

**DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN
KANONİK KORELASYON VE BANKACILIK SEKTÖRÜNDE
UYGULANMASI**

**LINEAR AND NONLINEAR CANONICAL CORRELATIONS
AND APPLICATION IN BANKING SECTOR**

PERVİN SERTBARUT

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin
İSTATİSTİK Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
Yüksek Lisans Tezi
olarak hazırlanmıştır.

2010

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **İSTATİSTİK ANABİLİM DALI** 'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....
Doç.Dr. M.Akif BAKIR

Üye (Danışman) :.....
Prof.Dr. Hüseyin TATLIDİL

Üye :.....
Doç.Dr. Meral ÇETİN

Üye :.....
Yrd.Doç.Dr. Ufuk EKİZ

Üye :.....
Öğr.Gör.Dr. Serpil Aktaş ALTUNAY

ONAY

Bu tez .../.../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Adil DENİZLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon ve Bankacılık Sektöründe Uygulanması

Pervin Sertbarut

ÖZ

Basit korelasyon analizi, biri bağımlı diğeri bağımsız iki raslantı değişkeni arasındaki doğrusal ilişkiyi, değişkenler normallik koşulunu sağlıyorsa Pearson korelasyon katsayısı ile incelemektedir. Burada değişkenler niceldir ve ilişki miktarı -1 ile +1 arasında değişir. Gözlemlerin normallik koşulunu sağlamadığı durumda ilişki miktarları Sperman ve Kendall katsayıları ile yorumlanabilmektedir. Benzer olarak sınıflı verilerin bulunduğu değişkenler için Ki-kare test istatistiğinden hesaplanan Phi ya da Cramer katsayısı kullanılmaktadır.

Ancak çok değişkenli çalışmalarda değişken kümelerinin birbiriyle ve kendi aralarındaki ilişkiler incelenmek istendiğinde varsayımların sağlanması durumunda doğrusal kanonik korelasyon kullanılırken, varsayım bozulmalarında doğrusal olmayan kanonik korelasyon sorunu giderebilmektedir. Ayrıca bazı değişkenlerin etkileri arıtıldığında kısmi kanonik korelasyon değerleri de hesaplanabilmektedir. Çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile gerekmezlik (redundancy) analizleri, kısmi kanonik korelasyon analizi ve kanonik korelasyon analizinin diğer çok değişkenli yöntemler ile ilişkileri incelenmiştir. Kanonik korelasyon analizinin (KKA) bankacılık sektöründe karlılık değişkenlerinin kanonik ilişkilerini araştırmak üzere yapılan uygulamaya yer verilmiştir. Kullanılan değişkenlerin bazıları sabit tutularak kısmi KKA incelenmiştir. Gerekmezlik ve çok değişkenli çoklu regresyon ve analizleri de uygulanmıştır. Varsayım bozulmaları nedeniyle, değişkenlerin doğrusal olmayan KKA ile grafikleri elde edilerek bankaların kullanılan değişkenlerin düzeylerine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon, Bankacılık Sektörü, Karlılık.

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin TATLIDİL, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü.

Linear and Non-Linear Canonical Correlations and Application in Banking Sector

Pervin Sertbarut

ABSTRACT

Simple correlation analysis examines relationship between two variates by Pearson's correlation coefficient, in which one of them is dependent (y) and the other is independent (x), if they satisfied normality assumption. The variables are quantitative and the relationship measure varies between -1 and +1, in here. The relationship measures could be explained by Spearman and Kendall coefficients when observations didn't satisfy normality assumption. Similarly, Phi or Cramer coefficients which are calculated by Chi-square test statistics are used for categorical data.

However, when relationships between and within variable sets are required to be analyzed, if the assumptions were met linear canonical correlation is used, if assumptions were not hold non-linear canonical correlation can resolve the problem. Besides, when the effects of some variables are isolated, partial canonical correlation values can also be calculated. In the study, redundancy analysis, partial canonical correlation analysis (PCCA) and relations of canonical correlation analysis with other multivariate methods were examined by linear and non-linear canonical correlation analysis. Application of canonical correlation analysis (CCA) in the banking sector to examine canonical relations of profitability variables was stated. Partial CCA analyses were examined by holding some variables to be constant. Also multivariate regression and redundancy analysis were applied. Levels of variables used in banks were evaluated with graphics obtained by non-linear CCA due to assumption deformations.

Key concepts: Linear and Non-linear Canonical Correlation, Banking Sector, Profitability.

Advisor: Prof. Dr. Hüseyin TATLIDİL, Hacettepe University, Faculty of Science, Department of Statistics.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ve tamamlanması konusunda çok değerli katkıları olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin Tatlıdil'e, bana her türlü moral destek veren çok sevdiğim annem, her derdime deva sevgili babam ve tüm aileme, özellikle yönlendirmeleriyle ve değerlendirmeleriyle bilimsel ve kişisel katkı sağlayan kardeşim Öğr. Gör. Pınar Pehlivan'a sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ... ..	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Tanımı ve Amaçları.....	4
2.1.1. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımları.....	5
2.1.2. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Literatürü	7
2.1.3. Kullanılan Anahtar Kavramlar	8
2.1.4. Kanonik Fonksiyonlar	12
2.1.4.1.Orijinal değişkenler ile kanonik değişkenler arasındaki	
korelasyonların yorumları	18
2.1.5. Kanonik Korelasyon Katsayılarının Anlamlılık Testleri	20
2.1.5.1. Wilks'in Lambda'sı ile Bartlett'in Ki- kare testi.....	20
2.1.5.2. Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımı	22
2.2. Kısmi Kanonik Korelasyon	23
2.2.1.Kısmi Kanonik Değişkenler ile Orijinal Değişkenler Arasındaki	
Korelasyonların İncelenmesi	26
2.2.2. Kısmi Kanonik Korelasyon Katsayılarının Önem Testleri	27
2.2.2.1. Bartlett'in Ki-kare testi.....	27
2.2.2.2. Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımı	28
2.3. Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon	29
2.4. Kanonik Korelasyon Analizi'nin Diğer Tekniklerle İlişkisi.....	32
2.4.1. Gerekmezlik (Redundancy) Analizi	33
2.4.2. Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi (ÇDÇRA)	38

3. TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜNDE KARLILIK DEĞİŞKENLERİNİN	
KANONİK İLİŞKİLERİ	42
3.1. Türk Bankacılık Sektörü	42
3.1.1. Bankacılığın Tanımı ve Faaliyetleri	42
3.1.2. Banka Türleri	43
3.1.3. Bankacılık Sektöründe Karlılık	46
3.2. Yöntem	49
3.2.1. Bankacılık Sektöründe Karlılığa İlişkin Değişkenlerin Seçimi	49
3.3. Bankacılık Sektöründe Kullanılan Değişkenlere İlişkin KKA Sonuçları	52
3.4. Gerekmezlik Analizi ile Varyans Açıklama Oranları	60
3.5. Kısmi KKA Sonuçları	63
3.6. Kısmi KKA Gerekmezlik Analizi ile Varyans Açıklama Oranları	68
3.7. Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi	71
3.8. Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçları	80
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	85
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Değişken Kümelerini Temsil Eden Kanonik Değişkenlerin Korelasyonu	4
Şekil 2.2. Kanonik Korelasyon Grafiği	11
Şekil 3.1. Bankaların Net Faiz Marjı ile İlişkili Değişkenlerin Dağılımı.....	82
Şekil 3.2. Bankaların Aktif Karlılığı ile İlişkili Değişkenlerin Dağılımı	83
Şekil 3.3. Bankaların Özkaynak Karlılığı ile İlişkili Değişkenlerin Dağılımı	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. 31.12.2008 Tarihi İtibariyle Türkiye'deki Mevduat Bankaları	45
Çizelge 3.2. Çeşitli Ampirik Çalışmalar	48
Çizelge 3.3. Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları	50
Çizelge 3.4. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Değerleri	51
Çizelge 3.5. Bağımsız Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkileri	52
Çizelge 3.6. Bağımlı Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkileri	53
Çizelge 3.7. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki İlişkiler	53
Çizelge 3.8. Kanonik İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri.....	54
Çizelge 3.9. Standartlaştırılmış Kanonik Katsayılar	55
Çizelge 3.10. Ham Kanonik Katsayılar	56
Çizelge 3.11. Kanonik Yükler.....	57
Çizelge 3.12. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Kanonik Yükleri	58
Çizelge 3.13. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Arasındaki Çoklu Korelasyon Katsayılarının Kareleri.....	59
Çizelge 3.14. Varyans Açıklama Oranları	62
Çizelge 3.15. Bağımsız Değişkenlerin Kendi Aralarındaki Kısmi Korelasyonları .	63
Çizelge 3.16. Bağımlı Değişkenlerin Kendi Aralarındaki Kısmi Korelasyonları.....	64
Çizelge 3.17. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki Kısmi Korelasyonlar	64
Çizelge 3.18. Kısmi Kanonik Kanonik İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri	65
Çizelge 3.19. Standartlaştırılmış Kanonik Kısmi Kanonik Katsayılar	65
Çizelge 3.20. Kısmi Kanonik Yükler.....	66
Çizelge 3.21. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Kısmi Kanonik Yükleri.....	67
Çizelge 3.22. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Arasındaki Çoklu Kısmi Korelasyon Katsayılarının Kareleri	68
Çizelge 3.23. Varyans Açıklama Oranları	70

Çizelge 3.24. Y_1 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamlı Değişkenlerin Regresyon Modeli Özeti.....	71
Çizelge 3.25. Y_1 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri	72
Çizelge 3.26. Y_1 ile Anlamlı Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri	73
Çizelge 3.27. Y_2 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamlı Değişkenlerin Regresyon Modeli Özeti.....	74
Çizelge 3.28. Y_2 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri	75
Çizelge 3.29. Y_2 ile Anlamlı Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri	76
Çizelge 3.30. Y_3 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamlı Değişkenlerin Regresyon Modeli Özeti.....	76
Çizelge 3.31. Y_3 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri	77
Çizelge 3.32. Y_3 ile Anlamlı Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri	78
Çizelge 3.33. Değişken Gruplandırmaları İçin Kullanılan Tanım Aralıkları	80
Çizelge 3.34. Kategorik Değişkenlerin Kendall Tau İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri	81

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÇDKA	Çok Değişkenli Kovaryans Analizi
ÇDÇRA	Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi
ÇDVA	Çok Değişkenli Varyans Analizi
KKA	Kanonik Korelasyon Analizi
KEKKR	Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu
RDA	Redundancy Analizi
TBB	Türkiye Bankalar Birliği
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TMSF	Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu

1.GİRİŞ

Günümüzde veri toplama teknikleri, bir gözleme ait tüm bilgilerinin bir arada yer alması nedeniyle çok değişkenli inceleme gerektirecek şekilde gelişmiştir. Bu nedenle her bir değişken için gözlem değerlerini tutan vektörler elde edilmektedir. Oluşturulan bu değişken vektörleri bir arada incelenirken çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerin kullanılmasında da sağlanması gereken varsayımlar mevcuttur. Varsayımlara uygunluğun sağlanması amacıyla dönüşümlerin yapılması da mümkündür. Parametrik çok değişkenli testlerin kullanılmadığı varsayım bozulumlarında sorun, parametrik olmayan çok değişkenli teknikler yardımıyla çözülür.

Çok değişkenli istatistikte kullanılan belli başlı analizler: Temel Bileşenler Analizi, Faktör Analizi, Kümeleme Analizi, Çok Değişkenli Varyans Analizi (ÇDVA), Çok Değişkenli Kovaryans Analizi (ÇDKA), Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ve Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi (ÇDÇRA) ile Kanonik Korelasyon Analizi (KKA)'dir.

Araştırmacı, derlediği veri kümelerinin birden çok bağımlı ve bağımsız değişken grupları arasındaki doğrusal ya da doğrusal olmayan ilişkinin yapısını inceleyebilir. Tek bir bağımlı değişken ve birden çok bağımsız değişken olması durumunda kullanılan çoklu regresyon yönteminden farklı olarak, iki ayrı bağımlı ve bağımsız değişken kümesi arasındaki ilişki kanonik korelasyon yöntemi ile araştırılmaktadır. Kanonik korelasyon analizinden (KKA) elde edilen sonuçlar; çoklu değişkenlerin iki kümesinin ilişkili olduğu, ilişkinin etkinliği (güçlülüğü-yönü), ilişkinin yapısı konusundaki sorulara cevap vermektedir. Araştırmacı bağımlı ve bağımsız değişken kümelerini seçerken birbirleriyle ilişkili olduğunu düşündüğü değişkenleri ele alır.

Doğrusal KKA çok değişkenli normal dağılım varsayımı gibi parametrik yöntemlerin diğer varsayımlarını da gerektirir. Doğrusal KKA biri bağımlı diğeri bağımsız iki değişken kümesi arasındaki ilişkileri analiz eder, her iki değişken kümesini kanonik değişken olarak adlandırdığı yeni iki değişken tanımlar. Kanonik değişkenlerin aralarındaki ilişki ile kanonik korelasyonu, bu iki değişken için bulunan ham ya da standartlaştırılmış katsayılar ile kanonik fonksiyonu, kanonik yükler yardımıyla

kanonik değişkenler ile ilişkili bağımlı ve bağımsız değişkenleri ortaya çıkarmak mümkün olur. Kanonik korelasyonu incelenen iki değişken kümesinin varyans açıklama oranları gerekmezlik (redundancy) analizi (RDA) ile hesaplanır. Analizde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kanonik değişkenlerinin varyans açıklama oranları bulunmaktadır.

Analizler için kullanılan değişkenlerin varsayımları sağlaması için değişkenlerin bazılarına ($\ln(x)$, $\log x$, $\sqrt{x}$ gibi) dönüşümler yapılabilir. Göstermelik (dummy) değişkenin kullanılması da mümkündür. Varsayımların sağlanamadığı, değişkenlerin sıralı ya da sınıflı olması durumunda ise alternatif olarak doğrusal olmayan KKA kullanılmaktadır. Bu analizde ise grafikler yardımıyla değişken gruplarının nasıl davrandığı ortaya çıkarılmaktadır. Grafiklerin yorumlanması oldukça anlaşılır ve kolaydır.

KKA için kullanılan iki değişken kümesinin yanı sıra üçüncü bir değişken kümesinin etkisi sabit tutulduğunda kısmı kanonik korelasyonlar incelenebilmektedir.

Çalışmamızın amacı; doğrusal KKA ve KKA ile ilişkili çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin bir arada incelenmesi, tanımları ve formülasyonları ile birlikte ortaya konması, ayrıca bankacılık sektöründe uygulanması ile sonuçların yorumlanmasıdır. Bu nedenle, çalışmanın ikinci bölümünde doğrusal KKA, doğrusal olmayan KKA, kısmi KKA ve KKA'nin diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle ilişkileri kapsamında çok değişkenli çoklu regresyon analizi (DRA) ve gerekmezlik analizi (RDA) anlatılmaktadır.

nc blmde, son yıllarda özellikle gelişen ekonomik koşullar altında banka karlılığını etkileyen değişkenlerin, Türk Bankacılık Sektöründe faaliyet gösteren 31 ticari (mevduat) bankanın 2008 yılı verileri kullanılarak ikinci blmde anlatılan analizlerin uygulamalarına yer verilecektir. Bu blmde ayrıca bankacılık sektörünün tanımı, faaliyetleri ve türleri de anlatılacaktır. Burada banka karlılığının belirleyicileri olarak anılan bağımlı değişkenler ile karlılığı veren bağımsız değişkenlerin aralarındaki ilişki yapılarını incelemek amacıyla doğrusal KKA ve kısmi KKA ile bu analizlere ait gerekmezlik analizlerine (RDA) yer verilecektir.

KKA'nin ilişkili olduğu diğerk bir yöntem olan çok değışkenli çoklu regresyon analizi (ÇDÇRA) ile banka karlılığının belirleyicileri olan bağımlı değışkenlerin ve incelenen tüm bağımsız değışkenlerin bir arada kullanıldığı modeller tahmin edilerek yorumlanacaktır.

Çalışmamızda son olarak, kullanılan değışkenlerinin kategorik dönüşümleri ile özellikle sermaye yapılarına göre gruplandıran göstermelik değışken yardımıyla doğrusal olmayan KKA'dan elde edilen grafikler yorumlanacaktır. Sonuçların tartışıldığı son bölümde KKA ile yapılan tüm analizlerin sonuçları üzerinde durulacaktır.

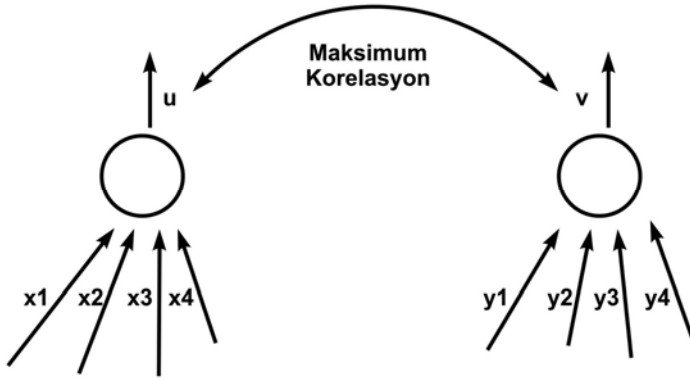
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Tanımı ve Amaçları

Doğrusal kanonik korelasyon analizi (KKA) çok değişkenli istatistiksel analizlerin içerisinde birden çok bağımlı ve birden çok bağımsız değişken olduğu durumda ilişkileri inceler. Kanonik korelasyon analizi diğer çok değişkenli teknikler üzerine geliştirilmiş genel bir model olarak alınabilir. Çünkü bağımlı ya da bağımsız değişkenler için hem metrik hem de metrik olmayan değerleri kullanabilir.

Kanonik analizin genel formunu şöyle yazabiliriz:

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n = f(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)$$



Şekil 2.1. Değişken Kümelerini Temsil Eden Kanonik Değişkenlerin Korelasyonu

Görüldüğü gibi KKA çoklu bağımlı değişkenler ile çoklu bağımsız değişkenler arasındaki ilişki üzerine çalışma olanağı veren çoklu istatistiksel bir modeldir (Lai et al, 2000):

Bu analizde amaç her bir kümenin raslantı değişkenlerinin maksimum korelasyonlu ve birim varyanslı birer doğrusal bileşenlerini elde etmektir. Diğer amaçlar ise şöyle sıralanabilir (Hair et al, 1998):

- İki değişken kümenin bağımsız olup olmadığını belirlemek veya iki kümesi arasında olabilecek ilişkinin büyüklüğünü belirlemek,
- Her küme doğrusal kombinasyonlarını maksimum bir şekilde ilişkilendirip, bağımlı ve bağımsız değişken kümesinin her biri için ağırlıkları türetmek,

- Bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki mevcut ilişkinin doğasının ne şekilde olduğunu açıklamak. Bu genellikle, her bir değişkenin kanonik fonksiyonlara (ilişkilere) yaptığı göreceli katkı ölçülerek gerçekleştirilir.

Kanonik korelasyon, iki dizi değişken arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışır, bireysel değişkenleri modellemek için kullanılmaz (Garson, 2008).

KKA'da elde edilen en yüksek ilişkili ve birim varyanslı doğrusal bileşen çiftinden sonra ikinci en büyük varyanslı doğrusal bileşen çifti bulunur. Bu işlemlere küçük değişken kümesindeki değişken sayısı kadar yeni doğrusal bileşim çifti elde edilinceye kadar devam edilmektedir (Tatlıdil, 2002).

2.1.1. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımları

Çok boyutlu bir kitleden iki farklı raslantı değişken kümesi arasındaki kanonik korelasyon, çoklu genel doğrusal hipotez ailesinin bir üyesidir ve çoklu regresyonun pek çok varsayımını paylaşmaktadır. Aynı zamanda yapısal korelasyona dayanan kanonik değişkenler, diğer çok değişkenli teknikler ile aynı varsayımlara dayanır. Araştırmacılar aynı verilere dayanan bu sonuçlara farklı isimler atfederler.

Doğrusal kanonik korelasyon varsayımlarının ilki değişkenler arası ilişkinin doğrusal olması koşuludur; iki değişken arasındaki ilişki katsayısı doğrusal ilişkiye dayanır. İlişki doğrusal değil ise, bir ya da iki değişken, mümkünse, dönüştürülmelidir. KKA çok değişkenli analizlerin en geneli iken bu koşul bir kısıt oluşturmuştur (Hair et al, 1998).

Kanonik korelasyonların test edilebilmesi için değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma uygunluğu gereklidir. Ancak yine de, normalliğin katı varsayımları olmaksızın, her bir metrik değişken dönüştürülerek kullanılabilir. Normallik arzu edilir, çünkü değişkenler arasındaki yüksek korelasyona imkan veren dağılımı standardize eder. Fakat dağılımın yapısı yüksek asimetri içeriyorsa diğer değişkenler korelasyonu azaltmazsa, KKA, normal olmayan değişkenleri bile uzlaştırır. Böylece dönüştürülmüş metrik olmayan verilerin göstermelik değişken kullanımına da imkan tanımış olur.

Çok değişkenli normallik hesaplamaları karışık bir test yöntemi olduğundan her bir değişkenin normal dağılım koşulunu sağlayıp sağlamadığına bakılır.

Analiz içinde yer alacak değişkenler arasında tam ilişki bulunmamalıdır ($r_{ij} \neq \pm 1$, $i \neq j$).

Kullanılacak değişkenlere ait kovaryans ve ilişki matrislerinin işlenebilir, kümelere göre parçalanabilir ve tersleri alınabilir olmalıdır (Özdamar, 2004). Ayrıca orijinal değişkenlerin korelasyon matrisinin tekil olmayan matrisler (non-singularity) olması önerilir. Bu, çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) sorununu engellemek içindir.

Veri matrislerinde, toplam değişken sayısının yaklaşık 20 katı kadar birimden veri elde edilmiş olması, analizin güvenilirliği için önemlidir (Stevens, 1986). Uygun örnek büyüklüğü ikinci tip hata düzeyini azaltmak içindir. İki kanonik değişken için Barcikowski ve Stevens (1975), veri sayısının, veri kümesinin 40 ila 60 kat olmasını tavsiye eder.

Bağımsız değişken kümesi içindeki değişkenler arasında yüksek düzeyde doğrusal ilişki olduğu sürece, kanonik katsayılar istikrarsız olacaktır. Bazı değişkenlerin katsayıları, yanıltıcı bir biçimde düşük veya hatta negatif olabilir, çünkü varyans zaten diğer değişkenler tarafından açıklanmıştır. Bu nedenle çoklu bağlantı sorunu olabildiğince az olmalıdır.

KKA'da sabit varyans (homoscedasticity) ve diğer korelasyon varsayımları kabul edilmiştir. Kovaryans, korelasyon matrisine dayalı olarak yaratılmıştır. Korelasyonun bir dereceye kadar sabit olduğu (regresyona benzer şekilde) varsayılmıştır.

Düşük güvenilirlik, ilişki katsayı değerlerini azalttığı için, minimal ölçüm hatasının olduğu varsayılmıştır. Kanonik korelasyon, kayıp gözlemler için oldukça hassas olabilir.

Veri kümesinde aykırı değer varlığı, özellikle veri sayısı yetersiz olduğunda korelasyonun yanlış hesaplanmasına neden olur.

Ortogonal (dikey, ilişkisiz) olma koşulu ise kanonik fonksiyonların her birinin diğerinden bağımsız olduğunu belirten matematiksel bir kısıttır. Diğer bir deyişle,

çok değişkenli uzayda çizildiğinde, her biri tüm diğer değişkenlerle dik açı yaptığı için, kanonik fonksiyonlar türetilmiştir. Böylece kanonik fonksiyonlar arasındaki istatistiksel bağımsızlık da sağlanmış olur.

2.1.2. Doğrusal Kanonik Korelasyon Analizi Literatürü

KKA'nın ilk çalışmaları Hotelling tarafından 1936 yılında yapılmış, önem kontrolleri testini 1941'de Bartlett geliştirmiştir. Burada p tane bağımsız ve q tane bağımlı değişkeni temsil eden kanonik değişkenler arasındaki ilişkinin önem testinin pxq serbestlik dereceli ki-kare kritik değeri ile nasıl yapılacağı anlatılmıştır (Bartlett, 1941)

Kettenring 1971 yılında 3 veya daha fazla değişken grubu olması durumunda bu teorinin genelleştirilmiş durumlarını incelemiştir

Alpert ve Peterson (1972), kanonik korelasyon analizinin pazarlama araştırmalarında kullanımının hızla arttığını belirterek, analize konu olan değişken kümelerinin kendi içlerindeki değişkenler arasındaki ilişkinin açıklanabilmesi konusunda bazı önerilerde bulunmuşlardır. Ayrıca Lambert ve Durand (1975), kanonik korelasyon analizinin piyasa araştırmalarında doğru olarak kullanıldığında çok uygun bir araç olduğunu vurgulamıştır (Çankaya, 2005).

Glynn ve Muirhead (1978), örnek büyüklüğünün çok fazla olduğu durumlar için, kanonik korelasyon analizinde sonuç çıkarma üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında kanonik korelasyon katsayılarının önem kontrollerinde kullanılan Bartlett-Lawley test istatistiklerini inceleyen araştırmacılar, kanonik korelasyon katsayılarının dağılışı için bir maksimum marjinal olasılık fonksiyonu elde ettiklerini bildirmişler ve maksimum marjinal olasılık tahminlerinin yanlı bir düzeltme sağladığını göstermişlerdir (Çankaya, 2005).

Muller (1982), çok değişkenli doğrusal modellere dayanan kanonik korelasyon analizine alternatif bir yaklaşım sunmuştur. Araştırmacı, bu metodu açıklamaya yardımcı olması için temel bileşenler analizinin özelliklerinden yararlanmıştır.

Wang ve Chow (1987), kovaryans matrislerin tekil olduğu durumlarda, iki değişken grubu arasındaki çok değişkenli ilişkilerin kanonik korelasyon analizi yardımıyla hesaplanabileceğini göstermiştir.

Khatri 1989’da yaptığı çalışmada kovaryans matrisinin tekil olduğu durumda kanonik değişkenlerin redundancy analizi (RDA) ile ilgili sonuçlara ulaşmıştır.

Al-Kandari ve Jolliffe (1997), kanonik korelasyon analizinde kanonik değişkenlerin yorumlanması sırasında genellikle her kanonik değişkendeki değişkenin yüklerine veya ağırlıklarına bakıldığını ve kanonik değişkenler içerisinde yer alan değişkenlerin ağırlıkları veya yükleri küçük olanlarının gözardı edildiğini belirtmişlerdir (Çankaya, 2005).

KKA kullanılarak sıklıkla zootekni biliminde belirli bir grup hayvanın, belirli bir yörede ve zamanda incelenen değişkenler açısından ilişkileri incelenmiştir. Gürbüz (1989), Shenyuan ve diğerleri (1994), Gunderson ve Muirhead (1997), Dunlop (2000), Casin (2001), Çankaya (2005) bu çalışmalara verilebilecek örneklerdendir.

Çalışmamızda KKA, doğrusal KKA yanında doğrusal olmayan KKA, kısmi KKA, gerekmezlik analizi (RDA) ve çok değişkenli çoklu regresyon yöntemleriyle bir arada ele alınmaktadır.

2.1.3. Kullanılan Anahtar Kavramlar

Kanonik korelasyon analizi sonucunda üretilen değerler ve değişkenler için kullanılan kavramların tanımlamaları analizin anlaşılır olmasını kolaylaştıracaktır.

Kanonik Değişken veya Raslantı Değişkeni: Kanonik değişken, orijinal değişkenler kümesinin doğrusal bir kombinasyonudur. Her bir kanonik fonksiyon için iki ayrı kanonik değişken vardır, biri bağımlı kanonik değişken iken, diğeri kovaryans değişkeni olarak adlandırılan ve bağımsız değişkenleri temsil eden kanonik değişkendir.

Kanonik Korelasyon: İki değişken kümesinin korelasyon şeklidir. Faktör analizinde olduğu gibi, her biri orthogonal (dik) kalıba ayrılabilen iki gizli (latent) değişkenin aralarındaki ilişkiyi gösterir. Birden fazla anlamlı boyutta birden fazla

kanonik ilişki olabilir. İki değişken kümesi arasındaki kanonik korelasyonların maksimum sayısı, en küçük değişken kümesindeki değişkenlerin sayısı kadardır.

İlk kanonik korelasyon, genellikle ilişkinin çoğunluğunu açıklar. Kanonik korelasyonlar da Pearson'un r 'si ile aynı şekilde yorumlanır: Bunların karesi, kanonik raslantı değişkeni tarafından açıklanan bir değişken kümesini temsil eden kanonik raslantı değişkenin varyansıdır.

Düzeltilmiş R_c^2 (Düzeltilmiş Kanonik Korelasyon): Tüm kanonik korelasyon katsayılarının kareleri toplamıdır, ilişkili iki değişken kümesinin çözümünde tüm dikey boyutları ifade eder. Düzeltilmiş R_c^2 , diğer dizi tarafından açıklanabilen veya tahmin edilebilen değişkenler dizisini değerlendirmede kullanılır.

Özdeğerler (Eigenvalue): Kanonik korelasyonun karesine eşittir. Bu, iki değişken kümesi ile ilgili kanonik korelasyon tarafından açıklanan kanonik raslantı değişkenindeki varyansın oranını yansıtır. Birden çok kanonik korelasyon ve birden çok özdeğer olduğunda kullanışlı olur. Her bir ardışık özdeğer, sonuncusundan daha küçük olacaktır, çünkü her bir ardışık kök, verileri giderek daha az açıklayacaktır. Özdeğerler, araştırmacıya kanonik değişken varyanslarının oranını açıklar, ancak iki değişken kümesindeki değişkenlerin varyansları için bir ayırım yapmaz.

Kanonik Etki (Ağırlık): Genellikle “kanonik fonksiyon katsayısı” veya “kanonik katsayı” olarak adlandırılır. Kanonik ağırlıklar, belirli bir kanonik korelasyon için, orijinal değişkenlerin katkılarının görelî önemini değerlendirmede kullanılır. Kanonik katsayılar, kanonik değişkenleri oluşturan değişkenlerin doğrusal denkleminde standartlaşmış ağırlıklardır. Regresyon analizindeki beta katsayılarına karşılık gelir.

Yapısal Korelasyon Katsayıları: “Kanonik faktör yükleri ” olarak adlandırılır. Yapısal korelasyon, kendi kümesindeki orijinal bir değişken ile kanonik değişkenin korelasyonudur. Yani, yapısal korelasyon, standartlaştırılmış orijinal veri değişkenleri ile belirli bir kanonik değişken için kanonik değişkenler skorunun korelasyonudur. Yapısal korelasyonlar, bazen “faktör yapısı” olarak isimlendirilir. Yapısal korelasyonun karesi, kanonik raslantı değişkeninin açıklayıcı gücüne belirli bir değişkenin yaptığı katkıyı gösterir. Alpert ve Peterson (1972), “ilişki katsayıları (yapısal katsayılar ya da kanonik yükler) esas yapıyı daha iyi açıklayabilirken,

kanonik ağırlıklar tahmin için daha uygun görülmektedir” demişlerdir. Yapısal korelasyonlar 3 amaçla kullanılır;

- **Kanonik Değişkenleri Açıklamak:** Yapısal ilişki katsayıları (kanonik yükler), aynı faktör analizinin faktör yüklerinde olduğu gibi, kendileriyle ilişkili olan kanonik değişkenlerin anlamını açıklamaya yardımcı olur. Büyük kanonik faktör yüklemeleri, kanonik değişkeni en çok etkileyen orijinal değişkeni verir. Genel bir kural olarak korelasyon 0.30'un üstünde ise kanonik değişken olarak yorumlanabilir.

- **Belirli Orijinal Değişkende Varyansın Açıklayıcılığını Hesaplamak:** Yapısal korelasyon (kanonik yüklerin) karesi, belirli bir kanonik değişken ve belirli bir (genellikle ilk) kanonik ilişki katsayıları için hesaplanan belirli bir orijinal değişkendeki varyansın oranıdır. Bu hesaplamanın diğer yolu; yapısal korelasyonun karesi, kanonik raslantı değişkenlerinden biri ile orijinal bir değişkene dayalı doğrusal varyansın oranıdır.

- **Orijinal Değişken Kümesinde Varyansın Açıklayıcılığını Hesaplamak:** Yapısal korelasyonların karesinin toplamıdır ve bu değer aynı zamanda ham değişkenlerin kovaryansını da buldurur. Küme içindeki orijinal değişkenlere veya sayısına bölünür ise bulunan değer varyansın yüzdesini verir (Garson, 2008).

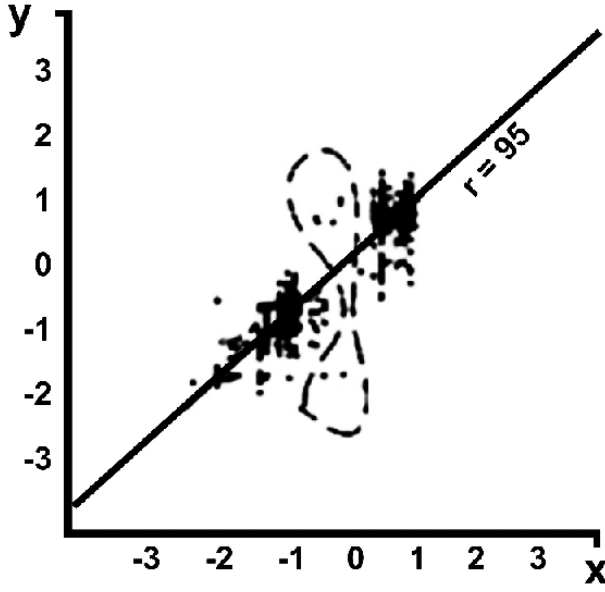
Kanonik Oransal Değişim Katsayısı: Yapısal katsayıların karesinin toplamına eşittir. Belli orijinal değişkenlerin varyansının miktarı ile ölçülen kanonik oransal değişim katsayısı, kanonik değişkenlerden çoğaltılabilir. Faktör analizinde olduğu gibi, düşük kanonik oransal değişim katsayısı olan değişkenleri araştırmacı analizden çıkarabilir.

Kanonik Değişkenin Uygunluk Katsayısı: Her bir değişken kümesi için (bağımlı veya bağımsız küme), tüm yapısal katsayıların karelerinin ortalamasıdır. Bu aynı zamanda, belirli bir kanonik değişkenin orijinal değişkenlerinin orijinal varyansını ifade edebilen iyi bir ölçüdür. Değişkenler kümesinin varyansının, örneğin bağımsız değişkenler kümesi için, yüzdesidir.

Gerekmezlik (Redundancy) Katsayısı: R_d ile gösterilir. Orijinal değişkenlerden tahmin edilen kanonik değişkenlerin varyansını ifade eder. Yüksek değerli olması, tahminin yüksek seviyede olduğunu gösterir. Her bir kanonik değişken için bir tane

olacağından, kanonik korelasyonda iki ayrı gerekmezlik katsayısı bulunur. Araştırmacılar, özellikle, bağımlı kümedeki varyansın tahmininde, bağımsız kanonik raslantı değişkeninin fazlalılığı ile ilgilenmişlerdir.

Alpert ve Peterson (1972), bu nedenle; araştırmacıların, “değişken kümeleri arasında toplam ilişkinin varlığını test etmek için kanonik korelasyon katsayılarını kullandıklarını, fakat ilişkinin boyutunu ölçmek için, gerekmezliğin daha uygun olabileceğini” ifade etmişlerdir.



Şekil 2.2. Kanonik Korelasyon Grafiği

Kanonik korelasyonun şekli, tek bir kanonik korelasyonu (genellikle ilkini) gösterir. X eksenini, kovaryans kanonik değişkeni ve bu da bağımsız değişkenler kümesidir. Y eksenini ise, bağımlı değişkenleri gösteren kanonik değişkeni ifade eder. Eksenlerdeki işaretlenmiş izler, birimleri standartlaştırmaktadır. Orijin, -4 ve -4'ten başlar (her iki eksen için), 0,0 konumu şeklin merkezidir. Noktalar, iki kanonik değişkenin her biri için, kanonik skorları ifade eder. Regresyon çizgisi, noktaların dağılımını gösterir. Kanonik korelasyon örneğin 0.95'te regresyon çizgisi üzerinde yayılmıştır. Kanonik korelasyon yüksek olduğunda, noktalar, regresyon çizgisi üzerinde farklı noktalarda iki demet halinde bir araya gelecektir.

2.1.4. Kanonik Fonksiyonlar

Ardışık kanonik değişkenlerinin üretilmesi, dönüştürülmemiş faktör analizinde kullanılan prosedürle aynıdır. Elde edilmiş ilk faktör, değişkenler kümesinde varyansın maksimum miktarından oluşur, ikinci faktör ise, birinci faktör tarafından açıklanamayan varyansın mümkün olduğunca açıklanabilmesi için hesaplanır, bu diğer tüm faktörler elde edilene kadar devam eder. Böylece ardışık faktörler, artık'dan (hata-residual) veya daha önceki faktörlerden kalan varyanslardan elde edilir.

KKA, iki değişken kümesi arasındaki ilişkinin maksimum miktarını açıklamaya odaklanır. Sonuçta, ilk kanonik değişken çifti, iki değişken kümesi arasındaki mümkün olan en yüksek ilişki katsayısına sahip olacak şekilde türetilmiş olur. İkinci çift kanonik değişken, ilk çift değişken tarafından açıklanamayan iki değişken kümesi arasındaki maksimum ilişkiden dolayı türetilir. Kısaca, ardışık kanonik değişken çifti, artık varyansına ve onların değişkenler arasındaki ilişkiyi yansıtan kanonik korelasyonlarına dayanır. Yani, ilk çift kanonik değişkenler en yüksek korelasyonu gösterir ve bu diğerleri için de böyledir.

Kanonik değişkenlerin türetilmesi konusunda ek bir nokta, ardışık çift kanonik değişkenlerin hata varyansına dayanmasıdır. Böylece, her bir değişken çifti ortogonal yani diktir ve aynı veri kümesinden elde edilen tüm diğer değişkenlerden bağımsızdır.

İki değişken kümesi arasındaki ilişkinin gücü, kanonik korelasyonlar tarafından yansıtılır. Karesi alındığında, kanonik korelasyon, diğer kanonik değişken tarafından açıklanan bir kanonik değişkendeki varyansın miktarını gösterir. Bu durum, iki kanonik değişken arasında paylaşılan varyansın miktarı olarak isimlendirilir. Kanonik korelasyonların karesi, kanonik kökenler veya (eigenvalue) özdeğer olarak adlandırılır.

Kanonik korelasyon, kanonik değişkenlerce açıklanan orijinal değişkenlerdeki varyansın ne kadar olduğunu da göstermez. Onun yerine, bu, yapısal korelasyonun (kanonik yüklerin) karesi tarafından belirlenir (Garson, 2008).

KKA'da de diğer analizlerde olduğu gibi elde edilen fonksiyonların anlamlılığının test edilmesi gerekir. Burada da anlam düzeyi genellikle kullanıldığı gibi 0.05 alınabilir. Kanonik korelasyon katsayılarının anlamlı olması varyansa katkılarının olduğu şeklinde yorumlanır. Ancak yine de açıklanması gereken kanonik fonksiyonlara karar vermek için, birini diğerine birleştiren 3 kriter önerilir. Bu üç kriter, iki veri kümesinden hesaplanan varyansın oranı için, birincisi, fonksiyonun istatistiksel anlamlılığının düzeyi, ikincisi, kanonik korelasyonun büyüklüğü, üçüncüsü fazlalık ölçümüdür.

Kanonik fonksiyonların anlamlılığı kanonik korelasyonlar için uygun büyüklükler göz önüne alınarak değerlendirilir.

Kanonik değişkenler ve kanonik korelasyonların elde edilmesi amacıyla pozitif tanımlı Σ varyans-kovaryans matrisi, $p+q$ ($p \leq q$) değişkenli X raslantı değişken kümesinden elde edilmiş olsun. X vektörü, $p \times 1$ ve $q \times 1$ boyutlu X_1 ve X_2 gibi iki alt kümeye ve ayrıca Σ kovaryans matrisi de aşağıdaki gibi alt matrislere ayrılmış olsun.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} ; \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Burada Σ_{11} ; $p \times p$ boyutlu X_1 'e ait ve Σ_{22} ; $q \times q$ boyutlu X_2 'ye ait varyans-kovaryans matrisidir, X_1 ve X_2 kümelerindeki değişkenler arası kovaryans matrisleri Σ_{12} , Σ_{21} sırasıyla, $p \times q$, $q \times p$ boyutludur.

U ve V ; X_1 ve X_2 alt raslantı değişken vektörlerinin doğrusal bileşimleri;

$$U = \alpha' X_1 \quad \text{ve} \quad V = \gamma' X_2 \quad (2.2)$$

olarak tanımlanmış olsun, burada U ve V değişkenlerinin arasındaki korelasyonun maksimum olması amaçlanır. α ve γ vektörleri, U ve V değişkenlerinin birim varyanslı olmaları gerekir. Ayrıca bu vektörlerin normlandırılması yorum yönünden de kolaylık sağlayacaktır (Tatlıdil, 2002).

Varsayım gereği birim varyansın elde edilebilmesi için;

$$\begin{aligned}\sigma(U) &= E[U - E(U)][U - E(U)]' \\ &= \alpha' \sum_{11} \alpha = 1\end{aligned}\quad (2.3)$$

$$\begin{aligned}\sigma(V) &= E[V - E(V)][V - E(V)]' \\ &= \gamma' \sum_{22} \gamma = 1\end{aligned}\quad (2.4)$$

tanımlanabilir, U ve V değişkenleri arasındaki korelasyon ise,

$$Kor(U,V) = \frac{Kov(U,V)}{[Var(U)Var(V)]^{1/2}} = \frac{Kov(U,V)}{[1 \quad 1]^{1/2}} = Kov(U,V) \quad (2.5)$$

$$Kov(U,V) = E[U - E(U)][V - E(V)]' = \alpha' \sum_{12} \gamma = \rho \quad (2.6)$$

eşitliğinden elde edilir. Bu durumda amaç;

$$F_{u,v} = \max_{\alpha, \gamma} Kor(U,V) = \max_{\alpha, \gamma} \alpha' \sum_{12} \gamma \quad (2.7)$$

fonksiyonunu verilen kısıtlar altında maksimize etmektir. Fonksiyon bu kısıtlar altında bir lagranj fonksiyonu biçiminde ifade edilmek istenirse, λ_1 ve λ_2 lagranj (lagrange) çarpanları olmak üzere;

$$L = \alpha' \sum_{12} \gamma - \frac{1}{2} \lambda_1 (\alpha' \sum_{11} \alpha - 1) - \frac{1}{2} \lambda_2 (\gamma' \sum_{22} \gamma - 1) \quad (2.8)$$

biçiminde gösterilir. Üstte sıralanan koşulların sağlanması için bu fonksiyonun α ve γ vektörlerine göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenir,

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \sum_{12} \gamma - \lambda_1 \sum_{11} \alpha = 0 \quad (2.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma} = \sum_{21} \alpha - \lambda_2 \sum_{22} \gamma = 0$$

Burada $\alpha' \sum_{12} = \sum_{21} \alpha$ 'dır.

İlişki katsayısına (ρ) eşit oldukları görülebilmesi amacıyla yukarıdaki ilk eşitlik soldan α' ile ikinci eşitlik yine soldan γ' vektörleri ile çarpılırsa, $\lambda_1 = \alpha' \Sigma_{12} \gamma$ ve $\lambda_2 = \gamma' \Sigma_{21} \alpha$ elde edilir. Böylece;

$$\begin{aligned}
 -\rho \Sigma_{11} \alpha + \Sigma_{12} \gamma &= 0 \\
 \Rightarrow \begin{bmatrix} -\rho \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & -\rho \Sigma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \gamma \end{bmatrix} &= 0 \quad (2.10) \\
 \Sigma_{21} \alpha - \rho \Sigma_{22} \gamma &= 0
 \end{aligned}$$

biçiminde yazılabilmektedir.

α ve γ vektörlerinin elemanları bu denklem sisteminde sıfırdan farklı olacaktır. Gösterilen eşitliğin sağlanabilmesi için ilk matrisin tekil, yani determinant değerinin sıfır olması gerekir. Bu matrisin determinant değerini sıfır yapacak ρ değerinin elde edilebilmesi için;

$$\begin{aligned}
 \begin{vmatrix} -\rho \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & -\rho \Sigma_{22} \end{vmatrix} &= 0 \Rightarrow \left| -\rho^2 \Sigma_{11} \Sigma_{22} + \Sigma_{12} \Sigma_{21} \right| \quad (2.11) \\
 &= \left| -\rho^2 \Sigma_{11} + \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \right| = \left| -\rho^2 \Sigma_{22} + \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \right| : \\
 &= \left| \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} - \rho^2 I \right| = \left| \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} - \rho^2 I \right| = 0
 \end{aligned}$$

işlemlerinden biri yapılır. Elde edilen ρ^2 değeri yerine konarak α ve γ vektörleri için aşağıdaki karakteristik denklemler elde edilir.

$$\begin{aligned}
 \left(-\rho^2 \Sigma_{11} + \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \right) \alpha &= \left(\Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} - \rho^2 I \right) \alpha = 0 \\
 \left(-\rho^2 \Sigma_{22} + \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \right) \gamma &= \left(\Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} - \rho^2 I \right) \gamma = 0 \quad (2.12)
 \end{aligned}$$

$p \leq q$ olduğu için $\Sigma_{12} = \Sigma'_{21}$ matrisinin rankı p olur, yani burada p tane sıfırdan farklı ρ_i^2 elde edilir. Bulunan bu değerlerin pozitif kareköklerine kanonik korelasyon adı verilir. Elde edilen herhangi bir ρ_i^2 değerinin Eş.2.12 nolu denklem sisteminde yerine konması ile bulunacak α_i ve γ_i değerlerine sırasıyla X_1 ve X_2 uzaylarındaki kanonik vektörler adı verilir. Eğer ($\rho_1 > \rho_2 > \dots > \rho_p$ biçiminde) kanonik

korelasyonlar büyükten küçüğe doğru sıralanacak olursa; $U_1 = \alpha'_1 X_1$ ve $V_1 = \gamma'_1 X_2$ 'ye X_1 ve X_2 uzayındaki birinci kanonik değişken çifti adı verilir. Diğer U_i, V_j değişkenleri de benzer biçimde yorumlanır (Tatlidil, 2002).

Bu arada küme içindeki ve kümeler arasındaki kanonik değişkenlerin birbirinden bağımsız olmalarının sağlanması gerekmektedir. Bu sorunun giderilebilmesi için;

$$\begin{aligned} Kov(U_i, U_j) &= E[U_i - E(U_i)][U_j - E(U_j)]' \\ &= \alpha'_i \sum_{11} \alpha_j = 0 \\ Kov(V_i, V_j) &= E[V_i - E(V_i)][V_j - E(V_j)]' \\ &= \gamma'_i \sum_{22} \gamma_j = 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} Kov(U_i, V_j) &= E[U_i - E(U_i)][V_j - E(V_j)]' \\ &= \alpha'_i \sum_{12} \gamma_j = 0, \quad i \neq j; i, j=1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

işlemleri sırasıyla yapılır. Eşitlik j'inci durum için yazılarak soldan α'_i ile çarpıldığında;

$$\alpha'_i \sum_{12} \gamma_j = \lambda_j \alpha'_i \sum_{11} \alpha_j \Rightarrow \alpha'_i \sum_{11} \alpha_j = \frac{1}{\rho_j} \alpha'_i \sum_{12} \gamma_j = 0 \quad (2.14)$$

elde edilir.

Bu eşitlikte $\rho_j \neq 0$ olacağından, bu eşitliğin sıfıra eşit olabilmesi için $\alpha'_i \sum_{11} \alpha_j = \gamma'_i \sum_{22} \gamma_j = \alpha'_i \sum_{12} \gamma_j = 0$ olması gerekir. Birim varyanslı olma kısıtı ile birlikte, $\alpha'_i \sum_{11} \alpha_j = 0$ ve $\gamma'_i \sum_{22} \gamma_j = 0$ kısıtlarının da α ve γ katsayılar vektörlerinin bulunmasında dikkate alınması gerekmektedir. $V_1, V_2, \dots, V_p$ ve $\theta_1, \dots, \theta_p$ katsayıları; λ_1, λ_2 lagranj katsayıları ile denkleme katıldığında, i'inci adım için oluşan denklem;

$$\begin{aligned} L_i &= \alpha'_i \sum_{12} \gamma_i - \frac{1}{2} \lambda_1 (\alpha'_i \sum_{11} \alpha_i - 1) - \frac{1}{2} \lambda_2 (\gamma'_i \sum_{22} \gamma_i - 1) \\ &+ \sum_{j=1}^p V_j \alpha'_i \sum_{11} \alpha_j + \sum_{j=1}^p \theta_j \gamma'_i \sum_{22} \gamma_j; \quad i=1, \dots, p \end{aligned} \quad (2.15)$$

şeklinde yazılır. Bu fonksiyonun da α_i ve γ_i vektör değişkenlerine göre kısmi türevlerinin alınıp sıfıra eşitlendiğinde,

$$\begin{aligned}\frac{\partial L_i}{\partial \alpha_i} &= \sum_{12} \gamma_i - \lambda_1 \sum_{11} \alpha_i + \sum_{j=1}^p V_j \sum_{11} \alpha_j = 0 \\ \frac{\partial L_i}{\partial \gamma_i} &= \sum_{21} \alpha_i - \lambda_2 \sum_{22} \gamma_i + \sum_{j=1}^p \theta_j \sum_{22} \gamma_j = 0\end{aligned}\quad (2.16)$$

denklemleri elde edilir.

Bulunan eşitliklerden ilki ve ikincisi sırasıyla soldan α_j' ve γ_j' ile çarpılırsa, yukarıda sözü edilen kısıtlardan yararlanarak,

$$\begin{aligned}\alpha_j' \sum_{12} \gamma_i - \lambda_1 \alpha_j' \sum_{11} \alpha_i + \sum_{j=1}^p V_j \alpha_j' \sum_{11} \alpha_j &= 0 \\ V_j \alpha_j' \sum_{11} \alpha_j &= V_j = 0\end{aligned}\quad (2.17)$$

$$\begin{aligned}\gamma_j' \sum_{21} \alpha_i - \lambda_2 \gamma_j' \sum_{22} \gamma_i + \sum_{j=1}^p \theta_j \gamma_j' \sum_{22} \gamma_j &= 0 \\ \theta_j \gamma_j' \sum_{22} \gamma_j &= \theta_j = 0\end{aligned}\quad (2.18)$$

elde edilir. Burada görüleceği gibi fonksiyon yeni eklenen kısıtlardan etkilenmemektedir. Öyle ise yeni kısıtların denkleme katılmasına kanonik değişkenler elde edilirken gerek olmayacaktır. Bu durumda;

$$\begin{aligned}Kov(U_i, U_j) &= Kov(V_i, V_j) = \begin{cases} 1; & i = j \text{ için} \\ 0; & i \neq j \text{ için} \end{cases} \\ Kov(U_i, V_j) &= Kov(U_j, V_i) = \begin{cases} \rho; & i = j \text{ için} \\ 0; & i \neq j \text{ için} \end{cases}\end{aligned}\quad (2.19)$$

yazılabilir. Özetlemek gerekirse,

$$Kov(U,V) = \begin{bmatrix} I_p & \rho \\ \rho & I_p \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

matris yapısında göstermek mümkündür. I_p , köşegen ögeleri $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_p$ olan bir köşegen matris ve $U' = (U_1, U_2, \dots, U_p)$, $V' = (V_1, V_2, \dots, V_p)$ vektörlerdir.

2.1.4.1. Orijinal değişkenler ile kanonik değişkenler arasındaki korelasyonların yorumları

Hesaplanmış olan U_i ya da V_i kanonik değişkenlerin, kendi değişken kümelerindeki orijinal değişkenlerle, ayrıca öteki kümenin orijinal değişkenleri ile ilişkilerinin bulunması ve yorumu oldukça önemlidir. X_1 orijinal değişkenler kümesinin kendi U_i kanonik değişkeni arasındaki korelasyonu;

$$\begin{aligned} Kor(U_i, X_1) &= \frac{Kov(U_i, X_1)}{\{[Köş(Var(U_i))][Köş(Var(X_1))]\}^{1/2}} \\ &= \frac{\alpha_i' \Sigma_{11}}{[Köş(\Sigma_{11})]^{1/2}} \end{aligned} \quad (2.21)$$

biçimindedir. Herhangi bir orijinal değişkenin elde edilen bir kanonik değişkene katkı miktarını da bulmak için aynı şekilde şu sonuçlar yazılabilir:

$$\begin{aligned} Kor(V_i, X_2) &= \frac{\gamma_i' \Sigma_{22}}{[Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}} \\ Kor(U_i, X_2) &= \frac{\alpha_i' \Sigma_{12}}{[Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}} \end{aligned} \quad (2.22)$$

$$Kor(U_i, X_1) = \frac{\gamma_i' \Sigma_{21}}{[Köş(\Sigma_{11})]^{1/2}}$$

Yine;

$$Kor(U_i, X_2) = \rho_i Kor(V_i, X_2)$$

$$Kor(V_j, X_1) = \rho_i Kor(U_j, X_1) \quad (2.23)$$

eşitliklerine de ulaşılabilir. Bu sonuçları elde edebilmek için i'inci adımda;

$$-\rho_i \sum_{11} \alpha_i + \sum_{12} \gamma_i = 0$$

$$\sum_{21} \alpha_i - \rho_i \sum_{22} \gamma_i = 0$$

İlk ve ikinci eşitlik sırayla soldan $\sum_{11}^{-1}$ ve $\sum_{22}^{-1}$ ile çarpılıp düzenlendiğinde,

$$-\rho_i \sum_{11}^{-1} \sum_{11} \alpha_i + \sum_{11}^{-1} \sum_{12} \gamma_i = 0 \quad \rho_i \alpha_i = \sum_{11}^{-1} \sum_{12} \gamma_i$$

$\Rightarrow$

$$\sum_{22}^{-1} \sum_{21} \alpha_i - \rho_i \sum_{22}^{-1} \sum_{22} \gamma_i = 0 \quad \rho_i \gamma_i = \sum_{22}^{-1} \sum_{21} \alpha_i$$

$$\alpha_i = \frac{1}{\rho_i} \sum_{11}^{-1} \sum_{12} \gamma_i$$

$$\gamma_i = \frac{1}{\rho_i} \sum_{22}^{-1} \sum_{21} \alpha_i$$

sonuçları bulunur ve buna göre aşağıdaki eşitlik sağlanmış olur:

$$Kor(U_i, X_2) = \frac{\alpha_i' \sum_{12}}{[Köş(\sum_{22})]^{1/2}} = \frac{\gamma_i' \sum_{21} \sum_{11}^{-1} \sum_{12}}{\rho_i [Köş(\sum_{22})]^{1/2}} \quad (2.24)$$

$$= \rho_i Kor(V_i, X_2)$$

$$Kor(V_i, X_1) = \frac{\gamma_i' \sum_{21}}{[Köş(\sum_{11})]^{1/2}} = \frac{\alpha_i' \sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21}}{\rho_i [Köş(\sum_{11})]^{1/2}} \quad (2.25)$$

$$= \rho_i Kor(U_i, X_1)$$

Burada kitle kovaryans matrisi Σ kullanılarak kanonik korelasyonları ve kanonik değişkenleri elde edilmiş ve yorumları verilmiştir. Örneklem verileri için kovaryans matrisi S kullanılarak, incelenen örnek için KKA aynı formüllerden yararlanılarak uygulanır. Daha önce kitle kovaryans matrisi için de uygulandığı gibi, örneklemin kovaryans matrisi, örneklem durumu için alt matrislere ayrılacak olursa,

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{n} \begin{bmatrix} \sum (X_i - \bar{X}_1)(X_1 - \bar{X}_1)' & \sum (X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)' \\ \sum (X_2 - \bar{X}_2)(X_1 - \bar{X}_1)' & \sum (X_2 - \bar{X}_2)(X_2 - \bar{X}_2)' \end{bmatrix} \quad (2.26)$$

yazılabilir. Örneklem için de yukarıdaki prosedüre benzer işlemler yardımıyla deneysel veriler için de KKA uygulanabilmektedir.

2.1.5. Kanonik Korelasyon Katsayılarının Anlamlılık Testleri

Diğer tüm istatistiksel analizlerde olduğu gibi KKA'da da kanonik korelasyon katsayısının anlamlılığı test edilmelidir. Burada kanonik katsayıların önem kontrolü için iki ayrı yöntem ele alınacaktır.

2.1.5.1. Wilks'in Lambda'sı ile Bartlett'in Ki- kare testi

Wilks'in lambda'sı (MANOVA'da da olduğu gibi), kanonik ilişkinin anlamlılığının testi için Bartlett'in V'si ile birleştirilerek kullanılır. Eğer, $p < 0.05$ ise, iki değişken kümesinin kanonik korelasyon birleşimi anlamlıdır. Bu test, ilk kanonik korelasyonun anlamlılığını oluşturur. Bu “en büyük karakteristik kök testi” olarak da adlandırılır.

Değişkenlere eleme yapılırken birkaç algoritma kullanılır. Thompson (1984), değişkenleri değerlendiren algoritmanın, her bir fonksiyon için, onların yapısal katsayılarının karesi ile kanonik korelasyon katsayılarının çarpımından elde edildiğini açıklamıştır. Thompson (1984), aynı şekilde algoritmaya karşı, yapısal katsayılardan ziyade, kanonik katsayılar üzerine odaklanmıştır.

KKA'nın gördüğü işlevlerden biri faktör analizinde olduğu gibi boyut indirgemektir. Tüm diğer istatistik çalışmalarında olduğu gibi burada da yöntemin geçerliliğinin kontrolü yapılır, bulunan kanonik değişken çiftlerinden kaç tanesinin önemli olduğu

test edilir. Bu test yardımı ile değişken grupları arasındaki ilişkinin (kovaryansın) kaç tanesi ile büyük ölçüde açıklanabileceğine karar verilir.

İncelenen iki değişken kümesi arasındaki ilişkinin anlamlılığı yani bulunan kanonik değişken çiftlerinin kaç tanesi arasındaki ilişkinin önemli sayılacağı test edilmektedir. İlişki test edildiğinden hipotezler;

$$H_0 : \sum_{i=1}^p r_i^2 = 0 \quad \text{ya da} \quad \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0 \quad (2.27)$$

sıfır hipotezi

$$H_1 : \text{En az bir } \rho_i \neq 0$$

alternatif hipotezine karşı test edildiğinde, H_0 hipotezi reddediliyorsa değeri en büyük olan katsayı hipotezden çıkartılır ve işlemler H_0 hipotezi kabul edilinceye kadar tekrarlanır.

Test için; r_i^2 , kitle değeri ρ_i^2 'nin tahminini göstermek üzere, Wilks tarafından geliştirilmiş olan Λ katsayısı;

$$\Lambda = \prod_{i=1}^p (1 - r_i^2) \quad (2.28)$$

χ_h^2 test istatistiği, bu değer yerine konarak elde edilir;

$$\chi_h^2 = - [(n - 1) - (p + q + 1) / 2] \log (\Lambda) > \chi_{(pq;\alpha)}^2 \quad (2.29)$$

$p \cdot q$ serbestlik dereceli ki - kare tablo değeri ile karşılaştırılmaktadır. İlk denemede H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda, j adım sayısını göstermek üzere, benzer biçimde aşağıdaki formüller kullanılır:

$$\Lambda^* = \prod_{i=j}^p (1 - r_i^2) \quad (2.30)$$

$$\chi_h^2 = - [(n - 1) - (p + q + 1) / 2] \log (\Lambda^*) > \chi_{(p-j+1)(q-j+1);\alpha}^2 \quad (2.31)$$

İncelenen değişken kümelerindeki değişken sayılarının çok olması durumunda test için yukarıda verilen sürecin izlenmesi işlem hacminin çok olması nedeniyle çok zaman kaybına neden olur. Bu nedenle, elde edilen kanonik korelasyon katsayılarının sıralanarak aralarındaki en büyük aralığın belirlenmesi ve test işlemine bu aralığın üst değeri ile başlanması zamandan tasarruf açısından yararlı olacaktır (Tatlıdil, 2002).

2.1.5.2. Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımı

Bu konudaki diğer alternatif test yöntemi Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımıdır. Bu yöntemde kitle kanonik korelasyonlarının örneklemden tahminleri olan $r_1^2 \geq r_2^2 \geq \dots \geq r_p^2$ değerlerinden alınan r_i^2 'yi bir test istatistiği olarak kullanarak, her bir kanonik korelasyon katsayısının anlamlı olup olmadığı test edilmektedir. Heck tarafından geliştirilmiş grafikler (Heck's Charts) kullanılan bu yöntemde r_i^2 test edilirken;

$$H_0 : \sum_{12} = 0 \quad \text{ya da} \quad \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$$

sıfır hipotezi ve

$$H_1 : \text{En az bir } \rho_i \neq 0$$

alternatif hipotezine karşı test edilirken;

$$s = p + 1 - i$$

$$m = \frac{|p-q|-1}{2} \tag{2.32}$$

$$\tilde{n} = \frac{n-p-q-2}{2}$$

bulunur.

Parametreleri karşılaştırmak amacıyla Θ^α (s, m, $\tilde{n}$) tablo değerleri kritik değer olarak kullanılmaktadır. İncelenen $r_i^2 > \Theta^\alpha$ (s, m, $\tilde{n}$) ise H_0 hipotezi reddedilerek

aynı işlem $i + 1$ 'inci kanonik korelasyon için sürdürülmekte ve işlemler H_0 hipotezi kabul edilinceye kadar tekrarlanmaktadır.

Ancak bu yöntemin kullanımında bazı sorunlar mevcuttur. Grafiklerden elde edilen kritik değerlerin kesin değil, yaklaşık değerler olması ve Heck grafiklerinin her kaynakta bulunmaması nedeniyle sıklıkla kullanılamamaktadır.

2.2. Kısmi Kanonik Korelasyon

Burada, çok değişkenli normal bir kitleden çekilen raslantı değişkenlerinin bir üçüncü kümesinin daha olması durumunda izlenmesi gereken yol incelenmektedir. Bir kümenin değişkenlerinin etkisi, diğer iki kümedeki değişkenlerin etkisinden arındırıldığında elde edilen kısmi korelasyonların bulunması kısmi kanonik korelasyon olarak adlandırılır.

Üç ayrı değişken kümesinin her birinde sırasıyla, p , q ve r tane değişken bulunsun. Bir değişken kümesinin etkisinin arıtılmasından sonra bulunacak olan, iki değişken kümesi arasındaki KKA, iki küme olması durumunda yapılan işlemlerine çok benzer.

Üç ayrı değişken kümesinin bulunduğu yeni veri matrisi; $X \sim N_\delta(\mu; \Sigma)$; $\delta = p + q + r$ iken, X raslantı değişken vektörü ve Σ kovaryans matrisi daha önce de yapıldığı gibi aşağıdaki biçimde parçalanmaktadır.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}; \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} & \Sigma_{13} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} & \Sigma_{23} \\ \Sigma_{31} & \Sigma_{32} & \Sigma_{33} \end{bmatrix} \quad (2.33)$$

Parçalanmış X matrisinde; X_1 , X_2 ve X_3 alt vektörleri sırasıyla p , q ve r elemanlı, alt matrisleri, $\Sigma_{11} : p \times p$, $\Sigma_{22} : q \times q$ ve $\Sigma_{33} : r \times r$ matrisleri varyans-kovaryans matrisleri iken $\Sigma_{21} : q \times p$, $\Sigma_{12} : p \times q$, $\Sigma_{13} : p \times r$, $\Sigma_{23} : q \times r$, $\Sigma_{31} : r \times p$, $\Sigma_{32} : r \times q$ ve boyutlu kovaryans matrisleridir.

Kısmi korelasyonlar için üçüncü değişkenin etkisi arıtıldığında ilk iki değişken kümelerinden elde edilecek kanonik değişkenler;

$$U = \alpha' X_1$$

$$V = \gamma' X_2$$

doğrusal denklemler şeklinde yazılır. Bu değişkenler $t' = (U, V)$ biçimindeki vektörle de gösteriliyor olsun, X_3 'ün etkisi sabit tutulduğunda, t vektörünün varyans-kovaryans matrisi,

$$\begin{aligned} \text{Var}(t/X_3) &= \text{Var}(t) - \text{Kov}(t, X_3) [\text{Var}(X_3)]^{-1} \text{Kov}(X_3, t) \\ &= \begin{bmatrix} \alpha'(\Sigma_{11} - \Sigma_{13} \Sigma_{33}^{-1} \Sigma_{31})\alpha & \alpha'(\Sigma_{12} - \Sigma_{13} \Sigma_{33}^{-1} \Sigma_{32})\gamma \\ \gamma'(\Sigma_{21} - \Sigma_{23} \Sigma_{33}^{-1} \Sigma_{31})\alpha & \gamma'(\Sigma_{22} - \Sigma_{23} \Sigma_{33}^{-1} \Sigma_{32})\gamma \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \alpha' \Sigma_{11.3} \alpha & \alpha' \Sigma_{12.3} \gamma \\ \gamma' \Sigma_{21.3} \alpha & \gamma' \Sigma_{22.3} \gamma \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2.34)$$

olarak elde edilir. Birim varyanslılık koşulu nedeniyle U ve V için aşağıdaki eşitlik yazılabilir,

$$1 = \text{Var}(U/X_3) = \alpha' \Sigma_{11.3} \alpha \quad (2.35)$$

$$1 = \text{Var}(V/X_3) = \gamma' \Sigma_{22.3} \gamma$$

Ayrıca bu değişkenler arasındaki kısmi korelasyonu da,

$$\text{Kor}(U/X_3, V/X_3) = \text{Kov}(U/X_3, V/X_3) = \alpha' \Sigma_{12.3} \gamma$$

olarak gösterilir. Benzer biçimde matris gösterimi olarak,

$$\begin{bmatrix} -\rho_{.3} \Sigma_{11.3} & \Sigma_{12.3} \\ \Sigma_{21.3} & -\rho_{.3} \Sigma_{22.3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

kullanılır. α ve γ vektörlerinin katsayıları sıfır olamayacağı için yukarıdaki determinant değerini sıfır yapacak $\rho_{.3}$ değeri,

$$|-\rho_{.3}^2 \Sigma_{11.3} + \Sigma_{12.3} \Sigma_{22.3}^{-1} \Sigma_{21.3}| = 0 \quad (2.37)$$

$$|-\rho_{.3}^2 \Sigma_{22.3} + \Sigma_{21.3} \Sigma_{11.3}^{-1} \Sigma_{12.3}| = 0$$

denklemlerinden birinin çözümünden elde edilir. Bulunan $\rho_{.3}^2$ değerlerinin eşitlikte yerine konması ile de kanonik değişken katsayıları bulunur:

$$(-\rho_{.3}^2 \sum_{11.3} + \sum_{12.3} \sum_{22.3}^{-1} \sum_{21.3}) \alpha_{.3} = 0 \quad (2.38)$$

$$(-\rho_{.3}^2 \sum_{22.3} + \sum_{21.3} \sum_{11.3}^{-1} \sum_{12.3}) \gamma_{.3} = 0$$

X_1 ve X_2 değişken kümesi arasındaki kısmi kanonik korelasyon katsayıları ancak daha önce elde edilen $\rho_{i.3}^2$ değerlerinin kareköklerine X_3 'ün etkisi arıtıldığında elde edilir ve $\alpha_{i.3}$ ile $\gamma_{i.3}$ vektörlerine ise sırasıyla X_1 ve X_2 uzayındaki kısmi kanonik vektörler adı verilir. Bunların sonucu olarak da $U_{i.3} = \alpha'_{i.3} X_1$ ve $V_{i.3} = \gamma'_{i.3} X_2$ değişkenlerine, X_1 ve X_2 uzayındaki kısmi kanonik değişkenler adı verilir.

İki değişken kümesi bulunan klasik KKA'da bahsedilen tüm özellikler bu durum için de geçerlidir. Bu özellikler, aşağıdaki gibi sıralanabilir;

$$Kov(U_{i.3}, U_{j.3}) = \alpha'_{i.3} \sum_{11.3} \alpha_{j.3} = 0$$

$$Kov(V_{i.3}, V_{j.3}) = \gamma'_{i.3} \sum_{22.3} \gamma_{j.3} = 0 \quad ; \quad j \neq 0 \text{ için} \quad (2.39)$$

$$Kov(U_{i.3}, V_{j.3}) = \alpha'_{i.3} \sum_{12.3} \gamma_{j.3} = 0$$

$$Kov(U_{i.3}, U_{j.3}) = Kov(V_{i.3}, V_{j.3}) = \begin{cases} 1 & ; \quad i = j \quad \text{için} \\ 0 & ; \quad i \neq j \quad \text{için} \end{cases} \quad (2.40)$$

$$Kov(U_{i.3}, V_{j.3}) = Kov(V_{i.3}, U_{j.3}) = \begin{cases} \rho_{i.3} & ; \quad i = j \quad \text{için} \\ 0 & ; \quad i \neq j \quad \text{için} \end{cases}$$

Klasik kanonik korelasyon ile çoklu belirtme katsayısı arasındaki ilişkinin aynısı kısmi kanonik korelasyon ile kısmi çoklu belirtme katsayısı arasında da vardır. Yukarıda verilmiş olan eşitliklerden kısmi kanonik korelasyon katsayısının karesi alınırsa;

$$\rho_{i.3}^2 = \frac{\alpha'_{i.3} (\sum_{12.3} \sum_{22.3}^{-1} \sum_{21.3}) \alpha_{i.3}}{\alpha'_{i.3} \sum_{11.3} \alpha_{i.3}} \quad (2.41)$$

biçiminde elde edilen formülasyona aşağıda verilen işlemler yardımıyla ulaşılmaktadır.

$$R_1^2 = \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{12,3} \sum_{22,3}^{-1} \sum_{21,3}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} \sum_{11} \alpha_{i,3}} + \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{13} \sum_{33}^{-1} \sum_{31}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} \sum_{11} \alpha_{i,3}} \quad (2.42)$$

$$R_2^2 = \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{13} \sum_{33}^{-1} \sum_{31}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} \sum_{11} \alpha_{i,3}} \quad (2.43)$$

$$\begin{aligned} R_3^2 &= \frac{R_1^2 - R_2^2}{1 - R_2^2} = \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{12,3} \sum_{22,3}^{-1} \sum_{21,3}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} \sum_{11} \alpha_{i,3} - \alpha'_{i,3} (\sum_{13} \sum_{33}^{-1} \sum_{31}) \alpha_{i,3}} \\ &= \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{12,3} \sum_{22,3}^{-1} \sum_{21,3}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} (\sum_{11} - \sum_{13} \sum_{33}^{-1} \sum_{31}) \alpha_{i,3}} = \frac{\alpha'_{i,3} (\sum_{12,3} \sum_{22,3}^{-1} \sum_{21,3}) \alpha_{i,3}}{\alpha'_{i,3} \sum_{11,3} \alpha_{i,3}} \end{aligned} \quad (2.44)$$

görüreceği gibi çoklu belirtme katsayısı olan $R_{i,3}^2$ formülü, kısmi kanonik korelasyonu gösteren $\rho_{i,3}$ ile aynı sonuca ulaşır (Tatlıdil, 2002).

2.2.1. Kısmi Kanonik Değişkenler ile Orijinal Değişkenler Arasındaki Korelasyonların İncelenmesi

Kısmi kanonik değişkenler ile orijinal değişkenler arasındaki korelasyonlar klasik KKA'da olduğu gibi bulunmaktadır. Bulunan bu değerler, her bir orijinal değişkenin kanonik değişkenlere katkısı biçiminde yorumlanmaktadır. Öncelikle X_1 değişken kümesinin i'inci kanonik değişkeni, $U_{i,3} = \alpha'_{i,3} X_1$ ile orijinal değişkenler arasındaki korelasyon,

$$Kor(U_{i,3} / X_3, X_1 / X_3) = \alpha'_{i,3} \sum_{11,3} / [Köş(\sum_{11,3})]^{1/2} ; i = 1 \dots, p \text{ için} \quad (2.45)$$

ve benzer biçimde,

$V_{i,3} = \gamma'_{i,3} X_2$ kanonik değişkeni ile X_2 değişken kümesindeki orijinal değişkenler arasındaki korelasyon da;

$$Kor(V_{i,3} / X_3, X_2 / X_3) = \gamma'_{i,3} \sum_{22,3} / [Köş(\sum_{22,3})]^{1/2} ; i = 1 \dots, p \text{ için} \quad (2.46)$$

eşitliğinden bulunur. Farklı kümelerdeki değişkenler için ise;

$$Kor(U_{i,3} / X_3, X_2 / X_3) = \alpha'_{i,3} \sum_{12,3} / [K\ddot{o}\ddot{s}(\sum_{22,3})]^{1/2}$$

$$Kor(V_{i,3} / X_3, X_1 / X_3) = \gamma'_{i,3} \sum_{21,3} / [K\ddot{o}\ddot{s}(\sum_{11,3})]^{1/2} \quad (2.47)$$

formülleri kullanılmaktadır. Üçüncü değişken kümesinin katkısı arıtıldığında yazılabilen diğer ilişki eşitlikleri de şöyledir.

$$Kor(U_{i,3} / X_3, X_2 / X_3) = \rho_{i,3} Kor(V_{i,3} / X_3, X_2 / X_3)$$

$$Kor(V_{i,3} / X_3, X_1 / X_3) = \rho_{i,3} Kor(U_{i,3} / X_3, X_1 / X_3) \quad (2.48)$$

2.2.2. Kısmi Kanonik Korelasyon Katsayılarının Önem Testleri

Klasik KKA'daki katsayıların önem testlerinde olduğu gibi, kısmi kanonik korelasyon katsayılarının önem kontrolleri Bartlett'in ki-kare testi ve Roy'un en büyük özdeğer testi ile yapılmaktadır.

2.2.2.1. Bartlett'in Ki-kare testi

Kısmi kanonik korelasyonların testini yapan bu yöntemde de üçüncü değişken kümesinin etkisi sabit tutulduğunda, birinci ve ikinci değişken kümeleri arasındaki ilişkinin anlamlılığı testine yine;

$$H_0: \sum_{12,3} = 0 \text{ ya da } \rho_{1,3} = \rho_{2,3} = \dots = \rho_{p,3} = 0$$

$$H_1: \text{En az bir } \rho_{i,3} \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, p \text{ için} \quad (2.49)$$

hipotezleri kurularak başlanmaktadır. H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda en önemli katsayı hipotezden çıkartılarak işlemler H_0 hipotezi kabul edilinceye kadar sürdürülmektedir. Test istatistiği Wilks'in Λ katsayısı kullanılarak,

$$\Lambda = \prod_{i=1}^p (1 - r_{i,3}^2) \text{ iken} \quad (2.50)$$

$$\chi_h^2 = -[(n - r - 1) - (p + q + 1)/2] \log(\Lambda) \sim \chi_{(pq;\alpha)}^2 \quad (2.51)$$

biçiminde hesaplanır. X_1, X_2 ve X_3 değişken kümelerindeki değişken sayıları sırasıyla p, q ve r değerleridir. Daha sonraki adımlarda ise j adım sayısını göstermek üzere aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$\Lambda^* = \prod_{i=j}^p (1 - r_{i,3}^2) \quad (2.52)$$

$$\chi_h^2 = -[(n - r - 1) - (p + q + 1) / 2] \log(\Lambda^*) \sim \chi_{(p-j+1)(q-j+1); \alpha}^2 \quad (2.53)$$

Burada χ_h^2 test istatistik değeri yaklaşık olarak, (p-j+1).(q-j+1) serbestlik derecesi ile ki-kare tablo değeriyle karşılaştırılmaktadır. Bu hipotez testi kaç tane kısmi kanonik değişken çiftinin önemli olduğunu tespit edebilmek için tekrar edilir.

2.2.2.2. Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımı

Bartlett'in yukarıda değinilen hipotez testine alternatif olan bu test, klasik kanonik korelasyon yönteminde kullanıldığı gibi kullanılmaktadır. Bu yöntemde de örneklemden elde edilen $r_{i,3}^2$ kestirim değerleri, parametreleri aşağıdaki eşitliklerden bulunarak Heck grafiklerinden elde edilen kritik değerlerle karşılaştırılmaktadır. Hipotezler,

$$H_0: \sum_{12,3} = 0 \text{ ya da } \rho_{1,3} = \rho_{2,3} = \dots = \rho_{p,3} = 0$$

$$H_1: \text{En az bir } \rho_{i,3} \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, p \text{ için}$$

olarak yazılır.

$$s = p + 1 - i$$

$$m = \frac{|p - q| - 1}{2} \quad (2.54)$$

$$\tilde{n} = \frac{n - r - p - q - 2}{2}$$

Eğer $r_{i,3}^2 > \theta^\alpha$ (s, m, ñ) ise i'inci kısmi kanonik korelasyon katsayısının istatistiksel yönden anlamlı olduğu sonucuna ulaşılır. H_0 hipotezi kabul edilinceye kadar işlemlere devam edilmektedir.

2.3. Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon

Doğrusal olmayan KKA'nın çözüm tekniği ilk olarak 1981 yılında Gifi ve 1984 yılında Van der Burg de Leew ile Veerdegaa tarafından ortaya konmuştur. İlgili analizde değişkenler farklı ölçüm düzeylerine sahip olabilirler. Ayrıca analiz değişkenlerin normal dağılımları veya ilişkilerin doğrusallığı konusunda herhangi bir kısıt getirmez. Nicel değişkenlerin yanı sıra, kategorik değişkenleri de analize dahil edilebilmesi ve iki boyutlu grafik gösterimlerde kullanılabilir olması analizi çekici yapmaktadır (Bayram ve Ertaş, 2001).

Doğrusal olmayan KKA, optimal ölçekle kategorik KKA'ne karşılık gelir. Yani, kanonik korelasyon, regresyonda “kategorik (kesin) regresyon” olarak bilinir. SPSS'de OVERALS prosedürü, doğrusal olmayan kanonik korelasyonu analiz eder. Bağımsız değişkenler; sıralı ve aralıklı olabilir ve iki değişken kümesinden daha fazlası da olabilir. Olağan kanonik korelasyon, değişken kümeleri arasındaki korelasyonları maksimize ederken, OVERALS'daki kümeler, amaç skorları tarafından tanımlanan kümeleri karşılaştırır.

OVERALS, kategorik değişkenleri ölçen ve sonra da sayısal değişkenleri ele alan optimal ölçeği kullanır. Bu sayısal değişkenler, en uygun modeli bulmak için doğrusal olmayan dönüşümlerin uygulanmasını içerir. Nominal değişkenler için, kesin kural yoktur, fakat değerler her bir kategori için yaratılmıştır. Ordinal değişkenler için kural vardır ve maksimum uygun değerler yaratılmıştır. Aralıklı (interval) değişkenler için kural, değerler arasında eşit uzaklık olacak şekildedir.

KKA'nın kategorik verilere uygulanabilmesi için, normallik varsayımı kullanılarak kayıp değerinin en küçüklenmeye çalışılması gerekir (Kaya, 2004).

K tane değişken kümesinin olduğu bir durumda, KKA'da kanonik değişkenler z_k ile gösterilsin. Bu değişkenler arası ilişki genelleştirilmiş kanonik korelasyon formülleri yardımıyla incelenir. Kullanılan değişkenler kategorik olduğunda ise optimal

ölçekleme (optimal scaling) doğrusal olmayan KKA sonucuna götürür (Michailidis and De Leeuw, 1998).

Burada, değişken kategorileri k_j , $j \in J = \{1, 2, \dots, J\}$ ile, J kategorik değişkeni ve N nesnenin bulunduğu bir veri kümesini gösterebilir. Kategorik değişkenler G_j gösterge matrisi kullanımı ile gösterilmektedir. ($G_j(i, t) = 1$, $i = 1, 2, \dots, N$, $t = 1, 2, \dots, k_j$ eğer i . birim t . kategoriye ait ise veya $G_j(i, t) = 0$ eğer diğer kategorilere ait ise.) Bu yaklaşımda değişkenler sınıflıdır ve belirli kategorilerle ilgilenilmektedir, böylece kayıp fonksiyonu da,

$$\sigma(X, Y_1, \dots, Y_J) = J^{-1} \sum_{j=1}^J KT(X - G_j Y_j) = J^{-1} \text{Iz}(X - G_j Y_j)'(X - G_j Y_j) \quad (2.55)$$

olarak yazılabilir.

Yukarıdaki eşitlikte $KT(.)$ gösterimi bir vektör ya da matrisin köşegen elemanlarının kareleri toplamını göstermektedir. J : değişken sayısı, G_j : j . değişkenin gösterge matrisi ($j \in J$ ($N \times k_j$)), X : nesne (birim) skor değeri (nesnelerin nicelendirilmiş değeri) ve Y_j ($k_j \times p$, $j \in J$) j . değişkenin çoklu kategorik nicelendirmesini içeren matrisi göstermektedir.

Doğrusal olmayan kanonik korelasyon için K değişken grubu için genelleştirilmiş kayıp fonksiyonu,

$$\sigma(X, Y) = K^{-1} \sum_k KT(X - \sum G_j Y_j) \quad (2.56)$$

şeklinde. Diklik koşulunun sağlanması ve bunun yanında, Y_j ve X değişkenlerinin de normal olması gerekir. Bu varsayım $U'X = 0$ ve $X'X = 1$ ile gösterilir. X ağırlıklandırılmış vektörler toplamı,

$$X_{ks} = (Z_{1k}W_{1ks} + Z_{2k}W_{2ks} + \dots + Z_{mk}W_{mks})/m_k \quad (2.57)$$

olarak tanımlanır.

Kayıp fonksiyonun en küçüklenmesi ve varsayımları sağlayan Y_j değerlerinin bulunması için yeni bir T matrisi tanımlanmalıdır. Bu matris $p \times p$ boyutlu olup elemanlarının Y matrisine göre bazı özellikleri göstermesi yeterlidir. Belirlenecek

olan bir Y_j matrisi varsayımları (kısıtları) sağlıyor ise $Y_j T$ matrisi de aynı kısıtları sağlayacaktır (Gifi, 1990).

$$Z_k = \sum_{j \in J_k} G_j Y_j \quad (2.58)$$

olacağından T matrisinin tanımlı olduğu durumda; J , toplam değişken sayısı ve K küme sayısı olmak üzere, kayıp fonksiyonu;

$$\sigma_j(X, Y, T) = K^{-1} \sum_K K T (X - Z_K T_K) \quad (2.59)$$

eşitliği ile verilmektedir (Tuna, 2004).

Doğrusal olmayan KKA, bilgisayar programlarında kullanılabilir olması nedeniyle son yıllarda oldukça ilgi çekmektedir. Bu durum, değişkenlerin sıralı, sınıflı ya da nicel olarak kullanımı ve değişken grupları oluşturularak gruplar arası ilişkilerin incelenmesi işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

SPSS çıktısı; sıklık, ağırlık merkezi, yineleme süreci, amaç skorları, kategori miktarı, ağırlıklar, faktör yükleri, tekil ve çoğul form ve amaç skorları şekli, kategori koordinatları şekli, faktör yükleri şekli, kategori merkezi şekli ve transformasyon şeklini gösterir.

2.4. Kanonik Korelasyon Analizi'nin Diğer Tekniklerle İlişkisi

Temel bileşenler analizi ile kanonik korelasyon analizinin her ikisi de değişken kümelerine ait özdeğerleri dikkate alarak boyut indirgeme yapmaktadır. Her iki analiz tekniğinde de özvektörler yardımı ile yeni bileşenler oluşturulmakta ve bunlar üzerinden yorum yapılmaktadır. Bu iki analiz tekniği arasındaki temel farklılık ise, temel bileşenler analizinde incelen tüm değişkenler tek bir küme (X değişken kümesi) içerisinde yer alıyormuş gibi düşünülüp, bu değişken kümesine ait varyans-kovaryans matrisi üzerinden özdeğer ve özvektörler hesaplanmaktadır. Kanonik korelasyon analizinde ise, değişkenler en az iki değişken kümesine (X_1 ve X_2 değişken kümesi) ayrılmakta ve kümeler arasından hesaplanan kovaryans matrisi üzerinden özdeğer ve özvektörler hesaplanmaktadır. Bunun sonucunda, her iki analiz tekniği yardımı ile kovaryans matrislerinden hesaplanan özdeğer ve özvektörleri kullanarak yeni bileşenler oluşturulmakta ve bunlar üzerinden yorumlar yapılmaktadır (Çankaya, 2005).

ANOVA ve iki gruplu diskriminant analizi çoklu regresyon analizinin özel bir şekli olduğundan bu iki yöntem aynı zamanda KKA'nın özel bir şeklidir. KKA, tek bir bağımlı değişken söz konusu ise çoklu regresyon analizine dönüşmektedir. Analizde tek bir bağımlı ve tek bir bağımsız değişken söz konusu ise basit korelasyon analizine dönüşmektedir. MANOVA ve çoklu diskriminant analizi KKA'nın özel bir şeklidir. Bağımlı değişken çok gruplu nominal bir değişken ise, KKA çoklu diskriminant analizine ve açıklayıcı değişkenler faktörler tarafından şekillendirilen grupları gösteriyorsa, MANOVA analizine indirgenmektedir (Sharma, 1996).

KKA iki ayrı bağımsız değişken grubundan doğrusal fonksiyonlar ürettiği için faktör analizine, değişken kümeleri arasındaki en büyük korelasyonu sağlamak amacıyla birbirinden bağımsız boyutlar türetebildiği için diskriminant analizine de benzemektedir (Kalaycı, 2008).

Ayrıca, KKA; temel bileşenler analizinde, özvektörlerin bulunması ve yorumu ile diskriminant analizindeki ayırıcı fonksiyonların bulunması ve yorumu nedeniyle ile bu analizler arasında da çok büyük benzerlikler olduğu, aynı temel fonksiyonlara dayandığı söylenebilir (Tatlídil, 2002).

Buna ek olarak, her bir küme bir değişken içeriyorsa, doğrusal olmayan KKA, optimal ölçekli analiz ile eşdeğerdir. Bu değişkenlerin her biri çoklu (mutiple) nominal ise (sayısal olarak çoğaltılırsa), analiz, homojenite analizine benzer. Eğer iki değişken kümesi varsa ve birisi tek bir değişken içeriyorsa, analiz, optimal ölçekli kategorik analiz ile aynıdır. KKA sonuçları gerekmezlik analizi (RDA) sonuçlarını da içerir şekilde elde edilir. Bu nedenle RDA da KKA'nın bir ürünüdür.

2.4.1. Gerekmezlik (Redundancy) Analizi

Elde edilen kanonik korelasyonların kareleri, iki değişken kümesinin orijinal değişkenler tarafından paylaşılan indeksi değil, kanonik değişken çiftleri tarafından paylaşılan varyansı temsil etmektedir. Burada paylaşılan varyansın kullanımındaki zorlukları gidermek için Stewart ve Love (1968) tarafından "Redundancy İndeksi" geliştirilmiştir. Gerekmezlik (gerekmezlik) indeksi, bir değişken kümesinin, diğer değişken kümesinin kanonik değişkeni tarafından açıklanan ortalama varyansıdır. Başka bir deyişle gerekmezlik indeksi bir değişken kümesinin diğer değişken kümesine göre ne kadar yüksek oranda açıklandığını belirtmeye yarayan kavramdır.

Yine aynı dönemde Muller gerekmezlik analizi (RDA), kanonik korelasyon analizi (KKA) ve çok değişkenli çoklu regresyon analizi (ÇDÇRA) yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmasında RDA'nın regresyonun yeterliliğinin değerlendirmesi olarak nitelendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

2006 yılında Takane ve Jung RDA'ya harici bilgiyi de dahil eden genelleştirilmiş kısıtlanmış RDA yöntemini önermişlerdir. Bu yöntemde, hem bağımlı değişkenler hem de bağımsız değişkenler tarafından türetilen dik bileşenler öncelikle birçok bileşene ayrılır ve daha sonra bu ayrıştırılmış matrislere RDA uygulanır. Bu iki ayrıştırımadaki terimler birleştirilmiş, kısmi ve kısıtlanmış RDA yöntemlerini de içeren çeşitli yeni ve önceden var olan yöntemler bir arada incelenmiştir.

2007'de Bougeard, Hanafi ve Qannari RDA'ya sürekli bir yaklaşım getirerek Sürekli RDA ve Kısmi En Küçük Kareler Regresyon (KEKKR) yöntemleri arasındaki bağı incelemişlerdir. RDA ve KEKKR yöntemlerinin sürekli yaklaşımın iki uç noktası

olduğunu ve bu yaklaşıma ilişkin özelliklerle çoklu bağlantı sorununun nasıl çözüldüğünü ortaya koymuşlardır.

Araştırmacılar incelemelerinde değişkenler arasında yüksek gerekmezlik (redundancy) istemişlerdir, çünkü bu, bağımsız değişkenin, orijinal bağımlı değişken kümesinin varyansın yüksek oranda açıklandığını göstermektedir. Ancak bu, kanonik korelasyonun karesi değildir, bağımsız değişkence hesaplanan bağımlı değişken varyansının yüzdesidir. Aslında, fazlalık ölçümü, çoklu regresyonun R^2 istatistiğine tamamen benzerdir ve indeks olarak değeri aynıdır. Yüksek fazlalık indeksine sahip olabilmek için, yüksek kanonik korelasyona ve bağımlı değişkence açıklanan yüksek dereceli varyansa sahip olmak gerekir. Gerekmezlik indeksi, hem bağımlı hem de bağımsız değişkenler için hesaplanır, ancak, çoğu örnekte araştırmacılar sadece kanonik ilişkilerin tahmin edilebilme yeteneğinin çok daha gerçekçi ölçümünü sağlayan bağımlı değişken kümesinden elde edilen varyansla ilgilenirler. Ayır ayrı sıralamak gerekirse gerekmezlik analizinin özellikleri;

- Gerekmezlik analizi (RDA) iki çok değişkenli küme olduğunda uygulanabilecek analiz yöntemlerinden biridir.
- RDA, kanonik analizden farklı olarak, bir kümenin diğer küme değişkenleri ile maksimum ilişkili olduğu lineer kombinasyonlar bulur.
- Çoklu regresyon aslında kanonik analizin özelleşmiş bir biçimidir; çoklu regresyonda kümelerden biri sadece bir değişken içerir
- RDA kanonik analizin özel bir biçimidir. Çünkü, kümelerden birinin lineer kombinasyonları, benzerlik dönüşümü için sınırlandırılır.
- RDA da aynen çoklu regresyonda olduğu gibi değişkenler, bağımlı ve bağımsız olmak üzere iki gruptur.
- Araştırmacıların deneysel sonuçlar elde ettiği ve iki çok değişkenli küme halinde olan bu sonuçlardan biri diğeri üzerinde bağımlı ise, RDA çok etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkar.
- Eğer iki kümenin de değişkenleri aynı grupta (hepsi X gibi) ise RDA temel bileşenler analizine dönüşür.

Gerekmezlik indeksinden RDA'ya geçiş 1977 yılında Wollenberg tarafından sağlanmıştır. Wollenberg'in RDA modeli, varyansların 1 olması kısıtı altında Gerekmezlik indeksini maksimize eden, bağımsız değişkenler kümesinin doğrusal kombinasyonlarını $U = a_1 X$ (birinci gerekmezlik değişkeni) araştırır.

$$\text{Gerekmezlik indeksi} = R_y = \sum_{j=1}^q \text{Kor}(\alpha' X, Y_j)^2 / q \quad (2.60)$$

biçiminde olup, burada $\alpha' X$; orijinal X değişkenlerinin kanonik yükünü, Y_j ; orijinal Y değişkenlerini temsil eden kanonik değişkeni, q ise bağımlı değişken sayısını göstermektedir.

İkinci gerekmezlik değişkeni $U = a_2 X$ bağımsız değişkenler kümesinin gerekmezlik indeksini maksimize eden ve U_1 'den bağımsız dik bir doğrusal kombinasyonu olarak tanımlanır. Bu şekilde kümelerdeki değişken sayısının en küçüğü kadar doğrusal kombinasyon tanımlanır.

RDA, KKA'na ve bağımlı değişkenler arasında çoklu bağlantı bulunması durumunda çok değişkenli çoklu regresyon analizine alternatif bir yöntemdir. Yöntem bağımlı değişkenler arasındaki ve ayrıca bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri doğrusal olarak modellemektedir. RDA çok değişkenli çoklu regresyon analizinden elde edilen tahmin değerlerinin ($\hat{Y}$) temel bileşenler analizi olarak da tanımlanabilir. Çünkü RDA kestirim değerlerinin özdeğer ayrıştırması yapılan bir dizi ÇDÇRA'dan oluşmaktadır. Bu nedenle Temel Bileşenler Analizi, RDA'nın özel bir durumu olarak da tanımlanabilir. Tüm bu açıklamalar ışığında RDA'nın kuramı ve uygulama adımları kısaca şöyle özetlenebilir;

X değişken kümesinin bir Y değişkeni ile çoklu regresyonu elde edilerek kestirim değerleri hesaplanmalıdır. Ancak çoklu regresyona başlanmadan önce X matrisine 1'lerden oluşan bir sütun vektörü eklenmelidir. $\hat{Y}$ kestirim değerlerine ilişkin matris;

$$\hat{Y} = X\hat{\beta} = X[X'X]^{-1}X'Y \quad (2.61)$$

ile

$$\Sigma = [1/(n-1)]\hat{Y}'\hat{Y} \quad (2.62)$$

elde edilir. $\hat{\beta}$ matrisi Y bağımlı değişkenlerinin regresyon katsayıları matrisi, $\hat{Y}$ kestirim değerlerine dair matrisin kovaryans matrisi aşağıdaki gibi bulunur.

$\hat{Y}$ 'ya ilişkin Eş.2.61'de verilen denklem kullanılırsa;

$$\Sigma = [1/(n-1)]Y'X[X'X]^{-1}X'Y \quad (2.63)$$

şeklinde yazılabilir.

Çözümünden bulunan matrislerinin boyutlarının azaltılması için $\hat{Y}$ kestirim değerlerinin temel bileşenleri hesaplanır. Temel bileşenler λ_k ile tanımlanan özdeğerlerin hesaplanması ile elde edilir:

$$(\Sigma - \lambda_k I) U_k = 0 \quad (2.64)$$

burada λ_k , k . özdeğeri ve U_k , o özdeğere dair özvektörü göstermektedir. Normalleştirilmiş kanonik özvektörleri içeren matris U ile gösterilsin. Özvektörler, açıklayıcı değişkenlerin kanonik eksenlere katkılarını verir.

Y cevap değişkenlerinin uzayındaki nesnelerin (Y 'nin satırları) kanonik sınıflandırılması, Eş.2.64'den elde edilen U_k özvektörlerin ve temel bileşenlerin standart denklemini kullanarak direk merkezileştirilmiş Y matrisinden elde edilir:

$$(Y; \text{yanıt değişkenleri uzayında})_k = YU_k \quad (2.65)$$

Bu denklemlerle tanımlanan sınıflandırılmış vektörlere küme skor vektörleri denir. Bu vektörler, ilgili özdeğerlere eşit olmayan ancak çok yakın olan varyanslara sahiptir.

Aynı şekilde, X açıklayıcı değişkenlerinin uzayındaki nesnelerin kanonik sınıflandırılması aşağıdaki formülden elde edilir:

$$(X; \text{açıklayıcı değişkenler uzayında})_k = \hat{Y}U_k = X\hat{\beta}U_k \quad (2.66)$$

Bu denklemlerle tanımlanan sınıflandırılmış vektörlere de 'Kestirim küme skor vektörleri' denir. Bu vektörler, ilgili özdeğerlerle eşit varyansa sahiptirler.

Eş.2.66 denklemi ile verilen küme skorları, orijinal Y veri matrisinin k eksenine izdüşümü ile elde edilir ve artıkları içeren gözlenen verilere ($Y = \hat{Y} + Y_{ARTIK}$) yaklaşırlar.

Diğer taraftan, Eş.2.66 denklemi ile verilen kestirim küme skorları $\hat{Y}$ matrisinin değerlerinin k eksenine göre izdüşümü ile elde edilir ve kestirim verilerine yaklaşırlar.

Bununla beraber X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek için ise açıklayıcı değişkenlerin kanonik eksenlere yaptıkları katkılar bulunur. Bu katkıyı belirleyebilmek için, bir yanda X değişkenleri, diğer yanda ya Y ya da X uzayındaki kanonik sınıflandırma eksenini arasındaki korelasyonlar hesaplanır.

RDA'da, üç ayrı veri noktaları kümesini içeren biplot grafikleri çizilebilir. Bunlar; küme skorları (Eş.2.65 ve Eş.2.66 denklemlerinden), Y cevap değişkenleri ve X açıklayıcı değişkenleridir. Noktalar kümesinin her bir çifti bir grafik oluşturur. Grafikler öncelikle X ve/veya Y matrisinin değişkenlerinin kümeleri arasındaki ilişkileri yorumlamamızı sağlarlar. Eğer X ya da Y 'de çok fazla küme ya da değişken varsa, ayrı (bireysel) grafikler çizilebilir ve yan yana gösterilebilir. RDA'da iki temel ölçekleme türü kullanılabilir. Birinci tür ölçekleme ile çizilen grafik, uzaklık grafiği olarak adlandırılır ve kümeler arasındaki uzaklıkları korur. İkinci tür ölçekleme ile çizilen grafik, korelasyon grafiğidir ve cevap değişkenleri arasındaki korelasyonlara odaklanır.

KKA ve ondan türetilen RDA her zaman özdeş sonuçlar doğurmayabilir. KKA ve RDA sadece bağımlı değişkenlerin korelasyon matrisinin sıfırdan farklı tüm özdeğerleri eşit ise aynı sonuçları verir.

Özel bir durum olarak ise Y bağımlı değişkenlerinin kovaryans matrisinin sadece bir özdeğeri bulunduğunda sadece bir tane kanonik kök vardır ve KKA ile RDA daima aynı sonucu vereceklerdir.

Y bağımlı değişkenlerinin korelasyon matrisi tam ranklı olduğunda iki yöntemin aynı sonucu vermesi için tüm Y değişkenlerinin dik olması gerekir. Bunlar genellikle uygulamada gerçekleşmesi zor, katı kurallardır. Fakat uygulamada aynı sonuçları verdiği durumlar da vardır. Örneğin; Y bağımlı değişkenleri kendi aralarında düşük ilişkilere sahip ise KKA ve RDA aynı sonucu verir. Y değişkenleri yüksek derecede ilişkili iseler (çoklu bağlantılı) aynı sonucu elde etme şansı azdır ama eğer Y 'ler sıfır olmayan özdeğerlere sahiplerse ve bazı Y değişkenleri yüksek derecede redundant ise (yani gereğinden fazla ve ilgisiz değişkenler varsa) KKA ve RDA, Y değişkenleri çoklu bağlantılı olmasına rağmen aynı sonucu verir. Y kanonik değişkeni Y 'deki toplam varyansın büyük bir kısmını açıklıyorsa KKA ve RDA aynı sonuçları verir (Garson, 2008).

2.4.2. Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi (ÇDÇRA)

Daha önce de değinilmiş olduğu gibi, KKA; çoklu regresyon analizi, diskriminant analizi, temel bileşenler analizi gibi çok değişkenli diğer analizlerle büyük benzerlikler göstermektedir. Bu konuda kullanılan gösterimler yardımıyla birbirine dönüşen yöntemlere örnek vermek gerekirse; iki grupta da birer değişken olması durumunda yani $p = 1$ ve $q = 1$ iken, kanonik korelasyon katsayısı Pearson çarpım moment korelasyon katsayısına eşittir.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} \quad (2.67)$$

biçimindeki bir korelasyon matrisinden, ilişki katsayısının karesi bulunmak istenirse;

$$-\rho^2 \sigma_{11} + \sigma_{12} \sigma_{22}^{-1} \sigma_{21} = 0 \quad (2.68)$$

eşitliğinde ρ^2 yalnız bırakılırsa,

$$\rho^2 = \frac{\sigma_{12}^2}{\sigma_{11} \sigma_{22}} = \frac{[Kov(X, Y)]^2}{Var(X) Var(Y)} \quad (2.69)$$

klasik korelasyon katsayısı bulunmaktadır. Yine benzer şekilde $p > 1$ ve $q = 1$ iken durum, birden çok açıklayıcı (bağımsız) değişkeni olan bir regresyon denkleminde

dönüşecektir. Verilen matris ve bağıntıları kullanılarak yine ilişki katsayısı incelendiğinde;

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix};$$

$$-\rho^2 \sigma_{11} + \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} = 0; \quad (2.70)$$

Yine aynı şekilde ρ^2 yalnız bırakılırsa

$$\rho^2 = \frac{\Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21}}{\sigma_{11}} \quad (2.71)$$

olarak bulunan kanonik korelasyon katsayısının karesi $E(X_1 / X_2)$ biçimindeki regresyon denkleminin çoklu belirtme katsayısına eşit olmaktadır (Tatlídil, 2002).

Çoklu regresyon, sadece bir tek bağımlı değişkeni yönetmeye eğilimlidir. Regresyon denkleminde bir bağımlı değişken Y ile iki ya da daha fazla bağımsız değişken $(X_1, X_2, \dots, X_p)$ arasındaki doğrusal bağıntı incelenir.

$Y = X\beta + \varepsilon$ modelinde Y ; $(n \times 1)$ boyutlu gözlem vektörü, X ; $(n \times (p+1))$ boyutlu bağımsız değişkenlerin gözlem matrisi, β ; $((p+1) \times 1)$ boyutlu katsayılar vektörü, ε ; $(n \times 1)$ boyutlu rasgele hata vektörüdür. X matrisinin birinci sütunu genel ortalama etkisine karşılık gelmek üzere 1 değerlerinden oluşur. Bu modelde $E(\varepsilon) = 0$ ve $\text{cov}(\varepsilon) = \sigma^2 I$ dir. Böylece $E(Y) = X\beta$ olur. Modelde yer alan $p+1$ tane regresyon katsayısı En Küçük Kareler Yöntemi ile şöyle tahmin edilir;

$$b = (X'X)^{-1}X'Y, \quad b = (b_0, b_1, \dots, b_p)$$

Benzer biçimde çok değişkenli regresyon modelinde bağımlı değişken sayısının iki ya da daha fazla olduğu durumların ($q \geq 2$) genelleştirilmiş biçimidir. Bağımsız değişken sayısı ise aynı şekilde ($p \geq 1$) olur. Bağımlı ve bağımsız değişkenler sırasıyla p ve q değişkenli normal dağılım göstermelidir. E rasgele hata matrisi de $N_p(0, \Sigma)$ parametrelili normal dağılım gösterir. Parametre tahminleri ve modelin geçerliliğini belirlemek için gerekli kareler toplamalarının hesaplanması çoklu regresyon modeli ile benzerlik taşır.

Kanonik değişkenlerin elde edilmesi sırasında kullanılan eşitlikler dikkatle incelenirse KKA'nın çoklu regresyon analizinin bir uzantısı, genelleştirilmiş biçimi olduğu anlaşılabılır. Benzer şekilde Eş.2.71 gösteriminde, i'inci durum için yazılıp sırasıyla birinci ve ikinci eşitlik sırasıyla soldan α_i' ve γ_i' ile çarpıldığında,

$$\rho_i^2 = \frac{\alpha_i' (\sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21}) \alpha_i}{\alpha_i' \sum_{11} \alpha_i} \text{ ve } \rho_i^2 = \frac{\gamma_i' (\sum_{21} \sum_{11}^{-1} \sum_{12}) \gamma_i}{\gamma_i' \sum_{22} \gamma_i} \quad (2.72)$$

ρ_i^2 değerleri (kanonik korelasyonların kareleri),

$$R_{y,x} = \text{Kor}(Y, X\hat{\beta}) = \frac{(\sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21})^{1/2}}{\sigma_{11}^{1/2}} \quad (2.73)$$

eşitlikte de görüleceği gibi, regresyon analizindeki çoklu belirtme katsayısına (R^2 çoklu belirtme katsayısının karesi) karşılık gelmektedir. i'inci kanonik korelasyon katsayısının, X_1 uzayındaki i'inci kanonik değişkeni, $U_i = \alpha_i' X_1$ ve X_2 kümesinin orijinal değişkenleri arasındaki (ya da tersi) çoklu ilişki (korelasyon) katsayısı olduğu kolayca görülmektedir. Çünkü β , qx1 boyutlu parametreler vektörü olmak üzere,

$$U_i = \beta' X_2 \quad (2.74)$$

regresyon fonksiyonu yazılabilir. X_2 bağımsız değişken kümesi ile U_i bağımlı değişkeni ile arasındaki kovaryans matrisi,

$$\text{Kov}(U_i, X_2) = \begin{bmatrix} \alpha_i' \sum_{11} \alpha_i & \alpha_i' \sum_{12} \\ \sum_{21} \alpha_i & \sum_{22} \end{bmatrix} \quad (2.75)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan da $\beta = (X'X)^{-1} X'Y$ biçimindeki parametreler vektörünü,

$$\beta = \sum_{22}^{-1} \sum_{21} \alpha_i \quad (2.76)$$

yazıldığında, R^2 çoklu belirtme katsayısına ulaşılmış olur.

$$R^2 = \rho_i^2 = \frac{\beta' \sum_{21} \alpha_i}{\text{Var}(u_i)} = \frac{\alpha_i' \sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21} \alpha_i}{\alpha_i' \sum_{11} \alpha_i} = \frac{\text{AÇIKLANAN VARYANS}}{\text{TOPLAM VARYANS}} \quad (2.77)$$

Her kümede birer değişken bulunuyorsa yani eğer, $p = q = r = 1$ ise kısmi kanonik korelasyon katsayısı, tek değişkenli analizde görülen basit kısmi korelasyon katsayısına eşittir.

$$\rho_{.3}^2 = \frac{\sigma_{12.3}^2}{\sigma_{11.3} \sigma_{22.3}} \quad (2.78)$$

Aynı ilişkinin $r > 1$ olması durumunda da geçerli olacağını söylemek kolaydır. Ayrıca, $p=1$, $q>1$ ve $r>1$ iken,

$$\rho_{.3}^2 = \frac{\sum_{12.3} \sum_{22.3}^{-1} \sum_{21.3}}{\sigma_{11.3}} \quad (2.79)$$

olduğu ve bu değer de (çoklu regresyonda) çoklu kısmi belirtme katsayısına eşit olacağı aşağıdaki biçimde gösterilebilir.

$$R_{.3}^2 = \frac{R_1^2 - R_2^2}{1 - R_2^2} = \frac{\sum_{12.3} \sum_{22.3}^{-1} \sum_{21.3}}{\sigma_{11.3}} \quad (2.80)$$

Çok değişkenli çoklu regresyona alternatif olarak kullanılan çok değişkenli varyans analizi, sadece bağımsız değişkenlerin tümü metrik olmadığında çözüm olur. Kanonik korelasyon, çoklu bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenlerin ilişkilerini araştırmak için geliştirilmiş bir tekniktir.

Regresyona benzer şekilde, kanonik korelasyonun amacı, iki değişken kümesi (bağımlı ve bağımsız) arasındaki ilişkinin şiddetini tanımlamaktır. Değişkenlerin bileşiminin oluşturulmasında faktör analizine benzemektedir. Yine, her bir değişken kümesi için, diskriminant fonksiyonuna benzer şekilde bağımsız boyutları belirleme yeteneği açısından diskriminant analizine benzer. Böylece, kanonik korelasyon, bağımsız ve bağımlı değişken kümeleri arasındaki ilişkiyi maksimum kılan her bir değişken kümesinin optimum yapısı ve boyutsallığını tanımlar (Hair et al, 1998).

3. TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜNDE KARLILIK DEĞİŞKENLERİNİN KANONİK İLİŞKİLERİ

Bu bölümde bankacılığın tarihsel gelişimi ile Türk bankacılık sistemi anlatılarak, bankacılık sektöründe karlılığa ilişkin yapılan çalışmalar ışığında seçilen değişkenlerin kanonik ilişkileri ortaya konacaktır.

3.1. Türk Bankacılık Sektörü

3.1.1. Bankacılığın Tanımı ve Faaliyetleri

Ekonomi literatüründe banka için yapılan tanımlardan biri; para, kredi ve sermaye konularına giren her çeşit işlemleri yapan ve düzenleyen, özel veya kamusal kişilerle işletmelerin bu alandaki her türlü gereksinimlerini karşılama faaliyetlerini temel uğraş konusu seçen bir ekonomik birim olduğu şeklindedir (Takan, 2001). Bankalar kar etme amacıyla çalışan, piyasadan sağladığı fonları kullanarak yatırım yapan ve bu fonları kredi olarak ihtiyacı olan kesime veren kuruluşlardır.

Bankayı, halkın belli bir zaman içinde harcamadığı paraları kabul ederek, bunları nema getirecek şekilde ikraz ve plase eden, ödemelerde aracılık, para nakli, senet tahsili, emanet kabulü gibi çeşitli hizmetler gören bir işletme şeklinde tanımlamak da mümkündür. 5411 Sayılı Bankacılık Kanunu'nda ise bankanın tanımına, mevduat bankaları ve katılım bankaları ile kalkınma ve yatırım bankaları girmektedir (Öçal, 1990).

Günümüzde bankaların faaliyet alanları oldukça geniştir; mevduat toplar, nakdi ya da gayri nakdi kredi verir, sanayi kuruluşlarına ortak olur, borsa işlemlerini yürütür, senet ve fatura tahsiline aracılık eder, para transferleri kabul eder ve yapar, kambiyo ve dış ticaret işlemlerine aracılık eder, bireysel bankacılık hizmeti verir ve finansal konularda müşterilerine danışmanlık yapar. Nakdi para olmadan sadece bankaların hesaplarına borç ya da alacak kaydı düşülerek kaydi para yaratır. Bankalar, merkez bankasıyla ekonomi arasında para politikasının aktarımında bir köprü vazifesi görür.

Genel olarak bankaların üstlendikleri fonksiyonlar, hem ulusal, hem de uluslararası düzeyde para ve para ile ifade edilen değerlerin alımını, satımını, değişimini, transferini ve plasmanını kapsamaktadır (Yücedağ, 2009).

3.1.2. Banka Türleri

Günümüzde dünyadaki tüm ülkelerde mali yapının başında merkez bankaları yer almaktadır. Banka sınıflamasına merkez bankasının yanı sıra ticari bankalar ya da kalkınma ve yatırım bankaları da eklenebilir. Genel olarak bankalar, mülkiyetlerine, işlevlerine ve büyüklüklerine göre de ayrılabilir.

Mülkiyetlerine göre bankalar;

- Kamusal Sermayeli Bankalar,
- Özel Sermayeli Bankalar

olarak ayrılabilir.

Özel sermayeli bankalar da;

- Yerli Sermayeli Bankalar,
- Yabancı Sermayeli Bankalar şeklinde sıralanabilir.

Büyüklüğüne göre bankalar;

- Küçük ölçekli bankalar,
- Orta ölçekli bankalar
- Büyük ölçekli bankalar

olmak üzere üç türde incelenebilir. Bu ayırmada bankaların özkaynak büyüklüğü, aktif büyüklüğü, şube ya da personel sayıları kriter olarak alınabilir.

Türkiye Bankalar Birliği'nin ayırımına göre tüm bankalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır:

1-Mevduat Bankaları

- Kamusal Sermayeli Mevduat Bankaları,
- Özel Sermayeli Mevduat Bankaları,
- Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonuna Devredilen Bankalar.

2-Yabancı Bankalar

- Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Bankalar,
- Türkiye’de Şube Açan Yabancı Bankalar,

3-Kalkınma ve Yatırım Bankaları

- Kamusal Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları,
- Özel Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları,
- Yabancı Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları

Bankacılık sektöründe karlığa ilişkin değişkenlerin incelemesini içeren bu çalışmada mevduat (ticari) bankalarının TBB’nin Bankalarımız 2008 kitapçığında yayınladığı verileri kullanılacaktır. Çizelge 3.1’de Türkiye’deki mevduat bankaları sermaye yapılarına göre gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. 31.12.2008 Tarihi İtibariyle Türkiye’deki Mevduat Bankaları

Yerli Bankalar		Yabancı Bankalar	
Kamusal Sermayeli Mevduat Bankaları		Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Bankalar	
1	T.C.Ziraat Bankası A.Ş.	1	Arap Türk Bankası A.Ş.
2	Türkiye Halk Bankası A.Ş.	2	Citibank A.Ş.
3	Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	3	Denizbank A.Ş.
Özel Sermayeli Mevduat Bankaları		4	Deutsche Bank A.Ş.
1	Adabank A.Ş.	5	Eurobank Tefken A.Ş.
2	Akbank T.A.Ş.	6	Finans Bank A.Ş.
3	Alternatif Bank A.Ş.	7	Fortis Bank A.Ş.
4	Anadolubank A.Ş.	8	HSBC Bank A.Ş.
5	Şekerbank T.A.Ş.	9	ING Bank A.Ş.
6	Tekstil Bankası A.Ş.	10	Millennium Bank A.Ş.
7	Turkish Bank A.Ş.	11	Turkland Bank A.Ş.
8	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	Türkiye’de Şube Açan Yabancı Bankalar	
9	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	1	ABN AMRO Bank N.V.
10	Türkiye İş Bankası A.Ş.	2	Bank Mellat
11	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	3	Habib Bank Limited
		4	JP Morgan Chase Bank N.A.
		5	Societe Generale S.A.
		6	WestLB A.G.

Kaynak: <http://www.tbb.org.tr/>, Erişim Tarihi: 30.09.2009

3.1.3. Bankacılık Sektöründe Karlılık

Yaşanan krizlerin de etkisiyle bankacılık sektöründe oluşan yapısal sorunların çözümü için 15 Mayıs 2001 tarihinde Bankacılık Sektörü Yeniden Yapılandırma Programı kamuoyuna açıklanmıştır. Bu programın temel amaçları, bankacılık sisteminin mali ve operasyonel yapısının güçlendirilmesi ve sistemdeki etkinliğin ve rekabetin kalıcı olarak yerleştirilmesidir. Programın başarısıyla birlikte, şu ana kadar üzerinde fazlaca durulmamış olan sektörün karlılığı ve etkinliği konularını daha fazla önem kazanmış ve bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır. BDDK ve TBB'nin yaptığı çalışmalar yanında akademik araştırma ve tezlerde de bankacılık sisteminde karlılığın belirleyicilerinin ve etkinliğinin analitik incelemeleri yer almaktadır.

Pek çok akademik incelemeye Ho ve Saunders'in (1981)'de yaptığı çalışma temel olmuştur. İki aşamalı yaklaşım kullanılan bu çalışmada bankaların karlılık göstergeleri mikro ve makro düzeyli olarak, ayrıca zaman kukla değişkenleri kullanılarak birinci aşamada regresyon tahmin sonuçları elde edilmektedir. İkinci aşamada ise saf karlılık bağımlı değişken olarak kullanılarak makroekonomik belirleyicileri araştırılmaktadır. Saunders ve Schumacher (2000), Brock ve Suarez (2000), Afanasieff ve diğerleri (2001) bu yaklaşımı kullanan çalışmalara örnek olarak verilebilir (Kaya, 2002).

Karlılığın belirleyicileri üzerine çok sayıda ülkenin bankacılık sektörlerini karşılıklı olarak inceleyen çalışmalarda Abreu ve Mendes (2001), Demirgüç-Kunt ve Huizinga (2001)'de benzer sonuçlar elde etmiştir. (Neely ve Wheelock,1997), (Atanasieff ve diğerleri, 2002), (Guru ve diğerleri, 2002) ise tek tek ülkelerin bankacılık sektörleri üzerine çalışmalar yapmışlardır. Demirgüç-Kunt ve Huizinga (1999) ile Tunay ve Silpar (2006)'da yapılan çalışmada da karlılığa ilişkin değişkenler arasındaki ilişkileri regresyon yöntemi ile analiz etmişlerdir (Kaya, 2002).

Camilleri (2005)'de Malta bankacılık sektöründe faaliyette bulunan bankaları, küçük ve büyük ölçekli bankalar şeklinde gruplandırarak, karlılık, risk ve büyüme alanlarında incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, büyük ölçekli bankaların giderlerini kontrol altında tutarak daha yüksek karlılık oranlarına sahip

oldukları; küçük ölçekli bankaların ise daha çok gelir ettikleri ve takipteki alacaklar için daha yüksek oranda karşılık ayırdıkları tespit edilmiştir (Bumin, 2009).

Türk bankacılık sektörünün karlılık performansına yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında, bu konuda Kaya (2002) ile Tunay ve Silpar (2006) tarafından önemli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Kaya tarafından (2002)'de yapılan çalışmada, öncelikle bankacılık sektöründe aracılık maliyetlerinin etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan araçlardan birisi olan bankaların faiz marjını etkileyen faktörler konusunda bir literatür taraması yapılmış, daha sonra Türk bankacılık sektöründeki faiz marjı sektörel ve makro değişkenler kullanılarak çoklu regresyon yardımıyla modellenmiştir.

Bunlara ek olarak Ulupınar (2007)'de 2001 kriz dönemi öncesi ve sonrasında bankaların karlılıklarıyla ilgili çalışmada kullandığı verilere faktör analizi, doğrusal olasılık modeli ve logistik regresyon uygulamıştır.

Türk bankacılık sektöründe ürün karmasının karlılığa etkisini araştıran Yücedağ 2009 yılında 4 ayrı bankanın verilerine ilişkin incelemesinde temel bileşenler analizi, regresyon ve seçilmiş değişkenler üzerinde Pearson korelasyonlarını değerlendirmiştir.

Çizelge 3.2'de literatürde banka karlılığı üzerine yapılmış olan çalışmalar özetlenmektedir.

Çizelge 3.2. Çeşitli Ampirik Çalışmalar

Yazarlar	Yıl	Kapsam	Yöntem	Açıklanan Değişkenler	Açıklayıcı Değişkenler
Molyneux ve Thornton	1992	Uluslararası	En Küçük Kareler Yöntemi	Aktif ve özkaynak karlılığı	Reel faiz, Konsantrasyon, Kamu mülkiyeti, Özkaynak, Personel gideri, Likidite
Demirgüç-Kunt ve Huizinga	1999	Uluslararası	Panel Veri	Net faiz marjı ve aktif karlılığı	Duran aktif, Kredi, Mevduat, Faiz dışı gider, Yabancı mülkiyet, Reel faiz, Enflasyon, Büyüme oranı, Zorunlu karşılık oranı, Vergi oranı, Mevduat sigorta sisteminin varlığı, Bankacılık sektörü aktif toplamı, Konsantrasyon, Borsa piyasa kapitilazasyonu
Saunders ve Schumacher	2000	Uluslararası	Panel Veri - İki aşamalı yöntem	Net faiz marjı	Net faiz dışı gider, Duran aktif, Özkaynak, Faiz oranı oynaklığı
Hassan ve Bashir	2000	Uluslararası	Panel Veri	Aktif ve özkaynak karlılığı	Özkaynak, Kredi, Duran aktif, Büyüme oranı, Banka büyüklüğü
Abreu ve Mendes	2002	Uluslararası	Panel Veri - İki aşamalı yöntem	Net faiz marjı, aktif ve özkaynak karlılığı	Özkaynak, İşsizlik oranı, Enflasyon, Personel gideri, Kredi, Piyasa payı
Athanasoglou, Delis ve Staikouras	2006	Uluslararası	Panel Veri	Aktif karlılığı	Karşılık gideri, Özkaynak, Faiz dışı giderler, Banka büyüklüğü, Yabancı mülkiyet, Konsantrasyon, Enflasyon
Barajas, Steiner ve Salazar	1999	Ulusal	Panel Veri	Net faiz marjı	Kredi kalitesi, Finansal serbestleşme
Jiang, Tang, Law ve Sze	2003	Ulusal	Panel Veri	Aktif karlılığı	Karşılık gideri, Faiz dışı gider, Faiz dışı gelir, Vergi oranı, Enflasyon, Büyüme oranı, Reel faiz
Naceur	2003	Ulusal	Panel Veri	Net faiz marjı ve aktif karlılığı	Özkaynak, Faiz dışı gider, Kredi, Enflasyon, Konsantrasyon, Borsa piyasa kapitilazasyonu
Kaya	2002	Türkiye	Panel Veri - İki aşamalı yöntem	Net faiz marjı, aktif ve özkaynak karlılığı	Özkaynak, Likidite, Personel giderleri, Piyasa payı, Mevduat, Net takipteki alacak, Menkul kıymet, Yabancı para pozisyon
Tunay ve Silpar	2006	Türkiye	Panel Veri	Net faiz marjı, aktif ve özkaynak karlılığı	Faiz dışı gider, Özkaynak, Kredi, Faiz dışı gelir, Banka büyüklüğü, Enflasyon, Büyüme oranı, Konsantrasyon, Bankacılık sektörü büyüklüğü, Borsa piyasa kapitilazasyonu

Kaynak: Atasoy, 2007

3.2. Yöntem

Türk bankacılık sektöründe karlılık incelemesi için kullanılacak değişkenler, bunlara ilişkin tanımlar, tanımlayıcı istatistikler, basit doğrusal korelasyon değerleri, doğrusal ve doğrusal olmayan KKA ve kısmi KKA analizi sonuçları bu bölümde ele alınacaktır.

3.2.1. Bankacılık Sektöründe Karlılığa İlişkin Değişkenlerin Seçimi

Türk bankacılık sisteminin karlılık çalışmalarında sıklıkla regresyon analizinin uygulanmış olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalarda kullanılan değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkilerinin incelenmesi, doğrusal ilişkiyi gösteren Pearson ve regresyondan elde edilen R^2 açıklama katsayısının hesaplanarak yorumlanmasından ileri gitmemiştir.

Çalışmada Türk Bankacılık Sektöründe yer alan 31 ticari (mevduat) bankanın Aralık 2008 verileri, Türkiye Bankalar Birliği'nin, "Bankalarımız 2008" kitapçığından alınmıştır. Halen TMSF bünyesinde bulunan Birleşik Fon Bankası analize dahil edilmemiştir. Banka karlılığına etkisi olduğu düşünülen 5 bağımsız değişkene ek olarak kısmi korelasyonlar için ayrı grupta olmak üzere 2 değişken ve banka karlılığını gösteren 3 bağımlı değişken grubuyla kanonik ilişkileri araştırılmaktadır.

Çalışmamızda karlılık değişkenlerinin doğrusal korelasyon katsayılarının yanında kanonik ilişkilerini de içeren ve çok değişkenli analiz yöntemi olan KKA uygulanmıştır. Kısmi kanonik korelasyon için diğer faaliyet giderlerinin aktiflere oranı ile personel giderlerinin aktiflere oranı sabit tutularak kanonik korelasyon miktarının ne şekilde etkilendiği incelenmiştir. KKA'nın bağlantılı olduğu RDA ve ÇDÇRA uygulamaları ve sonuçları yorumlanmıştır. Değişkenlerin normallik ve doğrusallık varsayımını sağlamaması nedeniyle doğrusal olmayan KKA uygulanmış, kullanılan değişkenler sınıflandırılmış, elde edilen grafikler yorumlanmıştır. Kısmi KKA, NCSS (National Council for the Social Science) 2007 kullanılarak, doğrusal ve doğrusal olmayan KKA ile ÇDÇRA SPSS 15 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Kullanılan değişkenlerin literatürde yer alan çalışmalarda farklı analizlerde ele alındığı görülmüştür.

Çizelge 3.3. Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

Değişkenler	Açıklama
Bağımlı Değişkenler	
Y_1 (Net Faiz Marjı)	Net Faiz Gelirleri/Toplam Aktifler
Y_2 (Aktif Karlılığı)	Net Dönem Karı/ Toplam Aktifler
Y_3 (Özkaynak Karlılığı)	Net Dönem Karı/ Özkaynaklar
Bağımsız Değişkenler	
X_1	Toplam Özkaynaklar/ Toplam Aktifler
X_2	Likit Aktifler/Toplam Aktifler
X_3	Toplam Krediler/Toplam Aktifler
X_4	Toplam Mevduatlar/Toplam Aktifler
X_5 (Sermaye Yeterlilik Rasyosu)	Özkaynaklar / (Kredi + Piyasa + Operasyonel Riske Esas Tutar)
X_6	Diğer Faaliyet Giderleri/ Toplam Aktifler
X_7	(Personel Giderleri+Kıdem Tazminat Topamları)/ Toplam Aktifler

Kullanılacak değişkenlerden özkaynaklar; bir bankanın kendi bünyesinden temin ettiği kaynaklardır. Özkaynaklar ödenmiş sermaye, yedek akçe ve diğer karşılıklar toplamından oluşur. Toplam aktifler, banka bilançosunun aktif kısmında yer alan değerlerin toplamıdır. Bunlardan bazıları; nakit değerler, bankalar, satılmaya hazır finansal varlıklar, krediler ve diğer menkul kıymetler ve iştiraklerdir. Bankaların likit varlıkları bir yıldan kısa sürede nakde dönüşebilecek aktiflerini (varlıklarını) ifade eder. Toplam krediler, bankaların kullandırmış oldukları tüm nakdi ve gayri nakdi

kredilerdir. Toplam mevduatlar ise mudilerinin belirli bir zamanda ya da istedikleri anda geri almak üzere bankaya bıraktıkları nakit parayı ifade eder.

Bağımlı değişkenlerden net faiz marjı, faiz gelirleri ile faiz giderleri arasındaki farkı ifade eden net faiz gelirinin toplam aktiflere oranıdır.

Türkiye Bankalar Birliğinin Bankalarımız 2008 kitapçığından alınan verilerden kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı (descriptive) istatistik değerleri Çizelge 3.4'de yer almaktadır.

Çizelge 3.4. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Değerleri

Değişkenler	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Özkaynaklar / Toplam Aktifler	7,10	84,90	18,66	16,51
Likit Aktifler / Toplam Aktifler	13,10	94,30	40,56	23,93
Toplam Krediler / Toplam Aktifler	0,01	73,30	45,80	20,07
Toplam Mevduatlar / Toplam Aktifler	10,00	81,70	54,33	21,01
Sermaye Yeterlilik Rasyosu	13,80	186,40	32,40	35,07
Diğer Faaliyet Giderleri/ Toplam Aktifler	1,40	11,10	4,35	2,24
(Personel Gider+Kıdem Tazmi.Topl.)/ Toplam Aktifler	0,80	3,80	2,08	0,90
Net Faiz Marjı	1,70	13,60	4,82	2,23
Net Dönem Karı /Toplam Aktifler	-3,80	5,60	1,84	1,89
Net Gelir / Toplam Özkaynaklar	-47,40	29,00	10,42	12,66

3.3. Bankacılık Sektöründe Kullanılan Değişkenlere İlişkin KKA Sonuçları

Banka karlılığını etkilediği düşünülen 5 bağımsız değişken olarak; özkaynakların, likit aktiflerin, kredilerin ve mevduatların toplam aktiflere oranı ile sermaye yeterlilik rasyosu alınacaktır. Karlılığın göstergeleri olarak alınan 3 bağımlı değişken; net faiz marjı, aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı ele alınarak aradaki kanonik ilişkiler incelenmektedir. Analizde öncelikle bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki Pearson korelasyonları incelenmektedir. Çizelge 3.5’de ilişki katsayıları ve p anlamlılık değerleri birlikte verilmiştir.

Çizelge 3.5. Bağımsız Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkileri

Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1 p	1.000	0,575 (0,001) *	-0,576 (0,000) *	-0,730 (0,000) *	0,892 (0,000) *
X_2 p	0,575 (0,001) *	1,000	-0,867 (0,000) *	-0,461 (0,009) *	0,714 (0,000) *
X_3 p	-0,576 (0,001) *	-0,867 (0,000) *	1,000	0,414 (0,021) *	-0,679 (0,000) *
X_4 p	-0,730 (0,000) *	-0,461 (0,009) *	0,414 (0,021) *	1,000	-0,645 (0,000) *
X_5 p	0,892 (0,000) *	0,714 (0,000) *	-0,679 (0,000) *	-0,645 (0,000) *	1,000

(*:p<0,05)

Çizelge 3.5’e göre; X_1 ’in X_2 ile ilişkisi %57, X_3 ile ilişkisi %-57 olmuştur (bu ilişkinin ters yönlü çıkması bankaların kredi vermek için yabancı kaynakların (mevduat gibi) yanı sıra özkaynaklarını da kullanmayı tercih ettiğini gösterir), X_4 ile ilişkisi %-73 (özkaynakları düşük olan bankaların bankacılık işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla fon bulmak üzere yabancı kaynak olan mevduata ağırlık verdiklerini göstermektedir) ve X_5 ile ilişkisi %89 (özkaynakları yüksek olan bankaların sermaye yeterlilik rasyolarının da yüksek olması beklenir) bulunmuştur. X_2 ’nin X_3 ile ilişkisi %-86 (bankaların fonlarının daha fazlasını likit olarak bulundurmaları krediye ayrılacak fonları azaltmaktadır), X_4 ile ilişkisinin %-46 olması mevduatlarını likit tutmak yerine kredi vermek istediklerini göstermektedir. Sermaye yeterlilik rasyosu

X_5 özkaynakların risklere oranı ile bulunmaktadır, X_2 'nin X_5 ile ilişkisi %71 olması bankaların özkaynaklarını likit tutuyor olmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 3.6. Bağımlı Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkileri

Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3
Y_1 p	1,000	0,430 (0,016) *	-0,096 (0,607)
Y_2 p	0,430 (0,016) *	1,000	0,626 (0,000) *
Y_3 p	-0,096 (0,607)	0,626 (0,000) *	1,000

(*:p<0,05)

Bağımlı değişkenlerden net faiz marjı (Y_1) ile aktif karlılığı (Y_2) arasındaki ilişki miktarı %43 iken net faiz marjı ile özkaynak karlılığı (Y_3) arasında ters yönlü ancak çok zayıf %-9,6 oranında ilişki anlamlı da bulunmamıştır. Bankaların aktif karlılığı ile özkaynak karlılıkları arasında ise %62,6'lık ilişki mevcuttur. Bu değişkenler literatürde karlılığın belirleyicileri olarak anıldıkları için çalışmamızda yer almışlardır.

Banka karlılığını veren değişkenler ile karlılığı etkileyen değişkenlerin karşılıklı ilişkileri Çizelge 3.7'de verilmektedir.

Çizelge 3.7. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki İlişkiler

Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y_1 p	0,724 (0,000) *	0,537 (0,000) *	-0,426 (0,017) *	-0,452 (0,011)*	0,798 (0,000)*
Y_2 p	0,669 (0,000)*	0,329 (0,070)	-0,349 (0,054)	-0,483 (0,006)*	0,639 (0,000)*
Y_3 p	-0,047 (0,803)	-0,275 (0,135)	0,160 (0,390)	0,145 (0,437)	-0,009 (0,963)

(*:p<0,05)

Y_1 ile X_1 arasındaki ilişkinin yüksek olması (%72) bankaların özkaynaklarını faiz geliri sağlayacak alanlara aktardıklarını göstermektedir. Y_1 ile X_2 arasındaki ilişkinin %53,7 olması; bankaların likitlerini kısa vadeli faiz getirisi sağlayan menkul

kıymetlere aktararak faiz getirisi sağlamaya çalışmakta oldukları söylenebilir. Benzer şekilde Y_1 ile X_3 arasındaki ilişkinin ters yönlü çıkması (%-42) ise bankaların faiz gelirlerinin krediden değil, faiz geliri elde ettikleri diğer alanlara (örneğin menkul kıymetlere) yöneldikleri anlamına gelmektedir. Y_1 ile X_4 arasındaki %-45,2'lik ilişki, mevduatlara ödenen faiz giderlerinin faiz marjını azaltması nedeniyledir. Y_2 ile X_1 arasındaki ilişkinin %66,9 olması; özkaynakları yüksek olan bankaların net dönem karlarının da yüksek olmasının beklenir olmasındandır. Bankaların likit bulundurmaları, getiri elde edecekleri kalemlerden vazgeçmeleri demektir. Bu nedenle Y_2 ile X_2 arasındaki ilişki %32,9 olmuştur. Y_2 ile X_3 arasındaki ilişkinin (%-35) olması da karlılığın temel belirleyicisinin krediler olmadığı yönündeki düşünceyi desteklemektedir. Oysa asıl fonksiyonu mevduat toplayıp kredi vermek olan bankaların karlılığının öncelikle kredilerden elde edilen faiz gelirlerinden sağlaması beklenmelidir. Bu durumun, verilerin kullanıldığı 2008 yılının ekonomik koşulları ile ilgili olduğu düşünülebilir. Özkaynak karlılığının bağımsız değişkenlerle ilişkisinin zayıf olması, getiri elde etmek amacıyla öncelikle özkaynakları kullanmadıkları, ancak özkaynak bulundurmanın kanuni bir zorunluluk olmasındandır.

Çizelge 3.8'de banka karlılığını etkileyen 5 (bağımsız) değişken ile karlılığı veren 3 (bağımlı) değişken arasındaki kanonik değişkenlerin korelasyon miktarı %94,9 olmuştur. Kanonik korelasyon değerlerinin kareleri olan özdeğerler ise kanonik değişkenlerin varyans açıklama oranı olarak yorumlanır.

Çizelge 3.8. Kanonik İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri

Kanonik Değişkenler	Kanonik Korelasyonlar	Özdeğerler	Wilk's	Ki-kare	Sd	P Değeri
1	0,949	0,900	0,055	73,876	15	0,000
2	0,628	0,394	0,552	15,146	8	0,056
3	0,296	0,087	0,912	2,340	3	0,505

İlk çift kanonik değişken varyansı %90,0 ikinci çift kanonik değişken varyansı ise %39,4 oranında açıklanmaktadır. Literatürde yer alan benzer çalışmalar da değerlendirildiğinde, kanonik ilişkilerin yüksek çıkması nedeniyle çalışmada

kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçiminin uygun olduğu söylenebilir. Bağımsız değişkenleri temsil eden U kanonik değişkeni ile bağımlı değişkenleri temsil eden V kanonik değişkeni arasında hesaplanan ilk kanonik katsayı ($p < \alpha = 0,05$) anlamlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle yalnızca ilk kanonik çift U_1 ve V_1 için kanonik fonksiyon Çizelge 3.9'daki katsayılar kullanılarak yazılabilir.

Çizelge 3.9. Standartlaştırılmış Kanonik Katsayılar

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
U_1	-0.695	-0.421	-0.281	0.066	-0.160
U_2	-0.860	-0.760	0.240	0.653	2,168
U_3	-0.493	1.853	1.215	0.374	0.187
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
V_1	-0.323	-0.972	0.697		
V_2	1.042	-1.015	1.313		
V_3	0.699	-0.872	-0.194		

Kanonik katsayıların önem kontrolünde yalnızca ilk kanonik katsayı anlamlı bulunduğundan iki kanonik fonksiyon yazılır. Çizelge 3.9'da ilk satır değerleri kanonik vektör katsayılarıdır. Bağımsız değişkenler için kanonik değişken olarak U_1 yazılmak istenirse;

$$U_1 = -0,695X_1 - 0,421X_2 - 0,281X_3 + 0,066X_4 - 0,160X_5$$

şeklinde olmalıdır. U_1 kanonik değişkenine, katsayıların işaretleri dikkate alınmaz ise sırasıyla özkaynakların, likit aktiflerin ve toplam mevduatların toplam aktiflere oranı en çok katkıyı yapmaktadır. U_1 'e tek başına X_1 'in %42,8'lik ve X_2 'nin %25,9'luk, X_3 'ün %17,3'lük, X_4 'ün %4,1 ve X_5 'in 9,9'luk katkı yaptığı söylenebilir.

Bağımlı değişkenleri temsil eden kanonik değişken V_1 için kanonik fonksiyon;

$$V_1 = -0,323Y_1 - 0,972Y_2 + 0,697Y_3$$

yazılır. V_1 kanonik değişkenine aktif karlılık (Y_2) %48,8 ile ve özkaynak karlılığı (Y_3) %34,9 ile en yüksek katkıyı sağladığı söylenebilir. Net faiz marjı (Y_1) ise %16,3'lük katkı yapmıştır.

Çizelge 3.10. Ham Kanonik Katsayılar

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
U_1	-0.042	-0.018	-0.014	0.003	-0.005
U_2	-0.052	-0.032	0.012	0.031	0.062
U_3	-0.030	0.077	0.060	0.018	0.005
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
V_1	-0.144	-0.514	0.055		
V_2	0.466	-0.537	0.104		
V_3	0.312	-0.461	-0.015		

Ham kanonik katsayılar için de kanonik fonksiyonlar;

$$U_1 = -0,042X_1 - 0,018X_2 - 0,014X_3 + 0,003X_4 - 0,005X_5$$

ve,

$$V_1 = -0,144Y_1 - 0,514Y_2 + 0,055Y_3$$

olarak yazılabilir.

Çizelge 3.11. Kanonik Yükler

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
U_1	-0.966	-0.722	0.621	0.755	-0.933
U_2	0.022	-0.215	0.193	0.334	0.273
U_3	-0.233	0.477	-0.080	0.261	0.005
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
V_1	-0.808	-0.674	0.120		
V_2	0.480	0.255	0.578		
V_3	0.342	-0.693	-0.807		

Çizelge 3.11'e bakıldığında, U_1 kanonik değişkeni ile sırasıyla özkaynakların toplam aktiflere oranı (X_1) %96,6, sermaye yeterlilik rasyosu (X_5) %93,3, mevduatların toplam aktiflere oranı (X_4) %75,5 ve likit aktiflerin toplam aktiflere oranı (X_2) ile %72,2 ve kredilerin toplam aktiflere oranı (X_3)'nın %62,1 oranında ilişkili olduğu görülmektedir.

Kanonik yükler tablosunda V_1 kanonik değişkeni ile net faiz marjı (Y_1) %80,8 ve aktif karlılığının (Y_2) %67,4 ve özkaynak karlılığı (Y_3) ile %12 oranında ilişkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.12. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Kanonik Yükleri

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
V_1	-0.917	-0.685	0.589	0.716	-0.885
V_2	0.014	-0.135	0.121	0.210	0.171
V_3	-0.069	0.141	-0.024	0.077	0.002
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
U_1	-0.767	-0.640	0.114		
U_2	-0.301	0.160	0.363		
U_3	0.101	-0.205	-0.239		

RDA çalışan araştırmacıların özellikle çapraz kanonik yükler ile kanonik değişkenin ait olmadığı kümedeki orijinal değişken varyansını açıklamaya çalıştıkları bilinir. Bu değerlerin yüksek olması istenen sonuçtur. Çünkü bu değerler karşı kümedeki orijinal değişken ile çapraz kanonik değişken ilişkisini vermektedir. Bu değerlerin yüksek olması yüksek gerekmezlik sonucunu getirir.

Burada ait olmadığı kümedeki değişkenlerin kanonik değışkence açıklanan varyansları (çapraz yükler) Çizelge 3.12’de ele alınmaktadır. Orijinal değişkenlerin v_1 kanonik değışkeni ile özkaynakların toplam aktiflere oranı (X_1)’nın %91,7, sermaye yeterlilik rasyosu (X_5)’nun %88,5, mevduatların aktiflere oranı (X_4)’nın %71,6, likit varlıkların aktiflere oranı (X_2)’nin %68,5 ve kredilerin toplam aktiflere oranı (X_3)’nin %58,9 oranında ilişkili olduğu görülebilir. Bağımlı değışkenlerin u_1 kanonik değışkeni ile olan ilişkileri incelendiğinde net faiz marjı (Y_1)’nin %76,7 ve aktif karlılığı (Y_2)’nin %64,0 ve özkaynak karlılığı (Y_3) %11,4 oranında ilişkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.13. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Arasındaki Çoklu Korelasyon Katsayılarının Kareleri

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
V_1	0.8408	0.4692	0.3469	0.5126	0.7832
V_2	0.0002	0.0182	0.0146	0.0441	0.0292
V_3	0.0047	0.0198	0.0005	0.0059	0.000
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
U_1	0.5882	0.4096	0.0129		
U_2	0.0906	0.0256	0.1317		
U_3	0.0010	0.0420	0.0571		

Çizelge 3.13’de kanonik değişkenlerin diğer değişken (çapraz) kümeleri içerisinde bulunan orijinal değişkenler arasındaki çoklu ilişki katsayılarının kareleri (belirtme katsayıları R^2) hesaplanmıştır. Bu değerler her bir kanonik değişkenin temsil etmediği diğer (çapraz) değişken kümesindeki varyansın ne kadarını açıkladığı anlaşılmaktadır. V_1 kanonik değişkeni tarafından özkaynakların toplam aktiflere oranındaki varyasyonun %84’ünü ve sermaye yeterlilik rasyosundaki varyasyonun %78’ini açıklamaktadır. Benzer şekilde U_1 kanonik değişkeni net faiz marjı (Y_1) değişkenindeki değişimin %58,8’ini, aktif karlılık (Y_2) değişkeninin %40,9’unu açıklamaktadır.

3.4. Gerekmezlik Analizi ile Varyans Açıklama Oranları

Redundancy analizi bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kanonik değişkenlerinin varyansını açıklamaya çalışır. Bankacılık sektöründe karlılığa ilişkin kullanılan değişkenlerden oluşan iki küme arasındaki varyans açıklama oranları RDA ile incelenmektedir. Kanonik yüklerin karelerinin ortalamalarından elde edilen bu değerler her bir kanonik değişkenin kendi kümesi ile diğer kümedeki orijinal değişkenlerin varyansını açıklamaya çalışır. Çalışmamızda banka karlılığı (bağımsız) değişkenleri kümesinin varyans açıklama oranı U kanonik değişkeninin ait olduğu kümedeki (bağımsız değişkenler kümesi) değişimin %78,1 ile ve ait olmadığı kümedeki (bağımlı değişkenler) değişimin %45,5'ini açıklayabilmektedir. V kanonik değişkeni ait olduğu değişkenler kümesindeki (bağımlı değişkenler) değişimin %100'ünü ve ait olmadığı kümedeki (bağımsız değişkenler kümesi) değişimin %61,7'sini açıklayabilmektedir.

U ve V kanonik değişkeninin kendi kümesi olan bağımsız değişkenler kümesinin varyansını hesaplamak için, kanonik yüklerin kareleri alınır ve değişken sayısına bölünür. U kanonik değişkeni tarafından bağımsız değişkenler kümesinin varyansının açıklanması hesaplaması için kanonik yükler kullanılır. İlk olarak U ile X arasında;

U_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(0,966)^2 + (-0,722)^2 + (0,621)^2 + (0,755)^2 + (-0,933)^2] / 5 = 0,6561$$

U_2 tarafından açıklanan varyans ile U_3 tarafından açıklanan varyans miktarı da benzer şekilde hesaplanır.

V kanonik değişkeni tarafından bağımsız değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (V ile X arasında);

V_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,917)^2 + (-0,685)^2 + (0,589)^2 + (0,716)^2 + (-0,885)^2] / 5 = 0,5905$$

V_2 tarafından açıklanan varyans ile V_3 tarafından açıklanan varyans aynı yolla bulunur.

U kanonik değişkeni tarafından bağımlı değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (U ile Y arasında);

U_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,767)^2 + (-0,640)^2 + (0,114)^2] / 3 = 0,3369$$

U_2 tarafından açıklanan varyans ile U_3 tarafından açıklanan varyans benzer şekilde hesaplanır.

V kanonik değişkeni tarafından bağımlı değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (V ile Y arasında);

V_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,808)^2 + (-0,674)^2 + (0,120)^2] / 3 = 0,3738$$

V_2 tarafından açıklanan varyans ile V_3 tarafından açıklanan varyans aynı şekilde bulunur.

Bulunan değerler Çizelge 3.14'de özetlenmektedir.

Çizelge 3.14. Varyans Açıklama Oranları

Kanonik Değişken Numarası	Orijinal Değişken Kümesi	Kanonik Değişken	Açıklanan Varyans	Birikimli Varyans
1	X	U_1	65,6	65,6
2	X	U_2	5,4	71,0
3	X	U_3	7,1	78,1
1	X	V_1	59,0	59,0
2	X	V_2	2,1	61,1
3	X	V_3	0,6	61,7
1	Y	U_1	33,7	33,7
2	Y	U_2	8,3	41,9
3	Y	U_3	3,6	45,5
1	Y	V_1	37,4	37,4
2	Y	V_2	21,0	68,4
3	Y	V_3	41,6	100,0

3.5. Kısmi KKA Sonuçları

Karlılık değişkenlerini etkilediği düşünülen diğer faaliyet giderlerinin ve personel giderleri ile kıdem tazminatı toplamalarının toplam aktiflere oranı üçüncü bir küme olarak düşünülerek bu kümesinin etkisi sabit tutulduğunda kısmi KKA incelenmiştir. Doğrusal KKA'da kullanılan 5 bağımsız değişken ile 3 bağımlı değişkene ek olarak etkisi arındırılan bu iki değişkenden sonra kısmi ilişki katsayılarına bakıldığında değişkenler arasındaki ilişki, doğrusal KKA'da nisbeten daha yüksek iken, kısmi KKA yapıldığında azaldığı görülmektedir.

Çizelge 3.15'e bakıldığında, bağımsız değişkenlerden X_1 ile X_2 arasındaki ilişki %57,5'dan %46,4'e, X_2 ile X_5 arasındaki ilişki %71,4'den %66,7'ye inmiştir. Diğer değişkenlerde de çok küçük artma ya da azalma yönünde değişiklik olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.15. Bağımsız Değişkenlerin Kendi Aralarındaki Kısmi Korelasyonları

Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1 p	1,000	0,464 (0,011)*	-0,519 (0,004)*	-0,700 (0,000)*	0,889 (0,000)*
X_2 p	0,464 (0,011)*	1,000	-0,860 (0,000)*	-0,379 (0,043)*	0,667 (0,000)*
X_3 p	-0,519 (0,004)*	-0,860 (0,000)*	1,000	0,353 (0,060)	-0,641 (0,000)*
X_4 p	-0,700 (0,000)*	-0,379 (0,043)*	0,353 (0,060)	1,000	-0,597 (0,001)*
X_5 p	0,889 (0,000)*	0,667 (0,000)*	-0,641 (0,000)*	-0,597 (0,001)*	1,000

(*:p<0,05)

Çizelge 3.16. Bağımlı Değişkenlerin Kendi Aralarındaki Kısmi Korelasyonları

Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3
Y_1 p	1,000	0,637 (0,000)*	0,263 (0,167)
Y_2 p	0,637 (0,000)*	1,000	0,652 (0,000)*
Y_3 p	0,263 (0,167)	0,652 (0,000)*	1,000

(*:p<0,05)

Çizelge 3.16’da görülen bağımlı değişkenlerin kısmi ilişkileri ise doğrusal KKA’daki ilişkilerden daha yüksek değerler almıştır. Y_1 ile Y_2 arasındaki ilişki doğrusal KKA’da %43 iken kısmi korelasyon %63’e, Y_2 ile Y_3 arasındaki ilişki %62 iken kısmi korelasyon %65’e, Y_1 ile Y_3 arasındaki ilişki %-9 iken %26’ya çıkmıştır. Sonuç olarak giderler sabit tutulduğunda karlılık (bağımlı) değişkenlerinin ilişkilerinin arttığı söylenebilir.

Çizelge 3.17’de bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkileri verilmiştir.

Çizelge 3.17. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Arasındaki Kısmi Korelasyonlar

Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y_1 p	0,683 (0,000)*	0,440 (0,017)*	-0,381 (0,041)*	-0,365 (0,051)	0,818 (0,000)*
Y_2 p	0,708 (0,000)*	0,302 (0,110)	-0,297 (0,117)	-0,520 (0,004)*	0,672 (0,000)*
Y_3 p	0,091 (0,637)	-0,219 (0,254)	0,165 (0,718)	0,069 (0,718)	0,072 (0,707)

(*:p<0,05)

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonlarda genel olarak azalma gözlenmiştir. Y_1 ile X_1 arasındaki ilişki miktarı %72,4’den %68,3’e, X_2 ile ilişki miktarı %53,7’den %44’e düşmüştür. Giderlere ilişkin etkisi sabit tutulan iki değişkenin Y_2 ile X_1 arasındaki ilişkiyi ise %66’dan %70,8’e çıkarmıştır.

İki bağımsız değişkenin; diğer faaliyet giderlerinin ve personel giderleri ile kıdem tazminatı toplamalarının toplam aktiflere oranı (X_6 ve X_7) değişkenlerinin etkileri sabit

tutulduğunda kanonik ilişki miktarının ne yönde değiştiği Çizelge 3.18’de verilmektedir.

Çizelge 3.18. Kısmi Kanonik İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri

Kanonik Değişkenler	Kanonik Korelasyonlar	Özdeğerler	Wilk’s	F değeri	Sd	p
1	0,933	0,870	0,065	6,57	15	0,000
2	0,664	0,440	0,505	2,24	8	0,042

Çizelge 3.8’de kanonik ilişki %94,9 bulunmuştu. Kısmi kanonik ilişki miktarı da çok az bir farklılık göstererek %93,3’e düşmüştür. Etkisi arındırılan iki bağımsız değişken olması nedeniyle iki kanonik korelasyon değeri hesaplanmıştır. Genel kural olarak en küçük kümedeki değişken sayısı kadar kanonik korelasyon değeri hesaplanmaktadır. Kanonik değişkenlerin varyans açıklama miktarları olan özdeğerler de kanonik korelasyonun azalması nedeniyle %87’ye düşmüştür. Kısmi KKA için iki kanonik katsayının da anlamlı olduğu p ($\alpha = 0,05$) değerlerinden anlaşılmaktadır. İki kanonik değişken çifti için yani U_1 ile V_1 ve U_2 ile V_2 kanonik fonksiyonları yazılmalıdır.

Çizelge 3.19. Standartlaştırılmış Kısmi Kanonik Katsayılar

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
U_1	-0.326	-0.260	-0.237	0.126	-0.587
U_2	-1,171	-0.752	0.082	0.684	2,178
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
V_1	-0.423	-0.907	0.654		
V_2	1.149	-1.335	0,986		

Bağımsız değişkenleri temsil eden U değişkeni için de iki ayrı kanonik fonksiyon yazılır;

$$U_1 = -0,326X_1 - 0,260X_2 - 0,237X_3 + 0,126X_4 - 0,587X_5$$

$$U_2 = -1,171X_1 - 0,752X_2 + 0,082X_3 + 0,684X_4 + 2,178X_5$$

U_1 kanonik değişkenine özkaynakların toplam aktiflere oranı ve sermaye yeterlilik rasyosu etki etmektedir.

Bağımlı değişkenleri temsil eden V_1 ve V_2 kanonik değişkenler için fonksiyonlar;

$$V_1 = -0,423Y_1 - 0,907Y_2 + 0,654Y_3$$

$$V_2 = 1,149Y_1 - 1,335Y_2 + 0,986Y_3$$

şeklinde yazılabilir.

Çizelge 3.20. Kısmi Kanonik Yükler

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
U_1	-0.934	-0.647	0.577	0.720	-0.974
U_2	-0,106	-0,172	0,182	0,517	0,172
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
V_1	-0.829	-0.750	-0.049		
V_2	0.558	0.040	0.418		

Genel olarak değerlendirildiğinde kısmi kanonik yüklerin, Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’de verilen kanonik yüklere göre azalmış olduğu söylenebilir. U_1 kanonik değişkenin ile en çok sırasıyla sermaye yeterlilik rasyosu (X_5) %97,4, özkaynakaların toplam aktiflere oranı (X_1) %93, mevduatların toplam aktiflere oranı (X_4) %72,0 ve likit varlıkların toplam aktiflere oranı (X_2) %64,7 ve kredilerin toplam aktiflere oranı (X_3) ile %57,7 oranında ilişkilidir. V_1 kanonik değişkeni ise net faiz marjı (Y_1) %82,9 ve aktif karlılık (Y_2) ile %75 oranında ilişkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.21. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Kısmi Kanonik Yükleri

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
V_1	-0.872	-0.604	0.539	0.762	-0.909
V_2	-0.070	-0.114	0.121	0.343	0.114
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
U_1	-0.774	-0.700	0.045		
U_2	0.371	0.027	0.277		

RDA çalışan araştırmacıların özellikle çapraz kanonik yükler ile kanonik değişkenin ait olmadığı kümedeki orijinal değişken varyansını açıklamaya çalıştıkları bilinir. Bu değerlerin yüksek olması istenen sonuçtur. Burada ait olmadığı kümedeki değişkenlerin kanonik değişkence açıklanan varyansları (çapraz yükler) Çizelge 3.23’de ele alınmaktadır. Bağımsız değişkenlerin V kanonik değişkeni en çok sırasıyla X_5 ’in %90,9, X_1 ’in %87,2, X_4 ’ün %76,2 ve X_2 ’nin %60,4 ile X_3 ’ün %53,9 oranında ilişkili olduğu söylenebilir. Bağımlı değişkenlerin U kanonik değişkeni ile bağımlı değişkenlerden Y_1 ’in %77,4 ve Y_2 ’nin ile %70,0 oranında ilişkili olduğu görülebilir. Hesaplanan bu değerlerin yüksek olması gerekmezlik değerlerinin de yüksek olması sonucunu getirecektir.

Çizelge 3.22’de çapraz kanonik korelasyon katsayılarının kareleri (açıklama oranları) yer almaktadır. V_1 kanonik değişkeni, bağımsız değişkenlerden X_5 ’in %82,6 ve X_1 ’in %76 oranında varyans açıklama miktarına sahiptir. U_1 kanonik değişkeninin; Y_1 ’i %59,9 ve Y_2 ‘yi %49 oranında açıklayabildiği söylenebilir.

Çizelge 3.22. Kanonik Değişkenler ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlerin Arasındaki Çoklu Kısmi Korelasyon Katsayılarının Kareleri

Kanonik Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
V_1	0,760	0,364	0,290	0,451	0,826
V_2	0,005	0,012	0,014	0,117	0,013
Kanonik Değişkenler	Y_1	Y_2	Y_3		
U_1	0,599	0,490	0,002		
U_2	0,137	0,001	0,076		

3.6. Kısmi KKA Gerekmezlik Analizi ile Varyans Açıklama Oranları

Orijinal değişkenler ile kanonik değişkenlerin birbirlerinin varyanslarını açıklama oranları Çizelge 3.23’de görülmektedir. Etkisi arındırılan giderlere ilişkin iki bağımsız değişkenin RDA sonuçları ele alındığında tüm değerlerin azaldığı gözlenmektedir. U ile V kanonik değişkenlerin varyans açıklama oranlarının doğrusal KKA’nin RDA sonuçlarında aldığı değerlerden daha düşük olmuştur. U kanonik değişkeni bağımsız değişkenlerdeki değişimin kümülatif olarak %78,1’ini açıklarken kısmi KKA sonunda %69,4 kadarını açıklayabilmiştir. V kanonik değişkeni de bağımlı değişkenlerdeki değişimin birikimli olarak %100’ünü açıklayabilmişken kısmi KKA sonucu %58,1’ini açıklar duruma gelmiştir.

U kanonik değişkeni tarafından bağımsız değişkenler kümesinin varyansının açıklanması hesaplamaları için kanonik yükler kullanılmaktadır. İlk olarak U ile X arasında;

U_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(0,934)^2 + (-0,647)^2 + (0,577)^2 + (0,720)^2 + (-0,974)^2] / 5 = 0,6181$$

U_2 tarafından açıklanan varyans aynı şekilde hesaplanır.

V kanonik değişkeni tarafından bağımsız değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (V ile X arasında);

V_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,872)^2+(-0,604)^2+(0,539)^2+(0,762)^2+(-0,909)^2]/5 = 0,5387$$

V_2 tarafından açıklanan varyans, aynı yolla bulunur.

U kanonik değişkeni tarafından bağımlı değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (U ile Y arasında);

U_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,774)^2+(-0,700)^2+(0,045)^2]/3 = 0,3637$$

U_2 tarafından açıklanan varyans benzer şekilde hesaplanır.

V kanonik değişkeni tarafından bağımlı değişkenlerin varyansının açıklanma miktarları için (V ile Y arasında);

V_1 tarafından açıklanan varyans,

$$[(-0,829)^2+(-0,750)^2+(0,049)^2]/3 = 0,4173$$

V_2 tarafından açıklanan varyans aynı yolla hesaplanabilir.

Bulunan değerler Çizelge 3.25'de özetlenmektedir.

Çizelge 3.23. Varyans Açıklama Oranları

Kanonik Değişken Numarası	Orijinal Değişken Kümesi	Kanonik Değişken	Açıklanan Varyans	Birikimli Varyans
1	X	U_1	61,9	61,9
2	X	U_2	7,4	69,4
1	X	V_1	53,9	53,9
2	X	V_2	3,3	57,2
1	Y	U_1	36,4	36,4
2	Y	U_2	7,2	43,6
1	Y	V_1	41,8	41,8
2	Y	V_2	16,3	58,1

3.7. Çok Değişkenli Çoklu Regresyon Analizi

Çalışmamızda bankacılık sektöründe karlılığın belirleyicileri olarak seçilen net faiz marjı, aktif karlılık ve özkaynak karlılığı bağımlı değişkenlerini açıklamak üzere seçilen özkaynakların, likit varlıkların, kredilerin, mevduatların, personel ve diğer faaliyet giderlerinin toplam aktiflere oranı ile sermaye yeterlilik rasyosu değişkenleri bankaların sermaye yapılarını gösteren göstermelik değişken ile birlikte incelenmek amacıyla çok değişkenli çoklu regresyon yöntemi uygulanmıştır. Her bir bağımlı değişken için regresyon sonuçları yorumlanmaktadır.

Kurulan ilk model tüm bağımsız değişkenleri içeriyorken;

$$Y_1 = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8$$

olsun.

Çizelge 3.24. Y_1 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamlı Değişkenlerin Regresyon Model Özeti

Bağımlı Değişken: Net Faiz Marjı (Y_1)					
Model Özeti					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası	
1	0,904	0,818	0,751	1,115	
2	0,866	0,749	0,732	1,159	
ANOVA Tablosu					
Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	p değeri
1 Regresyon Artıklar Toplam	122,763 27,380 150,144	8 22 30	15,345 1,245	12,333	0,000
2 Regresyon Artıklar Toplam	112,532 37,612 150,144	2 28 30	56,266 1,343	41,887	0,000

Çizelge 3.24'da Net faiz marjı ile tüm bağımsız değişkenler arasında kurulmuş olan modelden (1), stepwise yöntemi ile anlamlı değişkenlerin seçilmesiyle oluşturulmuş olan model (2) bir arada incelenmektedir. Tüm değişkenlerin bir arada bulunduğu ilk modelde belirlilik katsayısı (R^2) %81,8 ve sadece anlamlı değişkenlerle oluşturulmuş olan modelde R^2 değeri %74,9 olmuştur. Burada kurulan her iki modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir ($p<0,05$).

Çizelge 3.25. Y_1 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Net Faiz Marjı (Y_1)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	-1,086	2,277		-0,477	0,638
Özkaynaklar/ Toplam Aktifler	-0,018	0,045	-0,137	-0,413	0,683
Likit Varlıklar/ Toplam Aktifler	-0,016	0,025	-0,132	-0,489	0,630
Toplam Krediler/ Toplam Aktifler	0,017	0,023	0,156	0,739	0,468
Toplam Mevduatlar/ Toplam Aktifler	0,020	0,018	0,185	1,076	0,293
Sermaye Yeterlilik Rasyosu	0,073	0,018	1,139	4,018	0,001
Diğer Faaliyet Giderleri/Toplam Aktifler	-0,242	0,236	-0,244	-1,025	0,316
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	1,507	0,505	0,610	2,982	0,007
Bankanın Sermaye Yapısı	0,171	0,367	0,070	0,467	0,645

Net faiz marjı ve tüm bağımsız değişkenlerle kurulan modelde 0,05 anlam düzeyinde iki değişkenin anlamlı bulunduğu söylenebilir. Tüm bağımlı ve bağımsız değişkenlerden oluşan model tabloları verildikten sonra katsayılara ilişkin değerler birlikte yorumlanacaktır. Net faiz marjı ile kurulan model yazılmak istenirse;

$$Y_1 = -1,086 - 0,018X_1 - 0,016X_2 + 0,017X_3 + 0,020X_4 + 0,073X_5 - 0,242X_6 + 1,507X_7 + 0,171X_8$$

(2,277) (0,045) (0,025) (0,023) (0,018) (0,018) (0,236) (0,505) (0,367)

şeklinde katsayıları ile katsayılara ilişkin standart hataları birlikte gösterilebilir.

Çizelge 3.26. Y_1 ile Anlamlı Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Net Faiz Marjı (Y_1)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	1,580	0,533		2,966	0,006
Sermaye Yeterlilik Rasyosu	0,450	0,006	0,700	7,100	0,000
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	0,865	0,243	0,350	3,557	0,001

Çok değişkenli çoklu regresyon stepwise yöntemi ile yapıldığında net faiz marjı ve anlamlı değişkenlerle kurulan model;

$$Y_1 = 1,580 + 0,450X_5 + 0,865X_7$$

(0,533) (0,006) (0,243)

olarak yazılabilir.

İkinci model aktif karlılık (Y_2) bağımlı değişkeni ile tüm bağımsız değişkenleri içeriyorken;

$$Y_2 = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8$$

olsun.

Çizelge 3.27’de aktif karlılık ile kurulmuş olan modelin tüm bağımsız değişkenleri içerdiği durumda (model 1) açıklama katsayısı (R^2) değerinin %70,8 ve anlamlı değişkenlerle kurulan modelin (model 2) R^2 değerinin %68,6 olduğu görülmektedir. Bu modellerin 0,05 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı oldukları söylenebilir.

Çizelge 3.27. Y_2 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamlı Değişkenlerin Regresyon Model Özeti

Bağımlı Değişken: Aktif Karlılık (Y_2)					
Model Özeti					
Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahminin Standart Hatası	
1	0,841	0,708	0,602	1,193	
2	0,828	0,686	0,651	1,117	
ANOVA Tablosu					
Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	p değeri
3 Regresyon Artıklar Toplam	76,020 31,356 107,375	8 22 30	9,402 1,425	6,667	0,000
4 Regresyon Artıklar Toplam	73,685 33,690 107,375	3 27 30	24,562 1,248	19,684	0,000

Çizelge 3.28’de modele katılan bağımsız değişkenlerin t istatistiğine bağlı olarak verilen anlamlılık (p) değerleri incelendiğinde iki değişkenin anlamlı olduğu söylenebilir. Aktif karlılık için oluşturulan regresyon modelini aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$Y_2 = 1,310 + 0,051X_1 - 0,009X_2 + 0,009X_3 - 0,001X_4 + 0,018X_5 + 0,725X_6 - 2,219X_7 + 0,160X_8$$

(2,437) (0,048) (0,027) (0,025) (0,020) (0,019) (0,253) (0,541) (0,393)

Çizelge 3.28. Y_2 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Aktif Karlılık (Y_2)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	1,310	2,437		0,538	0,596
Özkaynaklar/ Toplam Aktifler	0,051	0,048	0,448	1,072	0,295
Likit Varlıklar/ Toplam Aktifler	-0,009	0,027	-0,110	-0,323	0,750
Toplam Krediler/ Toplam Aktifler	0,009	0,025	0,156	0,353	0,727
Toplam Mevduatlar/ Toplam Aktifler	-0,001	0,020	-0,006	-0,028	0,978
Sermaye Yeterlilik Rasyosu	0,018	0,019	0,341	0,949	0,353
Diğer Faaliyet Giderleri/Toplam Aktifler	0,725	0,253	0,864	2,871	0,009
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	-2,219	0,541	-1,063	-4,103	0,000
Bankanın Sermaye Yapısı	0,160	0,393	0,078	0,408	0,687

Regresyon modelinde anlamlı bulunan değişkenler yer aldığında;

$$Y_2 = 1,990 + 0,450X_1 + 0,662X_6 - 2,153X_7$$

(0,516) (0,015) (0,217) (0,499)

olarak yazılır.

Çizelge 3.29. Y_2 ile Anlamli Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Aktif Karlılık (Y_2)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	1,990	0,516		3,861	0,001
Özkaynaklar/ Toplam Aktifler	0,450	0,015	0,682	5,217	0,000
Diğer Faaliyet Giderleri/Toplam Aktifler	0,662	0,217	0,788	3,054	0,005
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	-2,153	0,499	-1,031	-4,318	0,000

Üçüncü özkaynak karlılığı (Y_3) ile tüm bağımsız değişkenlerin bir arada bulunduğu model,

$$Y_3 = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8$$

olsun.

Çizelge 3.30. Y_3 ile Tüm Bağımsız Değişkenler ve Anlamli Değişkenlerin Regresyon Model Özeti

Bağımlı Değişken: Özkaynak Karlılığı (Y ₃)					
Model Özeti					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası	
1	0,691	0,478	0,288	10,682	
2	0,615	0,378	0,334	10,335	
ANOVA Tablosu					
Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	p değeri
5 Regresyon Artıklar Toplam	2300,251	8	287,531	2,519	0,041
	2510,728	22	114,124		
	4810,979	30			
6 Regresyon Artıklar Toplam	1819,713	2	909,856	8,517	0,001
	2991,267	28	106,831		
	4810,979	30			

--	--	--	--	--	--

Özkaynak karlılığı ile tüm bağımsız değişkenlerden oluşan model ile bu modelde anlamlı değişkenlerin oluşturduğu diğer modelin özet tablosunda açıklama miktarı R^2 'nin %69,1 ikinci modelde ise R^2 'nin %37,8 değerinde kaldığı görülmektedir. Burada ele alınan her iki modelin de 0,05 anlam düzeyinde istatistiksel olarak önemli oldukları söylenebilir. Çizelge 3.31'de yer alan regresyon katsayıları ve katsayılarla ilişkin standart hata değerlerinin yer aldığı model özkaynak karlılığı için aşağıdaki model yazılabilir.

$$Y_3 = 24,597 - 0,051X_1 + 0,191X_2 + 0,026X_3 - 0,069X_4 + 0,166X_5 + 4,192X_6 - 15,286X_7 - 0,84X_8$$

(21,805) (0,428) (0,241) (0,225) (0,175) (0,173) (2,261) (4,839) (3,515)

Çizelge 3.31. Y_3 ile Tüm Değişkenlerin Oluşturduğu Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Özkaynak Karlılığı (Y_3)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	24,597	21,805		1,128	0,271
Özkaynaklar/ Toplam Aktifler	-0,051	0,428	-0,067	-0,120	0,906
Likit Varlıklar/ Toplam Aktifler	0,191	0,241	-0,360	0,790	0,438
Toplam Krediler/ Toplam Aktifler	0,026	0,225	0,042	0,117	0,908
Toplam Mevduatlar/ Toplam Aktifler	0,069	0,175	0,115	0,395	0,696
Sermaye Yeterlilik Rasyosu	0,166	0,173	0,460	0,960	0,348
Diğer Faaliyet Giderleri/Toplam Aktifler	4,192	2,261	0,746	1,854	0,077
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	-15,286	4,839	-1,094	-3,159	0,005
Bankanın Sermaye Yapısı	-0,843	3,515	-0,061	-0,240	0,813

Çizelge 3.32. Y_3 ile Anlamli Bulunan Değişkenlerin Model İstatistikleri

Bağımlı Değişken: Özkaynak Karlılığı (Y_3)					
Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayı		Standart Katsayı	t istatistiği	p değeri
	$\hat{\beta}$	Std. Hata	Beta		
Sabit	26,600	4,743		5,608	0,000
Diğer Faaliyet Giderleri/Toplam Aktifler	-16,217	4,561	-1,161	-3,556	0,001
(Pers.Gider+Kıdem Taz)/Toplam Aktifler	4,050	1,835	0,720	2,207	0,036

Anlamli değişkenlerin bulunduğu model ise;

$$Y_3 = 26,600 - 16,217X_6 + 4,050X_7$$

(4,743) (4,561) (1,835)

şeklinde yazılabilir.

Çok değişkenli çoklu regresyon modelleri bir arada incelendiğinde şu değerlendirmeler yapılabilir;

Özkaynakların toplam aktiflere oranının net faiz marjı ve özkaynak karlılığı ile ilişkisi negatif yönlü iken, aktif karlılık ile ilişkisi pozitif yönlü bulunmuştur. Bankaların yüksek özkaynak ile çalışması, bankaların sağlam bir mali yapıya sahip olduklarının bir göstergesi olarak kabul edilir. Sermaye yapısı güçlü olan bankalara mevduat akışının da fazla olması faiz giderlerinde artışa yol açacak, dolayısıyla net faiz marjı azalacaktır. Benzer düşünceyle, toplam aktifler içinde özkaynak oranının yüksek olması, toplam aktifler içerisinde net karın da yüksek olması sonucunu doğuracaktır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Kaya (2002) çalışmasında, Afanasieff ve diğerleri (2002) tarafından yapılan çalışmada da net faiz marjı ile likit varlıkların arasında ters yönlü ilişki bulunmuş olduğunu belirtir. Ancak Kaya tarafından yapılan regresyon incelemesinde be değer için doğru (pozitif) yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bulunan negatif ilişki yüksek likiditenin bankaların likidite riskini düşürdüğüne ve sonuç olarak bankaların açtıkları krediler üzerindeki net faiz

marjını daralttıkları şeklinde yorumlanmıştır. Verilerin kullanıldığı dönem itibariyle bankaların kriz ortamında belirsizliğin yüksek olduğu bu dönemde bankaların likit kalmak istedikleri söylenebilir.

Kredilerin toplam aktiflere oranı ile karlılık değişkenleri arasında pozitif ilişki olduğu söylenebilir. Kaya 2002’de yaptığı çalışmasında bu ilişkiyi, bankaların kredi portföylerindeki büyümeyi yüksek faiz marjlarına ve karlılığa dönüştürebildiklerini hatta bankaların izlediği kredi politikalarının karlılık performanslarını olumlu etkilediği şeklinde yorumlamıştır.

Mevduatların toplam aktiflere oranının net faiz marjı ile pozitif diğer bağımlı değişkenlerle ters yönlü ilişkisi olduğu görülmektedir. Bankaların yabancı kaynakları olan mevduatların yüksek maliyetli olmasının net faiz marjlarını da daralttığı söylenebilir. Özkaynak karlılığı ile aktif karlılığın mevduatların aktifler içindeki payının artması ile artabileceği hesaplanan katsayının pozitif değerli olması nedeniyle söylenebilir.

Personel giderlerinin toplam varlıklara oranının net faiz marjı değişkeni ile pozitif ilişkisinin, bankaların personel harcamalarındaki artışa paralel olarak faiz getirilerini ve bunun sonucu olarak da net faiz marjlarını artırebildiklerini göstermektedir. Buna karşın, personel giderleri ile aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı arasındaki negatif ilişkinin nedeni, personel giderlerindeki artışın ya işgücü sayısındaki artıştan ya da personelin verimliliğinin artırılması amacıyla yapılan harcamalardan kaynaklandığı düşünülürse, işgücü verimliliğinin artışının karlılığı artıracığı sonucu ile açıklanabilir.

Diğer faaliyet giderlerinin toplam aktiflere oranı ile net faiz marjı arasındaki negatif yönlü ilişki, bankaların diğer faaliyet giderlerinin faaliyet gelirleri ile karşılanamaması durumunda, faiz gelirlerini kullandıkları şeklinde yorumlanabilir. Aynı değişkenin aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı ile pozitif ilişkili olması ise, banka faaliyetlerinin ve dolayısıyla faaliyet giderlerinin artması sonucunda karlılıklarını da artıracığı yönünde yorumlanabilir.

3.8. Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçları

Bankacılık sektörü karlılık belirleyicileri olarak seçilen değişkenlerin birçoğu normal dağılım göstermemektedir. Ayrıca değişkenlerin bazılarının doğrusal olmadıkları da söylenebilir. Doğrusal KKA'ne alternatif olarak varsayım bozulumlarında doğrusal olmayan KKA kullanılabilir. Analiz, SPSS paket programında Data Reduction bölümünün altındaki OVERALLS prosedüründe yer almaktadır. Önceki analizlerde bağımsız ve bağımlı değişken olarak ele alınan x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , y_1 , y_2 , y_3 değişkenleri incelenmiştir. x_6 ve x_7 doğrusal KKA'da da üçüncü grup olarak ele alındığından burada değerlendirilmemiştir. Doğrusal olmayan KKA için değişken değerleri sırlanmış, bu değerlerin fark skorlarının sıçrama yaptıkları durumlara göre değişken “yeterli”, “iyi” ve “çok iyi” olmak üzere çizelge 3.33'de gösterildiği gibi gruplanmıştır. Sermaye yapısı değişkeni ile bankalar TBB'nin ayırımına göre sermaye yapıları açısından “kamu sermayeli, özel sermayeli, Türkiye’de şube açmış yabancı bankalar ile Türkiye’de kurulmuş yabancı bankalar” olmak üzere 4 ayrı grupta incelenmiştir. Karlılık değişkenlerinin bankacılık sektöründe sermaye yapılarına göre nasıl bir davranış sergilediğini anlamak üzere yapılan analizlerin sonuçları grafikler yardımıyla yorumlanmaktadır.

Çizelge 3.33. Değişken Gruplandırmaları İçin Kullanılan Tanım Aralıkları

Değişkenler	Yeterli (1)		İyi (2)		Çok iyi (3)	
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
X_1	7,1	10,9	12,1	20,3	32,2	84,9
X_2	13,1	18,2	21,4	35,1	41,0	97,2
X_3	0	4,5	15,3	31,4	40,7	73,3
X_4	10,0	21,8	34,5	65,4	70,9	81,7
X_5	13,8	23,2	34,1	40,7	51,6	186,4
Y_1	1,7	3,2	3,7	6,6	7,8	19,1
Y_2	-3,9	0,4	0,8	2,6	4,3	8,7
Y_3	-47,4	8,0	8,7	17,1	18,5	29,0

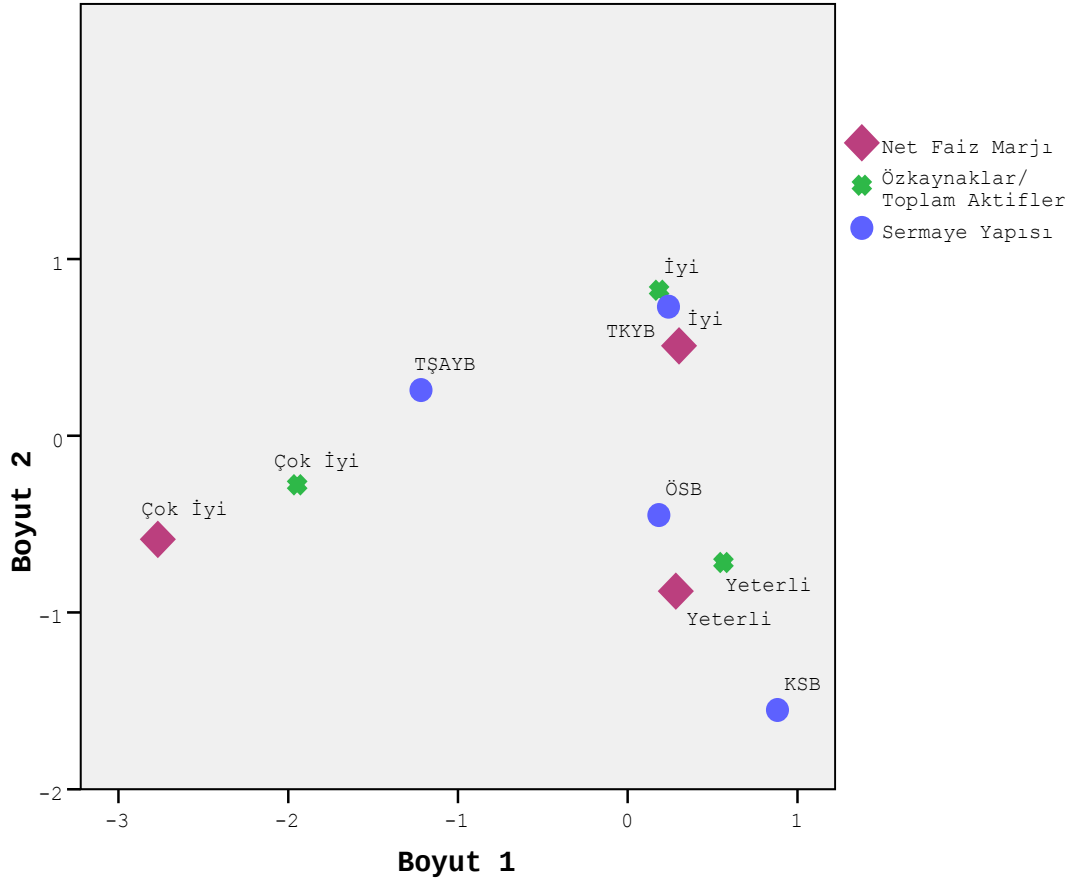
Değişkenlerin kategorik dönüşümleri yapıldıktan sonra değişkenlerin aralarındaki ilişkileri test etmek amacıyla Kendall Tau ilişki katsayıları bulunmuş ve Çizelge 3.34'da verilmiştir. Değişkenlerin ilişkilerinin önem kontrollerinde anlam düzeyi $\alpha = 0,05$ ile değerlendirilerek, ilişki katsayıları anlamlı bulunan değişkenler arasında doğrusal olmayan KKA grafikleri elde edilerek yorumlanmaktadır.

Çizelge 3.34. Kategorik Değişkenlerin Kendall Tau İlişki Katsayıları ve Önem Kontrolleri

Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2	Y_3
X_1 p	1,000	0,387 (0,020)*	-0,352 (0,037)*	-0,348 (0,039)*	0,642 (0,000)*	0,340 (0,043)*	0,299 (0,073)	-0,222 (0,184)
X_2 p		1,000	-0,649 (0,000)*	-0,216 (0,200)	0,627 (0,000)*	0,055 (0,745)	0,358 (0,032)*	-0,094 (0,573)
X_3 p			1,000	0,078 (0,649)	-0,607 (0,000)*	-0,257 (0,133)	0,331 (0,050)*	0,084 (0,618)
X_4 p				1,000	-0,373 (0,029)*	-0,100 (0,558)	-0,162 (0,340)	0,323 (0,057)
X_5 p					1,000	0,204 (0,233)	0,550 (0,001)*	0,008 (0,962)
Y_1 p						1,000	0,112 (0,509)	-0,165 (0,330)
Y_2 p							1,000	0,465 (0,006)*
Y_3 p								1,000

(*:p<0,05)

Tabloda bağımlı değişkenlerden net faiz marjının özkaynakların toplam aktiflere oranı ile ilişkisinin anlamlı olduğu söylenebilir. Bankaların sermaye yapıları da dikkate alındığında Şekil 3.1 elde edilir.



Şekil 3.1. Bankaların Net Faiz Marjı ve İlişkili Değişkenlerin Dağılımı

Şekil 3.1’de bankaların sermaye yapılarına göre kısaltmaları;

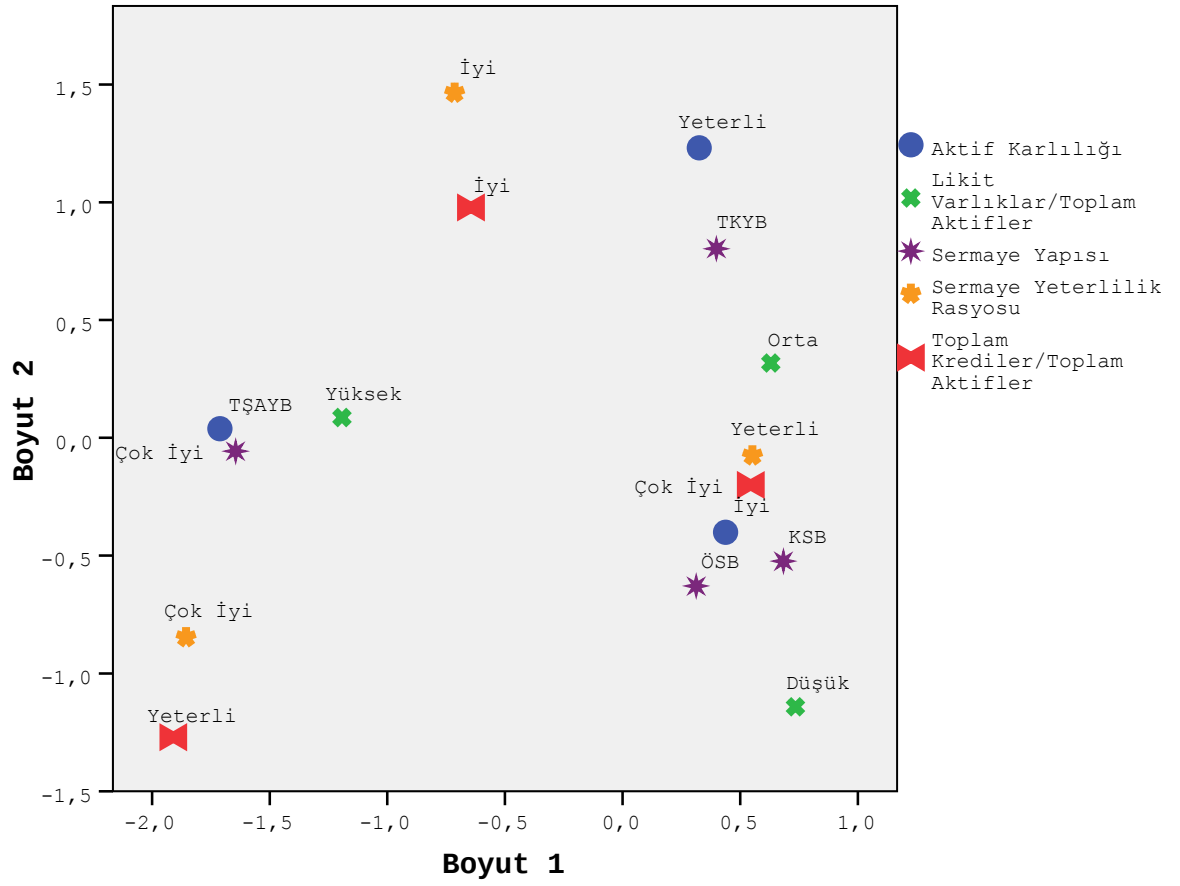
KSB : Kamusal Sermayeli Bankalar

ÖSB : Özel Sermayeli Bankalar

TKYB : Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Bankalar

TŞAYB : Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankalar olarak kısaltılmıştır.

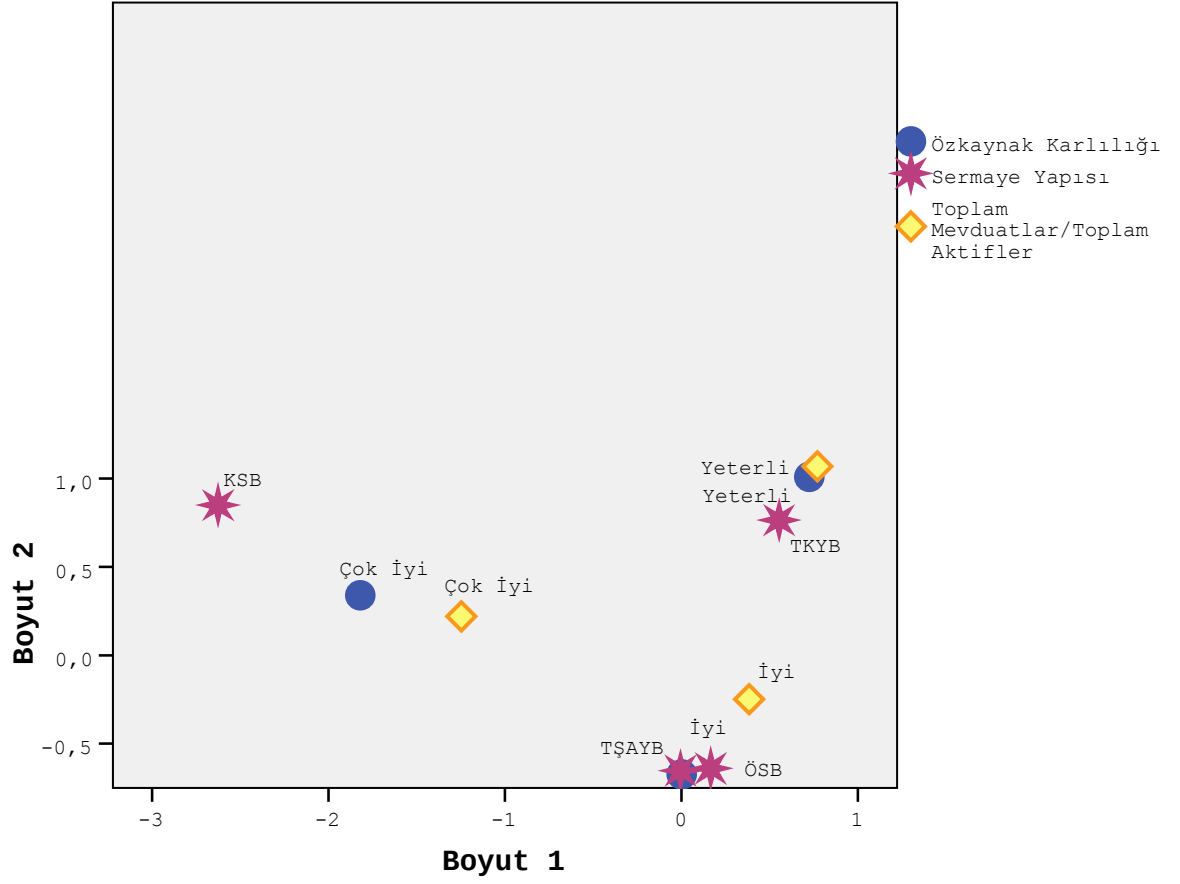
Buna göre Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların net faiz marjları ile özkaynaklarının toplam aktiflere oranının “en iyi” düzeyde olduğu söylenebilir. Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Bankaların bu değişkenler için düzeyleri “iyi” olmuş iken, Kamusal Sermayeli ve Özel Sermayeli Bankaların “yeterli” düzeyde kaldıkları görülebilir.



Şekil 3.2. Bankaların Aktif Karlılığı ile İlişkili Değişkenlerin Dağılımı

Çizelge 3.36’da aktif karlılığı değişkeninin likit varlıklar ile kredilerin toplam aktifler içindeki paylarının ve sermaye yeterlilik rasyosu ile ilişkilerinin anlamlı olduğu söylenebilir. Bu değişkenler ile oluşturulan Şekil 3.2’de özellikle Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların toplam aktifler içindeki likit varlıkların oranının “yüksek” ve aktif karlılıklarının “en iyi” düzeyde olduğu buna rağmen toplam kredilerin toplam aktifler içindeki oranlarının “yeterli” düzeyde kaldığı görülmektedir. Aynı zamanda bu banka grubunun bankaların değerlendirme kriteri olan sermaye yeterlilik rasyosunun da “çok iyi” düzeyde olduğu söylenebilir. Özel ve Kamusal Sermayeli Bankaların ise toplam aktifleri içindeki kredilerinin paylarının “çok iyi” ve aktif karlılıklarının da “iyi” düzeyde olduğu ancak likit varlıklarının toplam aktifleri içindeki payının “düşük” kaldığı söylenebilir. Bu iki banka grubunun da sermaye yeterlilik rasyolarının “yeterli” düzeyde olduğu görülebilir. Türkiye’de kurulmuş yabancı

bankaların ise aktif karlılıkları “yeterli” ve likit varlıklarının toplam varlıkları içindeki oranının ve sermaye yeterlilik rasyolarının da “iyi” düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.3. Bankaların Özkaynak Karlılığı ile İlişkili Değişkenlerin Dağılımı

Çizelge 3.36’da özkaynak karlılığı değişkeni ile toplam mevduatların aktif toplamı içindeki payı ile ilişkisinin anlamlı olması nedeniyle oluşturulan Şekil 3.3’de Kamusal Sermayeli Bankaların toplam varlıkları içindeki mevduatlarının payının ve özkaynak karlılıklarının “çok iyi” düzeyde olduğu görülmektedir. Bu değişkenler için Özel Sermayeli Bankalar ve Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların “iyi” düzeyde oldukları, Türkiye’de kurulmuş yabancı bankaların ise her iki değişken için de “yeterli” seviyede bulundukları söylenebilir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çok değişkenli analizlerde birden çok bağımlı ve birden çok bağımsız değişken bulunduğu, ilişkileri incelemek amacıyla kullanılan kanonik korelasyon analizi ve ilişkili bulunduğu kısmi KKA, RDA, ÇDÇRA ve doğrusal olmayan KKA çalışmamızda ele alınmış tanımları, amaçları ve teorileri anlatıldıktan sonra Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 31 ticari (mevduat) bankanın 2008 yılına ilişkin TBB'nin "Bankalarımız 2008" kitapçığından alınan verileri ile uygulama yapılmıştır.

Banka karlılığını araştırmak üzere; özkaynakların, likit varlıkların, toplam kredilerin ve toplam mevduatlarının toplam aktiflere oranları ile bankaları değerlendirmede kullanılan en önemli kriter sayılan sermaye yeterlilik rasyosu olmak üzere 5 bağımsız değişken seçilmiştir. Karlılık göstergelerinden net faiz marjı, aktif karlılık ve özkaynak karlılığı ise bağımlı değişken olarak alınmıştır.

Bulgular Atasoy'un 2007'de yaptığı çalışmada olduğu gibi net faiz marjı, özkaynakların toplam aktiflere oranı, aktif karlılığı ve likit aktiflerin toplam aktiflere oranı ile pozitif ilişkilidir. Toplam krediler ve mevduatların toplam aktiflere oranı ile özkaynaklar ve likit aktiflerin toplam aktiflere oranı arasındaki negatif yönlü ilişki de Atasoy'un 2007'de yaptığı çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Çalışmasında Atasoy, bankaların gelir-gider yapısından yola çıkmış, regresyon analizi ile modelleme yapmıştır. Bumin'in 2009'da Maliye Finans Yazıları Dergisinde yayınlanan çalışmasında da 2002 ile 2008 yılları arasında oran analizi yöntemi kullanılırken çalışmamızda yer alan ve bankaların mikro değişkenleri olarak bilinen değişkenlerden bir kısmı kullanılmıştır. Kaya 2002'de yaptığı çalışmada bankacılık sektöründeki mevduat bankalarının 1997 ile 2000 dönemleri arasında mikro ve makro belirleyicileri, iki aşamalı yaklaşım kullanarak regresyon yöntemiyle tahmin etmiştir. Çalışmamızda ele alınan KKA dönemsel veriler yerine tek döneme ait veri kümelerine uygun olması nedeniyle karlılığın belirleyicileri olarak regresyon modellerine alınan mikro değişkenlerden seçilmiş ancak makro değişkenler (enflasyon, bütçe açığı ve reel faiz gibi) yer almamıştır. Bu analizlerde seçilen değişkenlere, sözü edilen çalışmalarda yer alan diğer bazı mikro değişkenlerden eklenerek yenilenebilir.

Çalışmamızda yapılmış analizde öncelikle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler incelenmiştir. Bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkileri incelendiğinde bankaların kredi vermek için yabancı kaynakları (mevduat gibi) yanı sıra özkaynaklarını da kullanmayı tercih ettikleri, özkaynakları düşük olan bankaların bankacılık işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla fon bulmak üzere yabancı kaynak olan mevduata ağırlık verdikleri anlaşılmıştır. Bununla birlikte bankaların fonlarının daha fazlasını likit olarak bulundurmaları nedeniyle daha az miktarda kredi kullandıkları görülmüştür.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin karşılıklı ilişkileri incelendiğinde ise, özkaynakların toplam aktiflere oranı ile net faiz marjı arasındaki ilişkinin yüksek olması nedeniyle bankaların özkaynaklarının faiz geliri sağlayacak şekilde kullanıldığını, ancak faiz gelirlerinin genellikle kredilerden değil, diğer alanlardan (örneğin menkul kıymetlerden) elde edildiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, karlılığın temel belirleyicisinin sadece krediler olmadığı yönündeki düşüncüyü desteklemektedir. Oysa asıl fonksiyonu mevduat toplayıp kredi vermek olan bankaların karlılığının öncelikle kredilerden elde edilen faiz gelirlerinden kaynaklanması beklenmektedir. Analizde 2008 yılı verilerinin kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, tüm dünyayı etkileyen krizin ülkemizi, özellikle de bankacılık sektörünü etkilediği ve kredi kullandırmak konusunda daha tedbirli davranıldığı sonucuna ulaşılabılır.

Bankacılık sektöründe karlılığı etkileyen değişkenler arasındaki kanonik ilişkileri ortaya koymak üzere yapılan çalışmada kanonik korelasyon değerinin çok yüksek çıkması (%94,9) nedeniyle kullanılan değişkenlerin seçiminin isabetli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle anlamlı bulunan U kanonik değişkeni ile sırasıyla özkaynakların toplam aktiflere oranı (X_1) %96,6, sermaye yeterlilik rasyosu (X_5) %93,3, mevduatların toplam aktiflere oranı (X_4) %75,5 ve likit aktiflerin toplam aktiflere oranı (X_2) %72,2 ile kredilerin toplam aktiflere oranı (X_3)'nın %62,1 oranında ilişkili olduğu görülmüştür. Kanonik yükler tablosunda v kanonik değişkeni ile net faiz marjı (Y_1) %80,8 ve aktif karlılığının (Y_2) %67,4 oranında ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber kanonik değişkenlerin hem kendi kümeleri hem de çapraz kümedeki orijinal değişkenlerdeki değişimi açıklama oranlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kanonik değişkenin ait olmadığı kümedeki

değişkenlerin kanonik değişkenlere açıklanan varyansları incelenirken; orijinal değişkenlerin V kanonik değişkeni ile özkaynakların toplam aktiflere oranı (X_1)'in %91,7, sermaye yeterlilik rasyosu (X_5)'nin %88,5, mevduatların aktiflere oranı (X_4)'nin %71,6, likit varlıkların aktiflere oranı (X_2)'nin %68,5 ve kredilerin toplam aktiflere oranı (X_3)'nin %58,9 oranında ilişkili olduğu görülmüştür. Bağımlı değişkenlerin U kanonik değişkeni ile olan ilişkileri incelendiğinde net faiz marjı (Y_1)'nin %76,7 ve aktif karlılığı (Y_2)'nin %64,0 oranında ilişkili olduğu anlaşılmıştır.

KKA'nın bir devamı olan RDA sonuçlarında özellikle V kanonik değişkeninin Y bağımlı değişkenlerdeki değişimin %100'ünü açıklıyor olması karlılığa ilişkin bağımlı değişkenlerin seçiminin uygun olduğu sonucunu vermiştir. V kanonik değişkeni aynı zamanda bağımsız değişkenlerin değişiminin de kümülatif olarak %61,1 oranında açıklamaktadır. U kanonik değişkeni temsil ettiği bağımsız değişkenler kümesindeki değişimin kümülatif olarak %78,1'ini ve bağımlı değişkenlerindeki değişimin de kümülatif olarak %45,5'ini açıklayabilmiştir.

Çalışmada ayrıca personel giderlerinin ve diğer giderlerin toplam aktiflere oranının sabit tutulduğu kısmi kanonik korelasyonlar da ele alınmıştır. Karlılığın belirleyicileri olan bağımlı değişkenler arasındaki kısmi korelasyonların doğrusal korelasyonlara göre arttığı ancak genel olarak korelasyonlardaki azalma nedeniyle kanonik ilişki değerinin az miktarda (93,3)'e düştüğü belirlenmiştir. Bu durum, personel giderlerinin ve diğer giderlerin artırılmasının karlılık kanonik değişkenlerinin üzerindeki etkisinin yüksek düzeyde olmadığı görüşüne ulaştırmıştır. Kısmi KKA'nın incelenmesi sırasında elde edilen RDA değerlerinde kanonik değişkenlerin varyans açıklama oranlarının azaldığı gözlenmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar da dikkate alındığında çalışmamızdaki sonuçları da değerlendirebilmek amacıyla kullanılan değişkenlere ÇDÇRA uygulanmıştır. Banka karlılığının belirleyicileri olarak anılan net faiz marjı, aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı (bağımlı) değişkenleri ile kullanılan tüm bağımsız değişkenlerin bir arada bulunduğu modellerden anlamlı değişkenlerin stepwise değişken seçimi yöntemi ile oluşturdukları yeni modeller incelenmiştir. Elde edilen bulgular değişken bazında değerlendirilmiştir.

Kurulan ilk modelde özkaynakların toplam aktiflere oranının net faiz marjı ve özkaynak karlılığı ile ilişkisi negatif yönlü iken, ikinci modelde yer alan aktif karlılık ile ilişkisi pozitif yönlü bulunmuştur. Bankaların yüksek özkaynak ile çalışması, bankaların sağlam bir mali yapıya sahip olduklarının bir göstergesi olarak kabul edildiğinden, finansal piyasalarda yüksek güvenilirlik sağlayacaktır. Sermaye yapısı güçlü olan bankalara mevduat akışının da fazla olması faiz giderlerinde artışa yol açacak, dolayısıyla net faiz marjı azalacaktır. Benzer düşünceyle, toplam aktifler içinde özkaynak oranının yüksek olması, toplam aktifler içerisinde net karın da yüksek olması sonucunu doğuracaktır. Kaya 2002'de yaptığı çalışmasında, uluslararası literatürde Abreu ve Mendes (2001), Brock ve Suarez (2000), Guru ve diğerlerinin (1999) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde edildiğine değinilmiştir.

Benzer şekilde literatürde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde Afanasieff ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada da net faiz marjı ile likit varlıkların arasında ters yönlü ilişki bulunmuş ancak Kaya tarafından yapılan regresyon incelemesinde doğru (pozitif) yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bulunan negatif ilişki yüksek likiditenin bankaların likidite riskini düşürdüğüne ve sonuç olarak bankaların açtıkları krediler üzerindeki net faiz marjını daralttıkları şeklinde yorumlanmıştır. Verilerin kullanıldığı dönem itibarıyla bankaların kriz ortamında belirsizliğin yüksek olduğu bu dönemde bankaların likit kalmak istedikleri söylenebilir.

Kredilerin toplam aktiflere oranı ile karlılık değişkenleri arasında pozitif ilişki olduğu söylenebilir. Kaya 2002'de yaptığı çalışmasında bu ilişkiyi, bankaların kredi portföylerindeki büyümeyi yüksek faiz marjlarına ve karlılığa dönüştürebildiklerini hatta bankaların izlediği kredi politikalarının karlılık performanslarını olumlu etkilediği şeklinde yorumlamıştır.

Mevduatların toplam aktiflere oranının net faiz marjı ile pozitif diğer bağımlı değişkenlerle ters yönlü ilişkisi olduğu görülmektedir. Bankaların yabancı kaynakları olan mevduatların yüksek maliyetli olmasının net faiz marjlarını da daralttığı söylenebilir. Özkaynak karlılığı ile aktif karlılığın mevduatların aktifler içindeki payının artması ile artabileceği hesaplanan katsayının pozitif değerli olması nedeniyle söylenebilir.

Personel giderlerinin toplam varlıklara oranının net faiz marjı değişkeni ile pozitif ilişkisinin, bankaların personel harcamalarındaki artışa paralel olarak faiz getirilerini ve bunun sonucu olarak da net faiz marjlarını artırebildiklerini göstermektedir. Buna karşın, personel giderleri ile aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı arasındaki negatif ilişkinin nedeni, personel giderlerindeki artışın ya işgücü sayısındaki artıştan ya da personelin verimliliğinin artırılması amacıyla yapılan harcamalardan kaynaklandığı düşünülmüşse, işgücü verimliliğinin artışının karlılığı artıracağı sonucu ile açıklanabilir. Bu değişkenin bazı çalışmalarda bankaların operasyonel giderlerinin en önemli kalemi olması nedeniyle maliyet unsuru olarak da değerlendirilmiştir (Demirgüç-Kunt ve Huizinga, 1999).

Diğer faaliyet giderlerinin toplam aktiflere oranı ile net faiz marjı arasındaki negatif yönlü ilişki, bankaların diğer faaliyet giderlerinin faaliyet gelirleri ile karşılanamaması durumunda, faiz gelirlerini kullandıkları şeklinde yorumlanabilir. Aynı değişkenin aktif karlılığı ve özkaynak karlılığı ile pozitif ilişkili olması ise, banka faaliyetlerinin ve dolayısıyla faaliyet giderlerinin artması sonucunda karlılıklarını da artıracığı yönünde yorumlanabilir.

Çalışmamızda bazı değişkenlerin çok değişkenli normal dağılım ve doğrusallık koşulunu sağlamaması nedeniyle, varsayımlarının bozulmalarında kullanılan doğrusal olmayan KKA ile elde edilen grafikler yorumlanmıştır. Banka karlılığını veren bağımlı ve bağımsız değişkenler rasyolardan oluşmaktadır. Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi incelemesi için değişkenlere kategorik dönüşüm uygulanmıştır. İlk olarak bankalar sermaye yapılarına göre ayrılmış, tüm bağımlı ve bağımsız değişkenler sıralanmış, gözlem değerlerinin fark skorları bulunmuş ve fark skorlarının sıçrama yaptıkları değerlere göre değişkenler “yeterli”, “iyi” ve “çok iyi” olmak üzere sınıflandırılmıştır. Öncelikle kategorik verilerdeki ilişki yapısını ortaya koymak amacıyla dönüşüm yapılan değişkenlerin Kendall Tau ilişki katsayılarının anlamlılıkları test edilmiş ve bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenlerle aralarındaki anlamlı bulunan ilişkileri seçilerek bankaların sermaye yapıları da dikkate alınarak doğrusal olmayan KKA uygulanmıştır. Buna göre Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların net faiz marjları ile özkaynaklarının toplam aktiflere oranının “en iyi” düzeyde olduğu söylenebilir. Türkiye’de Kurulmuş

Yabancı Bankaların bu değişkenler için düzeyleri “iyi” olmuş iken, Kamusal Sermayeli Ve Özel Sermayeli bankaların “yeterli” düzeyde kaldıkları görülmüştür.

Aktif karlılık ile ilişkili olan likit aktifler ile kredilerin toplam aktifler içindeki oranlarının birlikte değerlendirildiği Şekil 3.2’de, Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların toplam aktifler içindeki likit varlıkların oranının “yüksek” ve aktif karlılıklarının “en iyi” düzeyde olduğu buna rağmen toplam kredilerin toplam aktifler içindeki oranlarının “yeterli” düzeyde kaldığı görülmüştür. Bu banka grubunun sermaye yeterlilik rasyolarının “çok iyi” olduğu şekil 3.2 yardımıyla söylenebilir. Özel ve Kamusal Sermayeli Bankaların ise toplam aktifleri içindeki kredilerinin paylarının “çok iyi” ve aktif karlılıklarının da “iyi” düzeyde olduğu ancak likit varlıklarının toplam aktifleri içindeki payının “düşük”, ayrıca sermaye yeterlilik rasyolarının “yeterli” düzeyde kaldığı söylenmiştir. Türkiye’de kurulmuş yabancı bankaların ise aktif karlılıkları “yeterli” ve likit varlıklarının toplam varlıkları içindeki oranının ve sermaye yeterlilik rasyolarının da “iyi” düzeyde olduğu anlaşılmıştır.

Şekil 3.3’de ise Kamusal Sermayeli Bankaların toplam varlıkları içindeki mevduatlarının payının ve özkaynak karlılıklarının “çok iyi” düzeyde olduğu görülmektedir. Bu değişkenler için özel sermayeli bankalar ve Türkiye’de Şube Açmış Yabancı Bankaların “iyi” düzeyde oldukları, Türkiye’de kurulmuş yabancı bankaların ise her iki değişken için de “yeterli” seviyede bulundukları söylenebilir.

Tüm dünyada yaşanan global ekonomik krizin de etkisi nedeniyle ülkemizin 2008 yılı ekonomik koşulları göz önüne alındığında, 2008 yılı verileri kullanılarak yapılan uygulamadan elde edilen bulguların beklentilere paralel olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abreau, M., and Mendes, V., 2002, Commercial Bank Interest Margins and Profitability:Evidence from E.U. Countries. University of Porto Working Paper Series. No: 122.
- Alpert, M.I., and Peterson, R..A., 1972, On the interpretation of canonical analysis.Journal of Marketing Research 9(2), p:187-192.
- Al-Kandari, N. and Jolliffe, I.T., 1997, Variable Selection and Interpretation in Canonical Correlation Analysis. Commun. Statist.-Simula. Vol. 26(3), 873-900p.
- Afanasieff, T.S., Lhacher, P.M., and Nakane,. M.I., 2002, The Determinants of Bank Interest Spreads in Brazil. The Central Bank of Brasil Working Papers No:46.
- Atasoy H., 2007, Türk Bankacılık Sektöründe Gelir-Gider Analizi ve Karlılık Performansının Belirleyicileri, TCMB Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Barcikowski, R., and Stevans, J.P., 1975, A Monte Carlo study of stability of canonical correlations, canonical weights, and canonical variate-variable correlations. Multivariate Behavioral Research, Vol.10:353-364.
- Bartlett, M.S.,1941. The Statistical Significance of Canonical Correlations. Biometrika. Vol. 32, 29-37p.
- Bayram, N. ve Ertaş, S., 2001, Tüketim Harcamaları Davranış Biçimi: Princals ve Overals Yaklaşımı. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Adana.
- Brock, P. L. and Suarez, L. R., 2000, Understanding the behaviour of bank spreads in Latin America”, Journal of Development Economics, Vol.63, 113-134.
- Bougeard, S., Hanafi, M., Qannari, E.M., 2007, Continuum redundancy–PLS regression: A simple continuum approach, Computational Statistics and Data Analysis Vol.52.

- Bumin, M., 2009, Türk bankacılık sektörünün karlılık analizi, Maliye Finans Yazıları, Sayı:89.
- Camilleri, S. J., 2005, An Analysis of the Profitability, Risk and Growth Indicators of Banks Operating in Malta. Bank of Valetta Review. No: 31.
- Casin, P., 2001, A Generalization of Principal Component Analysis to K sets of Variables. Computational Statistics & Data Analysis. Vol. 35, 417-428p.
- Çankaya, S., 2005, Kanonik Korelasyon Analizi ve Hayvancılıkta Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.4.
- Demirgüç-Kunt, A. and Huizingha, H., 1999, Determinants of Commercial Bank Interest Margins and Profitability: Some International Evidence. World Bank Economic Review. Vol: 13, No: 2.
- Dunlop, W.P., Brody, C.J. and Greer, T., 2000, Canonical Correlation and Chi Square: Relationship and Interpretation. J. General Psychology. Vol. 127(4), 341-353p.
- Garson G.D., 2008, Topics in multivariate analysis.
<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson> Erişim Tarihi: 15.03.2009.
- Gifi, A., 1990, Nonlinear Multivariate Analysis, John Wiley and Sons, New York.
- Guru, B., Staunton, J., and Shanmugam, B., 2000, Determinants of Commercial Bank Profitability in Malaysia. Asian Academy of Management Journal. Vol: 5, No:2.
- Gürbüz, F., 1989, Değişken Takımları Arasındaki İlişkilerin Kanonik Korelasyon Yöntemi ile Araştırılması. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1162, Ankara.
- Glynn, W.J. and Muirhead, R.J., 1978, Inference in Canonical Correlation Analysis. Journal of Multivariate Analysis. Vol.8, 468-478p.
- Gunderson, B.K. and Muirhead, R.J., 1997, On Estimating The Dimensionality Canonical Correlation Analysis. Journal of Multivariate Analysis Vol 62,121p.

- Ho, T.S.Y. and Saunders, A., 1981, The determinants of bank interest margins, theory and empirical evidence, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, p.16, 518-600.
- Hotelling, H., 1936, The most predictable criterion. *Journal of Educational Psychology*, Vol.26: 139-142. The article in which canonical correlation was originally set forth.
- Hair, J. F., Anderson, R.E ., Tatham R.L. and Black W.C., 1998, *Multivariate Data Analysis*, 5th edition. Copyright Prentice Hall, Inc.
- Kalaycı, Ş., 2008, *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri* Asil Yayın Dağıtım Ltd.Şti.
- Kaya, N., 2004, *Optimal Ölçekleme ile Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi(OÖDEKK)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniv. Ankara.
- Kaya, T.Y., 2002, *Türk Bankacılık Sektöründe Karlılığın Belirleyicileri 1997-2000*, PBDDK Çalışma Raporları, No:2002/1, 1s.
- Khatri, C.G., 1989, Study of Redundancy of Vector Variables in Canonical Correlations. *Commun. Statist.- Theory Meth.* Vol. 18(4), 1425-1440p.
- Ketenring, J.R., 1971, Canonical Analysis of Several Sets of Variables. *Biometrika*. Vol. 58(3), 433-451p.
- Lai, Peilig., and Fyfe, Colin., 2000, *Computing and Information Systems*, 7 p43-49. Kernel and non-linear canonical correlation analysis, University of Paisley.
- Lambert Z.V. and Durand, R.M., 1975. Some Precautions in Using Canonical Analysis. *Journal of Marketing Research*. Vol.12, 468-475p.
- Michailidis, G., and De Leeuw, J., 1998, *A Regression Model for Multilevel Homogeneity Analysis*, UCLA Statistics Series.

- Muller, K.E., 1981, Relationship Between Redundancy Analysis, Canonical Correlation And Multivariate Regression, *Psychometrica*, Vol.46, No.2.
- Muller, K.E. 1982, Understanding Canonical Correlation Throught the General Linear Model and Principal Components. *The American Statistician*. Vol. 36(4), 342-354p.
- Neely, M. C. and Wheelock., D. C., 1997, Why Does Bank Performance Vary Across States. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. Vol:79, No:2.
- Öçal, T., 1990, Para Teorisi, Banka, Kredi, Para, Gazi Üniversitesi Yayını, Yayın No: 157, Ankara.
- Özdamar, K., 2004, Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi Kaan Kitabevi.
- Sharma, S., 1996, *Applied multivariate techniques*, John Wiley Sons Inc., New York.
- Shenyuan, P., Simei, H. and Gouquan, L., 1994, Application of Parent- Offspring Canonical Correlation to the Domestic Silkworm Breeding. *J. Biomath*. Vol. 9(2), 17-22p.
- Stewart, D., and Love, W ., 1968, "A General Canonical Correlation Index." *Psychological Bulletin* 70.
- Stevens J., 1986, *Applied Multivariate Statistics for The Social Sciences*, Lawrance Earlbaum Ass. Pub., London.
- Tabachnick, B.G., and Fidel, L. S., 1996, *Using Multivariate Statistics* 3rd Ed., Harper Collins College Publisher, California State University, North Bridge.
- Takan, M., 2001, *Bankacılık Teori, Uygulama ve Yönetim*, Nobel Yayın Dağıtım 1. Basım, Ankara.
- Takane Y. and Jung S., 2006, Generalized Constrained Redundancy Analysis, *Behaviormetrica*, Vol.33, No.2.
- Tatlıdil, H., 2002, *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz* Akademi Matbaası.

- Tuna, G.T., 2004, Parametrik Olmayan Çok Değişkenli Analiz Tekniği Homojenleştirme Analizi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mimar Sinan Üniv. İstanbul.
- Tunay, B.K., 2005, Finansal Sistem Yapısı İşleyişi Yönetimi ve Ekonomisi, İstanbul, Birsen Yayınevi, 193s.
- Tunay, B.K., ve Silpar, A.M., 2006, Türk Ticari Bankacılık Sektöründe Karlılığa Dayalı Performans Analizi-I. T. Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi. Sayı: 2006-01.
- Thompson, B., 1984, Canonical Correlation Analysis: Uses and Interpretation. Thousand Oaks, CA:Sage Publications, Quantitative Applications in the Social Sciences Series, No.47.
- Ulupınar, S.D., 2007, 2001 Kriz Dönemi, Öncesi ve Sonrasında Türk Ticari Bankalarının Lojistik Regresyon Analizi ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul. 11s.
- Van der Wollenberg A.L., 1977, Redundancy analysis, an alternative for canonical correlation analysis, Psychometrika.
- Wilks, S.S., 1962, Mathematical Statistics, Wiley, New York.
- Wang, S.G. and Chow, S.C., 1987, Some Results on Canonical Correlations and Measures of Multivariate Association. Commun. Statist.- Theory Meth. Vol. 16(2), 339-351p.
- Yücedağ, N., 2009, Türk Bankacılık Sektöründe Ürün Karması ve Karlılık Değişkenliğine Etkisi: 2002-2007 Dönemi Uygulamalı Bir Analiz, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- <http://www.tbb.org.tr/Dosyalar/Yayinlar/Dokumanlar/2Bankalarimiz2008.pdf>,
Erişim Tarihi: 30.09.2009.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pervin SERTBARUT

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1971

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1986-1989 Ankara Başkent Lisesi

Lisans 1990-1994 Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

1996-1997 Yapı ve Kredi Bankası AŞ . - Dış İşlemler Yetkilisi

1998-2001 Osmanlı Bankası AŞ. – MT Pazarlama Yetkilisi

2001-2002 Denizbank AŞ. - Yönetmen

2002- 2010 Hacettepe Üniversitesi Personel Dairesi Başkanlığı - İstatistikçi

2010- Sağlık Bakanlığı Kansere Savaş Dairesi Başkanlığı - İstatistikçi