Hayvansal Üretim 44(2): 91-98 (2003)

Bağımlı İki veya Daha Fazla Korelasyon Katsayısının Karşılaştırılmasında Kullanılan Test Yöntemleri

Mehmet Mendeş, Ali Karabayır

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Çanakkale

Özet: Aynı örnekten hesaplanan korelasyon katsayıları bağımlı korelasyonlar olarak adlandırılır. Genel olarak korelasyon katsayılarının karşılaştırılmasında Fisher Z yaklaşımı kullanılır. Ancak, bu yaklaşımın kullanılabilmesi için korelasyonların ayrı (bağımsız) örneklerden hesaplanması gerekir. Aynı örnekten hesaplanan korelasyon katsayılarının karşılaştırılması amacıyla değişik testler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, söz konusu testlerden Hotelling (1940) t testi, Williams (1970) Modifiye edilmiş t testi, Olkin (1967) z testi, Meng, Rosenthal ve Rubin (1992) z testi, Dunn ve Clark (1969) z testi ve Steiger (1980) z testi, 21 adet Siyah Alaca ineğine ait 10 özellik arasındaki korelasyon katsayılarından yararlanılarak tanıtılmıştır.

Anahtar sözcükler: Korelasyon katsayısı, bağımlı korelasyon, Fisher Z testi, hipotez testi, Hotelling testi

Test Methods for Comparing Two or More Dependent Correlations

Abstract: When two or more correlation coefficients are calculated from a simple sample they are regarded as dependent. Traditionally, Fisher's Z transformation of the correlation coefficient r is used to test differences between two correlation. However, it is not true. Because correlation's estimated from a single set of observational units are dependent. For comparison of two or more dependent correlations, authors developed several different tests. In this study, we introduced Hottelling's (1940) t test, Williams' (1970) modified t test, Olkin's (1967) z test, Meng, Rosenthal, and Rubin (1992) z test, Dunn and Clark's (1969) z test, Steiger (1980) z test. We used correlations between 10 characterictis of 21 Holstein-Fresian cows.

Key words: Correlation coefficient, dependent correlation, Fisher's Z test, hypothesis testing, Hotelling's test

Giriş

Bilindiği üzere bir çok deneme ya da araştırma, aynı deney ünitelerinin tespit edilen özellikleri arasındaki ilişkilerin (korelasyon ya da regresyon) araştırılmasına yöneliktir (Zeller, 1974, Dunn ve Clark, 1971; Olkin ve Fin, 1990). Mesela 21 adet Siyah Alaca ineğinin laktasyon süt verimi (Y), cidago yüksekliği (X1), ön sağrı genişliği (X2), orta sağrı genişliği (X3), arka sağrı genişliği (X4), sağrı yüksekliği (X5), kürekler arası göğüs genişliği (X6), but çevresi (X7), vücut uzunluğu (X8) ve göğüs derinliği (X9) olmak üzere 10 özelliği arasındaki korelasyonların araştırıldığını varsayalım. Uygulamada, önce bu 10 özellik arasındaki basit (Pearson) korelasyonlar hesaplanır (r) sonra da bunlardan hangilerinin istatistik olarak önemli olduklarını belirlemek için H_0: $\rho=0$ hipotezi test edilir. Ancak, özellikler arasındaki korelasyon katsayılarının bu şekilde test edilmesi, sadece söz konusu korelasyon katsayılarının sıfırdan farklı olup olmadığı ile ilgili bilgi verir (Neill ve Dunn, 1975; Meng ve ark., 1992; Sickle, 2003) . Yapılan hipotez kontrolleri sonucunda, istatistik olarak önemli bulunan korelasyonlar, ilgili iki değişken arasındaki doğrusal ilişkilerin önemli olduğunu gösterir. Mesela, r_{yx1} ve r_{yx2} korelasyon katsayıları bakımından yapılan hipotez kontrolleri sonucunda her iki korelasyon katsayısının da önemli bulunması, hem X1 ve hem de X2 değişkeninin Y ile olan doğrusal ilişkisinin önemli olduğu anlamına gelir. Ancak, bu hipotez kontrolleri sonucunda hangi değişkenin Y ile olan doğrusal ilişkisinin daha yüksek (güçlü) olduğu hakkında bir bilgi vermez. Halbuki, pek çok durumda araştırıcının merak ettiği konu, bu iki değişkenden (X1 ve X2) hangisinin Y ile olan doğrusal ilişkisinin daha güçlü olduğunun belirlenmesine yöneliktir (May ve Hittner, 1997). Araştırıcı bu merakını, iki korelasyon katsayısı arasındaki farkın önemli olup olmadığını test etmekle giderebilir. Yani, araştırıcı bu merakını H_0: $r_{yx1} - r_{yx2} = 0$ hipotezini test etmek suretiyle giderebilir. Yapılan hipotez kontrolü sonucunda eğer H_0 hipotezi kabul ediliyorsa bunun anlamı her iki değişkenin de (X1 ve X2), Y ile olan doğrusal ilişkisinin aynı seviyede olduğu, reddedilmesi durumunda ise değişkenlerden birisinin (mesela X1 ya da X2'nin) Y ile olan doğrusal ilişkisinin diğer değişkenin Y ile olan doğrusal ilişkisinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşır. Bilindiği üzere iki korelasyon farkının sıfır olup olmamasının ya da eşit olup olmamasının test edilmesinde genel olarak Fisherin *Z* transformasyonu kullanılmaktadır (Dunn ve Clarck 1969; Havlicek ve Peterson, 1977; Edgell, 1987; Silver ve Dunlap, 1987). Ancak, aynı örnekten hesaplanan korelasyon katsayıları bağımlı olduklarından korelasyonlar arasındaki farkın ya da iki korelasyon katsayısının eşitliğinin bu şekilde test edilmesi doğru değildir (May ve Hittner, 1997; Hittner ve ark., 2003; Sickle, 2003). Çünkü, bu testin kullanılabilmesi için korelasyonların bağımsız iki örnekten hesaplanması gerekir (Williams, 1959; Sokal ve Rohlf, 1995; Zar, 1999). Diğer yandan Y ile X1 ve X2 arasındaki korelasyonların hesaplanmasında (r_{yx1} ve r_{yx2}) ortak bir değişken (Y) vardır. Bunun da dikkate alınması gerekir (Sickle, 2003). Bilindiği üzere çoklu korelasyon katsayısının hesaplanmasında ortak değişkenin etkisi, bu değişkenin diğer iki değişken üzerindeki etkilerinin giderilmesi ile elde edilen kısmi korelasyon katsayılarının hesaplanması sonucu giderilmektedir. Dolayısıyla iki yada daha fazla bağımlı korelasyon katsayısı arasındaki farkın irdelenmesinde söz konusu ortak değişkenin etkisinin de dikkate alınması gerekir.

Aynı örnekten hesaplanan iki ya da daha fazla korelasyon katsayısı arasındaki farkın önem testinin yapılması amacıyla geliştirilen değişik testler mevcuttur. Hotelling (1940) t testi, Williams (1970) modifiye edilmiş t testi, Olkin (1967) z testi, Meng, Rosenthal, ve Rubin (1992) z testi, Dunn ve Clark (1969) z testi, Steiger (1980) z testi gibi testleri bunlara örnek olarak verilebilir. Dolayısıyla bağımlı korelasyon katsayılarının karşılaştırılmasında bu testlerden yararlanılmalıdır. Ancak, bu testlerin kullanımları örnek hacmine bağlı olarak değişmektedir. Uygulamada daha ziyade küçük hacimli örneklerle çalışıldığı dikkate alındığında söz konusu testlerden özellikle Williams (1970) modifiye edilmiş t testi, Dunn ve Clark (1969) z testi ve Steiger (1980) z testinden herhangi birisinin kullanılması daha uygun olur (Steiger, 1980).

Bu çalışmanın amacı, aynı örnekten hesaplanan iki ve daha fazla bağımlı korelasyonun eşitliğinin test edilmesinde kullanılan testlerden 6 tanesinin tanıtılması ve bu testlerin nasıl kullanılabileceklerinin açıklanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, 21 adet Siyah-Alaca ırkı ineğin 10 özelliği arasındaki korelasyon katsayılarından yararlanılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmanın materyalini, bağımlı iki ve daha fazla korelasyon katsayısının karşılaştırılmasında kullanılan testlerden 6 tanesinin tanıtılması amacıyla, 21 adet Siyah-Alaca ineğine ait laktasyon süt verimi (Y), cidago yüksekliği (X1), ön sağrı genişliği (X2), orta sağrı genişliği (X3), arka sağrı genişliği (X4), sağrı yüksekliği (X5), kürekler arası göğüs genişliği (X6), but çevresi (X7), vücut uzunluğu (X8) ve göğüs derinliği (X9) olmak üzere 10 özelliği arasındaki korelasyon katsayıları oluşturmuştur.

Çalışmada Ele Alınan İstatistik Testler

Fisher Z testi

$$Z_{r1} = 0.5\mathrm{Ln}\left[(1+r_1)/(1-r_1)\right] \qquad [1]$$

$$Z_{r2} = 0.5\mathrm{Ln}\left[(1+r_2)/(1-r_2)\right] \qquad [2]$$

$$Z = \frac{(r_1^{'} - r_2^{'})}{\sqrt{\left[(1/(n_1-3) + 1/(n_2-3)\right]}} \qquad [3]$$

Buradaki r_1, 1.örnekten hesaplanan korelasyon katsayısını, r_2, 1.örnekten hesaplanan korelasyon katsayısını, n_1 ve n_2 ise 1.ve 2.örnek hacimlerini göstermektedir.

Hotelling (1940) t testi

$$t = \frac{(r_{yx1} - r_{yx2})\sqrt{(N-3)(1+r_{x1x2})}}{\sqrt{2(1+2r_{yx1}r_{yx2}r_{x1x2} - r_{yx1}^2 - r_{yx2}^2 - r_{x1x2}^2}} \qquad [4]$$

Bu şekilde hesaplanan test istatistiği N-3 serbestlik dereceli t-dağılımı gösterir.

Burada,

r_{yx1}, Y ile X1 arasındaki Pearson korelasyon katsayısı,

r_{yx2}, Y ile X2 arasındaki Pearson korelasyon katsayısı ve

r_{x1x2} ise X1 ile X2 arasındaki Pearson korelasyon katsayısıdır.

Williams modifiye edilmiş (1970) t testi

$$t = \frac{(r_{yx1} - r_{yx2})\sqrt{(N-3)(1+r_{x1x2})}}{\sqrt{2|R| + \frac{(r_{yx1} - r_{yx2})^2 (1-r_{x1x2})^3}{4(N-1)}}} \quad [5]$$

Burada,

$$|R| = (1 - r_{yx1}^2 - r_{yx2}^2 - r_{x1x2}^2 + (2r_{yx1} r_{yx2} r_{x1x2})) \quad [6]$$

Bu şekilde hesaplanan test istatistiği N-3 serbestlik dereceli t-dağılımı gösterir.

Olkin (1967) z testi

$$Z = \frac{\sqrt{N}(r_{yx1} - r_{yx2})}{\sqrt{(1-r_{yx1}^2)^2 + (1-r_{yx2}^2)^2 - 2r_{x1x2}^3 - (2r_{x1x2} - r_{yx1} r_{yx2})(1-r_{yx1}^2 - 1 - r_{yx2}^2 - 1 - r_{x1x2}^2)}}$$

Hesapla bulunan Z değeri 1.96 dan büyük ya da -1.96 dan küçük ise H_0 hipotezi $\alpha=0.05$ yanılma olasılığı ile reddedilir.

Meng, Rosenthal, and Rubin's (1992) z testi

$$Z = (zr_{yx1} - zr_{yx2})\sqrt{\frac{N-3}{2(1-r_{x1x2})h}} \quad [7]$$

Burada,

$$zr_{yx1} = 0.5(Ln((1+r_{yx1})/(1-r_{yx1}))) \quad [8]$$

$$zr_{yx2} = 0.5(Ln((1+r_{yx2})/(1-r_{yx2}))) \quad [9]$$

$$h = \frac{1 - f\bar{r}}{1 - \bar{r}^2} \quad [10]$$

$$\bar{r} = (r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2)/2 \quad [11]$$

$f = \frac{1 - r_{x1x2}}{2(1-\bar{r}^2)}$ Bu şekilde hesaplanan f değerinin $f \le 1$ şartını sağlaması gerekir.[12]

Hesapla bulunan Z değeri 1.96 dan büyük ya da -1.96 dan küçük ise H_0 hipotezi $\alpha=0.05$ yanılma olasılığı ile reddedilir.

Dunn ve Clark (1969) z testi

$$z = \sqrt{N-3}(z_{yx1} - z_{yx2})(2 - 2Cov_{yx1x2})^{-\frac{1}{2}} \quad [13]$$

Burada,

$$Cov_{yx1x2} = \frac{r_{x1x2}(1 - r_{yx1}^2 - r_{yx2}^2) - 0.5(r_{yx1} r_{yx2})(1 - r_{yx1}^2 - r_{yx2}^2 - r_{x1x2}^2)}{(1 - r_{yx1}^2)(1 - r_{yx2}^2)} \quad [14]$$

Hesapla bulunan Z değeri 1.96 dan büyük ya da -1.96 dan küçük ise H_0 hipotezi α=0.05 yanılma olasılığı ile reddedilir.

Steiger (1980) z testi

$$z = \sqrt{N-3}(z_{yx1} - z_{yx2})(2 - 2C\overline{ov}_{yx1x2})^{-\frac{1}{2}} \quad [15]$$

Burada,

$$C\overline{ov}_{yx1x2} = \frac{r_{x1x2}(1 - \bar{r}^2 - \bar{r}^2) - 0.5(\bar{r}^2 \lfloor 1 - \bar{r}^2 - \bar{r}^2 - r_{x1x2}^2 \rfloor)}{(1 - \bar{r}^2)^2} \quad [16]$$

$$\bar{r} = (r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2)/2 \quad [17]$$

Hesapla bulunan Z değeri 1.96 dan büyük ya da -1.96 dan küçük ise H_0 hipotezi α=0.05 yanılma olasılığı ile reddedilir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışmada dikkate alınan özellikler arasındaki korelasyon katsayılarına ilişkin korelasyon matrisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Tespit edilen özellikler ile laktasyon süt verimi (Y) arasındaki korelasyonlar araştırılmak istendiğinde, laktasyon süt verimi (Y) ile sadece arka sağrı genişliği (X4) r_{yx4}=0.496 ve vücut uzunluğu (X8) arasındaki korelasyon katsayısının r_{yx8}=0.420 istatistik olarak önemli (P<0.05) olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Dolayısıyla sadece arka sağrı genişliği ve vücut uzunluğu değişkenlerinin laktasyon süt verimi ile olan doğrusal ilişkilerinin önemli olduğu sonucuna varmak mümkündür. Ancak, bu korelasyon katsayılarının sayısal büyüklükleri, bu iki değişkenden (X4 ve X8) hangisinin laktasyon süt verimi (Y) ile olan doğrusal ilişkisinin daha yüksek olduğu hakkında doğru bir bilgi vermez. Çünkü bu iki korelasyon katsayısı arasında gözlenen 0.076'lık (%7.6'lık) fark (0.496-0.420=0.076) tesadüften de kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 1. Değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları (Korelasyon matrisi)

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Y	1.00									
X1	0.246	1.00								
X2	0.317	0.502*	1.00							
X3	0.026	0.737**	0.542**	1.00						
X4	0.496*	0.783**	0.613**	0.752**	1.00					
X5	0.338	0.869**	0.431*	0.657**	0.777**	1.00				
X6	0.054	0.579**	0.601**	0.559**	0.421*	0.510*	1.00			
X7	0.017	0.442*	0.105	0.387	0.364	0.514*	0.489*	1.00		
X8	0.420*	0.546**	0.454*	0.630**	0.584**	0.464*	0.392	0.366	1.00	
X9	0.216	0.568**	0.382	0.562**	0.461*	0.309	0.542**	0.329	0.727**	1.00

* P<0.05, **P<0.01

Bunun için bu iki korelasyon katsayısı arasındaki farkın sıfır olup olmadığının test edilmesi gerekir. Yapılan hipotez kontrolü sonucunda, $H_0 : \rho_{yx1} - \rho_{yx2} = 0$ şeklinde kurulan hipotez kabul edilirse, hem arka sağrı genişliğinin hem de vücut uzunluğunun laktasyon süt verimi ile olan doğrusal ilişkilerinin aynı olduğu ve dolayısıyla bu iki korelasyon katsayısı arasında gözlenen %7.6'lık farkın sadece tesadüften ileri geldiği sonucuna varılabilir. Söz konusu hipotezin reddedilmesi durumunda ise arka sağrı genişliği ve vücut uzunluğunun, laktasyon süt verimi ile olan doğrusal ilişkilerinin aynı derecede olmadığı sonucuna varılır. Bu durumda arka sağrı genişliğinin, laktasyon süt verimi ile olan doğrusal ilişkisinin, vücut uzunluğuna göre daha güçlü olduğu sonucuna varmak mümkündür. Çünkü $r_{yx4} > r_{yx8}$ dır. Bu amaçla 6 değişik test ile varılan sonuçlar Çizelge 2'de topluca verilmiştir. Çizelge 2 incelendiği zaman tek başlarına istatistik olarak önemli olan korelasyon katsayılarının, farklarının sıfır olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu durumda iki korelasyon katsayısı arasında gözlenen 0.076'lık farkın tesadüften kaynaklanan bir fark olduğu ve bu farkın sıfır olarak kabul edilebileceği söylenebilir. Bu durumda, hem arka sağrı genişliğinin hem de vücut uzunluğunun laktasyon süt verimi ile olan doğrusal ilişkilerinin aynı olduğu sonucuna varılabilir. Dikkat edileceği üzere bu iki korelasyon katsayısı arasındaki farkın önem testinde Fisher Z testinden yararlanılması durumunda da aynı sonuçlar elde edilmektedir. Ancak, daha önce belirtildiği üzere iki korelasyon katsayısının bu şekilde karşılaştırılması doğru değildir. Çünkü, hem bu korelasyonlar aynı örnekten hesaplandıkları için bağımsız değildirler, hem de bu iki korelasyon katsayısının hesaplanmasında ortak bir değişken olan laktasyon süt verimi (Y) dikkate alınmamaktadır. Dolayısıyla bu korelasyonların karşılaştırılmasında örnek hacmine bağlı olarak Fisher Z testi dışındaki testlerden her hangi birisinin kullanılması, elde edilen sonuçların güvenilirliği bakımından oldukça önemlidir. Benzer şekilde Çizelge 1'den yararlanılarak önemli bulunan diğer korelasyon katsayıları arasındaki farkın önem kontrolleri de yapılabilir.

Çizelge 2. Bağımlı iki korelasyon arasındaki farkın önem testi sonuçları

Test Adı	Test Değeri	Hüküm	*Yorum*
Fisher Z testi	0.230	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Hotelling (1940) t testi	0.425	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Williams (1970) modifiye edilmiş t testi	0.411	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Meng, Rosenthal ve Rubin (1992) z testi	0.455	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Dunn ve Clark (1969) z testi	0.409	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Steiger (1980) z testi	0.445	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir
Olkin (1967) z testi	0.360	H_0:Kabul	X4 ve X8 değişkenlerinin Y ile olan doğrusal ilişkisi aynı güçtedir

Sonuç

Bilindiği üzere istatistik testlerden beklenilen yararların sağlanabilmesi, söz konusu testlerin güvenilir bir şekilde kullanılabilmeleri için gerekli olan bazı varsayımların yerine getirilmiş olması ile oldukça ilişkilidir. Dolayısıyla, aynı örnekten hesaplanan iki veya daha fazla korelasyon katsayısı arasındaki farkın önem kontrolünün yapılmasında, bu çalışmada açıklanan testlerden (Fisher Z testi hariç) yararlanılması, hem deneme başında kararlaştırılan 1.Tip hata olasılığının deneme sonunda da korunabilmesi bakımından hem de testin gücünde olumsuz değişmelerin meydana gelmemesi bakımından oldukça önemlidir. Diğer yandan bu çalışmada kullanılan örnek hacmi, söz konusu değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının hesaplanması bakımından küçük sayılabilecek bir örnek hacmi (n=21) olduğu için, bu testlerden özellikle Williams (1970) modifiye edilmiş t testi, Dunn ve Clark (1969) z testi ve Steiger (1980) z testinden herhangi birisinin kullanılması elde edilecek sonuçların güvenilirliği açısından daha yararlı olacaktır.

Kaynaklar

Boyer, J.E., Palachek, A.D., Schucancy, W.R. 1983. An Empirical Study of Related Correlation Coefficients. Journal of Educational Statistics, 8, 75-86.

Brownie, M.W. 1968. A Comparison of Factor Analytic Techniques. Psychometrika, 33, 267-334.

Choi, S.C. 1977. Tests of Equality of Dependent Correlation Coefficients. Biometrika, 64, 645-647.

Dunn, O.J., Clarck, V.A. 1969. Correlation Coefficients meassured on the same indivudials. Journal of The American Statistical Association, 64, 366-377.

Dunn, O.J., Clarck, V.A. 1971. Comparisons of Tests Equality of Dependent Correlation Coefficients. Journal of The American Statistical Association, 66, 904-908.

Edgell, S.E., Noon, S.M. 1984. Effect of Violation of Normality on the t test of the Correlation Coefficient. Psychological Bulletin, 95, 576-583.

Havlicek, L.L., Peterson, N.I. 1977. Effect of the violation of assumptions upon significance levels of the Pearson r. Psychological Bulletin, 84, 373-377.

Hendrickson, G.F., Stanley, J.C., Hills, J.R. 1970. Olkin's new formula for significance of r_{13} vs r_{23} compared with Hotelling's method. American Educational Research Journal, 7, 189-195.

Hittner, J.B, May, K., Silver, N.C. 2003. A Monte Carlo Evaluation of Tests for Comparing Dependent Correlations. The Journal of General Psychology, 130(2), 149-168.

Hotelling, H. 1940. The Selection of variates for use in prediction, with some comments on the general problem of nuisance parameters. Annals of Mathematical Statistics, 11, 271-283.

May, K., Hittner, J.B. 2003. Tests for Comparing Dependent Correlations Revisited: A Monte Carlo Study. The Journal of Experimental Education, 65, 257-269.

Meng, X.L., Rosenthal, R., Rubin, D.B. 1992. Comparing Correlated Correlation Coefficients. Psychological Bulletin, 111, 172-175.

Neill, J.J., Dunn, O.J. 1975. Equality of Dependent Correlation Coefficients. Biometrics, 31, 531-543.

Olkin, I., Fin, J.D. 1990. Testing Correlated Correlations. Psychological Bulletin, 108, 330-333.

Sickle, J.V. 2003. Analyzing Correlations Between Stream and Watershed Attributes. Journal of The American Water Resources Association, 39 (3), 717-725.

Silver, N.C., Dunlap, W.P. 1987. Averaging Correlation Coefficients: Should Fisher's z transformation be used? Journal of Applied Psychology, 72, 146-148.

Sokal, RR., Rohlf, F.J. 1995. Biometry. Third Edition. W.H.Freeman and Company, New York, USA.

Steiger, J.H. 1980. Test for Comparing Elements of a Correlation Matrix. Psychlogical Bulletin, 87, 245-251.

Williams, E.J. 1959. Significance of Difference Between Two Non-independent Correlation Coefficients. Biometrics, 15, 135-136.

Yu, M.C., Dunn, O.J. 1982. Robust Tests for Equality of Two Correlation coefficients: A Monte Carlo Study. Educational and Psychological Measurement, 42, 987-1004.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Fourth Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 663pp.

Zeller, R.A., Levine, Z.H. 1974. The Effects of Violating the Normality Assumptions Underlying r. Sociological Methods and Research, 2, 511-519.