

Değişken Setleri Arası İlişkinin Tahmini İçin Kanonik Korelasyon Analizinin Kullanımı

Özgür KOŞKAN¹ Elif Gül ÖNDER¹ Neslihan ŞEN¹

ÖZET: Bu çalışmanın amacı hayvancılıkta kanonik korelasyon analizinin uygulamasını göstermektir. Çalışmada ilk değişken setini kabuk yağı, göz kası alanı ve merada kalma süresi özellikleri oluştururken, ikinci değişken setini karkas ağırlığı, başlangıç canlı ağırlığı, bitiş ağırlığı ve meradan dönüş ağırlığı özellikleri oluşturmaktadır. Kanonik korelasyonlar 0.864, 0.493, 0.079 olarak bulunmuştur. Bunlardan ilk ikisi istatistik olarak önemlidir (P<0.01). Sonuç olarak, iki değişken seti arasındaki ilk kanonik korelasyon (maksimum olan) 0.864 olarak bulunmuş olup, istatistik olarak önemlidir(p<0.01).

Anahtar kelimeler: Kanonik korelasyon, çok değişkenli analiz, kanonik değişken

Use of Canonical Correlation for Estimating Relationship Between Variable Sets

ABSTRACT: The purpose of this study was to introduce an application of canonical correlation in Animal Science. In this study, back fat, rib eye and grazing duration constituted first variable set and carcass weight, initial weight, final weight and off-pasture weight constituted second variable set. Canonical correlations were found 0.864, 0.493, 0.08. The first two ones of these correlations were statistically significant (p<0.01).

As a result, between two variable sets the first canonical correlation was found as 0.864 and statistically significant (p<0.01).

Keywords: Canonical correlation, multivariate analysis, canonical variable

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Isparta, Türkiye
Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozgurkoskan@sdu.edu.tr

GİRİŞ

Bilimsel araştırmalarda özellikler arasındaki doğrusal ilişkinin varlığını hesaplamada bu özelliklerin ikili Pearson korelasyon katsayısını hesaplamak yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bağımlı değişken bir adet ancak bağımsız değişkenler birden fazla ise bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki çoklu korelasyon katsayısı ile belirlenir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin her ikisi birden fazla olabilir. Bu durumda değişken setleri yada kümelerini, bu setlerde yer alan değişkenlerin doğrusal bileşenlerinden oluşan kanonik değişkenlere dönüştürerek bu kanonik değişkenler arasındaki ilişkiyi bulma temeline dayalı kanonik korelasyon kullanılır (Gürbüz, 1989; Kalaycı, 2009).

Kanonik korelasyon analizi 1935 tarihinde Hotelling tarafından geliştirilmiştir. Teorik olarak iki değişken seti arasında bağımlı ve bağımsız değişken seti ayrımı yapıyorsa, bu durumda kanonik korelasyonun amacı bağımsız değişken setinin bağımlı değişken setini etkileyip etkilemediğini saptamaya yönelik olmalıdır. Ancak, kanonik korelasyon analizinde iki değişken setinin bağımlı ve bağımsız değişken seti gibi bir ayrım tabii tutulması zorunlu değildir (Sharma, 1996).

Bu çalışmada 243 adet besi sığırlarında değişik vücut ağırlıkları seti ve et kalitesi setlerinde ölçülen özelliklerin arasındaki ilişki yapısının kanonik korelasyon analizi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada kullanılan veriler 2001 yılında Iowa State Üniversitesi'nde basılan doktora tezinden alınmıştır. Çalışmada 243 adet besi sığırdan ölçülen kabuk yağı, göz kası alanı, karkas ağırlığı, başlangıç canlı ağırlığı, bitiş ağırlığı, merada kalma süresi ve meradan dönüş ağırlığı olmak üzere 7 özellik mevcuttur. Bu 243 adet sığırdan ölçülen kabuk yağı, göz kası alanı ve merada kalma süresi olmak üzere bu 3 özellik ilk değişken setini oluştururken, karkas ağırlığı, başlangıç canlı ağırlığı, bitiş ağırlığı ve meradan dönüş ağırlığı özellikleri ise ikinci değişken setini oluşturmaktadır. Dolayısıyla değişken setlerinden ilki 3 özellikten, ikincisi ise 4 özellikten oluşmaktadır.

Yöntem

Kanonik korelasyon analizinin uygulanmasında verilerin çok değişkenli normal dağılım göstermesi, ele alınan özellikler arasında çoklu bağlantı (multicollinearity) olmaması ve güvenilirlik bakımından örnek genişliğinin mümkün olduğunca büyük olması (değişken sayısının 5 katı kadar) gerekir. Değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarından oluşan yeni değişkenlere kanonik değişkenler adı verilir. İlk setteki değişkenler X_1, X_2, \dots, X_p ve ikinci setteki değişkenler Y_1, Y_2, \dots, Y_q olarak belirtilirse bunların doğrusal kombinasyonları;

$$Z = U_1 X_1 + U_2 X_2 + \dots + U_p X_p \quad (1)$$

$$W = V_1 Y_1 + V_2 Y_2 + \dots + V_q Y_q \quad (2)$$

şeklinde (Sharma, 1996; Mendes et al., 2005; Çankaya, 2005; Özdamar, 2004; Tatsuoka, 1971).

Katsayıların matrisleri $U = [U_1, U_2, \dots, U_p]$ ve $V = [V_1, V_2, \dots, V_q]$ olarak belirtildiğinde, iki doğrusal kombinasyonu arasında en büyük kombinasyon olarak U ve V 'nin bir fonksiyonu olarak r_{zw} ifade edilir (Johnson and Wichern, 2002; Özkan ve ark., 2008).

$$r_{zw} = \frac{u' \Sigma_{12} v}{\sqrt{(u' \Sigma_{11} u)(v' \Sigma_{22} v)}} \quad (3)$$

Analiz sonucu elde edilen katsayıların hangilerinin önemli olup olmadığını;

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_m$$

$$H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \dots \neq \rho_m$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

hipotezleri kurulduktan sonra yaygın olarak kullanılan χ^2 yada F testlerinden biriyle test edilir. Bu testlerden χ^2 testi Bartlett tarafından (1941) önerilen test yöntemidir. Bu teste χ^2 istatistiği;

$$\chi^2 = -[n - 0,5 * (p + q + 1)] * \ln \Lambda \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bu eşitlikte n; gözlem sayısı, p; birinci setteki değişken sayısı, q; ikinci setteki değiş-

ken sayısı, Λ ise; $(1-R_{m1}^2) \cdot (1-R_{m2}^2) \cdot \dots \cdot (1-R_{mn}^2)$ olarak hesaplanır. Buradan hesaplanan χ^2 istatistiği $p \cdot q$ serbestlik dereceli χ^2 çizelge değeriyle karşılaştırılır (Keskin ve ark., 2005).

Kanonik korelasyon analizinin amaçları aşağıdaki başlıklarla sıralanabilir.

a) Aynı bireyden elde edilen iki değişken kümesinin istatistiksel olarak birbirinden bağımsız olup olmadığının test edilmesi,

b) Kümeler arası korelasyona en fazla katkıda bulunan her iki değişken kümesindeki değişkenlerin belirlenmesi,

c) Bağımsız ve bağımlı değişken kümelerine ait değişkenler arasındaki korelasyonu maksimum yapan doğrusal kombinasyonların belirlenmesi (Çankaya, 2005).

Gereksizlik (Redundancy) İndeksi:

İki değişken seti arasında hesaplanan kanonik korelasyon katsayılarının çok büyük değerler alması bu setler arasında güçlü bir korelasyonun olduğunu göstermeyebilir. Çünkü kanonik korelasyon değişkenlerin doğrusal bileşenlerini maksimize eder. Bu nedenle değişken setlerinden herhangi birindeki varyasyonun diğeri tarafından açıklanan kısmını belirtmez. Bunun için redundancy indeksi hesaplanır (Sharma, 1996; Keskin ve ark., 2005).

Redundancy indeksi aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanır;

$$AU(Y/V_i) = \sum L Y_{ij}^2 / q \quad (5)$$

Bu eşitlikte; $AU(Y/V)$, Y değişken setinde i . kanonik değişken ile açıklanabilen ortalama varyans, $L^* Y_{ij}$, Y değişken setindeki j . Değişken ile i . Kanonik değişken arasındaki yapısal korelasyon (j . değişkenin yükü) ve q^2 de Y değişken setindeki değişken sayısıdır.

İkinci aşamada ise redundancy indeksi;

$$RM_{vi/wi} = AU(Y/V_i) \cdot C_i^2 \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 243 baş besi sığırından ölçülen kabuk yağı, göz kası alanı, karkas ağırlığı, başlangıçtaki canlı ağırlığı, bitiş ağırlığı, merada kalma süresi ve meradan dönüş ağırlığı özelliklerine ait tanıttıcı istatistikler Çizelge 1’de verilmiştir. Ön şartların sağlanması amacıyla ilk değişken setindeki merada kalma süresi özelliğine ait veriler analize dahil edilmeden önce logaritmik transformasyona tabi tutulmuştur.

İncelenen 7 özelliğin birbirleriyle olan korelasyon katsayıları Çizelge 2’de verilmiştir. Özelliklerden birbirleriyle en yüksek korelasyona sahip karkas ağırlığı ve bitiş ağırlığı özellikleri arasındaki +0,951’lik korelasyon dikkat çekmektedir. Bunun dışındaki korelasyon katsayılarının düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu durum kanonik korelasyon analizinin sonuçlarını da etkilemektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde, 7 değişkenden oluşan veri setinin karkas ağırlığı, başlangıç canlı ağırlığı, bitiş ağırlığı ve meradan dönüş ağırlığı özellikleri sol değişken setini, kabuk yağı, göz kası alanı ve merada kalma süresi özellikleri ise sağ değişken setini oluşturmaktadır.

Yine Çizelge 3’te görüldüğü üzere bu iki değişken seti arasındaki ilk kanonik korelasyon (maksimum olan) 0.86 olarak tahmin edilmiştir ($P < 0.01$). Daha önce bahsedildiği üzere hipotez kontrolünde ki-kare yaklaşımı kullanılmıştır. Her iki değişken setinin birbirlerindeki değişimi açıklama miktarının ifadesi olan toplam gereksizlik indeksi (redundancy) sırasıyla %34.22 ve %26.50 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Bilindiği üzere kanonik korelasyon analizinde, iki setteki değişken sayısını gösteren p ve q değerlerinden

Çizelge 1. Çalışmada ele alınan özelliklere ait tanıttıcı istatistikler

Özellikler	N	N*	Ortalama	Standart hata	Standart sapma	En küçük	En büyük
Kabuk yağı	243	0	0,4772	0,0113	0,1754	0,1000	1,2000
Göz kası alanı	243	0	12,567	0,0659	1,027	9,900	16,000
Karkas ağırlığı	243	0	718,23	3,87	60,40	549,00	898,00
Başlangıç canlı ağırlığı	243	0	422,30	4,87	75,94	290,00	625,00
Bitiş ağırlığı	243	0	1166,2	5,85	91 2	920,0	1435,0
Merada kalma süresi	243	0	541,88	5,28	82,36	360,00	795,00
Meradan dönüş ağırlığı	243	0	89,74	3,77	58,80	17,00	168,00

Çizelge 2. Tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon katsayıları

	Kabuk yağı	Göz kası alanı	Merada kalma süresi	Karkas ağırlığı	Başlangıç canlı ağırlığı	Bitiş ağırlığı	Meradan dönüş ağırlığı
Kabuk yağı	1.000						
Göz kası alanı	0.06	1.000					
Merada kalma süresi	-0.069	-0.123	1.00				
Karkas ağırlığı	0,305	0,366	-0,037	1 00			
Başlangıç canlı ağırlığı	0,101	0,166	-0,689	0.316	1.00		
Bitiş ağırlığı	0,237	0,321	-0,022	0.951	0.310	1.00	
Meradan dönüş ağırlığı	-0,011	0,035	0.452	0.340	0.095	0.375	1.00

Çizelge 3. Kanonik korelasyon analiz özeti

Kanonik Korelasyon Özet Çizelgesi kanonik korelasyon R: 0.864 X ² (12)=394.85 p=0.000		
	Sol	Sağ
Değişken adedi	3	4
Varyans açıklama miktarı	100,000%	83,962%
Toplam gereksizlik indeksi (redundancy)	34,223%	26,501%
Değişkenler: 1	kabuk yağı	karkas ağırlığı
2	göz kası alanı	başlangıç canlı ağırlığı
3	merada kalma süresi	bitiş ağırlığı
4		meradan dönüş ağırlığı

Çizelge 4. Özdeğerler

	Özdeğer 1	Özdeğer 2	Özdeğer 3
Değerler	0,747	0,243	0,006

minimum olanı kadar özdeğer elde edilir. Çizelge 4'e bakıldığında, bu özdeğerler sırasıyla; 0.747, 0.243 ve 0.006'dır. Kanonik korelasyonlar ise özdeğerlerin karekökü olduğundan sırasıyla kanonik korelasyonlar Çizelge 5'te görüldüğü üzere 0.864, 0.494, 0.078 olarak bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde ilk iki kanonik korelasyonun istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.01$). Bu çalışmadaki elde edilen yüksek kanonik korelasyon değeri tarım alanında yapılmış ve yüksek kanonik korelasyonlar elde edilmiş çalışmalarla paralellik göstermektedir. (Keskin ve ark., 2005; Mendes et al., 2005; Çankaya, 2005; Çankaya ve Gökalp 2007; Çankaya ve ark., 2009; Özkan ve ark., 2008).

Literatürde 2 türlü yaklaşım söz konusudur. Birinci yaklaşımda bildirilen en yüksek kanonik korelasyonun açıklanarak kanonik korelasyon analiz sonuçlarının bu duruma göre yorumlanmasıdır. İkinci yaklaşımda bildirilen ise, istatistik olarak önemli olan tüm kanonik korelasyonlara ait yorum ve açıklamaların yapılmasıdır.

Sağ setteki değişkenlere ait korelasyon matrisi Çizelge 6'da, sol setteki değişkenlere ait korelasyon matrisi Çizelge 7'de belirtilmiştir.

Sağ set ve sol setteki özelliklerin birbirleriyle olan korelasyonları Çizelge 8'de belirtilmiştir.

Sağ değişken setine ait faktör yükleri Çizelge 9 'da verilmiştir. Faktör yükleri aslında orijinal değişkenler ile kanonik değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarıdır. Kanonik yükler incelendiğinde sağ değişken setinde yer alan başlangıç canlı ağırlık özelliğinin 0.80 değeri ile birinci kanonik değişken ile en yüksek korelasyona sahip olan değişken olduğu bulunmuştur. 0.5'ten daha küçük olan yüklerin önemli olmadığı kabul edildiğinde birinci kanonik değişkenin oluşumunda sağ sette bu özelliğin önemli derecede etkili olduğu söylenebilir. Sağ setteki değişkenlere ilişkin varyans açıklama oranları ve her bir kanonik korelasyona ait gereksizlik (redundancy) indeksi Çizelge 10'da görülmektedir.

Çizelge 5. Kanonik korelasyonun önem kontrolü

Kanonik korelasyon(R)	Özdeğer(R ²)	X ²	sd	p	Lambda
0 0,864	0,747	394,849	12	0,000	0,190
1 0,493	0,243	67,884	6	0,000	0,752
2 0,079	0,006	1,489	2	0,475	0,994

Çizelge 6. Sağ setteki değişkenlere ait korelasyon matrisi

	karkas ağırlığı	başlangıç canlı ağırlığı	bitiş ağırlığı	meradan dönüş ağırlığı
Karkas ağırlığı	1,000	0,316	0,951	0,340
Başlangıç canlı ağırlığı	0,316	1,000	0,310	0,095
Bitiş ağırlığı	0,951	0,310	1,000	0,375
Meradan dönüş ağırlığı	0,340	0,095	0,375	1,000

Çizelge 7. Sol setteki değişkenlere ait korelasyon matrisi

Sol set için korelasyon			
	Kabuk yağı	Göz kası alanı	Merada kalma süresi
Kabuk yağı	1,000	0,069	-0,069
Göz kası alanı	0,069	1,000	-0,123
Merada kalma süresi	-0,069	-0,123	1,000

Çizelge 8. Sağ set ve sol setteki özelliklerin birbirleriyle olan korelasyon matrisi

	Kabuk yağı	Göz kası alanı	Merada kalma süresi
Karkas ağırlığı	0,305	0,366	-0,037
Başlangıç canlı ağırlığı	0,101	0,166	-0,689
Bitiş ağırlığı	0,237	0,321	-0,022
Meradan dönüş ağırlığı	-0,011	0,035	0,452

Çizelge 9. Sağ set için faktör yükleri

	Özdeğer 1	Özdeğer 2	Özdeğer 3
Karkas ağırlığı	0,058	-0,927	0,369
Başlangıç canlı ağırlığı	0,800	-0,147	0,355
Bitiş ağırlığı	0,038	-0,777	0,617
Meradan dönüş ağırlığı	-0,521	-0,187	0,527

Benzer yorumlar sol set için yapılacak olursa; Çizelge 11 incelendiğinde, kanonik yükler sol değişken setinde yer alan merada kalma süresi özelliğinin -0.999 değeri ile birinci kanonik değişken ile en yüksek korelasyona sahip olan değişken olduğu bulunmuştur. 0.5'ten daha küçük olan yüklerin önemli olmadığı kabul edildiğinde birinci kanonik değişkenin oluşumunda sol setle bu özelliğin önemli derecede etkili olduğu söylenebilir.

Sol setteki değişkenlere ilişkin varyans açıklama oranları ve her bir kanonik korelasyona ait gereksizlik (redundancy) indeksi Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 13 ve 14'te kanonik değişkenin oluşumunda orijinal değişkenlere ait etki miktarı gösteren kanonik ağırlıklar (kanonik katsayılar) verilmiştir. Bu katsayılar göre Z1 ve W1 kanonik değişkenlerine ait eşitlik;

$Z1 = -0,063 \cdot \text{karkas ağırlığı} + 0,860 \cdot \text{başlangıç canlı ağırlığı} + 0,057 \cdot \text{bitiş ağırlığı} - 0,602 \cdot \text{meradan dönüş ağırlığı}$

$W1 = 0,032 \cdot \text{kabuk yağı} + 0,011 \cdot \text{göz kası alanı} - 0,996 \cdot \text{merada kalma süresi}$

olarak elde edilir.

İlk kanonik korelasyona ait sağ sette kanonik ağırlıklar incelendiğinde en yüksek ağırlığın meradan dö-

nüş ağırlığı özelliğine ait olduğu çizelge 13'te görülmektedir.

İlk kanonik korelasyona ait sol sette kanonik ağırlıklar incelendiğinde merada kalma süresi özelliğine ait olduğu görülmektedir.

Tarım alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde, kanonik korelasyon analizinden seleksiyon çalışmalarında özellikle bitki ve hayvan ıslahında yararlanılabi-

Çizelge 10. Sağ set için varyans açıklama oranları

	Varyans	Gereksizlik
Özdeğer 1	0,229	0,171
Özdeğer 2	0,380	0,093
Özdeğer 3	0,230	0,001

Çizelge 11. Sol set için faktör yükleri

	Özdeğer 1	Özdeğer 2	Özdeğer 3
Kabuk yağı	0,102	-0,700	-0,707
Göz kası alanı	0,136	-0,742	0,656
Merada kalma süresi	-0,999	-0,031	-0,016

Çizelge 12. Sol set için varyans açıklama oranları

	Varyans	Gereksizlik
Özdeğer 1	0,342	0,256
Özdeğer 2	0,347	0,084
Özdeğer 3	0,310	0,002

Çizelge 13. Sağ set için kanonik ağırlıklar

	Özdeğer 1	Özdeğer 2	Özdeğer 3
Karkas ağırlığı	-0,063	-1,97	-2,250
Başlangıç canlı ağırlığı	0,860	0,152	0,241
Bitiş ağırlığı	0,057	1,020	2,567
Meradan dönüş ağırlığı	-0,602	0,087	0,306

Çizelge 14. Sol set için kanonik ağırlıklar

	Özdeğer 1	Özdeğer 2	Özdeğer 3
Kabuk yağı	0,032	-0,662	-0,755
Göz kası alanı	0,011	-0,717	0,711
Merada kalma süresi	-0,996	-0,164	0,020

leceği bildirilmiştir(Keskin ve ark., 2005; Mendes et al., 2005; Çankaya, 2005; Çankaya ve ark., 2009).

Kanonik korelasyon analizinin aşamalarını ve sonuçlarının yorumlanmasını gösteren ve elde edilen değerler incelendiğinde bu çalışma, kanonik korelasyon analizinin tarımda özellikle de hayvancılıkta kullanımı açısından literatürdeki pek çok çalışmaya benzerlik göstermektedir. Çalışmanın sığırlarda et kalite özelliklerinin kullanımı ve artırılması bakımından yapılacak çalışmalara da bir ışık tutacağı ümit edilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın uygulama kısmında tez verilerinden yararlanmamıza izin veren Doç. Dr. Hayati KÖKNA-ROĞLU' na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Çankaya, S., Altop, A., Olfaz, M., Erener, G., 2009. Karayaka toklularında kesim öncesi ve kesim sonrası ölçülen bazı özellikler arasındaki ilişkinin tahmini için kanonik korelasyon analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 24:61-66.
- Çankaya, S., Kayaalp, G.T., 2007. Estimation of relationship between live weights and some body measurements in German FarmXHair Crossbred by canonical analysis. *Hayvansal Üretim* 48:27-32.
- Çankaya, S., 2005. Kanonik korelasyon analizi ve hayvancılıkta kullanımı. Doktora tezi, Çukurova üniversitesi 135 s., Adana.
- Gürbüz, F., 1989. Değişken takımları arasındaki ilişkilerin kanonik korelasyon yöntemi ile araştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları:1162, Ankara
- Kalaycı Ş., 2009. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri: Kanonik Korelasyon Analizi, 237-255. 4.Baskı, Asıl Yayın Dağıtım, Ankara.
- Keskin, S., Kor, A., Başpınar, E., 2005, Akkeçi oğlaklarında kesim öncesi ve kesim sonrası ölçülen bazı özellikler arasındaki ilişki yapısının kanonik korelasyon analizi ile irdelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11:154-159.
- Koknaroglu, H. 2001. Integration of pasturing systems for cattle finishing programs. Iowa State University, Ames, Iowa, USA.
- Mendes, M., Karabayır, A., Ersoy, I.E., Savas, T. 2005, The relationship among pre and post slaughter traits of American Bronze Turkey. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 48(3): 283-289.
- Özdamar, K., 2004. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 2: Setler Arası Korelasyon Analizi, 419-460. 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkan, M.M., Adak, S.M., Kocabaş,Z.2008. An Investigation on the Relationship BetweenYield and canopy components in wheat (*Triticum aestivum*) *Tarım bilimleri dergisi* 14:148-153
- Johnson, A.R., Wichern, D.W., 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis: Canonical Corelation analysis, 543-580. Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Sharma, S., 1996. Applied Multivariate Techniques: Canonical Corelation, 391-418. John Willey and Sons Inc., USA.
- Tatsuoka, M.M., 1971 Multivariate Analysis: Canonical Corelation Analysis, 183-193. John Willey and Sons Inc., USA.