

SU ÜRÜNLERİNDE ÇOĞUNLUKLA UYGULANAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA (POST-HOC) TESTLERİ**Sedat Gündoğdu***

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Adana

Received: 21.01.2014 / Accepted: 11.02.2014 / Published online: 27.08.2014

Öz:

Varyans analizi sonrası uygulanan post-hoc test çeşidinin seçimi oldukça önemlidir. Varyans homojenliği, grup sayısı, gruplarda kontrol grubunun olup olmaması ve grupların örnek genişliği bu seçimi etkileyen önemli faktörlerdir. Bu sebeple özellikle su ürünleri alanında çalışan araştırmacıların verilerini analiz ederken bu faktörleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bu çalışma ile çoklu karşılaştırma testlerinin yaygın olarak kullanılanları ve bunların hangi durumda uygulanabilecekleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Karşılaştırma, Post-Hoc, Su Ürünleri, ANOVA

Abstract:**The Usage of Common Multiple Comparison Tests (Post-Hoc) in Fisheries Sciences**

In this study, we examined the focus of using the multiple comparison tests (post-hoc) to the field of fisheries. After ANOVA, selection of post-hoc tests is too important. Whether variance and group sizes are equal or not between groups in experiments may have an effect on selection of post-hoc tests. Moreover, presence of control group and number of groups also affect this selection. In this study, we summarized most common post-hoc tests and their usage as a practical guide.

Keywords: Multiple Comparison, Post-Hoc, Fisheries, ANOVA

* Correspondence to: Sedat GÜNDOĞDU, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Adana - TÜRKİYE

Tel: (+90 322) 338 60 84/2961-157 Fax: (+90 322) 338 64 39

E-mail: sgundogdu@cu.edu.tr

Giriş

İstatistik bilim dalı diğer tüm bilim dallarıyla ortaklaşa kullanılan yegâne bilim dallarından biridir. Gelişim sürecinde ortaya konulan yeni teoriler, testler ve daha birçok analiz yöntemi, uygulamalı bilimlerde ortaya çıkan ihtiyaçlara cevap verme amacıyla oluşmuştur. Özellikle biyolojik bilimlerde, balıkçılıkta, hayvan ıslahında ve hayvan yetiştiriciliğinde birçok istatistiksel teori ve analiz yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu testlerden en önemlileri iki gurubun mukayesesi, regresyon analizi, varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testleridir. Bu testler yardımıyla, canlı bireyden alınacak verimin maksimizasyonu, en iyi sonucu veren yem kombinasyonunun geliştirilmesi, en uygun yetiştiricilik şartlarının belirlenmesi ve bu gibi daha birçok durum çözümlenebilmektedir. Ancak ülkemizdeki en temel problemlerden biri olan disiplinler arası kopukluk, bu testlerin uygulanması esnasında görmezden gelinen ya da bilgi eksikliğinden kaynaklı olarak fark edilemeyen birçok sorunun varlığını da ortaya koymaktadır. Bu sorunların başında; İkiiden fazla grubun karşılaştırılması gerektiği durumlarda uygulanan çoklu karşılaştırma testlerinin belirlenmesi gelmektedir. Elde mevcut olan verinin gösterdiği özelliğe göre en uygun çoklu karşılaştırma testinin belirlenmesi oldukça önem arz etmektedir (Dunnet, 1970; Ramig, 1983; Kayri, 2009).

İkiiden fazla grubun karşılaştırılmasında kullanılan en bilinen yöntem varyans analizi (ANOVA)'dir. ANOVA, genel bir ifadeyle gruplar arasında bir fark olup olmadığını ve fark varsa bu farkın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığını belirlemeye çalışır. Eğer ki ANOVA sonucu fark ortaya çıkmışsa bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testleri uygulanır. Ancak ANOVA'ın uygulanabilmesi için varyansların homojenliği, verilerin normal dağıldığı ve varyansların toplanabilirliği gibi varsayımların geçerli olması gerekmektedir. Özellikle su ürünleri alanında yapılan çalışmaların en temel problemi ise varyansların homojenliğidir. Varyansların homojenliği aynı zamanda varyans analizi ve gerçekleştirilecek çoklu karşılaştırma testinin belirlenmesinde de

önem arz etmektedir (Winter, 1971; Ferguson, 1981).

Bu çalışma ile su ürünlerinde uygulanan çoklu karşılaştırma testleri incelenerek hangi çoklu karşılaştırma testinin hangi durumda uygulanabileceği irdelenmiştir. Böylelikle araştırmacıların verilerini analiz ederken, sahip oldukları veriye en uygun çoklu karşılaştırma testini belirlemelerine de yardımcı olmaya çalışılmıştır.

ANOVA, normal dağılım gösteren ikiden fazla örneğin ortalamasının, aynı ortalamaya sahip populasyondan gelip gelmediğini ortak varyansa dayanarak test eder (Özdamar, 2003). Bu analizin yapılabilmesi için öncelikle verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Eğer ki veriler normal dağılmıyorsa Tablo 1'de gösterilen transformasyonlardan uygun olanı kullanılarak veriler normalize edilebilir.

Veriler Tablo 1'de belirtilen transformasyon işlemleri yardımıyla normalize edildikten sonra varyansların homojen olup olmadığına bakılır. Varyans analiziyle hesaplanan grup içi varyans, (hata varyansı) toplanabilir varyans olarak adlandırılır ki bu da her bir varyansın sahip olduğu varyansın tartılı ortalamasıdır. Bu varyansın hesaplanabilmesi için, her bir grubun sahip olduğu varyansların homojen dağılımlı olması gerekliliği vardır. Diğer bir ifadeyle grup varyansları farkının tesadüfi kabul edilebilecek kadar küçük olması gerekmektedir. Bunun tespiti için yaygın olarak; Levene Varyans Homojenliği Testi, Cochran Testi, Bartlet Testi, Neyman-Pearson Testi ve Bartlett 2 Testleri kullanılmaktadır (Efe ve ark., 2000; Clever ve Scarisbrick, 2001; Özdamar, 2003, Mendeş, 2003). Yaygın olarak kullanılan SPSS, Minitab vb. birçok paket programı yardımıyla varyans homojenliği testleri kolaylıkla uygulanabilir. İlgili testler sonucu varyansların homojen dağıldığı tespit edilirse, çoklu karşılaştırma testlerinden homojenlik varsayımı sağlandığında uygulanabilen testler, varyansların homojen dağılmadığı tespit edilirse, homojenlik varsayımı sağlanmadığında uygulanabilecek testlerin kullanılması gerekmektedir.

Tablo 1. Normal dağılış göstermeyen verilere uygulanacak transformasyonlar.**Table 1.** Some normalization transformation for non-normal data.

Transformasyon	Veri tipi
Karekök	Poisson dağılıma sahip veriler ve sayımla elde edilmiş veriler
Açısal	Yüzde değerleri içeren veriler
Tersini alma	Zamana bağlı dalgalanma gösteren veriler
Logaritma	İçerisinde sıfır ve negatif değer barındırmayan büyük değerli veriler
Kare alma	Sola çarpık, x ile y arasında düşey eğriven grafiksel ilişki olan ve y arttıkça varyansın azaldığı veriler
Lojistik	Oran ifade eden veriler

Çoklu Karşılaştırma Testleri

Çoklu karşılaştırma testleri sadece varyans homojenliğine bağlı olarak değişmemektedir. Aynı zamanda grup sayısı ve verinin özelliğine göre de değişmektedir. Ancak genel itibariyle çoklu karşılaştırma testleri varyansın homojen olarak dağıldığında ve dağılmadığında uygulanan testler olarak iki grupta incelenmektedir. Tüm bunlardan önce bazı kavramların bilinmesinde fayda vardır;

H₀ Hipotezi: Öyle olması arzu edilen ve test edilmesi gereken hipotezdir. Su ürünleri çalışmaları için; “Yemler canlı ağırlıklara farklı etki yapmamıştır”, “Cinsiyetler arası boylar bakımından ağırlık yoktur”, “Bölgeler arasında plankton çeşitliliği farklı değildir” vb. örnekler verilebilir.

H₁ Hipotezi: Kurulan H₀ hipotezinin alternatifi veya karşıtı olan hipotezdir.

I. Tip Hata: H₀ Hipotezi'nin gerçekte doğru olduğu halde reddedilmesi durumunda ortaya çıkan hatadır. Bu hatanın olma olasılığı önem seviyesi (α) olarak adlandırılır. Su ürünleri çalışmaları için bu hatanın olma olasılığı %5 veya %1 olarak alınır.

II. Tip Hata: H₁ Hipotezi'nin gerçekte doğru olduğu halde reddedilmesi durumunda ortaya çıkan hatadır.

Homojen Varyanslılıkta Kullanılan Testler

Genel olarak araştırmacılar, sahip oldukları veriye ait varyansların homojen olması durumunda LSD, Duncan, Tukey, Scheffe, SNK ve Dunnett gibi testlerden birini kullanabilir (Efe ve ark., 2000; Kayri, 2009).

LSD (Least Significant Difference) Testi

Karşılaştırılan grup sayısı 3 ve daha az olduğunda ve tekerrürler eşit olduğunda uygulanan karşılaştırma testidir. Ayrıca Clever ve Scarisbrick, (2001) gruplardan biri kontrol grubu ise LSD testinin kullanılmasını önermektedir. Efe ve ark., (2000)'e göre LSD testi I. Tip hatanın ortaya çıkması ihtimaline karşı zayıf bir özellik göstermektedir. Bu sebeple grup sayısı arttıkça bu tip hata da artmaktadır. Mason ve ark., (2003) LSD testinin en önemli dezavantajının 3'ten fazla grubun olduğu karşılaştırmalarda arzu edilenden daha yüksek bir I. Tip hata miktarı meydana getirmesi olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle balık besleme çalışmalarında uygulanan ve yem içeriğinin balık vücudundaki çeşitli fizyolojik parametreler üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda I. Tip hata'yı yapma olasılığı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Çünkü bu sayede farklı etki göstermeyen yem içeriklerinin ticari olarak kullanımı konusunda karar verilirken hata yapma olasılığı düşürülmüş olacaktır. Örneğin farklı olmayan iki yem türünün hatalı bir karşılaştırma testi sonrası farklı bulunması, verilecek kararın da hatalı olmasına neden olacaktır.

Duncan Testi

Su ürünleri alanında en yaygın kullanılan testlerden biridir. Yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedeni küçük farkları bile önemli bulabilmesidir (Efe ve ark. 2000, Clever ve Scarisbrick 2001). Özellikle farklı balık yemleriyle beslenmiş örnek grupları arasında fark çıkmasını isteyen araştırmacılar bu yöntemle sıklıkla başvururlar. Ancak bu durum I. Tip hata yapma olasılığını da arttırmaktadır. Clever ve Scarisbrick, (2001) bu testin geçmişteki kadar popüler olarak kullanılmadığını, çünkü birçok istatistikçinin bu testin

verdiği sonuçlarla ilgili şüpheleri olduğunu bildirmektedir. Aynı yazar bu şüphelerin kaynağını, yapılan karşılaştırmalarda doğru olmayan kararlar verme olasılığının yüksek olmasına bağlamaktadır. Bunun en bilinen örneği ise iki grup arasındaki en küçük farklılığın bile önemli olarak bulunabilmesi hatasıdır.

Tukey Testi

Ortalamaların karşılaştırılmasından kaynaklı olan hataların sabit olduğu yani I. Tip hatanın sabit olduğu durumlarda deneme hatasını kontrol eden ve her gruptaki gözlem sayısının eşit olduğu durumlarda kullanılan testlerden biridir. Bu test denemedeki grup sayısı arttıkça meydana gelen deneme hatasının artışı kontrol edebilmektedir (Hayran ve Özdemir, 1996; Clever ve Scarisbrick, 2001; Mason ve ark., 2003). Mason ve ark., (2003) kontrol edilen bu deneme hatasının gözlem sayıları eşit olmadığında bile gerçek değere en yakın değerde olduğunu bildirmektedir. Çalışma prensibi LSD Testi ile benzerdir. Tek farkı ise kullandığı kritik cetvel değerinin t dağılımından gelmemesidir. Ortalamalar arasındaki en küçük farklılıkları bile ortaya koyması açısından su ürünleri de dâhil olmak üzere birçok alanda yaygınca kullanılmaktadır. Duncan testinden farklı olarak II. Tip hata yapma yani H_0 hipotezinin reddedilmesi gerekirken kabul edilmesi durumunda ortaya çıkan hatayı yapma olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

Scheffe Testi

Tukey, Duncan ve LSD testlerinden farklı olarak sadece iki grubu kıyaslamasının yanında grup kombinasyonlarını da karşılaştırma imkânı vermektedir. Bu test, grupların mümkün olan tüm kombinasyonlarının karşılaştırılmasına imkan vermekle birlikte bu durumda oluşabilecek I. Tip hatayı da kontrol altına almaktadır (Myers ve Well, 2003; Kayri, 2009). Ayrıca gruptaki gözlemlerin sayısının eşit olması gibi bir varsayım da söz konusu değildir. Özellikle canlı organizmaların denemeler yardımıyla incelendiği alanlardan biri olan su ürünleri alanında, deneme esnasında çeşitli çevresel nedenlerden kaynaklı olarak denemede meydana gelen aksaklıkların en önemlisi canlıların ölmesidir. Bu durumdan gözlem sayıla-

rı etkilenmekte olup eşit gözlem sayısı varsayımı ortadan kalkmaktadır. Bu tür durumlarda uygulanabilecek metotlardan biri de bu testtir. Ayrıca gruplar arasında oluşturulabilecek tüm mümkün kombinasyonların karşılaştırılmasını da mümkün kıldığı için Scheffe testi yine uygun bir test yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Scheffe testinin diğer bir avantajı ise varyasyon kaynaklarının meydana getirdiği hatayı stabilize edebilmesidir (Myers ve Well, 2003).

SNK Testi

Birbirine benzer özellikler gösteren ve komşu olan gruplar arasındaki farkların bulunmasının Tukey testine göre kolay olmasının yanında diğer durumlarda Tukey testi ile benzer sonuçlar veren bir testtir (Hayran ve Özdemir, 1996). Genel itibariyle hem LSD hem de Tukey testi ile ortak yönlere sahiptir. Örneğin büyük ortalamalı bir grup ile küçük ortalamalı bir grubun kıyaslanmasında Tukey testi ile aynı sonucu verirken, benzer ortalamaya sahip grupların karşılaştırılmasında LSD testi ile benzer sonuçlar verebilmektedir (Clever ve Scarisbrick, 2001). Hem büyük hem de küçük ortalamalara ve hem de benzer ortalamalara sahip grupların olduğu denemelerin analizinde Tukey ve LSD testlerinin verdiği sonuçları birlikte vermesi itibariyle tercih edilen bir testtir.

Dunnnett Testi

Bu test metodu da LSD testi gibi, kontrol grubu içeren denemelerin analizinde kullanılan bir test metodudur (Hayran ve Özdemir, 1996). Meyrs ve Well, (2003) bu testin kontrol grubu ile diğer grupların karşılaştırılması dışında kullanımının gereğinden fazla geniş bir güven aralığı ve etkinliğini yitirmiş sonuçlar vereceğini bildirmektedir. Bu test için de gruplardaki gözlem sayısının eşit olması varsayımı söz konusudur. LSD testinden farkı ise 3'ten fazla grubun bir kontrol grubuyla karşılaştırılmasında, LSD testinden ziyade daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

Varyansların eşit olması durumunda uygulanabilecek olan çoklu karşılaştırma testlerinin kullanımına ilişkin bilgi Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Homojen varyanslılıkta uygulanabilecek çoklu karşılaştırma testleri**Table 2.** Some post-hoc tests for data with homogenous variance

Test Türü	Örnek Sayısı Eşitliği Varsayımı	Kontrol Grubu	Grup Sayısı
LSD	Var	Var	3 ve daha az
Duncan	Yok	Yok	3 ve daha fazla
Tukey	Var	Yok	3 ve daha fazla
Scheffe	Yok	Yok	3 ve daha fazla
SNK	Var	Yok	3 ve daha fazla
Dunnet	Var	Var	3 ve daha fazla

Heterojen Varyanslılıkta Kullanılan Testler

Varyansların homojen olmadığı durumlarda Games-Howell, Tamhane's T2, Dunnett's T3 ve Dunnett's C testleri uygulanmalıdır.

Games-Howell Testi

Gruplardaki gözlem sayısının 6'dan küçük ve her bir grubun gözlem sayısının eşit olmadığı durumlarda uygulanması önerilen karşılaştırma testidir. Ayrıca grup sayısının 50'den az olduğu ve grupların varyans homojenliğinin zayıf olduğu durumlarda da kullanılan çoklu karşılaştırma yöntemidir (Meyers ve Well, 2003). Diğer çoklu karşılaştırma testlerine nazaran daha güçlü sonuçlar vermesi ve karşılaştırılan ortalamalar arasındaki farka ait dar güven aralığı oluşturması nedeniyle tercih edilen bir testtir (Meyers ve Well, 2003; Morgan ve ark., 2004).

Tamhane's T2 Testi

Varyansların eşit olmadığı durumlarda kullanılan bu karşılaştırma testi için gruplardaki gözlem sayısının eşit olması gibi bir varsayım mevcut değildir. Kısmen Games-Howell testi ile benzerlik gösterir ancak verdiği sonuçlar daha güçlüdür (Cramer ve Howitt, 2004).

Dunnett's T3 Testi

Varyansların homojen olmadığı durumlarda kullanılan bu test metodu, bir kontrol grubu ile diğer grupların karşılaştırılmasında kullanılan çoklu karşılaştırma testidir. Bu testin uygulanması için de gruplardaki gözlem sayısının eşit olması gibi bir varsayım söz konusu değildir. Tamhane's T2 testinin modifiye edilmiş bir versiyonu olan bu test karşılaştırılan grup sayısı artsa bile I. Tip hata olasılığının artışı göz önünde bulundurduğundan daha etkili sonuçlar vermektedir (Cramer ve Howitt, 2004). Grup içi hatadan tereddüt edildiğinde bu test daha güçlü sonuçlar vererek hatayı da gerçek değerine yakın olarak tahmin etmekte

bu da tahmin edilen güven aralıklarını daha isabetli hale getirmektedir (Myers ve Well, 2003).

Dunnett's C Testi

Dunnett's T3 testi ile benzer özelliklerde olan bir testtir.

Varyans analizi sonrası uygulanacak çoklu karşılaştırma testlerinden en uygun olanının seçilmesi, elde edilecek sonuçların da mümkün olan en doğru şekilde yapılmasının bir garantisidir (Efe ve ark., 2000; Kayri, 2009). Elde edilen verilerin gösterdiği özellik dikkate alınarak yapılacak varyans homojenliği testi, hangi çoklu karşılaştırma testinin uygulanacağını belirlemede en önemli faktördür. Çünkü varyans homojenliği tespit edilmeden doğrudan, eğer gruplar arası farklar, ANOVA tablosunda önemli bulunmuşsa, çoklu karşılaştırma testinin yapılması, elde edilen sonuçların hatalı olmasına neden olacaktır (Ramig, 1983). Yine bunun yanında gözlem sayılarının eşit olup olmaması veyahut karşılaştırılan gruplarda kontrol grubunun bulunup bulunmaması tercih edilecek çoklu karşılaştırma testini etkilemektedir. I. ve II. tip hata yapma olasılığını arttıran yanlış seçimler dolayısıyla elde edilen sonuçların da hatalı olmasına neden olacaktır.

Su ürünleri çalışmalarında yaygın olarak kullanılan çoklu karşılaştırma testi Tukey Testidir. Bunun yanında Duncan Testi, Scheffe Testi, Dunnett's T3 Testi ve LSD Testi'nin de yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Yapılan literatür taramasında, araştırmacıların, büyük çoğunlukla hangi çoklu karşılaştırma testini neden kullandığını belirtmekten çekinmiş oldukları tespit edilmiştir. Yine çalışmaların çoğunda varyans homojenliği testi veya normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığına değinilmemiştir. Su ürünleri açısından 3 farklı alan olarak tanımlanabilecek olan Temel Bilimler, Yetiştiricilik ve İşleme alanlarında yayın yapan dergilerde yapılan taramalarda,

hangi çoklu karşılaştırma testinin neden kullanıldığının belirtildiği çalışmalara bakıldığında, bu derlemede belirtilen hususlarla bir tutarlılığın olduğu görülmüştür. Rapp ve ark., (2012), sazan balıklarıyla ilgili yaptıkları çalışmada varyans homojenliği için Levene testini, çoklu karşılaştırma için de verilerin homojen varyanslı olmasından kaynaklı olarak, Dunnett's T3 Testi'ni kullanmışlardır. Fitzgibbon ve ark., (2013), istakozlarla ilgili yaptıkları çalışmada varyans homojenliğini tespit etmek için Levene Testini kullanmış, verilerini normalize etmek için de logaritmik transformasyon uygulamışlardır. Yine aynı çalışmada araştırmacılar Tukey Testini çoklu karşılaştırma testi olarak kullandıklarını bildirmişlerdir. Basic ve ark., (2013), Atlantik Salmonlarıyla ilgili yaptıkları bir çalışmada grupların gözlem sayılarının eşit olmaması nedeniyle Tukey Testini kullandıklarını bildirmişlerdir. Siikavuopio ve ark., (2012), deniz kesataneleri üzerine yaptıkları çalışmada, varyansların homojen dağılması nedeniyle çoklu karşılaştırma testi olarak Scheffe Testini kullandıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların dışında birçok farklı çalışmada da benzer nedenler gözetilerek çoklu karşılaştırma testlerinden hangisinde karar kılındığı belirtilmiştir.

Sonuç

Özellikle su ürünleri alanında yaygın olarak kullanılan çoklu karşılaştırma testlerinin uygulanmasında hangi kriterlere dikkat edildiğinin çoğunlukla belirtilmemiş olması, böyle bir çalışmanın gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Bu sayede özellikle balık besleme, populasyonların alan sal değişimi, bölgelere göre fiziksel ve kimyasal parametrelerin değişimi, herhangi bir etken madenin balığın et kalitesi üzerine olan etkisi ve benzeri çalışmalar için bir metodoloji önerilmiştir. Gerek izlenmesi gereken yol ve gerekse de hangi çoklu karşılaştırma testinin hangi durumda kullanılabileceğinin belirtilmesi, ileride yapılacak araştırmalar için de yol gösterici niteliktedir.

Sonuç olarak yapılacak çalışmalarda kullanılacak çoklu karşılaştırma testlerinin uygulanmasından önce varyans homojenliği, grup sayısı, kontrol grubunun varlığı ve gruplardaki gözlem sayısı gibi faktörler dikkate alınarak en uygun test istatistiğinin belirlenmesi sonuçların güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Araştırmacılar bahsi geçen yolu izledikleri sürece daha isabetli ve doğru sonuçlar elde edebileceklerdir.

Kaynaklar

- Basic, D., Kroghdahl, Å., Schjoldena, J., Winberg, S., Vindasc, M.A., Hillestadd, M., Mayera, I., Skjerve, E., Höglund E., (2013). Short-and long-term effects of dietary L-tryptophan supplementation on the neuroendocrine stress response in seawater-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture*, **388**: 8-13.
doi: [10.1016/j.aquaculture.2013.01.014](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.01.014)
- Clever, A.G., Scarisbrick, D.H., (2001). Practical statistics and experimental design for plant and crop science, Jon Wiley&Sons Ltd., U.K., ISBN:0471899089, pp. 182-217.
- Cramer, D., Howitt, D., (2004). The sage dictionary of statistics, Sage Publications, London, ISBN: 0761941371, pp. 54-168.
- Dunnett, C.W., (1970). Query: Multiple comparison tests, *Biometrika*, **26**(1): 139-141.
doi: [10.2307/2529050](https://doi.org/10.2307/2529050)
- Efe, E., Bek, Y., Şahin, M., (2000). SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler-II, K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No: 10, Kahramanmaraş, http://www.baskent.edu.tr/~matemel/courses/deney_tasarimi.pdf, pp. 25-62.
- Ferguson, G.A., (1981). Statistical analysis in psychology and education, McGraw Hill Book Company, NewYork, ISBN: 0070204829, p. 587.
- Fitzgibbon, Q.P., Jeffs, A.G., Battaglone, S.C., (2013). The Achilles heel for spiny lobsters: the energetics of the non-feeding post-larval stage, *Fish and Fisheries*, **15**(2): 312-326.
doi: [10.1111/faf.12018](https://doi.org/10.1111/faf.12018)
- Hayran, M., Özdemir, Ö., (1996). Bilgisayar, istatistik ve tıp, Hekimler Yayın Birliği, Ankara, p. 529.
- Kayri, M., (2009). Araştırmalarda gruplar arası farkın belirlenmesine yönelik çoklu karşılaştırma (post-hoc) teknikleri, *Journal of Social Science*, **19**(1): 51-64.
- Mendeş, M., (2003). Levene, Bartlett, Neyman-Pearson ve Bartlett 2 Testlerinin 1.Tip Hata olasılıkları bakımından karşılaştırılması, *Tarım Bilimleri Dergisi*, **9**(2): 143-146.

- Mason, R.L., Gunst, R.F., Hess, J.L., (2003). Statistical design and analysis of experiments with application to engineering and science, John Wiley&Sons Publication, ISBN: 978-0-471-37216-5, pp. 200-214.
- Morgan A.G., Leech, N.L., Gloeckner, G.W., Barrett, K.C., (2004). Spss for introductory statistics. Use and interpretation, Secon ed., Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, ISBN: 0805847898, pp. 164-185.
- Myers, J.L., Well, A.D., (2003). Research design and statistical analysis, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, ISBN: 0805840370 pp. 251-257.
- Özdamar, K., (2003). SPSS ile bioistatistik, Kaan Kitapevi, Eskişehir, ISBN: 9756787074, pp. 341-366.
- Ramig, P.R., (1983). Applications of the analysis of means, *Journal of Quality Technology*, **15**(1): 19-25.
- Rapp, T., Hallermann, J., Cooke, S.J., Hetz, S.K., Wuertz, S., Arlinghaus, R. (2012). Physiological and behavioural consequences of capture and retention in carp sacks on common carp (*Cyprinus carpio* L.), with implications for catch-and-release recreational fishing, *Fisheries Research*, **125**: 57-68.
doi: [10.1016/j.fishres.2012.01.025](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.01.025)
- Siikavuopio, S.I., James, P., Lysne, H., Sæther, B.S., Samuelsen, T.A., Mortensen, A., (2012). Effects of size and temperature on growth and feed conversion of juvenile green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), *Aquaculture*, **354**: 27-30.
doi: [10.1016/j.aquaculture.2012.04.036](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.036)
- Winter, B.J., (1971). Statistical principles in experimental design, McGraw Hill Book Company, New York, ISBN: 0070709815, pp.14-47.