaması için çalışılmalıdır. Gruplarda çalışılan örnek sayısı arttıkça kullanılan testin gücü ve güvenilirliği de artmaktadır. Parametrik ve parametrik olmayan testlerin seçiminde; gruplardaki örnek sayısı 30'un üzerindeyse, verilerin normal dağıldığı varsayımına göre parametrik testler; örnek sayısı 30'un altında ise parametrik olmayan testlerin kullanılabileceği söylenirken (Kul, 2014a; Sümbüloğlu & Sümbüloğlu, 2007); literatürde sadece sayıya bakmanın yeterli olmadığı, örneklerin normalliğinin de incelenmesi gerektiği belirtilmektedir. Çünkü normallik sadece sayıya göre değil; histogram, q-q plot grafikleri, box-plot grafikleri gibi yöntemlerle bir

bütün olarak değerlendirilmektedir (Razali & Wah, 2011). Birim sayılarının yeterli olması ve evrenin normal dağılıma (çan eğrisi) uymasının yanında parametrik testlerin bazı varsayımları vardır: varyanslar homojen olmalı, birimler evrenden rasgele seçilmiş olmalı ve gözlemler birbirinden bağımsız olmalıdır (Aktürk & Acemoğlu, 2011; Boyacıoğlu & Güneri, 2006). Parametrik testler, parametrik olmayan testlere göre daha güçlüdür. Birçok bağımsız değişkenin

bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin incelenmesinde yardımcı olmakla birlikte, birbirleriyle etkileşimlerinin değerlendirilmesinde de kullanıldığı görülmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2012). Değişkenin türü, grup sayısı, grup yapısı ve verilerin dağılımı parametreleri göz önüne alınarak hangi durumda hangi testin kullanılması gerektiği Şekil 1'de verilmiştir. Kategorik değişkenler için test seçimiyle ilgili oluşturulan tablo da Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 1: Değişkenin Türü, Grup Sayısı, Grup Yapısı ve Verilerin Dağılımı Parametrelerine Göre Uygun İstatistiksel Testin Seçimi (Aktürk & Acemoğlu, 2011 yayınından uyarlanmıştır).



Şekil 2: Kategorik Değişkenler İçin Uygun İstatistiksel Testin Seçimi (Aktürk & Acemoğlu, 2011 yayınından uyarlanmıştır).

Ayrıca her istatistiksel testte kullanılan, test istatistiğine ait olan bir p (Probability, Olasılık) değeri hesaplanmaktadır. p değeri anlamlılığın varlığının ve varsa farklılığın kanıtının düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Pek çok çalışmada p değerinin 0.05'ten küçük olması, istatistiksel olarak önemli kabul edilmektedir (Kılıç, 2014); ancak araştırmacının isteğine ya da çalışmanın gerekliliğine bağlı olarak bu değer değişebilmektedir. Sonuçların raporlanması sırasında p değeri genellikle virgülden sonra 3 hane kadar belirtilmektedir (Kul, 2014b). Parametrik

olmayan testlerde veri setinin özellikleri dikkate alınarak 3 farklı yöntemle p değeri hesaplanabilmektedir: asimptotik p değeri, Monte Carlo p değeri ve Exact p değeri. Asimptotik p değeri veri setinin küçük, seyrek, dengesiz veya uç değerler içerdiği durumlarda güvenilir sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayan Exact p değerinin kullanımı tercih edilmektedir. Monte Carlo yönteminin ise Exact p değerinin hesaplanamadığı durumlarda kullanımı uygundur (Elmalı, 2005).

Sağlık alanında sık kullanılan testler ve örneklemeleri

-Ki-Kare, Ridit, Loglineer analiz: Nitel verilerin frekans tablosu şeklinde düzenlendiği durumlarda Ki-Kare uygunluk testi uygulanmaktadır (Ertem Vehit & Eral, 2014). Ridit testi; sıralı ölçek tekniği ile elde edilen cevapların karşılaştırılacağı durumlar için geliştirilmiş bir yöntemdir (Doğan, Küspeci & Doğan, 2011). Tahmini ve gözlenen sıklıkların araştırılacağı durumlarda ise Loglineer modeller kullanılmaktadır (Çolak & Sümbüloğlu, 2005). Efran vd. (2015) vitiligolu ve sağlıklı bireylerin sosyo-demografik özellikleri ve laboratuvar bulguları arasında fark olup olmadığını Ki-Kare testi ile analiz etmişlerdir. Doğan vd. (2011) çalışmalarında; 29 Parkinson hastası (deney grubu) ve 30 Parkinson olmayan ancak uyku problemi olan birey (kontrol grubu) arasında; uyku problemi bakımından fark olup olmadığının tespitinde Ridit analizini kullanmışlardır. Cangür, Sığırlı, Ediz, Ercan ve Kan (2005) Türkiye’de bulunan engelli grupların yapısını inceledikleri çalışmalarında çoklu uyum analizini kullanmışlardır.

-Student-t testi: Birbirinden bağımsız iki grup ortalamaları arasındaki farkın hangi yönde olduğu ve bu farkın önemli olup olmadığını test edilmesinde kullanılan, parametrik varsayımları yerine getiren bir testtir (Akyol vd., 2017). Demir vd. (2010) kalp cerrahisi geçirecek hastaları iki gruba ayırarak ameliyat öncesinde bir gruba hastane, anestezi ve cerrahi konularında sözel olarak bilgi vermişler; diğer gruba vermemişlerdir. Daha sonra grupların anksiyete skor ortalamaları arasında fark olup olmadığını Student-t testi ile analiz etmişlerdir.

-Mann-Whitney U testi: Bağımsız iki örneklem t testine (Student-t testi) alternatif olan bir testtir. İki bağımsız grup için elde edilen puanların birbirinden anlamlı düzeyde farklı olup olmadığını test etmektedir. Mann Whitney-U Testi grupların ortanca değerlerini karşılaştırmakta; sıralama puanlarının arasında fark olup olmadığını incelemektedir. Çoklu karşılaştırmalar yaparken Kruskal-Wallis Varyans Analizi sonuçlarında anlamlı fark ortaya çıktığında bu farkın hangi gruplar arasında oluştuğunun belirlenmesinde ise Bonferroni Düzeltmeli Mann-Whitney U Testi uygulanmaktadır (Boyacıoğlu & Güneri, 2006; Ünlü, 2011). Uçar, Bozkurt ve Bilgin (2017) uyku apnesi hastalarında anormal solunumsal olaylar sırasında kalp hızını incelemişlerdir. Kalp hızı değişkeninden 15 farklı özellik çıkararak; bu özelliklerin apne ve kontrol grupları için ayırt edici olup olmadığına yönelik tespiti Mann-Whitney U Testini kullanarak araştırmışlardır. Temel, Kurtulmuş ve Kaynak (2016) 5-6 yaş aralığındaki çocuklarda 12 oturum ve 45 etkinlikten oluşan bilişsel gelişim eğitim programının dikkat, algı ve bellek gelişimleri üzerine etkisini değerlendirme formları kullanarak incelemişlerdir. Deney (12 çocuk) ve kontrol (12 çocuk) grupları için bilişsel gelişim değerlendirme formundan aldıkları son test puanlarında anlamlı bir farklılık olup olmadığını Mann-Whitney U Testini kullanarak incelemişlerdir. Deney grubundaki çocukların puanlarının sıra ortalamasının, kontrol grubundaki çocukların puanlarının sıra ortalamasından anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Deney ve kontrol grubundaki çocukların bilişsel gelişim değerlendirme formunun ön test-son test fark puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını yine Mann-Whitney U Testi ile analiz etmişler ve deney grubundaki çocukların fark puanlarının

sıra ortalamasının, kontrol grubundaki çocukların fark puanlarının sıra ortalamasından anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

-Eşler arası (Paired) t testi: Ölçüm değerlerinin farkları normal dağılıma uyan iki ölçüm arasındaki farkın anlamlılığını test etmektedir (Açıkel & Kılıç, 2014). Eken, Batioğlu, Özmert ve Duman (2009) retina tedavisiyle ilgili çalışmalarında; tedavi öncesi ve sonrası muayene edilen 23 hastanın görme keskinliği değerleri arasındaki ilişkiyi Paired-t testini kullanarak araştırmışlardır. Kurt ve Temelli (2011) çoklu zekâ kuramı temeline dayanan biyoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarında geleneksel yöntemlere göre ne kadar etkili olduğunu araştırdıkları çalışmada gruplarını rasgele belirlemişler; kontrol grubuna geleneksel yöntemlerle, deney grubuna ise zekâ temelli eğitim vermişlerdir. Çeşitli testler sonucunda alınan; öğrencilerin puan ortalamalarını her gruba kendi içinde Paired-t testiyle; gruplar arasında testlerden alınan puan ortalamalarını Student-t testiyle analiz etmişlerdir.

-Wilcoxon testi: Eşler arası t testinin parametrik olmayan bir alternatifi olarak bağımlı iki örnek için kullanılan bir yöntemdir. n hacimli örneklemden alınan değişik iki gözlem seti arasındaki farkın; ortanca değeri sıfır olan örneklemden çekilen rasgele bir örnek olup olmadığını araştırmak için kullanılır (Boyacıoğlu & Güneri, 2006). Suner ve Ersoy (2017) diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin biyoistatistik dersine yönelik tutumlarını incelemek için dersin ilk ve son haftasında öğrencilere bir tutum ölçeği uygulamışlardır. Biyoistatistik dersine karşı öncesi (ön test), sonrası (son test) tutum ölçeği puan ortancalarının karşılaştırılmasında Wilcoxon testini kullanmışlardır. Beng vd. (2017) çalışmalarında serebral palsi hastası çocuklarda gastrocnemius kasına uygulanan botulinum toksin A (BtA) enjeksiyonunun etkinliğini değerlendirmişlerdir. Hastalara BtA uygulaması öncesinde ve sonrasında üç ve altıncı aylarda fizik muayeneleri ve üç boyutlu yürüme analizi yapmışlardır. Uygulama öncesinde ve sonrasında elde edilen değerler arasındaki farkı anlamak için Wilcoxon testini kullanmışlar ve ikili karşılaştırma yapmışlardır.

-Tek yönlü varyans analizi: Bağımsız grup sayısının ikiden fazla olduğu ve gruplardan elde edilen veriler ile grup ortalamaları arasında fark olup olmadığını test edileceği durumlarda kullanılan bir yöntemdir (Boyacıoğlu & Güneri, 2006). Gruplar arasında fark olması durumunda farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını test eden istatistik post-hoc olarak bilinmektedir. Post-hoc testlerinin seçiminde grup varyanslarının eşit olması durumunda LSD, Tukey, Bonferroni gibi “çoklu karşılaştırma testleri” ve SNK, Duncan, Tukey’s B gibi “çoklu aralık testleri” kullanılırken; varyansların eşit olmaması durumunda ise Games-Howell ve Tamhane’s T2 gibi “çoklu aralık testi” kullanılmaktadır (Kayri, 2009). Ünalın, Soyuer ve Elmalı (2012) geriatri merkezi çalışanlarına yaşlı tutum ölçeği uygulamışlardır. Eğitim düzeyleri (ilköğretim, lise, üniversite) arasında yaşlı tutum ölçeği puan ortalamalarında fark olup olmadığını tek yönlü varyans analiziyle test etmişlerdir. Devabakan ve Aksaraylı (2003) sağlık işletmelerinden hizmet alan hastalarda algılanan kalitenin ölçümüne yönelik servikal skorların kullanımı üzerine çalışmışlardır. Yüz beş hastaya servikal ölçek uygulaması yapmışlar; hastaların medeni durumu, gelir düzeyleri, sosyal güvence nitelikleri açısından servikal skorlarının değişip değişmediğini Anova testini uygulayarak saptamışlardır.

-Kruskal-Wallis: Parametrik olmayan, tek yönlü varyans analizi tekniğidir. İki den fazla grubun söz konusu olduğu durumda, veriler varyans analizinin ön koşullarından uzaklaşmış ise grupların ortancaları arasındaki farkın araştırılmasında bu teste başvurulmaktadır (Boyacıoğlu & Güneri, 2006; Akyol, 2017). Şahin ve Erdem (2017) çalışmalarında hemşirelik bölümünde okuyan öğrencilerin yaşlılara olan tutumlarını belirlemeye yönelik olarak 321 öğrenci üzerinde anket yapmışlardır. Anket sonuçları üzerinde yapılan normallik testi sonucunda verilerin normal dağılım göstermediğini görmüş ve sonuçları yorumlamaya yönelik olarak Kruskal-Wallis testini kullanmışlardır. Boratav ve Koç (2003), 15 anksiyete ve depresyon, 20 panik veya yaygın anksiyete bozukluğu bulunan 35 hastaya çalışmışlardır. İlaç verdikleri hastaları üç hafta gözlemiş; ardından 20 kişilik anksiyete grubu, beş kişilik iyileşen depresyon grubu, 10 kişilik iyileşmeyen depresyon grubu şeklinde üç gruba ayırmışlardır. Gruplar arasında yaş ve hastalık süreleri açısından fark olmadığını Kruskal-Wallis testiyle analiz etmişlerdir. Ayrıca yazarlar istatistik değerlendirme tablolarında verilerin daha açık sunulabilmesi için parametrik olmayan analizlerde ele alınan ortanca değerleri yerine aritmetik ortalama ve standart sapmaları gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

-Tekrarlı ölçümlerde anova: Sayısal verilere sahip ikiden fazla bağımlı grubun karşılaştırıldığı durumlarda kullanılan Anova tekniğidir (Aktürk ve Acemoğlu, 2011). Küçükakkaş, Öz ve Koçyiğit (2017) çalışmalarında topuk dikenli olan hastalarda şok dalga tedavisinin ağrı ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Hastaları rasgele ve eşit sayıda plasebo, düşük ve orta doz gruplarına ayırmışlardır. Hastaların tedavi öncesi, 3. hafta ve 12. haftalarda ağrı skoru ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları için Tekrarlı Ölçümlerde Anova testini kullanmışlardır.

-Friedman, Cochran Q testleri: Friedman testi, grup sayısının ikiden fazla olduğu bağımlı örneklerde kullanılan bir yöntemdir. Cochran Q testi ise, verilerin kategorik olduğu ve grup sayısının ikiden fazla olduğu bağımlı gruplarda kullanılmaktadır. Konca, İdrisoğlu ve Kanık (2000) böcek venomlarına duyarlılığın toplumsal boyutu ve venom çeşitleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Rasgele seçilen 143 duyarlı hastanın antikor düzeylerini ölçmüş ve antikor gruplarını Friedman testiyle karşılaştırmışlardır. Aydoğan vd. (2014) çalışmalarında 16 adet wistar albino sıçan kullanmışlardır. İlk gruba serum fizyolojik, ikinci gruba E vitamini uygulamışlardır. İşlemler sonucunda sıçanların tükürük bezlerini çıkarıp incelemişler; kontrol ve deney gruplarında grup içi değerlendirmelerde Cochran Q testini kullanmışlardır.

Sonuç

İstatistik gelişen ve değişen bir bilim dalıdır. İstatistiğin sağlık alanında yer bulmasıyla ortaya çıkan biyoistatistik kavramı insanlık açısından son derece önemlidir. Biyoistatistiğin; biyolojik, fizyolojik ve morfolojik özelliklerin tanımlanması, tanı ve tedavi işlemleri, bilimsel çalışmalar, toplumsal değişimlerin incelenmesi, koruyucu hizmetler, hizmet planlanması, hizmet göstergesi ve toplumların sağlık düzeylerinin ölçülmesi olmak üzere birçok alanda kullanıldığı; sağlık alanındaki problemlere çözümler getirebildiği görülmektedir. Örneğin, bir hastalığın tedavisinde kullanılacak bir ilacın kullanımına izin

verilmesi ya da verilmemesi gibi kritik bir kararda; yapılan çalışmaların kesinliği, hassaslığı ve tekrarlanabilirliğine bakılmaktadır. Bu aşamaların tümünde biyoistatistiksel testlere başvurulmaktadır. Unutulmaması gereken nokta istatistiğe sadece değerlendirme aşamasında değil; hazırlık, planlama, veri toplama, değerlendirme ve yorum dahil olmak üzere çalışmanın tüm aşamalarında mutlaka başvurulması gerektiğidir.

“Sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmak için araştırmanın tüm aşamalarında biyoistatistiksel yöntemlerden yararlanılmalıdır.”

Biyoistatistiğin tarihsel gelişim hızı incelendiğinde, 21. yüzyılda dünyadaki her alandaki gelişmelere uyum sağlayacağını ve sağlık alanındaki vazgeçilmezliğinin devam edeceğini söylemek doğru olacaktır. Bu derleme kapsamında biyoistatistiğin tanımı yapılmış, gerekliliği, gelişimi, kullanım alanları ve uygun test seçimi hakkında bilgi verilmiştir. Sağlık alanında sık kullanılan istatistiksel testlerin açıklamaları ve örneklemeleri sunulmuştur. Yazının R.A. Fisher’ın bir sözü ile tamamlanması yerinde olacaktır: “Araştırma yapıldıktan sonra biyoistatistiğe başvurmak ölüye otopsi yapmasını istemekten başka bir şey değildir. Çünkü bu aşamada biyoistatistikçi sadece, araştırmanın neden öldüğünü söyleyebilir.”

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/aynı yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Açikel, C.H. & Kılıç, S. (2014). Tıbbi araştırmalarda istatistik teknik seçimi. *Journal of Mood Disorders*, 4(3), 136-41.
- Aktürk, Z. & Acemoğlu, H. (2011). Sağlık çalışanları için araştırma ve pratik istatistik. Örnek problemler ve SPSS çözümleri. Anadol Matbaası, İstanbul. Sf:27-28.
- Akyol, G., Bağcaz, D.S., Göloğlu, S., Hasipiri, S., Özerhan, A.O., Uyanık, E. vd. (2017). İki den fazla grup ortalamasının karşılaştırılması: tek yönlü varyans analizi, <http://tip.baskent.edu.tr/kw/upload/600/dosyalar/cg/sempozyum/ogrsmpzsnm12/10.1.pdf>. Erişim Tarihi: 04.08.2017
- Arcan, E. (2017). Moleküler biyolojide kullanılan biyoistatistiksel yöntemler, file:///C:/Users/user/Downloads/biyoistatistik_1_1.pdf. Erişim Tarihi: 08.05.2017.
- Aydoğan, F., Atılğan, H.İ., Koca, G., Yumuşak, N., Aydın, E., Sadıç, M. vd. (2014). Radyoaktif iyot verilen sıçanlarda tükürük bezleri üzerinde E vitamini radyasyondan koruyucu etkisinin değerlendirilmesi. *Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi*, 24(1), 21-29.
- Beng, K., Akpınar, E., Aydil, S., Bayhan, A. İ., Büyükkuşçu, M. Ö., & Yağmurlu, M. F. (2017). Ayak bileğinde ekin deformitesi olan hemiplejik serebral palsili hastalarda gastrocnemius kasına uygulanan botulinum toksin A'nın etkinliğinin üç boyutlu yürüme analizi ile değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 63(1).
- Boratav, C. & Koç, A. (2003). Anksiyetenin eşlik ettiği depresyon olgularının hepsinde depresif bozukluk olmayabilir: karşılaştırmalı bir izlem çalışması. *Klinik Psikiyatri*, 6(1), 18-26.
- Boyacıoğlu, H. & Güneri, P. (2006). Sağlık araştırmalarında kullanılan temel istatistik yöntemler. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 30, 33-39.
- Buzkan, İ.A., Gülmez, R.M., Karacan, D., Sümer, E. & Taşdemir, M., Danişman: Atalay, K.M. (2017). İstatistiksel araştırmalarda ölçme yöntemleri ve ölçek türleri, <http://tip.baskent.edu.tr/kw/upload/600/dosyalar/cg/sempozyum/ogrsmpzsnm12/10.3.pdf>. Erişim Tarihi: 10.05.2017.

- Cangür, Ş., Sığırlı, D., Ediz, B., Ercan, İ. & Kan, İ. (2005). Türkiye'deki özürli grupların yapısının uyum analizi ile incelenmesi. VIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi (Kongre Kitabı). Bursa. 20-22 Eylül.
- Çolak, M. & Sümbüloğlu, V. (2005). Diagnostik tanı testlerinin gold standart test olmadan gizli sınıf (latent class) analizi ile değerlendirilmesi. VIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi (Kongre Kitabı). Bursa. 20-22 Eylül.
- Demir, A., Akyurt, D., Ergün, B., Haytural, C., Yiğit, T., Taşoğlu, İ. vd. (2010). Kalp cerrahisi geçirecek olgularda anksiyete sağaltımı. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*, 18(3), 177-82.
- Devabakan, N. & Aksaraylı, M. (2003). Sağlık işletmelerinde algılanan hizmet kalitesinin ölçümünde servikal skorların kullanımı ve Özel Altınordu Hastanesi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 38-54.
- Doğan, N., Küspeci, Ö. & Doğan, İ. (2011). Parkinson hastalarında epworth uyukuluk skalası verilerinin Ridit analizi ile değerlendirilmesi, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi (Kongre Kitabı). Ankara. 12-14 Eylül.
- Efran, G., Oran, M., Mete, R., Güneş, H., Yanık, M.E., Albayrak, H. vd. (2015). Helicobacter pylori pozitif alopesi areata ve vitiligo hastalarında Cag-A ilişkisi. *Abant Medical Journal*, 4(4), 366-370.
- Eken, V., Batioğlu, F., Özmert, E. & Duman, R. (2009). Retina ven tıkanıklığına bağlı makula ödeminin tedavisinde intravitreal bevacizumab (Avastin®) enjeksiyonunun etkinliği. *Ret-Vit*, 17, 171-175.
- Elmalı, F. (2005). Parametrik olmayan istatistiksel testlerde asimptotik monte carlo ve exact yöntemlerin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Ertem Vehit, H. & Eral, G. (2014). Nitel verilerin değerlendirilmesinde uygulanan istatistiksel yöntemler. *Çocuk Dergisi*, 14(2), 60-61.
- Kayri, M. (2009). Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 51-64.
- Kılıç, S. (2014). Etki Büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*, 4(1):44-46.
- Konca, K., İdrisoğlu, Ş. & Kanık, A. (2000). Böcek venom allerjisi: in vitro. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 1(1):36-43.
- Köklü, N., Büyükoztürk, Ş. & Çokluk-Bökeoğlu, Ö. (2007). Sosyal bilimler için istatistik. 2. Baskı. Pegem A Yayıncılık.
- Köse, S.K. (2005). Neden biyoistatistiksel yöntemler gereklidir?. Türk Toraks Derneği, http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/mse-ppt-pdf/Kenan_Kose.pdf. Erişim Tarihi: 09.05.2017.
- Kul, S. (2014a). Uygun istatistiksel test seçim kılavuzu. *Plevra Bülteni*, 8:26-29.
- Kul, S. (2014b). İstatistik sonuçlarının yorumu: p değeri ve güven aralığı nedir?. *Plevra Bülteni*, 8, 11-13.
- Kurt, M. & Temelli, A. (2011). Üreme sistemleri konusunda uygulanan çoklu zeka kuramının öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 73-84.
- Küçükakkaş, O., Öz, B., & Koçyiğit, H. (2017). Ağrılı topuk dikenli olan hastalarda radial ekstrakorporeal şok dalgası tedavisinin farklı dozlarının etkinliği. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 63(1).
- Öğüş, E. (2017). To be together medicine and biostatistics in history: review. *Türkiye Klinikleri J Biostat*, 9(1), 74-83.
- Razali, N. M. & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (2009). Introduction to biostatistics. 2. Edition. Dover Publication.
- Suner, A. & Ersoy, E. (2017). Dış hekimliği öğrencilerinin biyoistatistik dersine yönelik tutumları ve başarı durumlarının incelenmesi. *Ege Tıp Dergisi*, 56(1), 17-23.
- Sümbüloğlu, K. & Sümbüloğlu, V. (2007). Biyoistatistik. 12. Baskı. Hatiboğlu Yayınevi.
- Şahin, H. & Erdem, Y. (2017). Hemşirelik Öğrencilerinin Yaşlılara Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1), 219-232.
- Taşdelen, B. & Kanık, E.A. (2009). Sağlık araştırmalarında biyoistatistiksel yöntemlerin doğru kullanımı ve sunumu. Mersin Univ. Sağlık Bilim Derg. 2(1), 1-13.
- Temel, Z.F., Kurtulmuş, Z. & Kaynak, K.B. (2016). Bilişsel gelişim eğitim programının 5-6 yaş çocuklarının dikkat algı ve bellek gelişimlerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 25-49.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). Acil sağlık hizmetleri: İstatistiksel işlemler I, 462100007. Ankara.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2012). Sağlık hizmetleri sekreterliği: İstatistik testler, 462100009. Ankara.
- Uçar, M.K., Bozkurt, M.R. & Bilgin, C. (2017). Statistical analysis of heart rate variability during abnormal respiratory events in obstructive sleep apnea patients. In: Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4.
- Ünalın, D., Soyuer, F. & Elmalı, F. (2012). Geriatri merkezi çalışanlarında yaşlı tutumunun değerlendirilmesi. *Kafkas Tıp Bilimleri Dergisi*, 2(3), 115-120.
- Ünlü, M. (2011). Örgüt sağlığı algısının çalışma yaşamı kalitesi üzerine etkisi: İzmir ili Gaziemir ilçesindeki ortaöğretim kurumları uygulaması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Van Belle, G., Fisher, L.D., Heagerty, P.J. & Lumbey, T. (2004). Biostatistics: a methodology for the health sciences. 2. Edition. John Wiley&Sons.
- Yılmaz, E.Ş. (2013). Tıbbi araştırmalarda biyoistatistik tabanlı hatalar ve sonuç doğruluğu üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.