

158551

T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Doktora Tezi

Türkiye’de Ticari Bankaların Başarısızlığında
Etkili Olan Faktörlerin Çok Değişkenli
İstatistik Yöntemlerle İncelenmesi

Hazırlayan:
Bülent ÖZ

Öğrenci Numarası:
2502000115

Tezi Yöneten:
Prof. Dr. Neyran ORHUNBİLGE

İstanbul-2005

TEZ ONAYI

Enstitümüz **SAYISAL YÖNTEMLER** Bilim Dalında **2502000115** numaralı **BÜLENT ÖZ'ün** hazırladığı **“TÜRKİYE’DE TİCARİ BANKALARIN BAŞARISIZLIĞINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ”** konulu ~~YÜKSEK LİSANS~~ / **DOKTORA TEZİ** ile ilgili **TEZ SAVUNMA SINAVI**, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği’nin 28.Maddesi **04/07/2005 Pazartesi** günü saat: **14.00’da** yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin*Kabul*.....’ne* **OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA** karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ(*)	İMZA
PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
PROF.DR.BELKIS SEVAL	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
PROF.DR.BESİM AKIN	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
DOÇ.DR.ERHAN ÖZDEMİR	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
YRD.DOÇ.DR.MEHPARE TİMOR	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>

ÖZ

Bankalar kaynakların toplanması ve bunların yatırımlara yönlendirilmesinde almış oldukları önemli rol dolayısıyla ülkelerin ekonomilerinde daima ön planda olmuşlardır. Bankacılık sisteminin, yaşanan ekonomik krizlerden en çok etkilenen kesimlerin başında gelmesi dolayısıyla, bu rolü gerektiği gibi yerine getirebilmenin başlıca şartlarından biri de ekonomide sürekli bir istikrar ortamının sağlanmasıdır.

Türkiye son dönemlerde akılda kalan 1994 ve 2001 yıllarında iki büyük ekonomik kriz yaşamış ve bunlardan da bankacılık sistemi büyük oranda etkilenmiştir. 2001 krizinde daha önce mevduata getirilen %100'lük güvencenin makul oranlara indirilmemesi ve 1994 krizine göre çok daha fazla sayıda bankanın Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu'na (TMSF) devredilmesi Hazine'ye milyarlarca dolarlık yük getirmiştir. 2004 Temmuz ayından itibaren mevduata getirilen güvencenin elli milyar lira ile sınırlandırılmasının ardından Hazine bu anlamda rahatlamış ancak yeni dönemde bankacılık sistemi veya tek tek her bir bankaya ait riskler artık bankada mevduat, fon veya bono şeklinde ve güvence kapsamından daha fazla tutarda yatırımı bulunan kişi ve kurumları ilgilendiren bir konuma gelmiştir.

Ortaya çıkan maliyetlerin büyüklüğü ve ülke ekonomisine getirdiği yükler de dikkate alınarak banka başarısızlıklarının ve başarısızlığa etki eden faktörlerin araştırılması uygun görülmüştür. Banka başarısızlıklarının önceden tahmin edilmesinde çok değişkenli istatistik yöntemlere sıklıkla başvurulmaktadır. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen taraflarca kullanılabilecek basit matematik modeller geliştirilerek banka başarısızlıklarının en erken bir yıl olmak üzere üç yıl öncesine kadar belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma sonuçları, başarısızlıktan bir yıl öncesi için kurulan ve gelir gider yapısı ve likidite göstergelerinden oluşan modelin birinci, gelir gider yapısı ve aktif kalitesi göstergelerinden oluşan iki yıl öncesi modelin ikinci ve gelir gider yapısı ve likidite göstergelerinden oluşan üç yıl öncesi modelin ise üçüncü sırada yer aldığını göstermiştir. Ayrıca her kategoriden grup ortalamaları en anlamlı farklılık gösteren bir değişkenin modelde yer alması sağlanarak kurulan modellere ait doğru sınıflandırma yüzdeleri adım adım yöntemi ile bulunanlarla karşılaştırıldığında daha düşük kaldıkları görülmüştür.

ABSTRACT

Banks are always one of the most important part of the economy of countries because of the crucial role they take in collecting resources and directing them to the investments. One of the basic conditions of properly fulfilling this role is to obtain a constant stabilized environment in economy, because banking system is one of the most effected sectors from economic crises.

In the mid 1990s and early 2000s, Turkey faced two important economic crisis never experienced before. Turkish banking system was negatively effected from it and a lot of bank failures occurred. Its cost was billions of dollars to Treasury and there were mainly two reasons of it. First one was the full guarantee to the deposits brought in 1994 and second one was that much more banks were closed compared with 1994. Failed bank's control and supervision were turned over to the Deposit Insurance Fund between 1997 and 2003. As soon as reducing the full guarantee to an appropriate level after July 2004, Treasury's burden was mostly ended but from now on the risk of a bank or banking system in general has to be taken carefully by all interested parties especially depositor, bondholders etc. who have investment in a bank more than coverage level.

Greatness of cost coming out and burden bringing to our economy have been the leading reasons of studying bank failures and factors effecting failures. Multivariate statistical methods have been frequently applied for predicting bank failures before failure occurs. This study aims to determine simple mathematical models which will be used by all interested parties for predicting bank failures from 1 to 3 years prior by using stepwise discriminant analysis. Also another approach's results, in which most significant variables in every category are chosen, are compared with optimal model results.

The results show that one year before failure model, that contains income-expenditure structure and liquidity indicators, is the best, two year before failure model that contains income-expenditure structure and asset quality indicators is the second best and three years before failure model that contains income-expenditure structure and liquidity indicators is the third best model. Also another approach's performance is not better than that of optimal model.

ÖNSÖZ

Başarısızlığın tahminine yönelik çalışmalarda 1960'lı yılların sonlarından itibaren çok değişkenli istatistik yöntemler kullanılmaya başlanmış ve farklı istatistik yöntemlerden elde edilen sonuçlar ayırıcı değişkenlerin tek tek değilde birlikte incelenmesinin başarısızlık tahminlerine önemli katkılar sağladığını göstermiştir. Yapılan çalışmalarda parametrik yöntemlerden Diskriminant Analizi ve Lojistik Regresyon Analizi sıklıkla kullanılan yöntemler olurken parametrik olmayan yöntemlerin kullanımı da artmıştır. Son dönem çalışmalarında sıklıkla farklı yöntemlerin başarısızlığı tahmindeki üstünlüklerinin karşılaştırılmasına yönelik olmaktadır.

Türkiye'de hemen hemen her dönemde banka veya şirket başarısızlıkları ile karşılaşmış ancak bunların hiçbiri 1994 ve 2003 döneminde yaşananlar kadar maliyetli ve dikkat çeker konumda olmamıştır. Özellikle 1997-2003 döneminde Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonuna devredilen çok sayıda banka ve bunlardan kaynaklanan yüksek maliyetlere ülke olarak katlanması ülkemizde de banka başarısızlıklarını tahmininde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalara zemin hazırlamıştır. Bu çalışma da yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı yapılmıştır.

Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizin ekonomik yapısında önemli yeri olan banka başarısızlıklarının nedenlerinin belirlenmesini amaçlayan çalışmaya katkılarından dolayı başta tez danışmanım Prof. Dr. Neyran Orhunbilge hocama tezin tüm aşamalarında verdiği destek, gösterdiği anlayış ve tezin şekillenmesinde almış olduğu önemli rolden dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca Prof. Dr. Belkıs Seval ve Prof. Dr. Besim Akın hocama da tez çalışmalarım boyunca yaptıkları katkı ve gösterdikleri anlayış için teşekkür ederim.

Yine gerektiğinde yardımlarına başvurduğum diğer hoca ve arkadaşarımla bu süre boyunca destek ve sabırlarını esirgemeyen sevgili aileme ve eşime teşekkür ederim.

Bülent ÖZ
Haziran 2005

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
GRAFİKLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ.....	1
1 TÜRK BANKACILIK SİSTEMİ.....	4
1.1 Türkiye’de Bankacılığın Tarihi Gelişimi	4
1.1.1 Cumhuriyet Öncesi Dönemde Bankacılık.....	4
1.1.2 Cumhuriyet Sonrası Dönemde Bankacılık	7
1.1.2.1 Ulusal Bankacılık Dönemi (1923-1932)	8
1.1.2.2 Bankacılıkta Devletçilik Dönemi (1933-1950)	8
1.1.2.3 Özel Bankacılığın Gelişme Dönemi (1950-1960).....	9
1.1.2.4 Planlı Dönemde Bankacılık (1960-1980).....	10
1.1.2.5 1980 Sonrası Dönemde Bankacılık	11
1.2 Türk Bankacılık sisteminde Denetim	16
1.2.1 Kamu Denetimi	18
1.2.1.1 T.C. Merkez Bankası.....	18
1.2.1.2 Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu	20
1.2.1.3 Tasarruf mevduatı Sigorta Fonu.....	24
1.2.1.4 Bankalar Yeminli Murakıplığı	25
1.2.1.5 Bankalar Birliği	26
1.2.2 Bağımsız Denetim	26
1.2.3 İç Denetim	28
1.3 Türkiye’de Bankaların Sınıflandırılması.....	29
1.3.1 Türlerine göre Bankalar.....	29
1.3.1.1 Sermaye Kaynaklarına Göre Bankalar	30
1.3.1.2 Sermaye Sahiplerine Göre Bankalar	30
1.3.1.3 İş Kollarına Göre Bankalar.....	30
1.3.1.4 Verdikleri Kredinin Vadesi Yönünden Bankalar	30
1.3.2 Faaliyetlerine göre Banka Türleri.....	33
1.3.2.1 Ticaret Bankaları	33
1.3.2.2 Mevduat Kabul Etmeyen Bankalar	34
1.3.2.2.1 Kamu Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları:	34
1.3.2.2.1.1 Türkiye Kalkınma Bankası.....	34
1.3.2.2.1.2 Türkiye İhracat Kredi Bankası (Eximbank)	35
1.3.2.2.1.3 İller Bankası	35
1.3.2.2.2 Özel Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları.....	35
1.3.2.2.2.1 Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, ...	35
2 ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİK YÖNTEMLER.....	37
2.1 Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerin Tanımı, Amaçları ve Türleri.....	37
2.1.1 Çok Değişkenli Regresyon Analizi	41
2.1.2 Çok Değişkenli Varyans Analizi	41
2.1.3 Asal Bileşenler Analizi.....	42
2.1.4 Kanonik Korelasyon Analizi	43

2.1.5	Faktör Analizi.....	44
2.1.6	Kümeleme Analizi.....	46
2.1.7	Lojistik Regresyon Analizi.....	47
2.2	Diskriminant Analizi	47
2.2.1	Diskriminant Analizi ve Diğer Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle İlişkisi	49
2.2.1.1	Kümeleme Analizi ile Arasındaki ilişki	49
2.2.1.2	Asal Bileşenler Analizi ile Arasındaki İlişki	50
2.2.1.3	Çok Değişkenli Varyans Analizi ile Arasındaki İlişki	50
2.2.1.4	Çok Değişkenli Regresyon Analizi ile Arasındaki İlişki	52
2.2.1.5	Lojistik Regresyon Analizi ile Arasındaki İlişki	53
2.2.1.6	Kanonik Korelasyon Analizi ile Arasındaki İlişki	54
2.2.2	Diskriminant Analizinin Varsayımları	54
2.2.2.1	Normallik (Normality)	55
2.2.2.1.1	Tek Değişkenli Normallik Testi	56
2.2.2.1.1.1	Grafik Testler	57
2.2.2.1.1.2	İstatistik testler	59
2.2.2.1.2	Çok Değişkenli Normallik.....	63
2.2.2.1.3	Normallik İçin Dönüşümler.....	65
2.2.2.2	Eş Kovaryans Matrisleri	67
2.2.2.2.1	Eş Kovaryans Matrislerinin Testi.....	68
2.2.2.2.2	Eş Kovaryans Matrisinden Sapmaların Etkisi	70
2.2.2.3	Doğrusallık (Linearity).....	71
2.2.2.3.1	Doğrusallığın Sağlanmasında Dönüşümler	72
2.2.2.4	Çoklu Doğrusal Bağlantı (Multicollinearity)	73
2.2.2.4.1	Çoklu Doğrusal Bağlantı Probleminin Önemi	74
2.2.2.4.2	Çoklu Doğrusal Bağlantının Saptanması	74
2.2.2.4.3	Çoklu Doğrusal Bağlantı İçin Çözümler	76
2.2.2.5	Uç Değerler (Outliers).....	77
2.2.2.5.1	Tek ve Çok Değişkenli Uç Değerlerin Bulunması	78
2.2.2.5.2	Uç Değerlerin tanımlanması.....	79
2.2.2.5.3	Uç Değerlerin Etkilerinin Azaltılması.....	79
2.2.2.6	Varsayımların Önemi	80
2.2.2.7	Varsayımlardan Sapmaların Etkisi	80
2.2.3	İki Gruplu Diskriminant Analizi	83
2.2.3.1	Diskriminant Analizine Geometrik Yaklaşım	85
2.2.3.2	Diskriminant Fonksiyonunun Elde Edilmesi	89
2.2.3.3	Diskriminant Fonksiyonunun İstatistik Anlamlılığı.....	91
2.2.3.4	Ayrımcı Değişkenlerin Öneminin Değerlendirilmesi	93
2.2.3.4.1	Diskriminant Ağırlıkları	94
2.2.3.4.2	Diskriminant Yükleri.....	94
2.2.3.4.3	Kısmi F Değerleri.....	95
2.2.3.5	İki Gruplu Durumda Sınıflandırma	96
2.2.3.5.1	Yanlış Sınıflandırma Oranının Tahmini.....	98
2.2.3.5.2	Şansa Bağlı Tahmin Doğruluğunun Ölçülmesi	99
2.2.3.6	Diskriminant Fonksiyonunun Dışsal Geçerliliği	101
2.2.3.6.1	Örneğin Bölünmesi Yöntemi (Split Sample Method).....	101

2.2.3.6.2	Dışarıda Bırakma (Hold out) Yöntemi	102
2.2.3.6.3	Bootstrap Yöntemi	104
2.2.4	Çok Gruplu Diskriminant Analizi	105
2.2.4.1	Çok Gruplu Diskriminant Analizine Geometrik Yaklaşım	105
2.2.4.2	Diskriminant Fonksiyonlarının Elde Edilmesi	107
2.2.4.3	Diskriminant Fonksiyonlarının Anlamlılık Testleri	109
2.2.4.4	Diskriminant Fonksiyonlarının Yorumlanması	111
2.2.4.4.1	Diskriminant Fonksiyonlarının Rotasyonu	112
2.2.4.4.2	Grup Ortalamalarının Grafiği	113
2.2.4.4.3	Diskriminant Fonksiyonlarının Adlandırılması	113
2.2.4.4.4	Etki Endeksinin (Potency Index) Hesaplanması	114
2.2.4.5	Çok Gruplu Durumda Sınıflandırma	116
2.2.4.5.1	Eş Kovaryans Matris Durumu: Doğrusal Sınıflandırma Fonksiyonları	116
2.2.4.5.2	Farklı Kovaryans Matris Durumu: İkinci derece Sınıflandırma Fonksiyonları	117
2.2.4.5.3	Hatalı Sınıflandırma Oranlarının Tahmini	118
2.2.5	Diskriminant Analizinin Türleri	120
2.2.5.1	Doğrudan (Direct) Diskriminant Analizi	120
2.2.5.2	Sıralı (Sequential) Diskriminant Analizi	120
2.2.5.3	Adım Adım (Stepwise) Diskriminant Analizi	121
2.2.5.3.1	Adım Adım Yöntemleri	121
2.2.5.3.1.1	İleriye Doğru Seçim	121
2.2.5.3.1.2	Geriye Doğru Seçim	122
2.2.5.3.1.3	Adım Adım Seçim	122
2.2.5.3.2	Seçim Kriteri	122
2.2.5.3.2.1	Wilks' Λ	122
2.2.5.3.2.2	Rao's V	123
2.2.5.3.2.3	Mahalanobis Kareli Uzaklık	124
2.2.5.3.2.4	En Küçük F Oranı	124
2.2.5.3.3	Seçim Kriteri Olarak Cutoff Değeri	125
3	BAŞARISIZLIĞIN TAHMİNİ KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR	126
3.1	Tek Değişkenli Çalışmalar	126
3.2	Çok Değişkenli Çalışmalar	127
3.2.1	Parametrik Yöntemleri Kullanan Çalışmalar	127
3.2.2	Parametrik Olmayan Yöntemleri Kullanan Çalışmalar	136
3.2.3	Farklı Yöntemlerin Karşılaştırıldığı Çalışmalar	138
4	TÜRKİYE'DE TİCARİ BANKALARIN BAŞARISIZLIĞINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ	144
4.1	Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	144
4.2	Araştırmanın Yöntemi	146
4.3	Araştırmanın Değişkenleri	147
4.4	Varsayımların İncelenmesi	152
4.5	Başarılı Bankalar İçin Baz Yılın Belirlenmesi	154
4.6	Analiz Sonuçları	157
4.6.1	Gruplara Ait Tanımsal İstatistikler	157

4.6.2	Tek değişkenli Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri	160
4.6.3	Kanonik Diskriminant Fonksiyonunun Özeti.....	162
4.6.3.1	Özdeğerler	163
4.6.3.2	Wilks' Lambda Testi	164
4.6.4	Ayırıcı Değişkenlerin Öneminin Değerlendirilmesi	165
4.6.5	Kanonik Diskriminant Fonksiyonu Katsayıları.....	166
4.6.5.1	Fonksiyonun Grup Orta Noktaları.....	170
4.6.6	Diskriminant Analizine Çoklu Regresyon Yaklaşımı	171
4.6.6.1	Regresyon Modeli Özeti.....	171
4.6.6.2	Varyans analizi Sonuçları.....	172
4.6.6.3	Regresyon Analizi Katsayıları.....	173
4.6.7	Sınıflandırma İstatistikleri.....	175
4.6.7.1	Fisher'in Sınıflandırma Fonksiyonu Katsayıları	175
4.6.7.2	Sınıflandırma Sonuçları.....	176
4.6.7.3	Sınıflandırma Matrisinin ayırıcı Gücünün Testi	178
4.6.7.4	Birim Başına Sınıflandırma İstatistikleri.....	179
4.7	Modellerin Değerlendirilmesi	184
SONUÇ VE ÖNERİLER		189
KAYNAKÇA		193
EKLER		202
Ek 1: Adım Adım Yöntemi İstatistikleri		202
Ek 2: Birim Başına Sınıflandırma Sonuçları		208
Ek 3: Tanımsal İstatistikler ve Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri.....		211
Ek 4: Sınıflandırma Sonuçları		214
ÖZGEÇMİŞ.....		215

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1 1870-1910 Döneminde Kurulan Bankalar	6
Tablo 1.2 1950-1960 Döneminde Kurulan ve Sonraki Dönemlerde Tasfiye Olan Bankalar.....	10
Tablo 1.3 1997-2003 Döneminde Fona Devredilen Özel Sermayeli Ticaret Bankaları	15
Tablo 2.1 Bağımlı İstatistik Yöntemler	38
Tablo 2.2 Birbirine Bağımlı İstatistik Yöntemler.....	39
Tablo 2.3 Tek ve Çift Taraf Hipotezlerin Yazımı	40
Tablo 2.4 α ve β Hatalarının Gösterimi.....	41
Tablo 2.5 Normallik için Q-Q Grafiği Korelasyon Katsayısı Testi Kritik Noktaları.....	58
Tablo 2.6 Normallik Sağlamak İçin Dönüşümler	65
Tablo 2.7 İki Grup İçin Sınıflandırma Matrisi	98
Tablo 2.8 Dört Mümkün Diskriminant Fonksiyonu İçin Artık Test Prosedürü.....	110
Tablo 2.9 Wilk's Λ 'nın F Olarak Dağıldığı Durumlar.....	111
Tablo 2.10 Çok Gruplu Durumda Sınıflandırma Matrisi	119
Tablo 4.1 1999 Yılında Fona Devredilen Bankalar	145
Tablo 4.2 2000 Yılında Fona Devredilen Bankalar	145
Tablo 4.3 2001 Yılında Fona Devredilen Bankalar	145
Tablo 4.4 Bankaların Başarılı ve Başarısız Olarak Sınıflandırılması.....	146
Tablo 4.5 Farklı Risk Boyutlarına Göre Değişkenler ve Kodları.....	149
Tablo 4.6 1999 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%).....	155
Tablo 4.7 2000 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%).....	155
Tablo 4.8 2001 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%).....	156
Tablo 4.9 Değişken Ortalama ve Standart Sapmaları	158
Tablo 4.10 Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri.....	161
Tablo 4.11 Özdeğer ve Kanonik Korelasyon	163
Tablo 4.12 Kanonik Diskriminant Fonksiyonunun Test Edilmesi.....	164
Tablo 4.13 Modellerde Değişkenlerin Önemlerine Göre Sıralanması	165
Tablo 4.14 Modellerde Ait Diskriminant Fonksiyonu Katsayıları, R^2 ve F Oranları	167
Tablo 4.15 Grup Orta Noktaları	170
Tablo 4.16 Regresyon Modeli Özeti	171
Tablo 4.17 Varyans Analizi (ANOVA) Testleri	172
Tablo 4.18 Regresyon Analizi Katsayıları	173
Tablo 4.19 Diskriminant ve Regresyon Analizi Katsayılarının Oranları	174
Tablo 4.20 Fisher'in Sınıflandırma Fonksiyonu Katsayıları.....	175
Tablo 4.21 Modellerde Ait Sınıflandırma Sonuçları.....	176
Tablo 4.22 Modellerin Sınıflandırma Matrisinin Ayırıcı Gücünün Testi	178
Tablo 4.23 Modellerin Diskriminant Puanlarına Göre Bankalar ve Grup Üyelikleri	179
Tablo 4.24 Her Kategoriden Bir Değişken İçin Diskriminant Analizi Sonuçları	181
Tablo 4.25 Modelde Anlamlı İlk Değişken Hariç Adım Adım Yöntemi Sonuçları	182

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Çok Değişkenli Analizde Test Türleri 91



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2.1 Orijinal Dağılımlar ve Normallik İçin Dönüşümler.....	65
Grafik 2.2 Doğrusallığı Sağlamada Dönüşümlerin Seçimi	73
Grafik 2.3 İki gruplu Bir Durum için Serpilme Diyagramı.....	85
Grafik 2.4 İki Grup Diskriminant Analizinin Geometrisi	87
Grafik 2.5 b Vektörü	90
Grafik 2.6 Hipotetik Serpilme Diyagramı	106



GİRİŞ

Her ülkede olduğu gibi ülkemizde de bankacılık sistemindeki gelişme sürecinde bazı başarısızlıklarla karşılaşmıştır. Bilindiği gibi bu durum özellikle 1990 ve 2000’li yılların ilk dönemlerinde yaşanan iki ekonomik krizin etkisiyle artış göstermiş ve çok sayıda banka Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonuna (TMSF) devredilmiştir. TMSF’ye devredilen bankalar nedeniyle ülkemiz açısından ortaya çıkan olumsuzlukların en önemlilerinden biri bankalarda mevduatı bulunanların haklarının mevduata tam güvencenin olması nedeniyle TMSF tarafından karşılanması olmuştur. TMSF’nin bu kaynağı kendisine devredilen banka kaynaklarından elde edememesi nedeniyle milyar dolarlarla ifade edilen bu yük Hazine tarafından karşılanmıştır. Hazine üzerine gelen bu yükün ardından yapılan çalışmalar neticesinde mevduata getirilen tam güvence makul bir düzeye indirilmiştir.

Mevduata verilen güvencenin elli milyar ile sınırlanmasının ardından yeni dönemde bankacılık sistemi veya tek tek her bir bankaya yönelik olarak ortaya çıkabilecek riskler artık bankada mevduat, fon, bono gibi, güvence kapsamından daha fazla yatırımı bulunan kişi ve kurumları ilgilendirir hale gelmiştir. Bu da bankaların finansal durumlarının düzenli olarak takip edilmesini gerektirmektedir. Bankalar tarafından her üç ayda bir açıklanan bilanço ve gelir tablosu bilgilerinden hareketle bankanın gelecekteki durumuna yönelik, uzman olmayan kişilerce yorum yapabilmenin zor olduğu açıktır. Buradan hareketle banka başarısızlıklarını tahmine yönelik ilgili tarafların kolaylıkla kullanabilecekleri matematik modellerin geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Banka başarısızlıkları neticesinde ortaya çıkan maliyetlerin büyüklüğü banka başarısızlıklarının başarısızlık gerçekleşmeden önce tahmin edilebilmesine yönelik çalışmaların ülkemizde de artmasına neden olmuştur. Başarısızlık tahmin çalışmalarında çoğunlukla banka bilanço ve gelir tablolarından elde edilen finansal oranlar kullanılmakta ve bu oranlar da tek tek incelenmek yerine birlikte dikkate alınmak suretiyle başarısızlık tahminine yönelik matematik modeller geliştirilmektedir. Banka ve diğer başarısızlık tahminlerinde sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistik yöntemlerden biri de diskriminant analizi yöntemidir. Bilindiği

gibi diskriminant analizi grupları birbirinden en iyi ayıracak şekilde değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarından oluşan diskriminant fonksiyonunu bulmayı amaçlamaktadır. Bu fonksiyon ileride ortaya çıkacak banka başarısızlıklarının önceden tahmin edilerek gerekli önlemlerin alınmasına olanak vermektedir.

Dört bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde Türkiye’de bankacılığın tarihi süreç içinde gelişimi ve bu süreçte ortaya çıkan başarısızlıklara da vurgu yapılarak ele alınmış, ardından bankaların denetimi ve bankaların sınıflandırılması konuları incelenerek bölüm tamamlanmıştır.

Araştırmada kullanılan istatistik yöntem olan diskriminant analizinin açıklandığı ikinci bölümde önce çok değişkenli istatistik yöntemlerden sonra bu yöntemlerin diskriminant analizi ile arasındaki ilişkilerden bahsedilmekte, ardından çok değişkenli istatistik yöntemlerin varsayımları ve son olarak da iki ve çok gruplu durumda diskriminant fonksiyonlarının elde edilmesi, anlamlılıklarının testi, değişkenlerin ayırıcı gücünün belirlenmesi ve sınıflandırma konuları detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

Üçüncü bölümde banka ve şirket başarısızlıklarının tahminine yönelik olarak yapılan çalışmalar tek ve çok değişkenli istatistik yöntemler sınıflaması altında genel hatları ile incelenmektedir. Diğer bir ayırım parametrik ve parametrik olmayan yöntemler şeklinde yapılmış ve son olarak da bu yöntemlerin birlikte uygulandığı ve sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmalardan bahsedilmiştir.

Dördüncü ve son bölümde ise Türkiye’de ticari banka başarısızlıklarına etki eden faktörler diskriminant analizi yöntemi yardımıyla başarısızlıktan üç yıl öncesine kadar belirlenmeye çalışılmış ve başarısızlıktan 1, 2 ve 3 yıl öncesine yönelik modeller geliştirilirken değişken parametre ve değişken seçiminde ise adım adım yöntemi kullanılmıştır. Anakütle Türkiye’de az olduğu için modelin kurulması ve test edilmesi aşamalarında kullanılmak üzere sıklıkla yapılan örneğin ikiye bölünmesi söz konusu olmamıştır. Buna karşılık modelin geçerliliğinin test edilmesinde (cross validation) kullanılan ve hemen hemen tarafsız bir yöntem olan Lachenbruch yöntemine başvurulmuştur. Başarısızlık öncesi kurulan her bir model için değişken ortalama ve standart sapmaları, tek değişkenli anlamlılık testleri, kurulan modellerin anlamlılıklarının değerlendirilmesi, modelde yer alan değişkenlerin önem sıralarının belirlenmesi, kanonik diskriminant ve Fisher

sınıflandırma fonksiyonlarının belirlenmesi, sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılması ve sınıflandırma matrislerinin ayırma güçlerinin testleri konuları açıklanmaktadır. Son aşamada ise modellerin genel değerlendirilmesi yapılarak hangi modelin en iyi model olduğu belirlenmiştir. Yine her bir kategoriden bir değişken modelde yer alacak şekilde modeller geliştirilerek sınıflandırma doğrulukları adım adım yöntemi ile bulunanlarla karşılaştırılmıştır. Aynı karşılaştırma adım adım yöntemi uygulanarak kurulan modellerde en anlamlı değişken dışarıda tutularak adım adım yöntemi tekrar uygulanmak suretiyle elde edilen modeller için de yapılmıştır.



1 TÜRK BANKACILIK SİSTEMİ

Bu bölümde cumhuriyet öncesi dönemden başlanarak Türkiye’de bankacılığın tarihi gelişimi, bankaların denetlenmesi ve sınıflandırılması konuları ayrı başlıklar altında açıklanarak Türk bankacılığı genel hatları ile ele alınmaktadır.

1.1 Türkiye’de Bankacılığın Tarihi Gelişimi

Türk bankacılığının gelişim süreci cumhuriyetin ilanından önce ve cumhuriyetin ilanından sonra olmak üzere ikili bir sınıflandırmayla açıklanmaya çalışılmıştır. Türkiye’de de bankacılık faaliyetlerine başlanmasından itibaren farklı nedenlerle ortaya çıkan banka başarısızlık örneklerine rastlanmaktadır. Asıl konumuz olan banka başarısızlıklarına da vurgu yapılarak bankacılığımızın tarihi gelişme sürecinden bahsedilmektedir.

1.1.1 Cumhuriyet Öncesi Dönemde Bankacılık

Ülkemizde bankacılığın başlangıcının dünyada bankacılığın başlangıcına benzer bir özellik gösterdiği söylenebilir. Bugünkü anlamına en yakın bir biçimde dünyada bankacılığın sarraflıkla başladığı ve daha sonra sarrafların bankerlere ve kurum olarak bankalara dönüştüğü görülmektedir.¹

Ülkemizde ise bu durum gecikmeli ve yavaş olmuştur. XIX. yüzyılın ortalarına kadar, Osmanlı Devletinde bankaya rastlanmamaktadır. Ancak, ülkenin belirli şehirlerinde para değiştirmeyi meslek edinmiş sarraflar faaliyet göstermişlerdir. Sarraflığı da daha çok Yahudiler, Ermeniler ve Rumlar yapmaktaydılar.² Bu dönemde Türkler önemli saydıkları askerlik ve yöneticilik gibi işlerle uğraşmakta, bunların dışında kalan ticaret, sarraflık ve faizcilik gibi meslekleri de Türk ve Müslüman olmayanlara bırakmışlardı. Osmanlı hazinesinin para bakımından sıkıntıya düşmesi ölçüsünde itibar kazanan sarraflar genel olarak:

- Hazineye ve saraya ödünç para vermek,
- Çeşitli paraları birbiriyle değiştirmek,
- Senet alım satımı yapmak,
- Halka ait paraları işletmek,

¹ Tuncay Artun, *Türkiye’de Bankacılık*, Tekin Yayınevi, Ankara, 1983 s.22

² Tezer Öcal, *Türk Banka Sistemi*, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Ankara, 1973 s.11

- Devlet adına vergilerin toplanmasını sağlamak,
- Devlet adamlarına ait malların gelir bakımından yönetimini yapmak, gibi işlerle uğraşırlardı.³

Sarraflara ait işyerlerinin genellikle Galata civarında bulunması nedeniyle adı geçen meslek mensupları “Galata Sarrafları” ve son zamanlarda ise “Galata Bankerleri” diye adlandırılmaktaydı. 1840 yılında ilk Osmanlı kağıt parasının çıkarılması ve zaman içinde paranın değerindeki düşüşler sonucu hükümet tanınmış iki Galata bankeri ile bir anlaşma yaparak belli bir ücret karşılığında kambiyo istikrarını sağlama görevini bu kişilere vermiştir. 1847 yılında adı geçen şahıslar hükümetinde yardımıyla İstanbul Bankası adı altında Osmanlı devletinde ilk bankayı kurmuşlar ancak kağıt paranın değerinin korunmasında büyük yararları görülen bu banka, hükümetin borçlarını zamanında ödeyememesi nedeniyle 1852 yılında iflas etmiştir. İstanbul bankasının kuruluşundan itibaren 5 yıl faaliyet göstermesinin ardından iflas etmesi Türkiye’de ilk banka başarısızlık örneği olmuştur.⁴

Osmanlı Devletinde modern anlamda bir ticaret ve mevduat bankası olarak kurulan ilk kredi kurumu⁵ olan Osmanlı Bankası 1856’da İngiliz sermayesiyle, Londra’da kurulmuş ve 1863’de Fransız sermayesinin de katılması ve adının Osmanlı İmperial Bankası olmasından sonra diğer banka işlemlerinin yanında banknot çıkarma yetkisiyle de donatılmıştır. Daha sonraki yıllarda yabancı sermayeli bankaların sayısı hızla artmış ve Osmanlı ile ticaret ilişkisi olan hemen tüm ülkelerin bir ya da birkaç bankasının Osmanlı’da şubeleri açılmıştır. Ticaretin ve özellikle de para ticaretinin karlı olduğu bir ortamda, yerli sermayenin gelişmemiş olması yabancı bankaların yaygınlaşması sonucunu doğurmuştur.⁶

Bu dönemde kurulan diğer yabancı bankaların kuruluş tarihleri, adları, sermayeleri ve tasfiye tarihleri Tablo1.1’de gösterilmektedir.⁷

³ Teoman Yazgan, *Türkiye’de Bankacılık*, İstanbul Reklam Yayınları, İstanbul, 1973, s.7

⁴ a.e., s.8

⁵ Tezer Öcal, a.g.e., s.12

⁶ Yakup Kepenk ve Nurhan Yentürk, *Türkiye Ekonomisi*, Remzi Kitabevi, 2001, s.20

⁷ Teoman Yazgan, a.g.e., s.10

Tablo 1.1 1870-1910 Döneminde Kurulan Bankalar

Kuruluş Tarihi	Bankanın Adı	Sermayesi	Tasfiye Tarihi
1870	Avusturya-Osmanlı Bankası	2,5 Milyon Sterlin	1873
1870	Avusturya-Türk Bankası	2 Milyon Sterlin	1873
1872	İkinci İstanbul Bankası	1 Milyon Sterlin	1894
1872	Kambiyo ve Esham Şirketi Osmaniyesi	600.000 Sterlin	1899
1888	Selanik Bankası	2 Milyon Frank	1969
1891	Midilli Bankası	264.000 Lira	1903
1909	Türkiye Milli Bankası	1 Milyon Sterlin	1913
1910	Türkiye Ticaret ve Sanayi Bankası	550.000 Lira	1914
1910	Osmanlı Ticaret Bankası	100.000 Lira	1914

Yerli sermayeye dayalı ve kalıcı bir bankacılık girişimi, Mithat Paşa'nın 1863'de kurduğu Tarım Kredi Kooperatiflerinin (1888'de) Ziraat Bankası'na dönüştürülmesidir.⁸ 1908 devriminden sonra ekonominin geliştirilmesine çalışılmış ve 1909'da Türkiye Milli Bankası, 1910'da Türk Ticaret ve Sanayi Bankası, 1913'de Adapazarı İslam Ticaret Bankası kurulmuştur. Bu sonuncu banka Türk Ticaret Bankası adı altında TMSF'na devredilene kadar çalışmaya devam etmiştir.⁹

Ulusal bankacılığımızın temelleri İkinci Meşrutiyet devrinde atılmıştır. Ancak bu dönemde ülkenin siyasal ve sosyal durumu ekonomik faaliyetlerin gelişmesine imkan vermemiş, bankacılık alanında çalışmalar dağınık çalışmalardan ileri gidememiştir. Birinci dünya savaşına rastlayan tarihlerde Adapazarı'nda olduğu gibi Aydın, Manisa, Eskişehir ve Konya'da yerli bankalar kurulmaya başlamıştır. 1918 ile 1923 arasına rastlayan Kurtuluş Savaşı devresinde ülkemizde bankacılık alanında bir durgunluk meydana gelmiştir.¹⁰

⁸ Yakup Kepenk ve Nurhan Yentürk, a.g.e., s.21

⁹ Osman Altuğ v.d., **Banka İşlemleri ve Muhasebesi**, Evrim yayınevi, Genişletilmiş 2. baskı, İstanbul, 1996, s.15

¹⁰ A.e, s.15

1.1.2 Cumhuriyet Sonrası Dönemde Bankacılık

Milli mücadelenin zaferle sonuçlanması ve Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulması üzerine Atatürk'ün şahsen katılımı ile 1924'de Türkiye İş Bankası kurulmuştur. Daha sonra İtibarı Milli Bankası bu banka ile birleştirilmiştir.¹¹

Ziraat Bankası cumhuriyetin ilanından 3 yıl sonra anonim şirket haline getirilmiş ve 1937 yılında modern bankacılık prensiplerine göre yeniden düzenlenerek bu tarihten günümüze kadar T.C. Ziraat Bankası adı altında yurt çapındaki önemli hizmetlerine devam etmektedir. Cumhuriyetin ilanından sonra Türkiye bankacılığında yapılan ikinci büyük aşama, 1930 yılında ve 1715 sayılı kanunla, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankasının kurulmuş olmasıdır.¹² Sermayesi 10,5'i ödenmiş 15 milyon TL olan bankanın hisseleri A (hazine), B (Kamu bankaları), C (diğer banka ve şirketler) ve D (özel ve tüzel kişiler) gruplarına ayrılmıştı ve tümüyle yerli sermayeden oluşmaktaydı. Banka banknot miktarını düzenleme, faiz ve iskonto oranlarını saptama, para piyasasını denetleme ve paranın kararlılığını hazine ve hükümetle birlikte sağlama gibi işlevleri üstlenmişti. Bankanın bir görevi de döviz denetimi idi. Bankanın işlevleri 1938'de yasada yapılan bir değişiklikle kamu kuruluşlarının finansmanını sağlayacak şekilde genişletilmiştir.¹³

Cumhuriyetin ilanında ülkemizde bankacılığın durumu aşağıda ana hatları ile özetlenmektedir.

- 1923 sonu itibarıyla ülkemizde 18'i milli ve 13'ü yabancı olmak üzere 31 banka faaliyet göstermekteydi.
- Özellikle II. Meşrutiyetten sonra Türk mali kurumları gelişmiş ve milli sermaye ile çoğu yerel olmak üzere bankalar kurulmuş olmasına rağmen. milli bankacılığın istenen ve gereken ölçüde gelişmemiş olması nedeniyle kredi piyasası genellikle büyük yabancı bankaların hakimiyeti altında kalmış durumdaydı. Anılan dönemde yabancı bankalardaki mevduatın milli bankalar mevduat tutarının yüzde ellisi dolayında olduğu tahmin edilmekteydi.

¹¹ A.e., s.15

¹² Teoman Yazgan, a.g.e., s.11

¹³ Yakup Kepenk ve Nurhan Yentürk, a.g.e., s.40

- Kredi yetersizliği çözümlenmesi gereken temel ekonomik sorunlardan birini teşkil etmekte sanayi ve ticari hayatın gelişebilmesi için bankacılık sisteminin düzenlenmesi gerekli görülmekteydi.

- Milli bankacılığın gelişmesi için devlet yardımının lüzumu anlaşılmış 1923’de toplanan İzmir İktisat Kongre’sinde devletin de sermaye iştirakinde bulunacağı bir ana ticaret bankasının kurulması oy birliğiyle kabul edilmiştir.¹⁴

Ülkemizde milli bankacılığın gelişmesi cumhuriyet devrinde olmuştur. Özellikle 1933’den sonra devlet sermayesi ile büyük yatırım bankaları kurulmuştur. Cumhuriyet devrinde özel sermaye ile kurulan milli bankaların en önemlisi 1924 yılında kurulan İş Bankası’dır. Cumhuriyet devrinde bankacılık alanındaki gelişmenin genel görünümü şöyle özetlenebilir.

- Yabancı sermaye ile kurulmuş bulunan bankaların sayısının azalması
- Milli sermaye ile daha önce kurulmuş olanların yanında yeni özel ve devlet bankalarının eklenmesi
- T.C. Merkez Bankası’nın kurulması ve Osmanlı Bankası’nın yerini alması
- Milli bankaların hızlı bir gelişme sürecine girmesi.¹⁵

Cumhuriyet sonrası dönem bankacılığının seyri 5 ana başlık altında toplanabilir.

1.1.2.1 Ulusal Bankacılık Dönemi (1923-1932)

Bu dönemin belirleyici özellikleri Türkiye’nin 1930 yılında ulusal bir Merkez Bankası’na kavuşması, İzmir İktisat Kongresinde alınan kararlar doğrultusunda devletin teşvik ve desteğiyle önemli bankaların kurulması ve tek şubeli mahalli bankaların sayısında büyük artış olmasıdır.¹⁶

1.1.2.2 Bankacılıkta Devletçilik Dönemi (1933-1950)

1929 dünya ekonomik bunalımının etkileri bankacılık alanında da kendisini göstermiştir. 1935-1945 döneminde ağırlıklı olarak tarım kesimine kredi vermiş olan mahalli bankalar faaliyetlerini durdurmak zorunda kalmışlardır. Tek şubeli mahalli bankaların gelişimi de 1930’dan sonra durma noktasına gelmiştir. 1929-1944 yılları

¹⁴ Banka ve Ekonomik Yorumlar, **Türk Bankacılığında 50. Yıl**, Ahmet Sait matbaası, 1974, s.82-83

¹⁵ Tezer Öcal, a.g.e., s.13-14

¹⁶ 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi, 1993, s.80

arasında 23 ulusal 9 yabancı sermayeli banka faaliyetlerine son verirken pek çok bankada şube kapatmak zorunda kalmıştır.¹⁷ Savaşın sona ermesiyle ekonomik hayatta görülen canlanma bankacılık alanında da görülmüş ve 1938-1944 yılları arasında hiçbir yeni banka kurulmamışken, 1944 ile 1950 yılları arasında altı yeni özel banka kurulmuştur. Bu yıllarda kurulan Yapı ve Kredi bankası(1944), Garanti bankası(1946) ve Akbank(1948) hala en önemli ticaret bankaları olarak faaliyetlerine devam etmektedirler. 1948 yılında kurulan Türkiye Kredi Bankası, Tutum Bankası ve Niğde Bankası ise 1960-1966 yılları arasında çeşitli nedenlerle tasfiye olmuşlardır.¹⁸

1.1.2.3 Özel Bankacılığın Gelişme Dönemi (1950-1960)

1950 yılından sonra sanayileşmenin özel sektör aracılığıyla hızlandırılabilceği düşüncesi ile hareket edilmiştir. Özel ve devlet teşebbüslerinin faaliyetlerinin ayrı ayrı belirlenmesi ve birbirleriyle uyum içinde çalışmalarının sağlanması devletin özel sektör girişimlerinin desteklemesi ve özel sermayenin gücünün yetmeyeceği alanlarda girişimleri üstlenmesi prensibi uygulanan politikaların temelini oluşturmuştur.¹⁹ 1950-1960 yılları arasında mevcut 36 bankaya ilaveten 24 yeni banka daha kurulmuş, çeşitli nedenlerle de yedisi ulusal ikisi özel olmak üzere dokuz banka da tasfiye edilmiştir.²⁰ Bu dönemde kurulmuş olup faaliyetleri çeşitli nedenlerle sona eren başlıca ticaret bankaları şunlardır.²¹

¹⁷ 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi, 1993, s.80

¹⁸ Öztin Akgüç, **Cumhuriyet Döneminde Bankacılık Alanında Gelişmeler**, Türkiye bankalar Birliği Yayını, Ankara, 1975, s. 6

¹⁹ 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi, 1993, s.80

²⁰ Akbank Kültür Yayını, **Cumhuriyet Dönemi Türkiye Ekonomisi,1923-1978**, İstanbul, 1980, s.465

²¹ Öztin Akgüç, a.g.e., s.29-30

Tablo 1.2 1950-1960 Döneminde Kurulan ve Sonraki Dönemlerde Tasfiye Olan Bankalar

Kuruluş tarihi	Bankanın Adı	Tasfiye tarihi
1951	Göynük Sanayi ve Kredi Bankası	1957
1952	Doğubank	1961
1953	Türk Ekspres Bankası ¹	1962
1954	Türk Yapı bankası	1958
1955	Buğday Bankası ²	1962
1955	Türkiye Turizm Bankası ³	1962
1956	Raybank	1964
1957	Tümsü Bank	1959
1959	Türkiye Birleşik tasarruf ve Kredi Bankası	1961
1953	İstanbul Bankası	1984
1954	İşçi Kredi Bankası	1985

1.1962 yılında Anadolu Bankası adı altında Buğday Bankası ile Birleştirilmiştir.

2.1962 yılında Anadolu Bankası adı altında Türk Ekspres Bankası adı altında birleştirilmiştir.

3.1962 yılında kurulan T:C: Turizm Bankasına devredilmiştir.

1.1.2.4 Planlı Dönemde Bankacılık (1960-1980)

Bankacılık planlı döneme büyük bir sarsıntı geçirerek girmiştir. Sorun 1960-1963 döneminde tedrici tasfiyeye sokulan beş bankadan kaynaklanmıştır. Önce Esnaf ve Kredi Bankası(1960), sonra da sırasıyla Sanayi Bankası(1961), T. Birleşik Tasarruf ve Kredi Bankası(1961), Doğubank(1962) ve Tutum Bankası(1963) tasfiyeye tabi tutulmuştur. 1963-1967 dönemini kapsayan I. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde ise Raybank(1964) ve Türkiye Kredi Bankası (1966) tasfiyeye tabi tutuldular. 1963-1979 döneminde bankacılık faaliyetlerine kendiliklerinden son veren bankalar ise Şarki Karaağaç Bankası (Sağlık Bankası), Maden Kredi Bankası, Lüleburgaz Birlik ve Ticaret Bankası, Adapazarı Emniyet Bankası ve ülkemizde limited ortaklık biçimindeki tek banka olan Efesbank'tır.²²

Devlet Planlama Teşkilatının kuruluşu Türk ekonomisi ve bankacılığı için yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. 1960 yılından sonra Türkiye'de bankacılığın gelişimi kalkınma planlarının bankacılık ve para-kredi politikalarına ilişkin ilkeleri

²² Tuncay Artun,a.g.e., s.48-49

doğrultusunda gerçekleşmiştir. Sanayileşme yoluyla ekonomik kalkınmanın sağlanmasına ağırlık verildiği ve bu amaçla kalkınma bankalarının kurulduğu bu dönemde kaynakların kısıtlı olması sebebiyle sistemde yeni banka kurulması sınırlandırılırken bir kısım bankanın tasfiye olması veya birleşmesi ile banka sayısında da azalma olmuştur. 1970’li yıllarda holding bankacılığı olarak adlandırılan bir eğilimle ekonomideki güçlü holdingler bankaların yönetim ve denetimlerinde etkili olmaya başlamışlardır. Bu gelişmelerin de etkisiyle Türk bankacılığı az sayıda büyük bankanın sisteme hakim olduğu oligopolistik bir yapıya dönüşmüştür.²³

Türkiye’de bankacılık çok şubeli olma yapısını 1980’lere kadar korumuştur. Perakendeci bankacılık olarak adlandırılan çok şubeli bankacılığın bu yıllara kadar gelişmesinde negatif reel faiz politikası, ithal ikameci ekonomi politikası ve tasarruf alışkanlığının yerleşmemiş olması nedeniyle bankaların potansiyel mevduatları toplamak üzere küçük yerleşim yerlerinde şubeler açma zorunlulukları önemli rol oynamıştır.²⁴

1.1.2.5 1980 Sonrası Dönemde Bankacılık

Bankacılık sistemi 1980’li yıllara deregülasyon süreci ile ortaya çıkan önemli bir kriz ile adım atmış ve bu dönemde bankaların yanı sıra banker şirketlerinde de kriz yaşanmıştır. Kamu yönetimi bankacılık sistemine önce yönetimleri değiştirerek müdahale etmiş; ardından büyük bankalar kamu bankaları ile birleştirilirken küçük iki bankanın sigortalı mevduatı Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonundan ödenerek tasfiye edilmiştir.²⁵

Finans piyasalarında 1980 öncesi dönemde olduğu gibi 80 sonrası dönemde de piyasaya hakim olan kurumun bankalar olduğu anlaşılmaktadır. 1980’li yıllar Türk ekonomisinin liberal ekonomiye geçiş yaptığı ve finansal piyasalarda sermaye piyasasının da yer almaya başladığı yıllar olmuştur.²⁶ 1980 yılından bu yana dışa ve

²³ 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi, 1993, s.80-81

²⁴ Meral Tecer , *Türkiye Ekonomisi*, Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü, Ankara, Mayıs, 2003, s.46

²⁵ Ali İhsan Karacan, *Mali Piyasalar Üzerine Denemeler*, Creative yayıncılık, İstanbul, Aralık, 2002, s.189

²⁶ Suna Oksay, “Finansal Piyasalarda Yeni Yasal Düzenlemeler (reregulation) İhtiyacı ve Türk Finans Sistemi”, *Öneri Dergisi*, Marmara Üniversitesi SBE, Haziran, 2000, s.6-7

özellikle batı ekonomileri ile bütünleşmeye yönelik liberal götüşe dayalı olarak uygulanan bu politikaya bağılı olarak Türk mali sistemi hızlı bir gelişim ve değışim göstermiştir. Bankacılık sektörü sözkonusu ekonomik politikaya uyum sağlamak için hızlı bir yapısal değışme sürecine girmiş ve özellikle yabancı finans kuruluşlarının öncülüğünde toptancı piyasalara yönelik bankacılık hızla yayılmaya başlamıştır.²⁷

Toptancı bankacılığı müşterilerinden gelen büyük tutardaki kredi taleplerini karşılamak üzere, başka şirketlerden ve uluslararası para ve sermaye piyasalarından büyük tutarda fonlar sağlayan, geniş bir faaliyet alanına sahip bulunan, müşterileriyle çok yakın ilişki içinde olan, az sayıda şube ve personel ile çalışan bankacılık biçimi olarak tanımlamak mümkündür.²⁸ Toptancı Bankacılık 1980 sonrası serbest faiz uygulaması, ihracatın teşvik edilmesi, ithalata serbestlik getirilmesi, kontrollü esnek döviz kuru sistemine geçiş, yabancı bankaların şube açmalarına izin verilmesi, bankalararası para ve döviz piyasasının kurulması, iletişim ve bilgisayar alanında yaşanan önemli gelişmeler sonucu gelişmeye başlamıştır.²⁹

24 ocak 1980 ekonomik istikrar tedbirleriyle birlikte izlenmeye başlanan monetarist ekonomi politikası etkilerini bankacılık sektörü üzerinde de göstermiştir. Bu tedbirler çerçevesinde yayımlanan bir kararname ile faiz oranlarının arz ve talebe göre piyasada kendiliğinden belirlenmesi öngörülmüştür. Ancak söz konusu kararname ile getirilen yeni sistem enflasyon oranının yüksek olması nedeniyle işletmelerinin krediye olan talep artışının kredi faiz oranlarına yüksekliğine rağmen devam etmesi sonucu isteneni verememiştir. Bu durum kredi talebinin canlı olduğu dönemlerde sağlam bir mali yapı araştırmasına gitmeden büyük ölçüde kredi kullandıran bazı küçük ticaret bankalarının iflasına yol açmıştır.³⁰

1990'lı yılların başında, iç ve dış borçların hızlandığı, yüksek faizler nedeniyle reel kesimdeki yatırım ve üretim faaliyetleri yerine devlete borç vermenin tercih edildiğı, dolayısıyla büyümenin üretken faaliyetler yerine, tüketim

²⁷ Meral Tecer, a.g.e., s.46

²⁸ A.e., s.46

²⁹ İlker Parasız, **Para, Banka ve Finansal Piyasalar**, Ezgi Kitabevi, Ceylan Ofset, 6. Baskı, Ekim, 1997, s.107

³⁰ 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi, 1993, s.80-81

harcamalarına ve kısa vadeli dövizlerle finanse edilen ithalata dayandırıldığı, gelir dağılımındaki bozukluğun ve işsizliğin daha da arttığı bir sürece girilmiştir.³¹

1993 yılı sonuna doğru hazine ihalelerine katılamayan ve yaklaşık 5 milyar dolarlık açık döviz pozisyonlarını kapatmaya çalışan bankaların ve halkın dövize yönelmesi, dış ödemeler dengesinde önemli bir açık beklentisiyle birleşince sıcak para da hızla ülkeyi terk etmeye başlamış ve arkasından 1994 ekonomik krizi gelmiştir.³² Yaşanan ekonomik kriz ve daha sonra alınan 5 Nisan 1994 kararları sonucu özellikle döviz borcu yüksek olan bankalardan Marmarabank, TYT Bank ve İmpexbank'ın faaliyetleri durdurulmuştur.³³ Bu sorunlu üç bankanın sigortalı mevduatı Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonundan ödenerek ve krizde sorunlu hale gelen aracı kurumlar ise mevzuatta özel bir düzenleme olmadığı için normal tasfiye hukuku yöntemleriyle tasfiye edilmişlerdir.³⁴

Finans sektörü 1999 yılında büyüyen nadir sektörlerden biri olmuştur. Finans sektörü 1999 yılında %5.34 büyümekle kalmamış 1998 yılındaki büyüme hızından (%6.94) milli gelir verilerinin detaylı tutulmaya başlandığı 1987 yılından beri ikinci en yüksek genişleme hızını yakalamıştır. Buna rağmen 1999 yılı aynı zamanda 5 bankaya el konulan bir dönem olmuştur. Bazı bankaların zor duruma düşmelerinin sebebi bir iktisadi duraklama yılında (1999) özel sektör şirketlerine (çoğu zaman grup şirketlerine veya anlaşımlı gruplara) verilen kredilerin geri dönmemesidir. Bu bankalar normal durumda açılmaması gereken kredileri yanlış zamana denk getirip, 1999 yılında sektöre başlıca gelir kaynağı teşkil eden kamu kağıtlarını yeterli miktarda tutmamışlardır. Kısacası 1999 yılında devlete borç veren bankalar kazançlı çıkmış, özel sektöre gelişi güzel kredi açanlar ise zor duruma düşmüşlerdir. Bankacılık üst denetleme kurulunun oluşturulmasıyla beraber bankacılık sektörünün ileriki dönemde daha sağlıklı kredi açma kararı vereceği bir döneme girilmiştir.³⁵

Haziran 1999'da çıkarılan Bankalar Kanunu'nun sorunlu bankalara müdahale ile ilgili hükümleri kısa aralıklarla değiştirilmiştir. İlk değişiklik Aralık 1999'da 4491 sayılı kanunla olmuş ve bunu Mayıs 2001'de 4672 sayılı kanun, Ocak 2002'de de

³¹ Meral Tecer, a.g.e., s.91

³² A.e., s.95

³³ İlker Parasız, a.g.e, s.96

³⁴ Ali İhsan Karacan, a.g.e., s.190

³⁵ Kıyas Gökçent, "Türkiye Bankacılık Sektörü 2000'li yıllarda", İktisat, İşletme ve Finans Dergisi, eylül, 2000, s.69-70

4743 sayılı kanunla yapılan değişiklikler izlemiştir.³⁶ Aralık 1999'da yapılan değişiklikler ile bankacılık mevzuatı uluslararası düzenlemelere, tavsiyelere ve özellikle Avrupa Birliği direktiflerine önemli ölçüde yaklaştırılmıştır.³⁷ En son olarak da 11.12.2003 Perşembe günü yeni bankalar yasası meclis genel kurulunda kabul edilmiştir.

Yüksek faiz ve düşük döviz kuru politikasının ısrarla sürdürölmesi, Kasım 2000 ve Şubat 2001'de yeni krizlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.³⁸ Son 40 yıllık tarihimizde hem en büyük hem de en kompleks ve uzun süren ve halen devam eden bu kriz dönemi 1999'da başlayıp 2002'ye dek sürmüştür.³⁹



³⁶ Ali İhsan Karacan, a.g.e., s.184

³⁷ Türkiye Bankalar Birliği, **Bankalarımız 2000**, Graphis Matbaacılık, İstanbul, Mayıs, 2001, s.I-10

³⁸ Meral Tecer, a.g.e., s.95

³⁹ Ali İhsan Karacan, a.g.e., s.190

1997-2003 döneminde TMSF'ye devredilen bankalar Tablo1.3'de gösterilmektedir.

Tablo 1.3 1997-2003 Döneminde Fona Devredilen Özel Sermayeli Ticaret Bankaları

Kuruluş tarihi	Bankanın Adı	TMSF'na Devir Tarihi
1914	Türk Ticaret Bankası A.Ş.	06.11.1997
1992	Bank Express A.Ş.	12.12.1998
1888	Interbank	07.01.1999
1933	Sümerbank A.Ş.	22.12.1999
1993	Yurtbank A.Ş.	22.12.1999
1928	Egebank A.Ş.	22.12.1999
1927	Eskişehir Bankası T.A.Ş.	22.12.1999
1924	Yaşarbank A.Ş.	22.12.1999
1986	Bank Kapital T.A.Ş.	28.10.2000
1935	Etibank A.Ş.	28.10.2000
1953	Demirbank T.A.Ş.	06.12.2000
1985	Ulusal Bank T.A.Ş.(Yabancı)	28.02.2001
1927	İktisat Bankası T.A.Ş.	15.03.2001
1991	Sitebank A.Ş.	09.07.2001
1914	Milli Aydın Bankası A.Ş.(Tarişbank)	09.07.2001
1992	Kentbank A.Ş.	09.07.2001
1958	Bayındırbank A.Ş.	09.07.2001
1995	EGS Bank A.Ş.	09.07.2001
1992	Toprakbank A.Ş.	30.11.2001
1955	Pamukbank T.A.Ş.	18.06.2002
1928	İmar Bankası	03.07.2003
1985	Adabank	03.07.2003

Kaynak: Türkiye Bankalar Birliği

Yukarıda TMSF'ye devredildiği açıklanan bankaların bazıları tasfiye edilmiş, bazıları diğer bir banka ile birleştirilmiş, bir kısmının bankacılık yapma izni

kaldırılarak kapatılmış, bir kısmı halen TMSF tarafından yönetilmekte ve bir kısmı ile ilgili mahkeme süreci devam etmektedir. Burada bunların detaylı olarak açıklanmasına girilmeyecektir.

Şu ana kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılmaktadır ki ülkemizde bankacılığın başlamasından günümüze kadar çeşitli sebeplerden kaynaklanan banka başarısızlıkları yaşanmıştır ve bu tür istenmeyen durumlar kendi içimizden olmasa da etkisi altında bulunduğumuz global dünyadan kaynaklanan nedenlerle kaçınılmaz olarak devam edecektir. Burada amaç bu tür başarısızlık örneklerini en aza indirmeye çalışmak ve böylelikle ülke kaynaklarının gereksiz yere heba edilmesinin önüne geçmektir. Burada denetimin önemi ön plana çıkmaktadır. İyi bir denetim mekanizması ile bankaların faaliyetleri düzenli takip edilerek bunların piyasa şartları içinde normal faaliyetlerini sürdürmelerini sağlamak mümkün olabilecektir. Bir sonraki kısımda Türkiye’de bankaların denetimi genel hatları ile açıklanacak ve bankaların denetiminde etkili olan kurum ve kuruluşlardan bahsedilecektir.

1.2 Türk Bankacılık sisteminde Denetim

Bu kısımda ülkemizde bankacılık sistemi denetimi üçlü bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur; Kamu denetimi, bağımsız denetim ve iç denetim. Aşağıda önce denetimin tanımı yapıldıktan ve önemi belirtildikten sonra bu üç denetim türü ana hatları ile açıklanmaktadır.

Denetim, iktisadi faaliyet ve olaylar hakkındaki beyanlarla ilgili objektif bilgi elde edilerek değerlendirilmesi ve bu beyanlarla var olan kriterler arasındaki tutarlılık derecesinin belirlenerek sonuçlarının ilgililere iletilmesi olarak tanımlanabilir.⁴⁰ Banka denetimi ise, banka işlemlerinin gereken özenle yürütülmesini sağlamak amacıyla yetkili kamu otoriteleri tarafından tatbik edilen tüm teknikleri ve dolayısıyla geniş bir faaliyet alanını kapsamaktadır. Banka denetimi, bankaların faaliyete geçmeleri, kaynaklarını kullanmaları ve tasfiyelerine ilişkin düzenlemelere, yükümlülüklerini karşılamaya ve mali yapılarını güçlü tutmaya yönelik sınırlamalara uygun hareket edilip edilmediğinin değerlendirilmesinin yanı sıra varlıkları, alacakları, özkaynakları, borçları, kâr ve zarar hesapları arasındaki ilgi ve dengeler ile mali bünyeyi etkileyen diğer tüm unsurların tespit ve tahlilini

⁴⁰ İbrahim Erdem Esenkaya, **Sigorta Şirketlerinde Mali Denetim Türkiye ve Avrupa Topluluğu Karşılaştırılması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniv. SBE, İstanbul, 2000, s.20

ifade etmektedir.⁴¹ Sözkonusu denetimlerin yetkili mercilerce, ilgili kurumlar nezdinde herhangi bir inceleme yapılmaksızın doğrudan istenilen bilgi ve belgeler vasıtasıyla gerçekleştirilmesi halinde ise “off-side denetim” olarak da adlandırılan “Gözetim” faaliyeti söz konusu olmaktadır. Bankacılığa ilişkin düzenlemelere ve bu düzenlemeler ile getirilen yükümlülüklerle uyulup uyulmadığının değerlendirilebilmesi amacıyla istenilen bilgi ve belgeler aracılığıyla bankaların gözetimi sağlanmaktadır.⁴²

Bankaların, ekonomide etkin bir kaynak kullanımını etkilemeleri, sermaye birikiminin oluşumuna katkıda bulunmaları, kamunun fon ihtiyacının temininde vazgeçilmez kurumlar olmaları, faaliyetlerini likidite, emniyet ve verimlilik ilkeleri doğrultusunda sürdürme zorunluluğunda olmaları, tedavül eden para miktarını ve buna bağlı olarak fiyat mekanizmasını etkileyebilme güçleri, ekonomik istikrarı olumsuz yönde etkileyerek enflasyonist baskıların şiddetlenmesine veya ekonomik durgunluğun derinleşmesine yol açabilmeleri, dış ticaret işlemlerinde güven ortamının tesisine katkıda bulunmaları, herhangi bir bankanın ödeme gücüne düşmesinin sadece ilgili bankanın sermayedarları ile birikimlerini bu bankada değerlendiren tasarruf sahiplerini etkilemekle kalmayıp, genel bir banka krizine ve dolayısıyla, ekonomide istikrarsızlığa neden olması, bu kurumların etkin bir biçimde denetim ve gözetimlerini zorunlu kılmaktadır.⁴³

Bankalar kanununun 1. maddesinin 1. fıkrasında bu kanunun amacının, tasarruf sahiplerinin hak ve menfaatlerini korumak, mali piyasalarda güven ve istikrarı ve ekonomik kalkınmanın gereklerini de dikkate alarak kredi sisteminin etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak üzere bankaların kuruluş, yönetim, çalışma, devir, birleşme, tasfiye ve denetlenmelerine ilişkin esasları düzenlemek olduğu ifade edilmektedir.

Yine bu kanunun 4. maddesinin 2. fıkrasının b bendinde bu Kanun ile Kuruma verilen görevlerin gerektirdiği asli ve sürekli görev ve hizmetlerin Bankalar Yeminli Murakıpları ve Yardımcıları ile Bankacılık Uzman ve Uzman

⁴¹ İhsan Uğur Delikanlı, Bankaların denetim ve gözetimi; Türkiye ve Avrupa Birliği uygulamaları, **Active Bankacılık ve Finans Dergisi**, 1 Haziran 1998

(Çevrimiçi) http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=196

⁴² a.e.

⁴³ a.e.

Yardımcılarından oluşan meslek personeli ve diğer personel eliyle yürütüldüğü belirtilmektedir.

Denetim hakkında verilen bu açıklamaların ardından kamu denetimi, bağımsız denetim ve iç denetim incelenmeye başlanabilir.

1.2.1 Kamu Denetimi

Bankacılık sistemi dahil, hiçbir piyasa kamunun düzenlemesi olmadan kendiliğinden oluşmadığı gibi gelişmemiştir. Özellikle mali piyasaların gelişmelerinin sürdürülmesi ve büyümeleri kamu tarafından sistemli müdahaleleri ve denetimi gerektirmektedir.⁴⁴

Öyle ki, bankacılık sisteminde özellikle ticari bankacılıkta kamunun rolü, ticaretin doğası gereği kamu bankaları aracılığıyla piyasayı etkilemek yerine ticaretin hukuksal çerçevesinin sözleşme serbestisini yaratmaktır. Bugün bu rol, olması gereken şekilde yeni bankalar kanunu ile Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun düzenleyici ve denetleyici eline bırakılmıştır.⁴⁵

Aşağıda başta Merkez Bankası olmak üzere bankaların gözetim ve denetiminde rol alan kurum ve kuruluşlardan bahsedilmektedir.

1.2.1.1 T.C. Merkez Bankası

T.C. Merkez Bankası, bankaların bankası olarak diğer bankaların işlemleri üzerinde geniş bir denetim yetkisine sahip bulunmaktadır. Bu yetki 26.01.1970 gün ve 1211 sayılı Türkiye Cumhuriyet Merkez bankası Kanunu'nun değişik yerlerinde bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi kanunun 43. maddesi içinde yer almaktadır.⁴⁶

Burada Merkez Bankasının kuruluşu, görev ve yetkileri hakkında bilgi verildikten sonra kanunun değişik yerlerinde olduğu söylenen denetim yetkisine ait maddeler belirtilmektedir.

Merkez Bankası Kanununun 1. maddesine göre Türkiye'de banknot ihracı imtiyazına münhasıran sahip ve bu kanunda yazılı görev ve yetkileri haiz olmak

⁴⁴ Hikmet Kurnaz, "Bankacılığımız yeniden şekillenirken Bankacılık Üst Kuruluna Düşen Görev", *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, Eylül, 2000, s.96

⁴⁵ a.e., s.104

⁴⁶ İdil Atalay Kaya, *Bankaların Bağımsız Dış Denetimi ve Türkiye Uygulaması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniv. SBE, İstanbul, 1991, s.205

üzere "Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası" unvanı altında anonim şirket olarak 14 ocak 1970'de 1211 sayılı kanuna göre kurulmuştur.

Bankanın görev ve yetkileri Kanunun Görev ve Yetkiler başlıklı 4. maddesinde sıralanmıştır. Bunlardan bankacılıkla ilgili olarak sayılabilecek olanlar aşağıda verilmektedir.

Bankanın temel görevleri arasında, bankaların ve bankaca uygun görülecek diğer mali kurumların yükümlülüklerini esas alarak zorunlu karşılıklar ve umumi dispoñibilite ile ilgili usul ve esasların belirlenmesi, finansal sistemde istikrarı sağlayıcı ve para ve döviz piyasaları ile ilgili düzenleyici tedbirlerin alınması, mali piyasaların izlenmesi, bankalardaki mevduatın vade ve türleri ile özel finans kurumlarındaki katılma hesaplarının vadelerinin belirlenmesi bulunmaktadır.

Bankanın temel yetkileri arasında da olağanüstü hallerde ve TMSF kaynaklarının ihtiyacı karşılamaması durumunda, belirleyeceği usul ve esaslara göre bu Fona avans verilmesi, nihai kredi mercii olarak bankalara kredi verme işlerinin yürütülmesi, bankaların ödünç para verme işlemlerinde ve mevduat kabulünde uygulayacakları faiz oranlarının, belirleyeceği usul ve esaslara göre bankalardan istenilmesi, mali piyasaları izlemek amacıyla bankalar ve diğer mali kurumlardan ve bunları düzenlemek ve denetlemekle görevli kurum ve kuruluşlardan gerekli bilgilerin istenilmesi ve istatistiki bilgi toplanılması sayılabilir.

Bankanın başlıca müşavirlik görevleri ise hükümetin mali ve ekonomik müşaviri, mali ajanı ve haznedarı olması, finansal sistemle ilgili olarak istenilecek hususlarda Hükümete görüş vermesi, bankalar ve uygun göreceği diğer mali kurumlar hakkındaki görüşlerini ve tespitlerini isterse Başbakanlık ile bu kurum ve kuruluşları düzenleme ve denetleme yetkisine sahip kuruluşlara bildirmesi olarak açıklanabilir.

Yine aynı maddede Bankanın, bu kanunla ve mevzuatla kendisine verilen yetki ve görevlerle ilgili olarak düzenlemeler yapmaya ve bunları uygulamaya, bu düzenlemelere tabi kurum ve kuruluşlar nezdinde bunlara uygun hareket edilip edilmediğini ve kendisine gönderilen bilgilerin doğru olup olmadığını denetlemeye görevli ve yetkili olduğu bildirilmektedir.

Merkez Bankası kanununun 40. maddesinde bankanın likidite sıkışıklıklarını ve piyasaların etkin bir şekilde çalışmasını engelleyebilecek ödeme sorunlarını

gidermek amacıyla sisteme kredi sağlayabileceğinden, olağanüstü hallerde ve TMSF nin kaynaklarının ihtiyacı karşılamaması halinde BDDK nın talebi üzerine bu Fona avans verme yetkisi olduğundan ve banka sisteminde belirsizlik ve güvensizlik oluşması ve fon çekilişlerinin hızlanması halinde bu durumdaki bankalara fon çekilişlerini karşılayacak miktarda kredi verebileceğinden bahsedilmektedir.

Kanununun 43. maddesine göre Türkiye’de faaliyette bulunan bütün bankalar, özel finans kurumları ve Bankaca uygun görülecek diğer mali kurumlar, yıllık bilançoları ile kar ve zarar hesaplarını, idare meclisi ve denetçi raporları ile birlikte, genel kurullarının toplantı tarihinden; bağımsız denetim kuruluşlarınca hazırlanacak denetim raporlarını ise düzenlenme tarihinden itibaren en geç bir ay içinde Bankaya vermekle yükümlüdürler.

Aynı maddenin devamında da Bankanın, bu Kanun ve mevzuat ile kendisine verilen görevleri yerine getirebilmek amacıyla birinci fıkrada belirtilen kurum ve kuruluşlardan her türlü bilgi ve belgeyi, belirleyeceği usul ve esaslar çerçevesinde isteme yetkisinden, kendi yetki ve görev alanına giren hususlarla ilgili olarak birinci fıkrada belirtilen kurum ve kuruluşları düzenleme ve denetleme ile görevli kurum ve kuruluşlardan bilgi isteyebileceğinden ve gerektiğinde birinci fıkrada belirtilen kurum ve kuruluşlar hakkındaki görüşlerini ve tespitlerini Başbakanlık ile BDDK’ya ve bu kurum ve kuruluşları düzenleme ve denetleme yetkisine sahip olan diğer kurum ve kuruluşlara bildirebileceğinden bahsedilmektedir.

Yine aynı maddeye göre Banka, finansal sistemle ilgili tüm istatistiki bilgiler ile ekonomideki ve ödemeler dengesindeki gelişmelerin izlenmesinde gerekli görülecek diğer istatistiki bilgileri bankalar, diğer mali kurumlar ile kişilerden doğrudan isteme ve toplama yetkisine sahiptir ve bu bilgilerin doğru olup olmadığını ilgililer nezdinde araştırmaya ve denetlemeye, ek bilgi ve belge istemeye yetkilidir.

Merkez Bankası’nın bankaların denetimi üzerindeki yetkisi Merkez Bankası Kanunundan bazı maddeler verilerek açıklandıktan sonra kamu denetiminde etkin kurumlardan bir diğeri olan BDDK hakkındaki açıklamalara geçilebilir.

1.2.1.2 Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu

Türkiye’de bankacılığın denetimi açısından karşılaşılan temel sorun teknik bir yetersizlikten değil bankalara ilişkin nihai kararların alınması yetkisinin siyasal

otoritede olmasından kaynaklanmaktaydı.⁴⁷ İşte ekonomi düzeni içinde ihtiyaç duyulan ve iyi işleyen kurum ve kurulları oluşturmada büyük bir öneme sahip olan Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nun (BDDK) kurulması 1999 yılı ortalarında kabul edilen "Yeni Bankalar Kanunu" ile gündeme gelmiştir. Kurumun karar organı olan Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu⁴⁸ (Bankacılık Üst Kurulu) kendi öz denetim kurallarını belirlemiş olması nedeniyle, Türkiye'de ekonomik kurumların kurallara göre işleminde önemli bir role sahip bulunmaktadır.⁴⁹

1999 Nisan ayında yapılan seçimlerden sonra kurulan hükümet mecliste bekleyen Bankalar Kanunu tasarısını yeniden gündeme almış ve Bankalar Kanununda yapılan değişiklikler Haziran ayında yasalaşmıştır. Bankalar Kanunu IMF ve Dünya Bankası ile yapılan program görüşmelerinde öngörülen düzenlemeleri içermek üzere Aralık ayında yeniden değişikliğe uğramıştır. Aralık ayında yapılan düzenlemelerle, BDDK'nın tam bağımsızlığı sağlanarak, bankaların kurulmaları, faaliyetlerinin düzenlenmesi ve denetlenmesi ile denetim sonuçlarının karara bağlanması yetkileri Kuruma bırakılmıştır.⁵⁰

4491 sayılı kanunla değişik 4389 sayılı Bankalar Kanunu'nun geçici 1. maddesinde BDDK'nın faaliyete başlayacağı tarihe kadar, bu kanunla kuruma veya kurula verilen görev ve yetkilerin, ilgisine göre, eski 3182 sayılı Bankalar Kanunu'nda belirtilen Bakanlar Kurulu, Bakan, Hazine Müsteşarlığı ile Bankalar Yeminli Murakıpları ve Yardımcıları, Merkez Bankası ve Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu tarafından kullanılmaya devam olunacağı belirtilmektedir.

2000 yılı başında uygulamaya konulan istikrar programının yapısal reformlarından birisi de bankacılık sistemine yönelik olmuştur. Bu kapsamda 1 Eylül 2000 tarihinde BDDK'nın faaliyete geçmesi ile birlikte, geçmiş dönemlerde sektörün gözetim ve denetiminde etkin rol oynayan Merkez Bankası ve Hazine

⁴⁷ A. Naci Sığın, "Türk Bankacılık Sisteminde Yeni dönem", *İktisat, İşletme ve Finans*, eylül, 2000, s.38

⁴⁸ BDDK Teşkilat Yönetmeliğinin 5. maddesinde Kurulun, Kurumun karar organı olduğu ve 4389 sayılı Bankalar Kanunu ve ilgili diğer mevzuat hükümleri çerçevesinde kendisine verilen yetkileri kullandığı belirtilmektedir.

⁴⁹ Haydar Akyazı, "Güvenli Bir Mali Sistem İçin Bankacılık Düzenleme Ve Denetleme Kurumu ve Bazı Ülkelerdeki Uygulamaları", *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, eylül, 2000, s.52

⁵⁰ a.e., s.11-12

Müsteşarlığı'nın bir kısım görevleri kurula devredilmiştir.⁵¹ Bunlara daha önce Bakanlar Kurulu, Bakan ve Hazine Müsteşarlığı'na ait olan banka kuruluşuna izin, bankaların bankacılık yapma izni ve mevduat kabulü izninin kaldırılması, bankaların karşılık ayırmaları ile ilgili düzenlemeler, sigortaya tabi olacak mevduatın kapsamı tutarı gibi BDDK'ya devredilmesi ve yine BankaYeminli Murakıpları ve T.C. Merkez Bankası'nın ilgili hükümlerinin BDDK bünyesine alınmasını örnek olarak vermek mümkündür.⁵² 1983 yılı Temmuz ayında 70 sayılı kanun hükmünde kararname ile kurulan TMSF'nin Merkez Bankası'na ait olan temsil ve idare görevi 26 Ağustos 2000 tarihinden itibaren BDDK'ya devredilmiştir.⁵³

BDDK kurulana dek bankacılık sisteminin düzenleme ve denetimini üstlenen Hazine'nin değişik şapkalarının sistemde hem zayıflık hem de çıkar çatışması yarattığını söylemek mümkündür. Hazine, kamu finansman şapkası ile bir başka şapkası olan bankacılığın düzenleme/denetimini ve sağlamlığı/istikrarını sağlama şapkası çatıştığında kamu finansmancısı şapkasını giymiştir. Bu da bankacılık sistemini orta vadede zayıflatmış ve sorunun büyümesine ve birikmesine neden olmuştur.⁵⁴

Türkiye'de faaliyette bulunan bankalardan birinin diğer bir veya birkaç banka ile birleşmesi veya bütün borç, alacak ve mevduatını Türkiye'de faaliyette bulunan diğer bir bankaya devretmesinin Kurulun iznine bağlı olduğu Bankalar Kanunu'nun 18. maddesinin 1. fıkrasında belirtilmektedir. Aynı maddenin 2. fıkrası da Kurumun, tasfiye işlemlerini denetlemeye ve ilgililerden gerek göreceği her türlü belge ve bilgiyi istemeye yetkili olduğunu vurgulamaktadır.

BDDK Teşkilat Yönetmeliği'nin 1. maddesinde yönetmeliğin amacının, 4389 sayılı Bankalar Kanunu ve ilgili diğer mevzuatın, Kanunda gösterilen yetkiler çerçevesinde düzenlemeler de yapmak suretiyle uygulanmasını sağlamak, uygulamayı denetlemek ve sonuçlandırmak, tasarrufların güvence altına alınmasını

⁵¹ Hüsnü Akhan, "Türk Bankacılık Sisteminde Yeni dönem", *İktisat, İşletme ve Finans*, eylül, 2000, s.7-14

⁵² Oğuz Sancaktar, "İdare Hukuku Yönüyle Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun Genel Bir Değerlendirilmesi", *Bankacılar Dergisi*, TBB, sayı 37, 2001, s. 58

⁵³ Haydar Akyazı, "TCMB ile Federal Rezerv Sisteminin Karşılaştırılması", *Bankacılar Dergisi*, sayı 36, 2001, s.16

⁵⁴ Ali İhsan Karacan, "Türk bankacılık sisteminin temel sorunları ve bankacılık sektörünün yeniden yapılandırılması", *İktisat İşletme ve Finans*, Mart yıl 17 sayı 192, 2002, s.36

temin etmek ve Kanunla verilen diğer görev ve yetkileri kullanmak üzere kurulan Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nun, hizmet birimleri ile bunların görev ve sorumluluklarını düzenlemek olduğu belirtilmektedir. Bu maddeden de anlaşılmaktadır ki BDDK bankaların denetiminde en önemli kurum konumuna gelmiş bulunmaktadır.

Yönetmeliğin 6. maddesinde bulunan BDDK'nın 1. maddede belirtilmeyen görevlerinden bazıları tasarruf sahiplerinin hakları ve kuruluşların düzenli bir şekilde çalışmasını önleyecek ve ekonomide zararlar doğuracak her türlü işlem ve uygulamayı önlemek üzere gerekli tedbirleri almak, kredi sisteminin etkin bir şekilde çalışması için gereken tedbirleri almak, TMSF'yi idare ve temsil etmek, talepleri halinde veya gerektiğinde Hazine ve Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlıkları ile Merkez Bankasına para, kredi ve bankacılık politikalarının yürütülmesi ile ilgili konularda mütalaa ve bilgi vermektir.

Bankalar kanunu ile BDDK'ya verilen görevlerin gerektirdiği asli ve sürekli görev ve hizmetler Bankalar Yeminli Murakıpları ve Yardımcıları, Bankacılık Uzman ve Uzman Yardımcıları ve diğer personel eliyle yürütülmektedir.⁵⁵

Yönetmeliğinin 22. maddesinde Bankalar Yeminli Murakıpları ve Yardımcılarının kanun ve diğer mevzuat ile bankalar yeminli murakıplarına ve yardımcılarına verilen görev ve yetkilerin gerektirdiği denetim, inceleme ve soruşturma işlerini yürütmek ve sonuçlandırmak ve bankaların varlıkları, alacakları, özkaynakları, borçları, kar ve zarar hesapları arasındaki ilgi ve dengelerin ve mali bünyeyi etkileyen diğer tüm unsurların tespit ve tahlilini yerinde denetim suretiyle gerçekleştirmekle görevli olduğu belirtilmiştir.

Bankalar kanunun 14. maddesinin 1. fıkrasında denetlemeler sonucunda bu Kanuna ve bu Kanuna dayanılarak alınan kararlara ve yapılan düzenlemelere, bankacılık ilke ve teamüllerine aykırı ve bankanın emin bir şekilde çalışmasını tehlikeye düşürecek nitelikte işlemlerin tespit olunması halinde BDDK'nın, sorumluları hakkında yapılacak cezai işlem saklı olmak üzere, vereceği süreler içinde söz konusu işlemlerin düzeltilmesi ve tekrarına meydan verilmemesi için gerekli tedbirlerin alınması hususunda ilgili bankayı uyaracağı ve bankanın da, verilen

⁵⁵ Oğuz Sancaktar, a.g.e., s. 56

süreler içinde Kurumca istenen tedbirleri almak ve aldığı tedbirleri Kuruma bildirmek zorunda olduğu belirtilmiştir.

Böyle bir kurulun kurulması ile Türk bankacılık sektörü açısından eksikliği öteden beri hissedilen bir ihtiyaç giderilmiştir. Sektörün tek bir otorite tarafından düzenlenmesiyle bankacılık sektörünün Avrupa Birliği ile uyum sürecinin hızlanacağını ve sektöre tam anlamıyla şeffaflık geleceğini söylemek mümkündür.⁵⁶

1.2.1.3 Tasarruf mevduatı Sigorta Fonu

Bankalar kanununun 15. maddesinin 1. fıkrasına göre bankalardaki tasarruf mevduatı kamu tüzel kişiliğini haiz TMSF tarafından sigorta edilmekte ve Fon, hisseleri ve/veya yönetim ve denetimi kendisine intikal eden bankaların mali bünyelerinin güçlendirilmesi, yeniden yapılandırılması ve üçüncü kişilere devri ve kendisine verilen diğer işleri yapmakla görevli ve yetkili kılınmaktadır.

Bankalar kanununun 16. maddesine göre de bir bankanın bankacılık işlemleri yapma ve mevduat kabul etme izninin kaldırılması halinde yönetim ve denetimi Fona intikal eder ve Fon, yönetim ve denetimi kendisine intikal eden bankada mevduat sahipleri ile diğer alacaklıların haklarını korumaya yönelik tedbirleri alır. Bu madde ile fonun görev alanının bankacılık işlemleri yapma ve mevduat kabul etme izni kaldırılan bankaların yönetim ve denetimi ile sınırlandırıldığı görülmektedir.

TMSF Teşkilat Yönetmeliği'nin 4. maddesine göre Fon, BDDK tarafından idare ve temsil olunmaktadır.

Fonun görev ve yetkileri yönetmeliğin 8. maddesinde sayılmıştır. Görevleri arasında Kurulca belirlenecek esaslar çerçevesinde bankalardaki tasarruf mevduatını sigorta etmek, sigorta kapsamındaki mevduatı izlemek, fon mevcudunu yönetmek ve değerlendirmek ile bankacılık işlemleri yapma ve/veya mevduat kabul etme izni kaldırılan bankaların; yönetim ve denetimini üstlenmek, mevduat sahiplerine sigorta kapsamında bulunan mevduatı doğrudan veya ilan edeceği bir banka aracılığı ile ödemek ve mevduat sahipleri yerine bankanın iflasını istemek, iflas kararı alınması halinde iflas masasına imtiyazlı alacaklı sıfatı ile iştirak etmek, Kanunun uygulaması ile sınırlı olmak üzere 2004 sayılı Kanunda yazılı iflas dairesi ve alacaklılar toplantısı

⁵⁶ Hüsnü Akhan, a.g.e., s.14

ile iflas idaresi görev ve yetkilerine de sahip olarak bankayı Kanun hükümleri çerçevesinde tasfiye etmektir.

Yönetmeliğin 18. maddesinin d fıkrasına göre Denetlemeler Dairesi Başkanı ile Fon denetmeni ve Fon denetmen yardımcılarında oluşan Denetlemeler Dairesinin görevlerinden biri de Fon Başkanınca gerekli görülen hallerle sınırlı olmak üzere, Fon bankalarının iştiraklerinde, inceleme, araştırma ve denetimlerde bulunmaktır.

1.2.1.4 Bankalar Yeminli Murakıplığı

Bankalar Yeminli Murakıplarının görev ve yetkileri Bankalar kanununun 5. maddesinde sıralanmıştır. 5. maddenin 1. fıkrasında bu Kanun ile diğer kanunların bankalarla ilgili hükümlerinin uygulanmasının ve her türlü bankacılık işlemlerinin denetimi, bankaların varlıkları, alacakları, öz kaynakları, borçları, kar ve zarar hesapları arasındaki ilgi ve dengelerin ve mali bünyeyi etkileyen diğer tüm unsurların tespit ve tahlilinin Kurum adına doğrudan Başkana bağlı bir Kurul teşkil eden bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarını tarafından yapılacağı belirtilmektedir.

Aynı maddenin 2. fıkrasına göre bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarının bu Kanunda yazılı görevleri ile kayıtlı olmak üzere vergi inceleme yetkisine ve 20.2.1930 tarihli ve 1567 sayılı Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun hükümlerine aykırı hareket eden banka ve ilgililer hakkında adı geçen Kanunun ek 1. maddesindeki yetkilere sahip oldukları gibi, tüm bankaların kuruluş kanunu hükümleri ile diğer kanunların bankalarla ilgili hükümlerinin uygulanmasını da denetlemeye yetkili oldukları vurgulanmıştır.

Aynı maddenin 3. fıkrasına göre bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarının, bankalar ve bankaların iştirak ve kuruluşları ile diğer gerçek ve tüzel kişilerden bu Kanun hükümleri ile ilgili görececekleri bütün bilgileri istemeye, bunların tüm defter, kayıt ve belgelerini incelemeye yetkili olduğu, bilgi istenenlerin de istenilen bilgileri vermekle, defter, kayıt ve belgeleri incelemeye hazır bulundurmakla yükümlü oldukları belirtilmiştir.

Aynı maddenin 4. fıkrasında da kamu kurum ve kuruluşları, Merkez Bankası ve benzeri kuruluşlar ile Risk Merkezinin görevleri ile ilgili olarak istenecek her türlü bilgiyi gizli de olsa bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarına vermekle yükümlü oldukları açıklanmıştır.

1.2.1.5 Bankalar Birliği

Bankalar kanununun 13. maddesinin 1. fıkrası a bendinde bankaların hesaplarını ve yıllık bilançoları ile kâr ve zarar cetvellerini Türkiye Bankalar Birliğinin görüşü alınarak Kurulca belirlenecek esas ve usullere uygun şekilde tutmak, yayımlamak ve ilgili mercilere göndermekle yükümlü olduğu, Kurulun, bu kanunun uygulanmasını izlemek amacıyla bankalardan belirleyeceği esaslar ve örneklere uygun her türlü cetvel, rapor ve mali tablolar istemeye, uluslararası ilke ve standartları da dikkate alarak mali bünyeleri ve kaynaklarının kullanımı ile ilgili standart oranları, bu oranlar ile mali tabloların gerekli görüldüğü takdirde yayımlanmasına ilişkin esas ve usulleri, Türkiye Bankalar Birliğinin görüşlerini alarak tespiti yetkili olduğu ve bankaların bu cetvel, rapor ve mali tabloları Kuruma tevdi etmek ve tespit edilecek oranlara uymak zorunda oldukları belirtilmiştir.

Bankalar kanununun 19. maddesi 1. fıkrasına göre bu kanuna tabi bankalar faaliyet izni aldıkları tarihten itibaren bir ay içinde Türkiye Bankalar Birliğine üye olmak zorundadırlar. Tüzel kişiliği haiz ve kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşu olan bu Birliğin amacı, bankacılık mesleğinin gelişmesini temin etmek, bankaların birlik ve bankacılık mesleğinin gerektirdiği vakar ve disiplin içinde ekonominin ihtiyaçlarına uygun olarak çalışmalarını sağlamak, bankalar arasındaki haksız rekabeti önlemek amacıyla, gerekli her türlü tedbiri almak ve uygulamak ve ilan ve reklamlarında bankaların uyacakları esas ve şartları tür, şekil, nitelik ve miktarları itibarıyla Kurumun uygun görüşünü alarak tespit etmektir.

Aynı maddenin 2. fıkrasına göre Birlik, bankacılık konusundaki mevzuatı ve aldığı karar ve önlemlerin uygulanmasını takip eder ve Kurumca alınması istenen tedbirleri alır.

Kamu denetiminde ekili olan kurum ve kuruluşlar için yapılan bu açıklamaların ardından bankaların denetiminde diğer bir önemli unsur olan bağımsız denetim konusuna geçilecektir.

1.2.2 Bağımsız Denetim

Bağımsız denetim, ekonomik faaliyet ve olaylara dair iddiaların önceden saptanmış ölçütlere uygunluk derecesini doğrulamak amacıyla tarafsızca kanıt

toplama, bu kanıtları değerleme ve sonuçları ilgili kullanıcılara iletme amacını güden sistematik bir süreç olarak tanımlanabilmektedir.⁵⁷

Bankalar Kanununun 13. maddesinin 2. fıkrasına göre bankaların genel kurullarına sunacağı yıllık bilançoları ile kâr ve zarar cetvellerinin bağımsız denetim kuruluşlarınca onaylanması şarttır. Bağımsız denetim kuruluşlarının kurulmasına,çalışmalarına, faaliyetlerinin geçici veya sürekli olarak durdurulmasına ilişkin esaslar Merkez Bankası ve Türkiye Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler Odaları Birliği'nin görüşü alınarak Kurulca düzenlenir.

1211 sayılı TCMB Kanunu'nun 43. maddesi uyarınca, bankalar tarafından TCMB'ye verilecek denetim raporları ile yayınlanacak bilanço ve kar-zarar cetvellerinin bağımsız denetim kuruluşlarınca onaylanması gerekmektedir. Hazine Müsteşarlığı'nca belirlenen esaslar çerçevesinde yerinde denetim yapmaya yetkili bağımsız denetim kuruluşları tarafından hazırlanacak raporlar, bankaların mali tablolarının genel kabul görmüş muhasebe standartları yönünden denetimine ve i ve dış finans çevrelerinde güvenilirliklerini sağlama amacına yöneliktir. Bu nedenle, bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarının yaptıkları incelemeler sonucunda düzenlenen raporlardan farklı bir niteliğe haizdir. Zira, Bankalar Kanunu anlamında, banka mali yapısının tahlili, yükümlülüklerini karşılama gücünün tespitinde bankalar yeminli murakıpları ve yardımcılarınca düzenlenen raporlar esas alınmaktadır.⁵⁸

BDDK'nın 4389 sayılı Bankalar kanununun geçici 4. maddesi uyarınca yapılacak ikinci bağımsız denetimin esas ve usulleri hakkındaki yönetmeliği 27 Mart 2002 tarih ve 24708 sayılı resmi gazetede yayımlanmıştır.

Bu yönetmeliğin 1. maddesinde bu yönetmeliğin amacının, 1 şubat 2002 tarih ve 24658 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "4389 Sayılı Bankalar Kanununun Geçici 4 nc Maddesi Uyarınca Yapılacak zel Bağımsız Denetimin Esas ve Usulleri Hakkında Yönetmelik" hükümleri uyarınca düzenlenen bağımsız denetim raporlarının bağımsız denetim ilke ve esaslarına uygunluk bakımından ikinci bir bağımsız denetim kuruluşu tarafından incelenmesi ile ikinci bağımsız denetim

⁵⁷ İdil Atalay Kaya, **Bankaların Bağımsız Dış Denetimi ve Türkiye Uygulaması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniv. SBE, İstanbul, 1991, s.7-Temel Denetim Kavramları Açıklaması, American Accounting Association, Sarasota, Florida, 1971, s.2

⁵⁸ (evrimii) http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=196

kuruluşlarının Kurumca tespitine ilişkin esas ve usullerin belirlenmesi olduğu vurgulanmaktadır.

Yönetmeliğin 2. maddesinde de bu yönetmelik hükümleri, hisseleri kısmen veya tamamen TMSF'ye ait olan bankalar, kamu sermayeli bankalar, özel finans kurumları, mevduat kabul etmeyen bankalar ve yurtdışında kurulu bankaların Türkiye'deki şubeleri hariç olmak üzere, Türkiye'de kurulu mevduat kabulüne yetkili özel sermayeli bankalar ile bankalarda denetim yetkisi bulunan bağımsız denetim kuruluşları hakkında uygulanır denilerek bu yönetmeliğin kapsamı belirtilmektedir.

Yönetmeliğin 9. maddesine göre ikinci kuruluşça yapılacak incelemenin kapsamını birinci kuruluş tarafından düzenlenen denetim raporunun, ikinci kuruluş tarafından Bağımsız Denetim İlkelerine İlişkin Yönetmelik hükümleri çerçevesinde bağımsız denetim ilke ve esaslarına uygunluk bakımından incelenmesi oluşturur.

Yönetmeliğin 13. maddesine göre ikinci kuruluş denetçisi, bankalar ve birinci kuruluşların sunduğu mali tablolar ile ilave tüm bilgi ve belgelerin güvenilirliği bakımından gerekli denetim tekniklerinin kullanıldığını ve incelemelerde kayıtların belgelere uygun olarak tutulduğunu tespit etmek zorundadır. Denetçi, denetlemeler ve incelemeler sırasında bankanın bazı işlemlerini kayıt dışında bıraktığını veya usulüne uygun olarak muhasebeleştirmediğini veya benzeri hususların bankanın durumunu önemli bir şekilde etkileyeceğini tespit ettiği takdirde, raporun tamamlanmasını beklemeksizin, durumu derhal Kuruma bildirmekle yükümlüdür.

Bağımsız denetim konusu da bu şekilde açıklandıktan sonra son olarak iç denetim konusuna geçilebilir.

1.2.3 İç Denetim

İç denetim, işletme faaliyetlerinin yönetim politikalarına, planlarına, programlarına ve yasalara uygunluğunu ölçerek, iç denetim sisteminin kurulduğu gibi işleyip işlemediğini değerlemektir.⁵⁹ Bir işletmede iç denetim çalışmaları, işletme varlıklarının her türlü kayıplara karşı korunduğunu, faaliyetlerinin yönetim

⁵⁹ İbrahim Erdem Esenkaya, a.g.e., s.26

tarafından belirlenmiş olan politikalar doğrultusunda yürütölüp yürütölmediğini araştırmak amacıyla yönetim tarafından yaptırılan denetim çalışmalarıdır.⁶⁰

İç denetim başlıca dört amacı gerçekleştirmek için organizasyon tarafından yapılmış politikalardan ve uygulamalardan oluşur. Bunlar işletme varlıklarının güvenliğini sağlama, muhasebe kayıtlarının, bilgilerinin güvenliğini ve uygunluğunu garanti etme, işletme faaliyetlerinde etkinliği artırma ve yönetimin belirlediği politikalar ile uygulamaların uygunluğunu ölçme olarak sayılabilir.⁶¹

Bankalar kanununun 9. maddesinin 4. fıkrasında bankaların, işlemleri nedeniyle karşılaştıkları risklerin izlenmesi ve kontrolünü sağlamak amacıyla faaliyetlerinin kapsamı ve yapısıyla uyumlu, esas ve usulleri Kurumca çıkarılacak yönetmelikle belirlenecek etkin bir iç denetim sistemi ile risk kontrol ve yönetim sistemi kurmakla yükümlü oldukları, bankaların işlemlerinin bankacılık ilkelerine ve mevzuatına uygunluğunu denetlemek üzere yeteri kadar müfettiş çalıştırmalarının zorunlu olduğu belirtilerek bankaların kendi iç denetim sistemini oluşturmaları istenmektedir.

Yukarıda verilen açıklamaların ardından bankaların denetimi konusu tamamlanmış olmaktadır. Bundan sonra bankaların sınıflandırılması konusu incelenecektir.

1.3 Türkiye’de Bankaların Sınıflandırılması

Türk banka sistemini oluşturan bankalar, sistemin başında Merkez Bankası olmak üzere, üç ana grupta toplanabilir.

- Özel yasalarla kurulmuş kamu bankaları,
- Genel hükümlere göre kurulmuş özel ulusal bankalar,
- Yabancı bankalar.⁶²

1.3.1 Türlerine göre Bankalar

Bankalar, sermaye kaynaklarına, sermaye sahiplerine, iş kollarına ve verdikleri kredilerin vadesine göre dört ana grupta sınıflandırılabilir.⁶³

⁶⁰ Orhan Güven, *Açıklamalı Sigorta ve Reasürans Terimleri Sözlüğü*, İstanbul 1995, s.176

⁶¹ İbrahim Erdem Esenkaya, a.g.e., s.27

⁶² Hikmet Urgancı, *Para ve Banka*, Önder Matbaası, Adana, 1982, s.106

⁶³ Osman Altuğ v.d., a.g.e., s.16

1.3.1.1 Sermaye Kaynaklarına Göre Bankalar

Sermaye kaynaklarına göre banka çeşitleri üç bölümde incelenebilir.

- **Özel Sermaye ile Kurulmuş Bankalar:** Bu bankalar sermayesinin tamamı özel kişi veya firmalara ait olan bankalardır. Bu tip bankalarda devletin veya kamu kuruluşlarının sermayede payları yoktur.
- **Sermayesinin Tamamı Devlet Tarafından Ödenmiş Bankalar:** Bu tip bankalarda özel kişi ve firmaların sermaye payları yoktur. Sermayenin tamamı devlete ve kamu tüzel kişilerine aittir.
- **Karma Sermayeli Bankalar:** Hem devletin hem de özel firmaların veya kişilerin sermayesinde pay sahibi oldukları bankalardır.

1.3.1.2 Sermaye Sahiplerine Göre Bankalar

Bu ayırma göre bankalar iki grupta ele alınabilir.

- **Milli Bankalar:** Ülkemiz kanunlarına göre kurulan sermayesinin çoğunluğu Türklere ait olan ve sermayesi Türk Lirası olarak konulan bankalardır.
- **Yabancı Bankalar:** Sermayesinin çoğunluğu yabancılara ait olan, yönetim ve denetimi yabancılara ait olan bankalardır.

1.3.1.3 İş Kollarına Göre Bankalar

İş kollarına göre bankalar 3 gruba ayrılır.

- **İş ve Ticaret Bankaları:** Bu tür bankalar geleneksel anlamda bankacılık fonksiyonunu yerine getirmektedir. Mevduat toplayıp kredi verip bankacılık hizmetlerini yerine getirmektedir.
- **Uzmanlık Bankaları:** Özel kişi ve firmalar veya devlet tarafından belirli konularda faaliyet göstermek üzere kurulan bankalardır.
- **Emisyon Bankaları:** Ülkemizin altın stokunu elinde tutan ve kontrol eden, devlet adına para basma imtiyazını elinde tutan bankalardır.

1.3.1.4 Verdikleri Kredinin Vadesi Yönünden Bankalar

Verdikleri kredinin vadesi yönünden bankalar 3 gruba ayrılır.

- Kısa vadeli kredi veren bankalar,
- Kısa ve uzun vadeli kredi veren bankalar,
- Yalnız uzun vadeli kredi veren bankalar.

Başka bir sınıflandırma büyüklük ve sermayeleri yönünden “büyük bankalar” ve “küçük bankalar” biçiminde olabilir. Buna göre, sermayeleri belirli bir limitin üstünde olan, şube ajansları ülke genelinde yayılmış bulunan bankalar büyük, yalnız bir bölge ya da yerde çalışan, sermayeleri belirli bir limitin altında olan bankalar küçük bankalardır.⁶⁴

Türkiye Bankalar Birliğince yapılan sınıflandırma da aşağıdaki gibidir.⁶⁵

Türk Bankacılık Sistemi

1. Ticaret Bankaları

1. A. Kamu Sermayeli Bankalar

B. Özel Sermayeli Bankalar

C. Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonuna Devredilen Bankalar

D. Yabancı Bankalar

D.1. Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Bankalar

D.2. Türkiye’de Şube Açan Yabancı Bankalar

2. Mevduat Kabul Etmeyen Bankalar

2. A. Kamu Sermayeli Bankalar

B. Özel Sermayeli Bankalar

C. Yabancı Bankalar

Bankalar birliğince yapılan sınıflandırmaya dayalı olarak Türkiye’de faaliyet gösteren bankalar aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Türk Bankacılık Sisteminde Faaliyet Gösteren Bankalar
1. Ticaret Bankaları
a. Kamusal Sermayeli Bankalar
T. Halk Bankası A.Ş. (Halkbank)
T. Vakıflar Bankası T.A.O.
T.C. Ziraat Bankası A.Ş.
b. Özel Sermayeli Bankalar
Akbank T.A.Ş.
Alternatifbank A.Ş.

⁶⁴ Hikmet Urgancı, a.g.e., s.67

⁶⁵ Türkiye Bankalar Birliği, **Bankalarımız 2002**, Graphis Matbaacılık, İstanbul, Temmuz, 2003, s.II-6-II-8

Anadolubank A.Ş.
Denizbank A.Ş.
Finansbank A.Ş.
Fiba Bank A.Ş.
Koçbank A.Ş.
M.N.G. Bank A.Ş.
Oyak Bank A.Ş.
Şekerbank T.A.Ş.
Tekfenbank A.Ş.
T. Garanti Bankası A.Ş.
T. İş Bankası A.Ş.
Tekstil Bankası A.Ş. (Tekstilbank)
Turkish Bank A.Ş.
Türk Dış Ticaret Bankası A.Ş. (Dışbank)
Türk Ekonomi Bankası A.Ş.
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.
c. Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonu'na Devredilen Bankalar
Adabank A.Ş.
Bayındır Bank A.Ş.
Pamukbank T.A.Ş.
T. İmar Bankası T.A.Ş.
2. Yabancı Bankalar
a. Türkiye'de Kurulmuş Yabancı Bankalar
Arap Türk Bankası A.Ş.
BankEuropa Bankası A.Ş.
Bnp-Ak Dresdner Bank A.Ş.
HSBC Bank A.Ş.
b. Türkiye'de Şube Açan Yabancı Bankalar
Abn Amro Bank N.V.
Banca di Roma S.P.A.
Bank Mellat
Citibank N.A.
Credit Lyonnais Turkey
Credit Suisse First Boston
Habib Bank Limited
ING Bank N.V.
JP Morgan & Chase Bank
Societe Generale (SA)
Westdeutsche Landesbank (Europa) A.G.
3. Mevduat Kabul Etmeyen Bankalar
a. Kamu Sermayeli Bankalar
İller Bankası
Türkiye İhracat Kredi Bankası A.Ş. (Eximbank)

Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.
b. Özel Sermayeli Bankalar
C Kredi Ve Kalkınma Bankası
Çalık Yatırım Bankası A.Ş.
Diler Yatırım Bankası A.Ş.
GSD Yatırım Bankası A.Ş.
İMKB Takas ve Saklama Bankası A.Ş.
Nurol Yatırım Bankası A.Ş.
Tat Yatırım Bankası A.Ş.
T. Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.
c. Yabancı Bankalar
Credit Agricole Indosuez Türk Bank A.Ş.
Deutsche Bank A.Ş.
Taib Yatırım Bank A.Ş.

1.3.2 Faaliyetlerine göre Banka Türleri

Yukarıda açıklanan banka türlerinin ne gibi faaliyetler ile uğraştıkları konusunda da kısaca bilgi verilmesi uygun olacaktır.

1.3.2.1 Ticaret Bankaları

Ticaret bankaları, geniş kitlelerden mevduat ve diğer isimler altında kaynak toplayan, bu kaynakları kredilendirme ve diğer mali işlemlerde kullanan, bu işlemleri devamlı uğraşı olarak yapan, ekonomide kaydi para yaratan mali kurumlar olarak tanımlanabilir.⁶⁶ Ekonomide para yaratma ve piyasadan nakit çekme sürecine yaptıkları katkılarla aracılar içinde en önemli yere sahiptir.⁶⁷

Bütün ticaret bankalarının belli başlı iki fonksiyonu; borç almak ve borç vermektir. Borç almak çoğu zaman mevduat biçiminde borç vermek ise iskonto biçiminde ortaya çıkar. Bu bakımdan ticaret bankalarına aynı zamanda mevduat ve iskonto bankaları da denilmektedir.⁶⁸ Kuramsal olarak ticari bankalarla banka dışı finansal aracılar arasındaki en önemli fark ticari bankaların kaydi para yaratma

⁶⁶ Niyazi Çömez, "İhtisas Bankalarının Türkiye Ekonomisi İçindeki Yeri", 1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, Başbakanlık Basımevi, 1993 s.76

⁶⁷ Anadolu Üniversitesi, Para ve Banka, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:996, 1997, s.65

⁶⁸ Hikmet Urgancı, Para ve Banka, Önder Matbaası, Adana, 1982 s.67, Tezer Öçal, Para Teorisi, Ankara İ.T.İ.A. Ankara, 1977, s.36

kabiliyetleridir. Banka dışı finansal araçlar prensip olarak, üzerine çek yazılan vadesiz mevduat hesaplarına sahip olmadıkları için kaydi para yaratamazlar.⁶⁹

1.3.2.2 Mevduat Kabul Etmeyen Bankalar

Mevduat kabul etmeyen bankalar sınıfına kalkınma ve yatırım bankaları girmektedir.

Kalkınma bankaları, gelişmekte olan ülkelerde yatırım sermayesi noksanını gidermek ve teknik yardım sağlamak yoluyla girişimcilerin temel endüstrilere yatırım yapmak konusundaki kaygı ve duraksamalarını ortadan kaldırmak ve bu yolla endüstriyel gelişmeyi hızlandırmak amacını güden gelişmekte olan ülkelere özgü finansal kurumlardır.⁷⁰ Devlet sermayesi ile kurulan ve devletin yönetiminde olan kalkınma bankaları, iç ve dış kamu fonlarının, uluslararası finansman kurumlarından sağlanan fonların, yabancı sermaye ve teknik bilginin yatırımlara yönelmelerine aracılık eden kurumlardır.⁷¹

Sermaye piyasasının en önemli aracı kurumu olan yatırım bankaları, işletmelere doğrudan kredi vermemekle beraber, sermaye piyasasının gelişmiş olduğu ekonomilerde işletmelerin orta ve uzun vadeli fon ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli roller oynayan finansal kurumlardır.⁷² Tümüyle aracı durumundaki yatırım bankaları, ne mevduat kabul ederler, ne de ellerindeki fonları yatırım yaparak değerlendirirler.⁷³ Yatırım bankaları tahvil veya hisse senedi çıkararak uzun vadeli kaynak arayan işletmelerle tasarruflarını bu menkul değerlere yatırmak isteyen kişi ve kuruluşlar arasında aracılık yaparlar.⁷⁴

1.3.2.2.1 Kamu Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları:

1.3.2.2.1.1 Türkiye Kalkınma Bankası.

Eski adı Desiyab olan Türkiye Kalkınma Bankası öncelikle yurt dışında çalışan işçilerin ve halkın birikimlerini değerlendirmek amacıyla 1975 yılında

⁶⁹ Anadolu Üniversitesi, a.g.e., s.67

⁷⁰ Niyazi Çömez, a.g.e., s.77

⁷¹ Hikmet Urgancı, a.g.e., s.77

⁷² Niyazi Çömez, a.g.e., s.78

⁷³ Anadolu Üniversitesi, a.g.e., s.67

⁷⁴ Hikmet Urgancı, **Para ve Banka**, Önder Matbaası, Adana, 1982, s.78

kurulmuştur. Bankanın başlıca amaçları, yatırımlara teknik yardımda bulunmak, sanayi yatırımlarını ve işletmelerini finanse etmek ve kaynakların uzun süreli kalkınma planı ve yıllık programların hedeflerine ve toplum yararına uygun yatırımlara yöneltmek ve bölgeler arası gelişmişlik farklarını azaltmak olarak sayılabilir.⁷⁵

1.3.2.2.1.2 Türkiye İhracat Kredi Bankası (Eximbank)

Bugünkü adıyla İhracat Kredi Bankası 1964 yılında Amortisman ve Kredi Sandığının yeniden örgütlenmesi sonucu Devlet Yatırım Bankası adıyla kurulmuştur. Bankanın o dönemde görevi kamu iktisadi teşebbüslerinin yatırımları için gerekli kredileri sağlamak ve gerektiğinde bu amaçla garanti vermektir. Banka kamu iktisadi teşebbüslerine kısa vadeli işletme kredisi sağlama görevini de yürütüyordu. Banka 1987’de Türkiye İhracat Kredi Bankasına dönüştürülmüştür ve Eximbank’ın ana amacı dış ticaretin finansmanını sağlamaktır.⁷⁶

1.3.2.2.1.3 İller Bankası

1933 yılında kurulan İller Bankasının ana ortakları yerel yönetimler ve il özel idareleridir. Şehir ve kasabaların su, kanalizasyon, elektrik ve havagazı ihtiyaçları ile ilgili yatırımlarını finanse etmek için kurulmuştur.⁷⁷

1.3.2.2.2 Özel Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları

Bu bankalardan birisi burada incelenecektir.

1.3.2.2.2.1 Türkiye Sınai Kalkınma Bankası,

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Dünya Bankası’nın teknik ve mali yardımlarından da yararlanılarak 1950 yılında İstanbul’da kurulmuştur. Sermayesi bazı ulusal bankalarla ülkemizde uğraş gösteren yabancı bankalar ve tüzel kişiler tarafından karşılanmıştır. Bankanın amaçları, özel sanayi girişimlerinin kurulmasına

⁷⁵ İlker Parasız, *Modern Bankacılık –Teori ve Uygulama*, Banksis yayınları no:82, İstanbul, 2000, s.29

⁷⁶ a.e., s.30

⁷⁷ a.e., s.30

ya da modernleştirilmesine yardımcı olmak, hisse senedi ve tahvil piyasasının gelişmesini sağlamak biçiminde özetlenebilir.⁷⁸

şu ana kadar, üç ana başlıkta bankacılığımızın ülkemizdeki durumu, denetim ve gözetiminin yapısı ve sınıflandırılması konuları genel hatlarıyla açıklanmak suretiyle birinci bölüm tamamlanmaktadır. Diğer bölümde çalışmada kullanılan istatistik yöntem teorik yönden detaylı bir şekilde incelenmektedir.



⁷⁸ Hikmet Urgancı, a.g.e., s.108

2 ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİK YÖNTEMLER

2.1 Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerin Tanımı, Amaçları ve Türleri

Çok Değişkenli İstatistik Analiz (Multivariate Statistical Analysis), birimlerin birden çok özelliklerinin (değişkenlerin) aralarındaki ilişkilerin dikkate alınarak birlikte ve eş zamanlı olarak analiz edilmesidir. Tek ve iki değişkenli istatistik yöntemlere paralel olarak geliştirilen Çok Değişkenli Regresyon Analizi (Multivariate Regression Analysis), Varyans Analizi (Variance Analysis), Asal Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis), Faktör Analizi (Factor Analysis), Kanonik Korelasyon Analizi (Canonical Correlation Analysis), Diskriminant Analizi (Discriminant Analysis) ve Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) gibi analizleri kapsamaktadır.¹ p değişken ve n birimden oluşan ve p değişkenin iki grup veya alt sete bölündüğü varsayılan veri setlerinin analizinde kullanılan istatistik yöntemler Bağımlı Yöntemler (Dependence Methods) olarak isimlendirilir. Bağımlı yöntemler, iki değişken seti arasındaki ilişkinin olup olmadığını test ederler.²

Bağımlı yöntemler aşağıdaki gibi daha detaylı sınıflandırılabilir.

1. Bağımsız değişken sayısı – bir veya birden fazla
2. Bağımlı değişken sayısı – bir veya birden fazla
3. Bağımlı değişkenlerin ölçülmesinde kullanılan ölçek türü - metrik veya metrik olmayan ölçek
4. Bağımsız değişkenlerin ölçülmesinde kullanılan ölçek türü - metrik veya metrik olmayan ölçek

¹ Talat Fırlar, **Diskriminant Analizi ve Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, SBE, İstanbul, 1989, s.4

² Subhash Sharma, **Applied Multivariate Techniques**, John Wiley and Sons Inc. 1996, s.4

Tablo 2.1’de yukarıda bahsedilen kriterlere göre sınıflandırılmış istatistik yöntemler gösterilmektedir.³

Tablo 2.1 Bağımlı İstatistik Yöntemler

	Bağımlı Değişkenler			
	Tek		Birden fazla	
	Metrik	Metrik olmayan	Metrik	Metrik olmayan
Bağımsız Değişken				
-Tek				
-Metrik	Regresyon	Diskriminant Analizi Lojistik Regresyon Analizi	Kanonik Korelasyon Analizi	Çok Gruplu Diskriminant Analizi (MDA)
-Metrik Olmayan	t-testi	Kesikli Diskriminant Analizi	Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA)	Kesikli Çok Gruplu Diskriminant Analizi (Kesikli MDA)
-Birden Fazla				
-Metrik	Regresyon	Diskriminant Analizi	Kanonik Korelasyon Analizi	MDA
-Metrik Olmayan	Varyans Analizi (ANOVA)	Kesikli Diskriminant Analizi Konjoint Analizi (MONANOVA)	MANOVA	Kesikli MDA

³ detaylı bilgi için bakınız. Subhash Sharma, a.g.e., s.10

Diğer yandan kavramsal olarak bir değişken setini bağımlı ve diğerini bağımsız olarak göstermenin mümkün olamayacağı veri setleri vardır. Bu tür veri setleri için amaç, değişkenlerin kendi aralarındaki bağlantının nasıl ve niçin olduğunu belirlemektir. Bu tür veri setlerini analiz etmek için kullanılan yöntemler birbirine bağımlı yöntemlerdir (Interdependence Methods).⁴ Bu yöntemler Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.2 Birbirine Bağımlı İstatistik Yöntemler

Değişken sayısı	Veri Türü	
	Metrik	Metrik Olmayan
İki	-Basit Korelasyon	-İki Yönlü Çapraz Tablo -Log doğrusal modeller
İkiden fazla	-Asal Bileşenler Analizi -Faktör Analizi -Kümeleme Analizi	-Çok Yönlü Çapraz Tablolar -Log doğrusal Modeller -Uygunluk Analizi

Kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçekleme dışındaki çok değişkenli istatistik yöntemlerin tümü bir anakütle birimlerinden veya o anakütleden tesadüfi olarak çekilen bir örnek birimlerinden hareketle değişkenler arasındaki ilişkilerin istatistik testlerine dayanır. Eğer tüm anakütlenin bir sayımı yapılabilseydi istatistik testler o zaman gerekli olmayacaktı çünkü herhangi bir farklılık veya ilişki ne kadar küçük bile olsa doğru ve mevcut olacaktı. Uygulamada anakütle ile çalışmak nadiren mümkün olabilmekte, bu da araştırmacıyı anakütleden çekilen bir örnekten istatistik

⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s.4

sonuç çıkarmaya zorlamaktadır.⁵ Burada hipotez testlerinden bahsedilmesi uygun olacaktır.

Anakütle parametreleri⁶ (değerleri) hakkında bir varsayımın (iddia, hipotez) belirli bir anlamlılık düzeyinde geçerliliğinin, örnek istatistiklerinden hareketle araştırılmasına, istatistikte “Hipotez Testleri” (Hypothesis Testing) adı verilir.⁷

Hipotez testlerinin ilk aşaması olan hipotezlerin yazılması aşamasında anakütle parametreleri hakkındaki iddialar H_0 sıfır hipotezi ve H_1 alternatif hipotez olacak şekilde iki hipotez şeklinde yazılır. H_0 ’a sıfır hipotezi adı verilmesinin nedeni, bu hipotezi anakütle parametresiyle örnek istatistiğinin birbirine eşit olduğunu göstermesi veya aradaki farkın sıfır olduğu (sıfır sayılabilecek kadar önemsiz, tesadüflerden ileri gelebilecek düzeyde) anlamını taşımasıdır. H_1 alternatifi de farkın tesadüflerden ileri gelemeyecek kadar büyük (anamlı) olduğunu göstermektedir. θ anakütle parametrelerini ve θ_0 , anakütle parametreleri hakkında iddia edilen değerleri göstermek üzere hipotezler üç farklı şekilde düzenlenebilir.⁸

Tablo 2.3 Tek ve Çift Taraf Hipotezlerin Yazımı

Çift Taraf Hipotez Testleri	Tek Taraf (Kuyruk) Hipotezleri	
	Alt (Sol) Taraf	Üst (Sağ) Taraf
$H_0; \theta = \theta_0$ $H_1; \theta \neq \theta_0$	$H_0; \theta \geq \theta_0$ $H_1; \theta < \theta_0$	$H_0; \theta \leq \theta_0$ $H_1; \theta > \theta_0$

Hipotez testlerinin ikinci aşaması karar verici tarafından örnek çekilmeden önce saptanan anlamlılık düzeyi (Significance Level) α ’nın belirlenmesidir. α anlamlılık düzeyi H_0 doğru olduğu halde reddedildiğinde yapılan hatadır. Karar verici için doğru bir hipotezin reddedilmesi büyük önem taşıyorsa α ’nın mümkün olduğunca düşük tutulması gerekir. Yanlış bir hipotezin (H_0) kabul edilmesiyle ortaya çıkan hataya da β hatası adı verilir. Bu durum şematik olarak aşağıdaki tabloda gösterilebilir.

⁵ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, **Multivariate Data Analysis**, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1998, s. 14

⁶ Anakütle ortalaması, oranı, standart sapması, korelasyon veya regresyon katsayıları vb. parametreler.

⁷ Neyran Orhunbilge, **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, Avcıol Basım yayın II. Baskı, İstanbul, 2000, s.131

⁸ A.e., s.132

Tablo 2.4 α ve β Hatalarının Gösterimi

		İstatistik karar	
		H_0 kabul	H_0 red
	H_0 doğru	Doğru karar (1- α)	Yanlış karar α hatası
	H_0 yanlış	Yanlış karar β hatası	Doğru karar (1- β)

Her iki hata da önemli ise ikisini birden azaltmak için örnek birim sayısının artırılması gerekecektir. Her iki hata arasında ters bir ilişki vardır. Anlamlılık seviyesi α 'nın büyük tutulması β 'nin küçülmesine neden olacaktır. Hipotez testinin üçüncü ve dördüncü aşamaları ise sırasıyla örnek istatistiğinin standart tesadüfi değişken şekline dönüştürülmesi ve karar aşaması yani örnek istatistiğiyle anakütle parametresinin karşılaştırılması ve karar alınmasıdır.⁹

Hipotez testleri hakkında bu genel açıklamalardan sonra çok değişkenli istatistik yöntemlerin açıklanmasına geçilebilir.

2.1.1 Çok Değişkenli Regresyon Analizi

Çok değişkenli regresyon, tek bir metrik bağımlı değişkenin iki veya ikiden çok metrik bağımsız değişkenle ilişkili olduğunu varsayan araştırma problemleri için uygun bir analiz yöntemidir. Çok değişkenli regresyon analizinin amacı bağımsız değişkenlerdeki değişmeye karşılık bağımlı değişkendeki değişmeyi tahmin etmektir. Bu amaca ulaşmada En Küçük Kareler Yöntemi (Least Squares Methods) sıklıkla kullanılmaktadır. Bağımlı değişkenin tahminiyle ilgili araştırmalarda çok değişkenli regresyon uygun bir yöntemdir.¹⁰

2.1.2 Çok Değişkenli Varyans Analizi

Birden çok ortalamayı karşılaştırmada kullanılan istatistik bir yöntem olan varyans analizi¹¹ R.A. Fisher tarafından 1918 yılında geliştirilmeye başlanmıştır.¹²

⁹ Detaylı bilgi için bakınız. Neyran Orhunbilge, a.g.e., s.131-140

¹⁰ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.14

¹¹ David S. Moore ve George P. McCabe, *Introduction to the Practice of Statistics*, W. H. Freeman and Company, Second edition, New York, 1993, s.714

¹² Talat Fırlar, a.g.e., s.8

Varyans analizi her bir anakütleden çekilen bağımsız basit tesadüfi örneklerle dayalı olarak bir çok anakütle ortalamasını karşılaştırmak için kullanılır. İki önemli varsayımı vardır: Normallik ve Varyans Eşitliği (Homoscedasticity). Anakütller normal dağılım göstermektedir. Anakütle ortalamaları farklı olabilir ama tüm anakütllerin varyansları eşittir. Sıfır hipotezi tüm anakütle ortalamalarının eşit olduğu ve alternatif hipotez ise en azından bir ana kütle ortalamasının diğerlerinden farklı olduğu şeklindedir.¹³

Çok değişkenli varyans analizi ise birçok kategorik bağımsız değişken ve iki veya daha fazla metrik bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi eş zamanlı olarak incelemekte kullanılabilecek bir istatistik yöntemidir ve iki veya daha fazla bağımlı değişken üzerine grup yanıtlarındaki varyansla ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır.¹⁴

Analiz, grup ortalamaları arasındaki farkların F testini içerir ve F'de gruplararası kareler toplamı ile grup içi kareler toplamının her birinin uygun serbestlik dereceleriyle bölünmelerinin oranıdır. Böylece gruplar arasında iyi bir ayırım için kriterin gruplararası ve grup içi kareler ortalamasının birbirine oranı olan F değerinin olabildiğince büyük olması olduğu açıktır.¹⁵

2.1.3 Asal Bileşenler Analizi

İlk olarak 1901 yılında Karl Pearson maksimum varyans elde ederek büyük hacimdeki verilerin indirgenebileceğini ileri sürmüştür. Bu fikir daha sonra, asal bileşenler veya bileşen analizi yöntemleri olarak Hotelling tarafından geliştirilmiştir.¹⁶ Asal Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) orijinal değişkenler setini orijinal değişkenlerin varyansının çoğunu içine alan daha küçük bir doğrusal kombinasyonlar setine dönüştürür. Analizin amacı mümkün olan en az faktörle verideki mümkün olan toplam değişkenliğin çoğunu açıklamak amacıyla faktörleri belirlemektir. Asal bileşenler türetilir böylece PC₁ olarak gösterilen ilk asal bileşen verideki toplam değişkenliğin en büyük miktarını açıklar. PC₁ gözlemlenen

¹³ David S. Moore ve George P. McCabe, a.g.e., s.750

¹⁴ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.15

¹⁵ Jacques Tacq, **Multivariate Techniques in Social Sciences**, Sage Publications Ltd., 1997, s.234

¹⁶ Talat Fırlar, a.g.e.,s.7

X_j $j = 1, 2, \dots, p$ değişkenlerinin doğrusal kombinasyonudur.¹⁷ Ağırlıklar $w_{(1)1}, w_{(1)2}, \dots, w_{(1)p}$ $PC_{(1)}$ 'in varyansının toplam değişkenliğe oranını maksimum yapmak için seçilmiş ve $\sum_{j=1}^p w_{(1)j}^2 = 1$ kısıtı olmak üzere;

$$PC_{(1)} = w_{(1)1}X_1 + w_{(1)2}X_2 + \dots + w_{(1)p}X_p$$

formülüyle bulunur. İkinci asal bileşen ilk doğrusal kombinasyonla korelasyona sahip olmayan ve ilk asal bileşen tarafından açıklanamayan toplam değişkenliğin maksimum miktarını açıklayan gözlenen değişkenlerin ağırlıklı doğrusal kombinasyonudur. Genel olarak m. asal bileşen daha önce türetilen tüm asal bileşenlerle korelasyona sahip olmayan tüm doğrusal kombinasyonların en yüksek varyansına sahip olduğu X değişkenlerinin ağırlıklı doğrusal kombinasyonudur. Orijinal değişken sayısı kadar asal bileşen türetmek mümkündür ancak asal bileşenler uygulamalarının çoğunda amaç mümkün olduğu kadar az asal bileşenle toplam değişkenliğin çoğunu açıklamaktır.¹⁸

Asal bileşenler analizi öncesinde veri matrisinin ya bir kovaryans matrisine ya da bir korelasyon matrisine dönüştürülmesi ilk yapılması gereken işlemdir. Korelasyon matrisi kullanmaktaki ana neden sıklıkla çalışmaya konu olan değişkenlerin farklı birim ve ölçeklere sahip olmalarıdır. İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanarak değişkenlerin hem değişkenlikleri hem de ortalamaları nedeniyle ortaya çıkan farklılıklar giderilir. Sonuç olarak dönüşümler değişkenleri birbirleriyle doğrudan karşılaştırılabilir yapar.¹⁹

Asal bileşenler analizinde p değişkene aralarında korelasyon bulunmayan yeni p değişken elde etmek üzere doğrusal ve ortogonal bir dönüşüm uygulanır.²⁰

2.1.4 Kanonik Korelasyon Analizi

Kanonik korelasyon analizi (Canonical Correlation Analysis), çok değişkenli regresyon analizinin mantıki bir uzantısı olarak görülebilir. Hatırlanırsa çoklu regresyon analizi tek bir bağımlı metrik değişken ve birden çok bağımsız metrik

¹⁷ William R. Dillon, Ve Matthew Goldstein, **Multivariate Analysis Methods and Applications**, John Wiley and Sons Inc. 1984, s. 24

¹⁸ A.g.e., s.24-25

¹⁹ A.g.e., s.26

²⁰ Talat Fırlar, a.g.e., s.7

değişken içerir. Kanonik analizle amaç birden çok metrik bağımlı değişkenle birden çok metrik bağımsız değişkeni eş zamanlı olarak ilişkilendirmektir. Gerisinde yatan prensip iki set arasındaki ilişkiyi maksimize etmek için her bir değişken setinin doğrusal bir kombinasyonunu geliştirmektir. Farklı bir şekilde ifade edilirse yöntem bağımlı değişkenler seti ile bağımsız değişkenler seti arasında maksimum basit korelasyonu sağlamak için bağımlı ve bağımsız değişkenler için bir ağırlıklar seti elde etmeye dayanmaktadır.²¹

Analizin amaçları:

1. Aynı birimlerden elde edilen iki değişkenler setinin birbirinden bağımsız olup olmadığının test edilmesi
2. Setler arasındaki ilişkiye en fazla katkıda bulunan her iki setteki değişkenlerin saptanması
3. Bağımlı ve bağımsız değişkenler setleri arasındaki korelasyonu maksimum yapan doğrusal kombinasyonların belirlenmesi
4. Birimlerin değişkenler setlerinin birindeki doğrusal kombinasyon değerlerine bakarak diğer setteki değerlerin tahmin edilmesidir.²²

Varsayımları:

1. Tahmin ve kriter değişkenlerinin aralık ölçekli olması veya bir setteki değişkenler aralık ölçekli iken diğer setteki değişkenlerden bir kısmının nominal ölçekli boş değişken (0-1 değerleri) olması, veya tahmin veya kriter değişkenleri setlerinden birinde veya ikisinde aralık ölçekli değişkenler ve boş değişkenlerin birlikte bulunması,
2. Değişkenler setleri arasındaki ilişkinin doğrusal olması,
3. Analizde kullanılan veriler, aynı çoklu doğrusal (Multi-Normal) evrenden seçilen veri vektörlerinin tesadüfi bir örneğini temsil etmelidir.²³

2.1.5 Faktör Analizi

Faktör Analizi (Factor Analysis) çok sayıda değişken arasındaki içsel ilişkileri analiz etmek ve bu değişkenleri onların gerisinde yatan genel boyutlar

²¹ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.15

²² Kemal Kurtuluş, *Pazarlama Araştırmaları (Yöntem ve Teknikler)*, Sermet Matbaası, 1976, s.426

²³ a.e.

(faktörler) vasıtasıyla açıklamakta kullanılabilecek bir istatistik yaklaşımdır. Amaç en az bilgi kaybıyla orijinal değişkenlerdeki bilgiyi daha küçük faktör setlerine özetlemenin bir yolunu bulmaktır. Dikkate alınan değişkenlerin yapısının tahmininin sağlanmasıyla faktör analizi özetlenmiş ölçekler yaratmak için bir objektif temel olmaktadır.²⁴

Faktör analizinin iki temel kullanımı özetleme ve veri indirgemedir. Veriyi özetlemede faktör analizi yorumlandığı ve anlaşıldığı zaman orijinal değişkenlerden çok daha az sayıda kavramla veriyi tanımlayacak şekilde geride yatan boyutlar türetir. Veri indirgeme her bir boyut için puanlar hesaplamakla ve onları orijinal değişkenlerin yerine koymakla sağlanabilir.²⁵

Faktör analizi bir veya daha fazla değişkenin bağımlı değişken ve tüm diğer değişkenlerin bağımsız değişken kabul edildiği çok değişkenli regresyon, diskriminant analizi, çok değişkenli varyans analizi ve kanonik korelasyon analizi gibi bağımlı yöntemlerden farklıdır. Faktör analizi tüm değişkenlerin eş zamanlı dikkate alındığı her birinin diğer tümü ile ilişkide olduğu ve değişkenlerin doğrusal kombinasyonu olan faktör (variate) kavramını kullanan birbirine bağımlı bir yöntemdir.²⁶

Faktör analizinde temel dört adım vardır. Bunlar:

1. Korelasyon veya kovaryans matrisi hesaplanır. Eğer bir değişken diğer tüm değişkenlerle çok küçük bir korelasyona sahip ise diğer adımda onu elimine etmek düşünülebilir.
2. Faktör yükleri tahmin edilir. Burada, faktör türetme yönteminin temel bileşenler mi yoksa faktör analizi türetme yöntemlerinden biri mi olacağına karar verilir. Temel bileşenlerle başlanması önerilmektedir.
3. Daha anlaşılır olabilmesi için faktör yükleri rotasyona tabi tutulur. Rotasyon yöntemleri her bir faktör için hesaplanan yükleri ya büyütür ya da küçültür. Bu sonuçları gördükten sonra otomatik olarak seçilenden daha az sayıda faktör bulundurmak istenebilir.

²⁴ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.14

²⁵ a.e., s.90

²⁶ a.e., s.91

4. Her bir faktör için puanlar hesaplanır ve diğer işlemlerde girdi değişkeni olarak kullanılmak üzere kaydedilir. Kaydedilen puanlar aynı zamanda sapan değerleri belirlemek için de kullanılabilir.²⁷

Faktör analizinin gerisinde yatan varsayımlar istatistiksel olmaktan çok kavramsaldir. İstatistiksel açıdan bakıldığında normallikten (normality), hata terimlerinin varyansının sabitliğinden (homoscedasticity) ve doğrusallıktan (linearity), sapmalara sadece onların gözlenen korelasyonları azaltma derecesine göre başvurulur. Eğer faktörlerin anlamlılığına yönelik istatistik bir teste başvurulacaksa sadece normalliğin sağlanması yeterlidir. Amaç birbirleriyle bağlantılı değişken setlerini tanımlamak olduğu içinde bir dereceye kadar çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) kabul edilebilir. Kavramsal varsayımlar ise seçilen değişken ve örnek setiyle ilişkilidir. Bu anlamda faktör analizinin temel bir varsayımı seçilen değişkenler setinde belirgin bazı yapıların mevcut olmasıdır. Değişkenlerde gözlenen yapıların faktör analizi ile çalışmak için kavramsal olarak geçerli ve uygun olmasını sağlamak araştırmacının sorumluluğundadır, çünkü yöntem korelasyonlar dışında değişkenler arasında uygunluğu belirlemede başka araçlara sahip değildir.²⁸

2.1.6 Kümeleme Analizi

Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) birbirine benzer birimlerin veya uyarıcıların saptanması ve kümelerde (veya gruplarda) toplanması amacıyla uygulanan bir çok değişkenli istatistik yöntemidir. Amacı esas olarak birimlerin tüm değişkenler itibarıyla benzerliklerini esas alarak benzer birimlerin aynı gruplarda veya kümelerde toplanması, bu kümelerin tanımlanması ve yeni birimlerin hangi gruba dahil olduğunun tahmin edilmesidir.

Kümeleme analizinin başlıca varsayımları, veri matrisinin analiz öncesi tahmin ve kriter değişkenleri alt matrislerine bölüştürülmemesi ve verilerin kısmen homojen kısmen heterojen olmasıdır. Ancak bu ikinci varsayım diskriminant analizinde olduğu gibi veri matrisinin analiz öncesi verilerin verilerdeki ayrılıklar veya benzerlikler saptanmaksızın gruplara ayrılmasından çok farklıdır. Bu açıklamaların ışığı altında kümeleme analizinin; tahminden çok tanımlama ile,

²⁷ SPSS Base 10.0 Applications Guide, SPSS Inc. USA, 1999, s.319

²⁸ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.99-100

değişkenlerden çok bireylerle, kriter-tahmin değişkenleri ilişkilerinden çok tüm veri setindeki ilişkilerle ilgilendiği, bu analizde değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmasının şart olmadığı ve analizin seçilen kümeleme yöntemine göre nominal, ordinal, aralık veya kombine bir ölçekle ölçülmüş verilere uygulanabileceği söylenebilir.²⁹

2.1.7 Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik Regresyon analizi (Logistic Regression Analysis) bağımlı değişkenin nominal ve bağımsız değişkenlerinde nominal, aralık veya oran ölçekli olduğu araştırmalarda kullanılmaktadır. Burada dikkat çeken bağımsız değişkenlerin kategorik ve sürekli değişkenlerden oluşabileceğidir. Bağımsız değişkenlerin dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayıma sahip olmaması nedeniyle bağımsız değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda kullanılması uygun olan bir yöntemdir. Tek bir kategorik bağımsız değişken olduğu durumlarda yöntem bir çapraz tablolar analizine(Contingency Table Analysis) indirgenir.³⁰

Çok değişkenli istatistik yöntemler tanımlandıktan türleri ve amaçları hakkında genel ayırtıcı bilgiler verildikten sonra araştırmada kullanılacak ve araştırmanın amacına uygun bir yöntem olan diskriminant analizi daha ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

2.2 Diskriminant Analizi

Diskriminant Analizi (Discriminant Analysis), temelleri 1930’larda Fisher³¹ tarafından atılan biyoloji, davranış bilimleri ve finans alanlarında sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistik yöntemlerden biridir.. Hem iş dünyası hem de akademisyenler tarafından kullanılan bu yöntemden tüketici kredilerinin değerlendirilmesi ve başarılı başarısız işletmelerin belirlenmesi gibi bir çok alanda yararlanılmaktadır.³²

²⁹ Kemal kurtuluş, a.g.e., s. 474

³⁰ Subhash Sharma, a.g.e., s.317

³¹ R. A. Fisher, “The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems”, *Annals of Eugenics*, 7, 1936, pp.179-188

³² Güneş Ş. Şen Bankalarda Mali Başarısızlık ve Türkiye’de Mali Başarısızlığa Uğrayan Bankaların Kantitatif Yöntemler Yardımıyla Tahmini, Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Ü. Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Bankacılık ABD, İstanbul, 1998, s. 123

Analiz, birçok değişken birlikte dikkate alınmak suretiyle araştırmacıya iki veya daha fazla grup arasındaki farklılıkları inceleme fırsatı sağlamaktadır. Analiz öncesi bulunması gereken temel şartlar birçok değişkene göre farklılık gösterdiğini varsaydığımız iki veya ikiden fazla sayıda grup olması ve bu değişkenlerin aralık veya oran ölçekli olmasıdır.³³ İki grup varsa analiz İki Gruplu Diskriminant Analizi (Two Group Discriminant Analysis), ikiden fazla grup söz konusu ise analiz Çok Gruplu Diskriminant Analizi (Multivariate Discriminant Analysis) olarak adlandırılır.

Diskriminant analizinde birimler bir bağımsız değişkenler setine bağlı olarak karşılıklı özel ve ayrıntılı gruplara sınıflandırılmaktadır. Temel diskriminant analizi metodolojisi çok gruplu durumda sonuçların yorumlanması bir miktar zor olmakla birlikte iki veya çoklu gruplara uygulanabilir.³⁴

Diskriminant analizinin temel iki amacı bulunmaktadır: Ayırma (Discrimination) ve Sınıflandırma (Classification). Analizin bu işlevlerinden dolayı eğer diskriminant analizi bir ayırma fonksiyonu belirlemeye yönelik olarak uygulandıysa Tanımlayıcı Diskriminant Analizi (Descriptive Discriminant Analysis) ve eğer sınıflama amacıyla uygulanmış ise Ayırıcı Diskriminant Analizi (Predictive Discriminant Analysis) olarak isimlendirilir.³⁵

Analize mevcut gruplardaki birimlerle başlanır ve gruplar arasındaki farklılıkları en iyi karakterize edecek şekilde ayırıcı değişkenlerin doğrusal kombinasyonları olan diskriminant fonksiyonları bulunur. Elde edilen fonksiyonlar yeni birimlerin gruplara sınıflandırılmasında kullanılır.³⁶

Diskriminant analizi sadece yeni birimleri sınıflandırmak için fonksiyonlar türetmek veya gruplar arasındaki çok değişkenli farklılıkları test etmek için değil aynı zamanda :

1. Birçok değişken içinden hangilerinin gruplar arasındaki ayırımı sağlamada en yararlı olduğunu,
2. Bir değişkenler setinin diğeri kadar iyi performans gösterip göstermediğini,

³³ William R. Klecka, **Discriminant Analysis**, Sage Publications, California, 1980, s.7-8

³⁴ William R. Dillon, ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.360

³⁵ Kazım Özdamar, **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler)** Eskişehir, Kaan Kitabevi, 1999, s. 320

³⁶ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.14

3. Hangi grupların birbirine en çok benzediğini,
4. Hangi birimlerin ait oldukları gruptaki diğer birimlerden göze çarpacak derecede farklı olduğunu (uç değer) araştırma veya belirlemede kullanılabilir.³⁷

Diskriminant analizinin başlıca hedefleri grup farklılıklarını temsil eden boyut veya boyutlar ve grup üyeliklerini tahmin etmek için sınıflandırma fonksiyonları bulmaktır. Bu hedeflerin elde edilebilme derecesi şüphesiz bağımsız değişkenlerin seçimine bağlıdır. Değişken seçimi, değişkenlerin grup üyelikleri hakkında bilgi sağladığı teorik temel veya maliyet, uygunluk gibi pragmatik düşünceler temeli üzerine yapılabilir.³⁸

Diskriminant analizinde veriler, asal bileşenler ve faktör analizinde genellikle olduğu gibi analiz öncesi sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olmak için standartlaştırılmak zorunda değildir. Bu, diskriminant analizi sonuçlarının bireysel değişkenlerin ölçeklendirilmesinden önemli bir şekilde etkilenmemesi sebebiyledir.³⁹

Diskriminant analizinin daha ayrıntılı incelemesine geçmeden önce onun diğer çok değişkenli istatistik yöntemlerle arasındaki benzerlik ve farklılıklardan bahsetmek uygun olacaktır.

2.2.1 Diskriminant Analizi ve Diğer Çok Değişkenli İstatistik

Yöntemlerle İlişkisi

2.2.1.1 Kümeleme Analizi ile Arasındaki ilişki

Diskriminant analizi kümeleme analizi ile ilişkilidir. Kümeleme analizi, bireylerin tüm değişkenler itibarıyla benzerliklerini esas alarak, birbirlerine benzer olan bireylerin aynı gruplarda toplanmasını amaçlaması bakımından diskriminant analiziyle benzerlik gösterir.⁴⁰ Ancak diskriminant analizinde n birimin 2 veya daha fazla karşılıklı ayrık küme veya gruplardan hangisine ait olduğu önceden bilinmesi ve farklı anakütlelerden çekildiği varsayılmasına rağmen kümeleme analizinde amaç

³⁷ a.e., s.248

³⁸ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, *Using Multivariate Statistics*, Harper Collins College Publisher, Third Edition, Northridge, 1996, s.509

³⁹ Bryan F. J. Manly, *Multivariate Statistical Methods-A Primer*, Chapman and Hall, New York, 1986, pp.87

⁴⁰ Zeki Çakmak, *Çoklu Ayırma ve Sınıflandırma Analizi-Eğitimde Öğrencilerin Meslek Seçimine Uygulanması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniv. SBE, Eskişehir, 1986, s.16

anakütleleri önceden bilinmeyen grupları bulmaktır.⁴¹ Grup üyelikleri ile ilgili herhangi bir bilgi olmayarak analize başlanması yanında kaç tane kümenin var olduğu da sıklıkla bilinmez.⁴² Kümeleme analizi sonuçlarının diskriminant analizinin istatistik bir test olarak kullanılmasıyla testi mümkündür.⁴³ Kümeleme analizinde bilgiyi özetleme amacı da olduğundan dolayı özetlenen bilgiler diskriminant analizinde veri olarak kullanılabilir.⁴⁴ Diskriminant analizinde amaç, anakütleler arasındaki, bazı dışsal kriterler tarafından muğlak bir şekilde açıklanabildiği varsayılan ayrımın, ne kadar iyi olduğunun belirlenmesidir. Diğer yandan, kümeleme araştırmasında amaç ise bazı içsel kriterlere dayalı olarak birimlerin doğal kümelerinin belirlenmesidir.⁴⁵

2.2.1.2 Asal Bileşenler Analizi ile Arasındaki İlişki

Diskriminant analizi ile asal bileşenler analizi arasında bazı benzerlik ve farklılıklar vardır. Her ikisinde de yeni bir eksen tanımlanır ve orijinal değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olan yeni bir değişken türetilir. Yeni değişken noktaların bu yeni eksen üzerine projeksiyonu ile elde edilir. Farklılık, yeni eksen tanımlamada kullanılan kriterden kaynaklanmaktadır. Asal bileşenler analizinde yeni eksen, noktaların yeni eksen üzerine projeksiyonu verideki maksimum varyansı içerecek şekilde tanımlanır çünkü örneği gruplara ayırmak için bir kriter değişken söz konusu değildir. Diskriminant analizinde ise amaç verideki maksimum varyansı hesaplamak değil fakat gruplar arasında en iyi ayrımı sağlayan gruplararası kareler toplamı ve grup içi kareler toplamı oranını maksimize etmektir. Tanımlanan yeni eksen veya doğrusal kombinasyon, doğrusal diskriminant fonksiyonu olarak tanımlanır.⁴⁶

2.2.1.3 Çok Değişkenli Varyans Analizi ile Arasındaki İlişki

Diskriminant analizine de, çok değişkenli varyans analizinde olduğu gibi, iki veya daha fazla gruptan hangisine ait olduğu bilinen birimlerle başlanır, sonra

⁴¹ Robert E. Jensen, "A Cluster Analysis Study of Financial Performance of Selected Business Firms", *The Accounting Review*, January, 1971, pp.36-56

⁴² SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.293

⁴³ R.A. Eisenbeis ve R.B Avery, *Discriminant Analysis and Classification Procedures*, D.C. Heath and Company, London, 1972, s.36.

Zeki Çakmak, a.g.e. s.16

⁴⁴ Zeki Çakmak, a.g.e., s.16

⁴⁵ Robert E. Jensen, a.g.e., pp. 36-56

⁴⁶ Subhash Sharma, a.g.e., s. 241-242

gruplar arasındaki farklılıkları en iyi açıklayacak kantitatif ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyon tanımlanmak için diskriminant yöntemi kullanılır.⁴⁷ Diskriminant analizinde, bağımlı değişken grupları temsil eder ve bağımsız değişkenler aralık ölçeklidir.⁴⁸ Ayırıcı değişkenlerin diskriminant analizindeki aksine bağımlı değişken ve gruplarında bağımsız değişken olarak alınması durumunda diskriminant analizi çok değişkenli varyans analizinin bir uzantısı haline gelir.⁴⁹

Çok değişkenli varyans analizinde anakütle ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı test edilir. Diskriminant analizinde olduğu gibi, gruplar arasında maksimum ayrımı sağlayan değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu hesaplanmamasına rağmen, çok değişkenli anlamlılık testleri, dolaylı olarak böyle bir doğrusal kombinasyondan elde edilen F oranı yardımıyla, anakütle ortalamalarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini test eder. Buradan hareketle tek bir ayırıcı değişken olması durumunda çok değişkenli varyans analizi ile diskriminant analizi arasında bir fark yoktur denebilir.⁵⁰

Sınıflandırma, çok değişkenli varyans analizine karşı diskriminant analizinin önemli bir eklentisidir. Diskriminant analizini içeren programların çoğu sınıflandırmanın yeterliliğini değerlendirir. Diğer bir farklılık ayırıcı değişkenler arasındaki farklılıkların yorumlanmasında ortaya çıkar. Çok değişkenli varyans analizinde çoğunlukla hangi bağımlı değişkenlerin grup farklılıklarıyla bağlantılı olduğuna karar verilirken nadiren bir bütün olarak bağımlı değişkenler arasındaki farklılıkların kalıbı yorumlanmaya çalışılır. Diskriminant analizinde ise sıklıkla başvuru olan böyle bir yorumlama çabası ortaya karmaşıklık çıkarır çünkü ikiden daha fazla grup olduğu durumlarda, gruplar arasındaki farklılığı sağlamak için ayırıcı değişkenleri birleştirmede birden çok yol olabilir. Gerçekte, gruplar için, var olan serbestlik derecesi kadar gruplar arasındaki farklılığı sağlayan boyut olabilir. Örneğin üç grup varsa gruplar arasındaki farklılığı açıklayan iki boyut var olabilir:

⁴⁷ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.243

⁴⁸ Jacques Tacq, a.g.e., s.234

⁴⁹ William R. Klecka, a.g.e., s.11

⁵⁰ Subhash Sharma, a.g.e., s.350

birinci grubu ikinci ve üçüncü gruptan ayıran bir boyut ve ikinci grubu üçüncü gruptan ayıran bir boyut örnek olarak verilebilir.⁵¹

2.2.1.4 Çok Değişkenli Regresyon Analizi ile Arasındaki İlişki

Diskriminant analizinde, değişkenlerin doğrusal kombinasyonu çok değişkenli bir regresyon eşitliğinin sağ tarafına benzer, çünkü o da, katsayılarla çarpılan değişkenlerin elde edilen çarpımlarının toplamıdır. Yöntem katsayıları tahmin eder ve sonuçta elde edilen fonksiyon yeni birimlerin sınıflandırılmasında kullanılır.⁵² Başka bir ifade şekliyle eğer grup kategorileri bağımlı, ayırıcı değişkenler bağımsız değişken olarak alınırsa durum çoklu regresyon yöntemine benzemektedir. Temel farklılık diskriminant analizinin bağımlı değişkeni nominal ölçekle ölçülmüş kabul etmesidir.⁵³

İki gruplu diskriminant analizini bir çoklu regresyon problemi olarak göstermek mümkündür. Elde edilecek çoklu korelasyon katsayısı R, hesaplanan kanonik korelasyon katsayısı ile aynıdır. Regresyon analizinde R^2 bağımlı değişkendeki değişkenliğin bağımsız değişkenler tarafından açıklanan kısmının bir ölçüsüdür ve sonuç olarak bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir. Diskriminant değerinin ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olması nedeniyle kanonik korelasyon, $CR^2 = SS_b / SS_t$, gruplar arasında ayırıcı değişkenler tarafından açıklanan değişkenliği göstermektedir. Yani, CR^2 diskriminant fonksiyonunun gücünün bir ölçüsüdür. CR^2 , 0 ile 1 arasında değerler almasına rağmen onun hangi yüksek değerinin yüksek olarak kabul edileceği konusunda bir netlik yoktur. Araştırmacı CR^2 'yi benzer çalışmalarda elde edilenlerle karşılaştırmalı ve ilişkinin güçlü, normal veya zayıf olup olmadığını belirlemelidir.⁵⁴

Yukarıda da bahsedildiği gibi iki gruplu diskriminant analizi bir çoklu regresyon problemi olarak formüle edilebilir. Bağımlı değişken grup üyeliklerini temsil eder ve ikilidir (0 veya 1 gibi). Bağımsız değişkenler ise ayırıcı değişkenlerdir. Diskriminant fonksiyonu katsayıları ile çoklu regresyon katsayıları aynı değildir, aralarındaki ilişki, sabit terim dikkate alınmazsa, katsayıların oranlarının birbirine

⁵¹ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.508

⁵² SPSS Base 10.0 Applications Guide, (1999) SPSS Inc. USA, s.243

⁵³ William R. Klecka, a.g.e., s.11

⁵⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 253

eşit olması şeklinde ortaya çıkar. Normalleştirilmiş katsayılar ise birbirine eşittir. Normalleştirme de, b_1 ve b_2 katsayıları ifade etmek üzere aşağıdaki gibi yapılır.

$$b_1 = \frac{b_1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$$
$$b_2 = \frac{b_2}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$$

Bu şekilde yapıldığında yuvarlama hataları dışında her iki fonksiyon katsayıları birbirine eşit olur. Ancak bağımlı değişkenin ikili olması yüzünden çoklu normallik ve eş varyans varsayımlarının ihlal edilebilmesi nedeniyle regresyon analizinin istatistik anlamlılık testlerinin yorumlanmasında dikkatli olunması tavsiye edilir.⁵⁵

Diskriminant analizinde ayırıcı değişkenler, aralık ve oran ölçeğindedir. Çoklu regresyon analizinde olduğu gibi onlar nedensel faktörler olarak düşünülebilir. Bağımlı değişken Y iki grubu temsil eder. O da iki kategoriden oluşan ikili bir değişken olarak görülebilir. Bu sebepten ötürü artık Y değerlerinin tahmini üzerinde durulmaz, bunun yerine iki gruptan birine sınıflandırma üzerinde durulur. Çoklu regresyon analizinde olduğu gibi model aynı zamanda toplayıcıdır (additive). Bu da temelde interaksiyon etkisinin olmadığını yani X_1 ve X_2 'nin ağırlıklı toplamalarının ön planda olduğunu ve $X_1 X_2$ çarpımlarının dikkate alınmadığını ifade eder.⁵⁶

2.2.1.5 Lojistik Regresyon Analizi ile Arasındaki İlişki

İki yöntem arasındaki seçim her bir yöntem tarafından yapılan varsayımlara bağlıdır. Lojistik regresyon dağılımla ilgili herhangi bir varsayım yapmamasına rağmen diskriminant analizi verilerin çoklu normal dağılımdan geldiğini varsayar. Çoklu normallik dağılımı kategorik ve sürekli değişkenlerin birlikte dikkate alınması durumunda sağlanamayacağından dolayı böyle durumlarda lojistik regresyon analizinin kullanılması önerilir. Kategorik değişken olmadığı durumlarda çoklu normallik varsayımı sağlanamadığı takdirde lojistik regresyon kullanılmalı ve çoklu normallik varsayımının sağlanması durumunda ise diskriminant analizi kullanılmalıdır çünkü diskriminant analizi hesaplamalar yönüyle daha etkindir.⁵⁷

⁵⁵ a.g.e., s.262-263

⁵⁶ Jacques Tacq, a.g.e., s.232

⁵⁷ Subhash Sharma, a.g.e., s.332

2.2.1.6 Kanonik Korelasyon Analizi ile Arasındaki İlişki

Bağımlı yöntemlerin çoğu kanonik korelasyon analizinin özel durumlarıdır. İki gruplu diskriminant analizi de kanonik korelasyon analizinin özel bir durumudur. Eğer kriter ve ayırıcı değişkenler seti tek bir değişken içeriyorsa o zaman kanonik korelasyon iki değişken arasındaki basit korelasyona indirgenir. Çok gruplu diskriminant analizi de kanonik korelasyon analizinin özel bir halidir. Eğer kriter değişkenler ikiden çok grubu temsil eden kukla değişkenler ise kanonik korelasyon analizi çok gruplu diskriminant analizine indirgenir.⁵⁸

Görüldüğü gibi diskriminant analizinin çok değişkenli istatistik yöntemlerle arasında yakın benzerlikler olduğu açıktır. Yani her bir yöntem diğer yöntemlere birkaç noktadan benzemektedir. Bu da çok değişkenli istatistik yöntemlerin geliştirilmesinde diğer yöntemlerdeki temellerden yararlanıldığını göstermektedir.

Bir sonraki bölümde diskriminant analizi varsayımları açıklanacak ve varsayımlardan sapmalar halinde onların nasıl sağlanacakları açıklanacaktır.

2.2.2 Diskriminant Analizinin Varsayımları

İlk olarak, analizin temel birimleri olan veri birimleri⁵⁹ karşılıklı olarak birbirinden farklı iki veya daha fazla grubun bir üyesi olmalıdır. Gruplar arası ayırmada kullanılan özellikler ayırıcı değişkenler olarak adlandırılır. Bu değişkenler aralık veya oran ölçeğinde olmalıdır böylece ortalamalar ve varyanslar hesaplanabilir ve yine matematik eşitliklerde onlara başvurmak mümkün olabilir. Genel olarak toplam birim sayısı toplam değişken sayısının iki fazlasından çok olmadığı sürece ayırıcı değişken sayısı için bir sınırlama yoktur. Ancak ayırıcı değişkenlerin sahip olmasına izin verilen istatistiki özellikler üzerine bazı kısıtlar vardır. Bunların biri herhangi bir değişken diğer bir değişkenin doğrusal bir kombinasyonu olamaz. Bir çok uygulamada aranan diğer bir varsayım ana kütle kovaryans matrislerinin her bir grup için eşit olmasıdır. Diğer bir varsayım her bir grubun çok değişkenli normal dağılıma sahip bir anakütleden gelmesidir. Yukarıda bahsedilen varsayımlar maddeler halinde alt bölümlerde ele alınmaktadır.⁶⁰

⁵⁸ a.g.e., s.409

⁵⁹ Bunlar insanlar, hayvanlar, ülkeler, zamanın farklı noktalarında ekonominin durumu veya herhangi bir şey olabilir

⁶⁰ William, R. Klecka, a.g.e., s.8-11

1. İki veya daha fazla sayıda grup: $G \geq 2$
2. Her bir grup için en az iki birim: $n_i \geq 2$
3. Toplam birim sayısı eksi ikiden fazla olmayacak şekilde istenen sayıda ayırıcı değişken: $0 < p < (n-2)$
4. Aralık ölçeğinde ölçülmüş ayırıcı değişkenler
5. Bir ayırıcı değişkenin diğer bir ayırıcı değişkenin doğrusal bir fonksiyonu olmaması
6. Özel formüller kullanılmadıkça her bir grubun kovaryans matrislerinin (yaklaşık olarak) eşit olması
7. Her bir grubun çok değişkenli normal dağılıma sahip bir anakütleden gelmesidir.

(G = grup sayısı, p = ayırıcı değişken sayısı, n_i = i grubundaki birim sayısı
 n = tüm gruplardaki birimlerin sayısı)

Varsayımlar genel olarak açıklandıktan sonra ne anlama geldikleri ve varsayımlardan sapmalar halinde nasıl sağlanacakları konusu aşağıda detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

2.2.2.1 Normallik (Normality)

Çok değişkenli istatistik yöntemlerin çoğu verilerin çok değişkenli normal bir dağılımdan geldiğini varsaymaktadır.⁶¹ Çok değişkenli normallik varsayımı ayırıcı değişken birimlerinin bir anakütleden bağımsız ve tesadüfi olarak çekilmesi ve ayırıcı değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarının örnekleme dağılımının normal olarak dağılmasıdır. Ayırıcı değişkenlerin ortalamalarının örnekleme dağılımlarının tüm doğrusal kombinasyonlarının normalliğini test etmek için uygun testler henüz bulunmamaktadır.⁶²

Basit anlamda çok değişkenli normallik (iki veya daha fazla değişkenin kombinasyonu) her bir değişkenin tek değişkenli normal ve aynı zamanda onların kombinasyonlarının da normal olduğu anlamındadır. Sonuç olarak eğer bir değişken çok değişkenli normal ise o aynı zamanda tek değişkenli normaldir. Ancak tersi

⁶¹ Subhash Sharma, a.g.e., s.374

⁶² Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e, s.512

durum doğru olmak zorunda değildir.(iki veya daha fazla tek değişkenli normal değişkenin çok değişkenli normal olmak zorunda olmaması durumu).⁶³

Çok değişkenli normallik üzerine hem teoride hem de uygulamada yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Mardia⁶⁴ çok değişkenli normalliği test etmek için tek değişkenli basıklık ve çarpıklıktan çok değişkenli çarpıklığa geçiş esasına dayanan bir test geliştirmiştir. Beirlant v.d.⁶⁵ genelleştirilmiş kantillere dayalı olarak çok değişkenli normallik için uygunluk analizi yapmışlardır. Dufour.⁶⁶ çok değişkenli normallik için kesin çarpıklık-basıklık (exact skewness and kurtosis) testlerini incelemiştir. Small⁶⁷ çok değişkenli normalliği test ederken marjinal basıklık ve çarpıklığı ele almıştır. Gray v.d.⁶⁸ çok değişkenli normalliği Avustralya hisse senedi getirileri için test etmişlerdir. Royston⁶⁹ Shapiro-Wilk W istatistiğinden hareketle çok değişkenli normalliğin sağlanmasında kullanılan bazı yöntemleri ele almıştır. Hwu v.d.⁷⁰ Q-Q grafiklerinin korelasyon katsayılarını kullanmak suretiyle çok değişkenli normalliği test etmişlerdir. Watson⁷¹ çalışmasında çok değişkenli normalliğin sağlanmasında uç değerler (outliers) ve dönüşümlerin etkilerini finansal oranları kullanmak suretiyle incelemiştir.

Bu bölümde önce tek değişkenli ve sonra çok değişkenli normallikle ilgili testler incelenecek ve en son olarak normallikten sapmalar halinde yapılabilecek dönüşümlerden bahsedilecektir.

⁶³ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.70-71

⁶⁴ K. V. Mardia, "Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications", *Biometrika*, 57, 1970, pp.519-530

⁶⁵ J. Beirlant, D. M. Mason, C. Vynckier "Goodness-of-Fit Analysis for Multivariate Normality Based on Generalized Quantiles", *Computational Statistics & Data Analysis*, 30, 1999, pp.119-142

⁶⁶ Jean-Marie Dufour "Exact Skewness-Kurtosis Tests For Multivariate Normality And Goodness – of-Fit in Multivariate Regression with Application to Asset Pricing Models", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65, 2003, pp. 891-906

⁶⁷ J. H. Small "Marginal Skewness and Kurtosis in Testing Multivariate Normality", *Applied Statistics*, 29, no 1, 1980, pp.85-87

⁶⁸ Gray v.d. "Testing the Multivariate Normality of Australian Stock Returns", *Australian Journal of Management*, vol.23, no 2, December, 1998, pp.135-150

⁶⁹ J. P. Royston "Some Techniques for Assessing Multivariate Normality Based on the Shapiro-Wilks W", *Applied Statistics*, 32, no.2, 1983, pp. 121-133

⁷⁰ Hwu v.d. "The Combination Test for Multivariate Normality", *J. Statist. Comput. Simul.*, Vol 72(5), 2000, pp. 379-390

⁷¹ Collin J. Watson "Multivariate Distributional Properties, Outliers And Transformation Of Financial Ratios", *The Accounting Review*, vol.65, no.3 july, 1990, pp.682-695

2.2.2.1.1 Tek Değişkenli Normallik Testi

Tek değişkenli normallik testi yapmak için grafik ve istatistik testlere başvurulabilir.

2.2.2.1.1.1 Grafik Testler

Normallik için en basit test gözlem birimlerini normal dağılıma yaklaşan bir dağılımla karşılaştıran histogramların kontrol edilmesidir.⁷² Küçük örnek hacimlerinde nokta (dot) diyagramlarının ve 25 den büyük örnek hacimlerinde ($n > 25$) histogramların tek değişkenli bir dağılımın normal bir dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılması uygundur. Eğer bir değişkenin histogramı yaklaşık olarak simetrik görünüyorsa daha ileri bir kontrol belirli aralıklardaki birimler sayılarak yapılabilir. Tek değişkenli normal bir dağılımda ortalamanın $(\mu_i - \sqrt{\sigma_{ii}}, \mu_i + \sqrt{\sigma_{ii}})$ aralığında olması olasılığı .683, $(\mu_i - 2\sqrt{\sigma_{ii}}, \mu_i + 2\sqrt{\sigma_{ii}})$ aralığında olması olasılığı ise .954'dür. Sonuç olarak büyük bir örnek hacmi n ile $(\mu_i - \sqrt{\sigma_{ii}}, \mu_i + \sqrt{\sigma_{ii}})$ aralığına düşen birimlerin olasılığının $(\hat{p}_{i1})$ yaklaşık .683 olması gerekmektedir. Benzer bir şekilde $(\mu_i - 2\sqrt{\sigma_{ii}}, \mu_i + 2\sqrt{\sigma_{ii}})$ aralığına düşen birimlerin gözlemlenen oranı $(\hat{p}_{i2})$ yaklaşık .954 olmalıdır. $\hat{p}_i$ 'nin örnekleme dağılımına normal yaklaşımını kullanarak ya

$$|\hat{p}_{i1} - .683| > 3\sqrt{\frac{(.683)(.317)}{n}} = \frac{1.396}{\sqrt{n}}$$

ya da

$$|\hat{p}_{i2} - .954| > 3\sqrt{\frac{(.954)(.046)}{n}} = \frac{.628}{\sqrt{n}}$$

değerleri i . birim için varsayılan bir normal dağılımdan sapmaları gösterebilir.⁷³

Grafikler herhangi bir veri analizinde her zaman faydalı araçlardır. Q-Q grafikleri normallik varsayımını değerlendirmek için kullanılabilir. Bu grafikler her bir değişken üzerinde örnek birimlerinin marjinal dağılımları için uygulanabilir. Bunlar eğer birimler gerçekte normal dağılıyorsa gözlemlenmesi beklenen kantil ile

⁷² J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.71

⁷³ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1992, s. 153-154

örnek kantilinin bir grafiğidir. Noktalar düz bir çizgi boyunca çok yakın bir şekilde durduğu zaman normallik varsayımı savunulabilir olacaktır. Eğer noktalar düz bir çizgiden sapma gösteriyorsa normalliğe şüphe ile yaklaşılır. Daha da ötesi sapmaların görünüşü normal olmama durumunun yapısı hakkında ipuçları verir. Normal olmamanın nedenleri tanımlandıktan sonra düzeltici adımlar çoğunlukla mümkündür.⁷⁴

Bir Q-Q grafiği elde etmek için izlenecek adımlar :

1. Orijinal birimler, $x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}$, onlara karşılık gelen $(1-1/2)/n, (2-1/2)/n, \dots, (n-1/2)/n$ olasılık değerlerini elde etmek için küçükten büyüğe doğru sıralanır;
2. Olasılık değerlerine karşılık gelen $q_{(1)}, q_{(2)}, \dots, q_{(n)}$ standart normal kantiller hesaplanır; ve
3. $(q_{(1)}, x_{(1)}), (q_{(2)}, x_{(2)}), \dots, (q_{(n)}, x_{(n)})$ birim çiftlerinin grafiği çizilir ve grafiğin doğruluğu incelenir.

Örnek büyüklüğü yeterince fazla olmadıkça özellikle örneğin $n \geq 20$ Q-Q grafikleri bilgilendirici değildir. Birimlerin normal bir anakütleden geldiği bilinse bile küçük örnek hacimleri için Q-Q grafiğinin doğruluğunda bir miktar değişkenlik olabilir.⁷⁵

Q-Q grafiklerinin doğruluğu grafikteki noktaların korelasyon katsayıları hesaplanarak bulunabilir. Q-Q grafikleri için korelasyon katsayısı

$$r_Q = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{(j)} - \bar{x})(q_{(j)} - \bar{q})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{(j)} - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{j=1}^n (q_{(j)} - \bar{q})^2}}$$

formülü yardımıyla bulunur. Eğer r_Q aşağıda verilen Tablo 2.5 deki uygun değer altına düşerse α anlamlılık seviyesinde normallikle ilgili hipotez reddedilir.⁷⁶

⁷⁴ a.e., s.154

⁷⁵ a.e., s.155-156

⁷⁶ a.e., s.157

Tablo 2.5 Normallik için Q-Q Grafiği Korelasyon Katsayısı Testi Kritik Noktaları

Örnek Hacmi n	α Anlamlılık seviyeleri		
	.01	.05	.10
5	.8299	.8788	.9032
10	.8801	.9198	.9351
15	.9126	.9389	.9503
20	.9269	.9508	.9604
25	.9410	.9591	.9665
30	.9479	.9652	.9715
35	.9538	.9682	.9740
40	.9599	.9726	.9771
45	.9632	.9749	.9792
50	.9671	.9768	.9809
55	.9695	.9787	.9822
60	.9720	.9801	.9836
75	.9771	.9838	.9866
100	.9822	.9873	.9895
150	.9879	.9913	.9928
200	.9905	.9931	.9942
300	.9935	.9953	.9960

Kaynak: Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, Wichern, a.g.e., s.154

2.2.2.1.1.2 İstatistik testler

Normalliği değerlendirmede Q-Q grafiğinin incelenmesine ek olarak istatistik testler de kullanılabilir. Çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) normalliğin iki göstergesidir. Çarpıklık, ortalamalara ve dağılma ölçülerine⁷⁷ ek olarak birimlerin hangi değerlerde toplandığını göstererek birimler hakkında bu iki ölçünün verdiği bilgilere önemli bir katkıda bulunur. Basıklık ölçülerinin amacı da her iki uçtaki değerler arasındaki dağılıma oranla ortalamaya yakın değerlerde nasıl toplanma olduğunu saptamaktır.⁷⁸ Bir dağılım normal olduğu zaman çarpıklık (α_3) ve basıklık ($\alpha_4 - 3$) değerleri sıfırdır. Pozitif çarpıklık birimlerinin çoğunun dağılımın solunda toplanması ve sağ kuyruğun uzun olması durumunu ifade eder. Negatif çarpıklıkta ise durum tersidir sol kuyruk uzundur. Sıfırın üzerindeki basıklık değerleri uzun kuyruklu ve sivri bir dağılımı gösterirken sıfırın altındaki basıklık değerleri

⁷⁷ Bilindiği gibi ortalamalar birimleri tek bir değerle tanımlayan ve dağılma ölçüleri de bu ortalama değerden birimlerin ne kadar farklılık gösterdiğini ortaya çıkaran ölçülerdir.

⁷⁸ Neyran Orhunbilge, Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, 2000, s.128-137

kuyruklarda birçok birimin bulunduğu basık bir dağılımı gösterir.⁷⁹ Çarpıklık ortalamalara, kartillere ve momentlere dayanan üç ölçü yardımıyla hesaplanabilir. İstatistik paket programlarında momentlere dayanan çarpıklık değeri örnek verilerinden hareketle aşağıdaki formül yardımıyla bulunur. Değerin pozitif olması birimlerin küçük değerlerde, negatif olması büyük değerlerde toplandığını gösterirken sıfır olması da simetrik bir dağılımın göstergesidir.⁸⁰

$$\text{Çarpıklık} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3$$

Yine istatistik paket programlarında momentlere dayanan basıklık ölçüsü örnek verilerinden hareketle aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. Bulunan değer pozitif ise dağılımın sivri (leptokurtic), negatif ise basık (platykurtic) ve sıfır olduğunda ise normal olduğu anlaşılır.⁸¹

$$\text{Basıklık} = \left[\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right] - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Hem basıklık hem de çarpıklık için hesaplanan değerler H_0 hipotezdeki sıfır değeri test eden anlamlılık testleri mevcuttur. Çarpıklık için standart hata n örnek birim sayısını göstermek üzere yaklaşık olarak

$$s_s = \sqrt{\frac{6}{n}}$$

olarak bulunur. Hesaplanan çarpıklık değeri sıfır değeriyle z dağılımı kullanılarak karşılaştırılır. Burada z

$$z = \frac{\text{Çarp} - 0}{s_s}$$

formülüyle hesaplanır ve Çarp çarpıklık için hesaplanan değeri ifade eder.

Basıklık için standart hata yaklaşık olarak

$$s_k = \sqrt{\frac{24}{n}}$$

⁷⁹ Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e, s.70

⁸⁰ Neyran Orhunbilge, a.g.e., s.136-137

⁸¹ A.e., s.138-139

olarak bulunur ve hesaplanan basıklık değeri sıfır değeriyle z dağılımı kullanılarak karşılaştırılır. z değeri

$$z = \frac{\text{Bas} - 0}{s_k}$$

formülüyle hesaplanır. Bas basıklık için hesaplanan değerdir.⁸²

Geleneksel fakat tutucu (.01 veya .001) α seviyeleri küçük ve orta boy örneklerdeki basıklık ve çarpıklığı anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için kullanılır. Örnek hacmi büyük olduğu zaman anlamlılık testleri yapmak yerine dağılımın şekline bakmak iyi bir düşüncedir. Örnek büyüklüğü arttıkça hem basıklık hem de çarpıklık için standart hata değerlerinin azalması nedeniyle büyük örneklerde normallikten sadece küçük sapmaların olması halinde bile sıfır hipotezi büyük bir olasılıkla reddedilir.⁸³

Büyük bir örnekte, istatistik olarak anlamlı çarpıklığa sahip bir değişken analizde büyük bir farklılık yaratacak şekilde normallikten yeterli derece sapmayı çoğunlukla göstermez. Diğer bir deyişle, büyük örneklerde anlamlı çarpıklık seviyesi onun gerçek büyüklüğü (sıfırdan uzaklaştıkça daha kötü) ve dağılımın görünümü kadar önemli değildir. Aynı zamanda büyük bir örnekte sıfır basıklıktan uzaklaşmanın etkisi azalır. Örneğin, negatif basıklıkla bağlantılı olarak varyansın düşük tahminleri 100 ve daha büyük birimli örneklerde; pozitif basıklıkla bağlantılı düşük varyans tahminleri 200 veya daha büyük örnek hacimlerinde ortadan kaybolur.⁸⁴

Normallik varsayımının ekonometrik çalışmalarda olduğu gibi istatistik analizde oldukça sık aranması dolayısıyla normallik testleri oldukça yaygındır. Bu bağlamda Mardia⁸⁵, D'Agostino ve Stephens⁸⁶ ve Baringhaus v.d.⁸⁷ tarafından taramalar yaklaşık 40 farklı normallik testi olduğunu göstermektedir. Normalliğin

⁸² Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e, s.72-73

⁸³ a.e.

⁸⁴ a.e.

⁸⁵ K.V. Mardia, **Tests of Univariate and Multivariate Normality**. In by P.R. Krishnaiah(Eds), **Handbook of Statistics, Volume 1: Analysis of Variance**, Amsterdam:North Holland, 1980, pp.279-320

⁸⁶ R.B. D'Agostino ve M.I.A Stephens(Eds), **Goodness-of-Fit Techniques**, New York: Marcel Dekker,1986

⁸⁷ L. Baringhaus v.d. "Recent and Classical Tests for Normality-A Comparative Study", **Commun. Stat., Simulation Comput.**, 18, 1989, pp. 363-379

değerlendirilmesinde kullanılan bu testlerden önemli sayılabilecek bazıları χ^2 Uygunluk, Kolmogorov- Smirnov, Shapiro Wilk, Anderson-Darling, Cramér-von Mises, Shapiro-Francia, Weisberg-Bingham, D'Agostino, Filliben ve Jarque-Bera testleridir.⁸⁸ Burada χ^2 uygunluk testlerinin alternatifi olan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilk testlerinden bahsedilecektir. Kolmogorov-Smirnov testi örnekten elde edilen kümülatif nisbi frekans dağılımının anakütle teorik olasılık dağılımıyla karşılaştırılmasına dayanır. Hesaplanması gereken D istatistiği, gözlenen kümülatif nisbi frekans dağılımı (f) ile kümülatif teorik frekans dağılımı (f') arasındaki maksimum mutlak farktır. Teorik olasılık dağılımlarıyla elde edilen nisbi frekanslar ile gözlenen nisbi frekansların farkları alınarak D değeri elde edilir.⁸⁹

$$D = \max |f - f'|$$

Hesaplanan bu değer çeşitli anlamlılık düzeyleri ve örnek birim sayıları (n) için kritik değerleri gösteren tabloda bulunan $D_{\alpha/n}$ değeriyle karşılaştırılır.

$D \leq D_{\alpha/n}$ ise H_0 kabul yani anakütle H_0 da iddia edilen teorik dağılıma uygundur sonucuna varılır.

$D > D_{\alpha/n}$ ise H_0 red yani anakütle H_0 da iddia edilen teorik dağılıma uygun değildir kararı alınır.⁹⁰

Tek örnek Kolmogorov- Smirnov testi ile gözlem birimlerinin normal, binom, poisson veya uniform bir dağılımdan gelip gelmediği test edilebilir.⁹¹ Yine ortalama ve varyans bilinmediği ve yerine örnek tahminleri kullanıldığında Kolmogorov-Smirnov testi yerine Lilliefors testi uygulanabilir.⁹²

Shapiro-Wilk testi dağılımı bilinmeyen bir fonksiyon olan $F(x)$ 'den çekilen $X_1, X_2, \dots, X_n$ değerlerinden oluşan n birimli bir örnek verilerinden yararlanmaktadır. Testin hipotezleri şunlardır.

H_0 : $F(x)$, ortalama ve varyansı belirli olmayan bir normal dağılıma sahiptir.

H_1 : $F(x)$ ' in dağılımı normal değildir.

⁸⁸ Jean-Marie Dufour v.d. "Simulation-Based Finite Sample Normality Tests in Linear Regressions", *Econometric Journal*, volume 1, 1998, pp. 154-173

⁸⁹ Neyran Orhunbilge, a.g.e., s.281

⁹⁰ a.e., s.282

⁹¹ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.319

⁹² a.e., s.48

Yukarıda verilen hipotezleri test etmek için Shapiro-Wilk test istatistiğini hesaplamak üzere önce aşağıdaki değer bulunur.

$$D = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Daha sonra örnek verileri $X^{(1)} \leq X^{(2)} \leq \dots \leq X^{(n)}$ biçiminde sıralanır. Küçükten büyüğe sıralanmış örnek verilerinden hareketle $k = n/2$ olmak üzere, $a_1, a_2, \dots, a_k$ ⁹³ katsayıları elde edilerek aşağıdaki test istatistiği hesaplanır. ⁹⁴

$$W = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X^{(n-i+1)} - X^{(i)}) \right]^2$$

Yukarıdaki formülden elde edilen test istatistiği ve örneklem hacminden hareketle Shapiro-Wilk tablosundan bulunan değer , seçilen anlamlılık düzeyinden büyük olduğunda dağılımın normal olduğu sonucuna ulaşılmakta , aksi halde H_0 reddedilmektedir.

2.2.2.1.2 Çok Değişkenli Normallik ⁹⁵

Burada iki ve daha fazla sayıda değişken için normallik varsayımı kontrol edilmek istenir. Daha önceki bölümde tek değişkenli marjinal dağılımlar ele alındı. Şimdi iki değişkenli durum incelenmeye başlanacaktır. Eğer birimler çok değişkenli normal bir dağılımdan alınsaydı iki değişkenli her bir dağılım normal ve değişkenlere ait serpilme diyagramı dayaklaşık olarak elips görünümlü olmalıdır. Daha da ötesi iki değişkenli $\mathbf{x}$ sonuçlar seti olan $(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})' \sum^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}) \leq \chi^2_2(.5)$, .50 olasılığa sahip olacaktır. Sonuç olarak $\boldsymbol{\mu}$ onun tahmini olan $\bar{\mathbf{x}}$ ile ve $\sum^{-1}$ onun tahmini olan S^{-1} ile yer değiştirmek suretiyle tüm $\mathbf{x}$ 'ler $(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})' S^{-1} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}) \leq \chi^2_2(.5)$ olacak şekilde örnek

⁹³ Söz konusu a_i değerleri, Shapiro-Wilk testi için çeşitli örnek büyüklüklerine göre hazırlanmış olan standart tablodan elde edilmektedir.

⁹⁴ W. J. Conover, **Practical Nonparametric Statistics**, Second Edition, Texas Tech. University, 1980, s.363-364

Fatma Acar, "Normallik testlerine ilişkin Bir Karşılaştırma", **Uludağ Ü. İ.İ.B.F. Dergisi**, cilt.16, sayı. 4, Aralık, 1998,

⁹⁵ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.158-163

birimlerinin yaklaşık olarak % 50'sinin elips içinde kalması beklenmektedir. Eğer bu gerçekleşmiyorsa normallik varsayımı şüphelidir.

Bir veri setinin kümülatif normalliğini değerlendirmede diğer bir yöntem $x_1, x_2, \dots, x_n$ 'in örnek birimlerini temsil ettiği yerde

$$d_j^2 = (x_j - \bar{x})' S^{-1} (x_j - \bar{x}), \quad j = 1, 2, \dots, n$$

formülüyle hesaplanan genelleştirilmiş kareli uzaklıklara (Squared Generalized Distances) dayanır. Bu yöntem iki değişkenli durumla sınırlı değildir. Değişken sayısının ikiden fazla olduğu tüm durumlarda da kullanılabilir.

Anakütle çok değişkenli normal ve hem n hem de $n-p$ 25 veya 30 dan daha büyük olduğunda $d_1^2, d_2^2, \dots, d_n^2$ kareli uzaklıkların her biri bir Ki kare tesadüfi değişkeni gibi hareket etmelidir. Bu uzaklıklar bağımsız olmasa veya tam olarak Ki kare dağılımı göstermese bile sanki onlar öyleymiş gibi onların grafiğini çizmek faydalıdır. Bu grafik Ki kare veya Gama grafiği olarak isimlendirilir çünkü Ki Kare dağılımı daha genel olan Gama dağılımının özel bir halidir.

Ki kare grafiğini çizmek için:

Kareli uzaklıklar küçükten büyüğe doğru $d_{(1)}^2 \leq d_{(2)}^2 \leq \dots \leq d_{(n)}^2$ olacak şekilde sıralanır.

$\chi_p^2((j-1/2)/n)$ 'nin ki kare dağılımının p serbestlik dereceli $100(j-1/2)/n$ persantili olduğu yerde $(d_{(j)}^2, \chi_p^2((j-1/2)/n))$ çiftlerinin grafiği çizilir.

Grafik düz bir çizgiye benzemelidir. Sistemati olarak eğri olan kalıplar normallikten sapmayı işaret eder. Çizginin sağ uzağına düşen bir veya iki nokta daha fazla dikkat edilmesi gereken büyük uzaklıkları veya uç değerleri gösterir.

Yukarıda normallik varsayımını kontrol etmek için bazı oldukça basit yöntemler tartışıldı. Özellikle $d_j^2, j = 1, 2, \dots, n$ hesaplanması ve elde edilen değerlerin χ^2 persantillerle karşılaştırılması savunulur. Özetlemek gerekirse örneğin p değişkenli normallik aşağıda belirtilen durumlarda sağlanır.

Kabaca d_j^2 nin yarısının $\chi_p^2(.50)$ 'ye eşit veya daha az olması

Sıralı kareli uzaklıklar $d_{(1)}^2 \leq d_{(2)}^2 \leq \dots \leq d_{(n)}^2$ ile $\chi_p^2(\frac{1-1/2}{n}), \chi_p^2(\frac{2-1/2}{n}), \dots, \chi_p^2(\frac{n-1/2}{n})$ arasındaki grafiğin yaklaşık olarak düz bir çizgi olması.

Normallikten sapmalar sıklıkla bir veya daha fazla uç değerden kaynaklanmaktadır. Bu tür gözlemler aşağıdaki grafiklerin bir veya birkaçı yardımıyla çoğunlukla tanımlanabilmektedir.

1. Her bir değişken ($i = 1, 2, \dots, p$) için gözlemler ($x_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$) veya standartlaştırılmış gözlemlerin ($z_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}) / s$) stem and leaf diyagramları veya histogramları
2. Her bir değişken çifti için birimlerin eşleştirilmelerinden elde edilen serpilme diyagramları
3. Kareli uzaklıkların ($d_j^2 = (x_j - \bar{x})' S^{-1} (x_j - \bar{x})$, $j = 1, 2, \dots, n$) Ki kare grafikleri

2.2.2.1.3 Normallik İçin Dönüşümler

Eğer veriler normal bir dağılımdan gelmiyorsa dönüştürülmüş değişkenin dağılımı normal olacak şekilde dönüşüme tabi tutulabilir. Çok değişkenli durumda marjinal dağılımı normal olmayan her bir değişken onun dağılımını normal yapmak için dönüşüme tabi tutulur. Normallik için bazı dönüşümler aşağıdaki tabloda verilmektedir.⁹⁶

Tablo 2.6 Normalliği Sağlamak İçin Dönüşümler

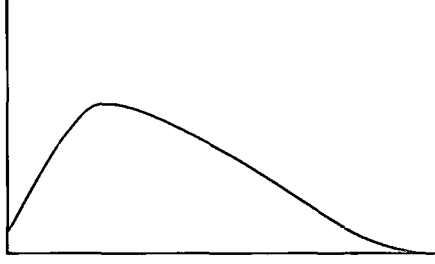
Ölçek türü	Uygulanacak Dönüşüm
Değerler	Karekök dönüşümü
Oranlar (p)	Logit (p) = 0.5 log (p/ 1-p)
Korelasyonlar (r)	Fisher Z = 0.5 log (1+r / 1-r)

Yine dönüşümler için bir kaynak olması açısından orijinal dağılımlar ve normalliğin sağlanması için dönüşümler aşağıda verilmiştir.⁹⁷

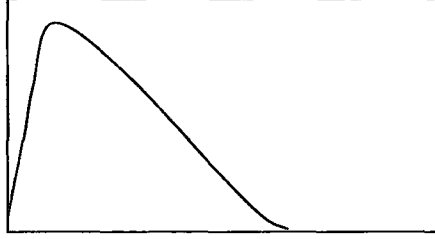
⁹⁶ Subhash Sharma, a.g.e., s.382

⁹⁷ Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.83

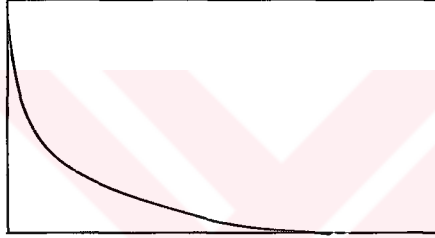
Grafik 2.1 Orijinal Dağılımlar ve Normallik İçin Dönüşümler



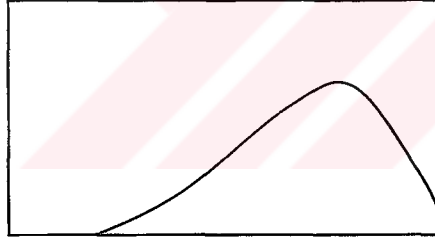
Karekök (Square root)



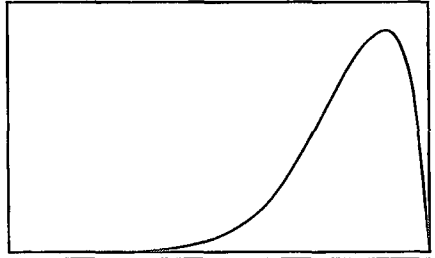
Logaritma (Logarithm)



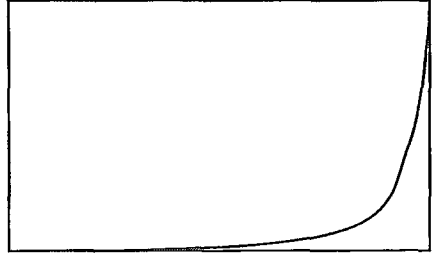
Ters (Inverse)



Yansıt ve karekök
(Reflect and square root)



Yansıt ve logaritma
(Reflect and logarithm)



Yansıt ve tersi
(Reflect and inverse)

Hiçbir dönüşümün uygun olmadığı durumlarda normalliği sağlamada güç dönüşümü (power transformation) kullanılabilir. Bunun türünü tanımlamak için analitik yöntemler kullanılabilir.⁹⁸

Güç dönüşümleri sadece pozitif değerli değişkenler için tanımlanmıştır. Ancak bu görüldüğü kadar kısıtlayıcı bir durum değildir çünkü negatif değerli birimler sözkonusu ise veri setindeki her bir birime sabit bir sayı eklenmek suretiyle bu sorun giderilir. x tesadüfi olarak seçilen bir gözlem birimi olsun. Dönüşümün gücü bir λ parametresine endekslenmiştir. λ için verilen bir değer belirli bir dönüşümü ifade eder. Örneğin $\lambda = -1$ için dönüşüm x^{-1} şeklinde olacaktır. Mümkün dönüşüm sıraları aşağıdaki gibidir.

$$\dots, x^{-1} = \frac{1}{x}, x^0 = \ln x, x^{1/4} = \sqrt[4]{x}, x^{1/2} = \sqrt{x}, x^2, x^3, \dots$$

Güç dönüşümü seçiminde marjinal nokta diyagramı veya histograma bakılır ve büyük değerlerin ortalamalara göre simetrisini artırabilmek için içeri doğru çekilmek veya dışarı doğru itilmek zorunda olup olmadığına karar verilir. Yukarıda gösterilen dönüşümlerin bir kısmıyla yapılacak deneme ve yanılma hesaplamaları ile iyileşme elde edilmeye çalışılır. Son seçim normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığını görmek için Q-Q grafikleriyle veya diğer kontrollerle daima incelenmelidir.⁹⁹

2.2.2.2 Eş Kovaryans Matrisleri

Gruplandırılmış veriye sahip çok değişkenli analizlerin bir çoğunda kovaryans matrislerinin eşitliğinin test edilmesi gerekmektedir. Bazı uygulamalarda asıl ilgi alanı kovaryans matrislerinin karşılaştırılmasıdır. Bunun bir örneği olarak asal bileşenler analizi verilebilir. Bu eşitlik testinin ikinci genel bir uygulaması çok değişkenli varyans ve doğrusal diskriminant analizi gibi standart çok değişkenli analizlerin bir çoğu için geçerli olan eş kovaryans matrisleri varsayımını kontrol etmektir.¹⁰⁰ Bağımlı değişkenler için varyansların homojenliği durumunun çok değişkenli genelleştirimi varyans kovaryans matrislerinin homojenliğidir. Varsayım her bir grup için varyans kovaryans matrisinin aynı anakütle varyans kovaryans

⁹⁸ Subhash Sharma, a.g.e., s.382

⁹⁹ Konunun detaylı açıklaması için bakınız. Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., p.165

¹⁰⁰ James R. Schott, "Some Tests for the Equality of Covariance Matrices", *Journal of Statistical Planning and Inference*, 94, 2001, pp. 25-36

matrisinden örneklenmesi ve tek bir hata tahmini elde edebilmek için uygun bir şekilde birleştirilebilmesidir. Eğer grup içi hata matrisleri homojen değilse birleştirilmiş matris hata varyansının bir tahmini olarak yanıltıcı sonuç verir.¹⁰¹

2.2.2.2.1 Eş Kovaryans Matrislerinin Testi

Diskriminant analizi, MANOVA ve diğer çok değişkenli istatistik yöntemler kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımında bulunmaktadır. Bu amaçla ilk kez 1949 yılında Box tarafından M istatistiği tanıtılmıştır. Box's M istatistiği tek değişkenli ($p=1$) eş varyans testi olan Barlett's B testinin genelleştirilmesiyle elde edilmektedir. Diğer bir anlatımla $p = 1$ için hesaplanacak Box's M istatistiği Barlett's B istatistiğine eşittir.¹⁰²

Diskriminant analizi uygulamasına grup içi kovaryans matrisleri anlamlı olarak farklı ise gerçekte izin verilmez. Barlett ve Box kovaryans matrislerinin eşitliği için birer test geliştirmişlerdir. Box's M testi yapısı gereği daha geneldir ve bilgisayar çıktılarında verilmektedir. Box's M testi F dağılımı ve Barlett's B testi ise Ki kare dağılımı göstermektedir. Bununla beraber B ve M formülleri birbirine benzerdir. Değişken sayısı p , grup sayısı g , her gruptaki birim sayısı N_j ve grup içi kovaryanslar da C_j olmak üzere Box's M istatistiği aşağıda verilmektedir.¹⁰³

$$M = (N - g) \ln |C_w| - \sum_{j=1}^g (n_j - 1) \ln |C_j|$$

Burada; $N = \sum_{j=1}^g n_j$ ve $C_w = \frac{\sum_{j=1}^g (n_j - 1) C_j}{N - g}$

¹⁰¹ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.382

¹⁰² Ali S. Albayrak, Türkiye'de İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler Yardımıyla İncelenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Ü., SBE, 2003, s.53-54

¹⁰³ Jacques Tacq, a.g.e., s.255

Bu M istatistiğinin anlamlılığı Ki-kare ve F istatistiği ile test edilmektedir. Bu değerler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.¹⁰⁴

$$A_1 = \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \times \left[\sum_{j=1}^g \left(\frac{1}{n_j - 1} \right) - \frac{1}{N - g} \right]$$

$$v_1 = \frac{p(p+1)(g-1)}{2}$$

$$A_1 = \frac{(p-1)(p+2)}{6(g-1)} \times \left[\sum_{j=1}^g \left(\frac{1}{n_j - 1} \right) - \frac{1}{(N - g)^2} \right]$$

$$A_2 - A_1^2 > 0 \dots \text{ise}, \dots v_2 = \frac{v_1 + 2}{A_2 - A_1^2} \dots \text{ve} \dots b = \frac{v_2}{1 - A_1 - (v_1 / v_2)}$$

$$F_{v_1, v_2} = \frac{M}{b}$$

$$A_2 - A_1^2 < 0 \dots \text{ise}, \dots v_2 = \frac{v_1 + 2}{A_1^2 - A_2} \dots \text{ve} \dots b = \frac{v_2}{1 - A_1 + (2 / v_2)}$$

$$F_{v_1, v_2} = \frac{v_2 M}{v_1 (b - M)} \dots \chi_{v_1}^2 = M(1 - A_1)$$

Değişken sayısı ve grup sayısı 6'dan küçük ve tüm gruplar için örnek büyüklükleri 20'den büyük olduğunda Ki-kare istatistiği, diğer durumlarda ise F istatistiği kullanılmalıdır.¹⁰⁵ Box's M testi normallikten sapmalara karşı çok duyarlıdır, bu yüzden bu test yapılmadan önce ayırıcı değişkenlerin tek değişkenli normallikleri kontrol edilmelidir.¹⁰⁶

¹⁰⁴ Ali S. Albayrak, a.g.e., s. 54

¹⁰⁵ A.e., s. 54

¹⁰⁶ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.348

2.2.2.2 Eş Kovaryans Matrisinden Sapmaların Etkisi

Eş olmayan kovaryans yapısı diskriminant analizini bir çok yönden etkilemektedir. Temelde, grup ortalama vektörlerindeki farklılıkların anlamlılık testleri ve sınıflandırma bundan etkilenmektedir.¹⁰⁷

Hotelling's İki Örnek T^2 istatistiği (Hotelling's Two Sample T^2 Statistics) doğrusal diskriminant analizinin istatistik testleri ile yakından ilgili olduğundan eş olmayan kovaryans matrisleri durumunda bu istatistiğin gücü üzerine bulgular önemli olmaktadır. Bulgular, kovaryans matrislerinin heterojenliği şartları altında T^2 'nin güçlülüğünün hem değişken sayısı ve hem de gruplardaki örnek büyüklüklerine bağlı olduğunu göstermektedir. Değişken sayısının artmasıyla veya grup örnek büyüklükleri farklı olduğu zaman gerçek anlamlılık seviyesi verilen anlamlılık seviyesinden daha büyük olmaktadır. Bu da anlamlı farklılık olmadığı şeklindeki sıfır hipotezinin ortalama vektörleri gerçekte eşit olsa bile sıklıkla reddedilmesi sonucunu doğurur. Buna ek olarak Holloway ve Dunn¹⁰⁸ değişken sayısı artırıldığı zaman, testlerin örnek büyüklüklerindeki eşit olmayan artışlara duyarlılığının arttığını ve anlamlılık seviyesinin yine sapma gösterdiğini belirtmişlerdir.¹⁰⁹

Eş olmayan kovaryans matris yapısının sınıflandırma üzerine etkilerine daha fazla önem verilmektedir. Gilbert¹¹⁰ ve Marks ve Dunn¹¹¹ çalışmalarıyla doğrusal diskriminant fonksiyonu ve ikinci derece fonksiyon arasındaki uyuşmanın kovaryans farklılıklarına, değişken sayısına ve gruplar arasındaki ayrıma bağlı olduğunu göstermişlerdir. Buna ek olarak örnek büyüklüğü değerlendirmelerinin küçük örnek hacimleri, küçük değişken sayıları ve kabaca benzer kovaryans yapılarıyla ikinci derece formun doğrusal fonksiyon kadar iyi performans göstermediğinin önemi vurgulanmıştır.¹¹²

¹⁰⁷ William R. Dillon, ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.380

¹⁰⁸ L. N. Holloway ve O. J. Dunn, "The Robustness of Hotelling's T^2 " **Journal of the American Statistical Association**, 62, 1967, pp.124-136

¹⁰⁹ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.380

¹¹⁰ E.S. Gilbert, "The Effect Of Unequal Variance-Covariance Matrices On Fisher's LDF" **Biometrics**, 25, 1969, pp.505-516

¹¹¹ S. Marks ve O. J. Dunn, "Discriminant Functions When Covariance Matrices Are Unequal" **Journal of the American Statistical Association**, 69, 1974, pp.555-559

¹¹² William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.380

Yine kovaryans matrislerinin eşitliğinden sapmaların alfa ve beta hatalarını etkilediği belirtilmektedir. Ancak yapılan simülasyon çalışmaları, etkinin beta hatasına kıyasla alfa hatası üzerinde daha çok etkili olduğunu göstermiştir. Araştırmalar eş hücre büyüklükleri durumunda anlamlılık düzeyi, eşit olmayan kovaryans matrislerinden etkilenmediğini göstermiştir. Bu yüzden yapılması gereken eş hücre büyüklükleri elde etmektir. Bununla beraber eş olmayan hücreler durumunda anlamlılık düzeyi, orta düzeyde kovaryans matris farklılığından bile ciddi olarak etkilenmektedir. İki gruplu analizler için aşağıdaki çıkarımlar simülasyon çalışmalarından elde edilmiştir. Küçük grup büyük gruptan daha büyük varyansa sahip ise test liberaldir ve testin gerçek alfa düzeyi nominal alfa düzeyinden daha büyüktür. Diğer taraftan, büyük grup küçük gruptan daha büyük varyansa sahip ise test tutucudur ve testin gerçek alfa düzeyi nominal alfa düzeyinden daha küçüktür.¹¹³

Özetlemek gerekirse, mevcut bulgulara göre eş grup kovaryans matrisleri hipotezinin reddedilmesi grup ortalama vektörlerinin eşitliğinin testleri üzerine olumsuz etkide bulunur. Doğrusal ve ikinci derece kurallar arasındaki uyuma örnek büyüklüğü küçüldüğü, grup kovaryans matrisi farklılıklarının arttığı, grup ortalamalarının yakınlaştığı veya değişken sayısı arttığı durumlarda azalacaktır. Kovaryans matrislerinin anlamlı olarak farklı olduğu durumlarda ikinci derece bir diskriminant fonksiyonu daha uygun olabilir.¹¹⁴ Daha detaylı olarak ifade etmek gerekirse çok değişkenli normalliğin sağlandığı ama eş kovaryans matrisleri varsayımının sağlanamadığı durumlarda benzer ön olasılıklar varsayımı altında optimum kural ikinci derece fonksiyona başvurmalıdır.¹¹⁵

2.2.2.3 Doğrusallık (Linearity)

Doğrusallık varsayımı, değişkenlerin biri veya her ikisinin, bir çok değişkenin kombinasyonları olabileceği bir şekilde, iki değişken arasında doğrusal bir ilişki olmasıdır. Doğrusallık pratik anlamda önemlidir, çünkü Pearson korelasyon katsayısı, R, sadece değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmektedir. Eğer

¹¹³ Ali S. Albayrak, a.g.e., s.52-53

¹¹⁴ Jacques Tacq, a.g.e., s.255

¹¹⁵ William R. Dillon, ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.380

değişkenler arasında büyük doğrusal olmayan bir ilişki varsa onlar dikkate alınmaz.¹¹⁶

Doğrusallığı değerlendirmenin en yaygın yolu değişkenlerin serpilme diyagramlarını (Scatter Plots) incelemek ve verideki, eğer varsa, doğrusal olmayan kalıpları belirlemektir. Alternatif bir yaklaşım ise tek değişkenli regresyon analizine başvurmak ve artık değerleri (Residuals) incelemektir. Artık değerler bağımlı değişkenin açıklanamayan kısmını yansıtır, yani ilişkinin herhangi bir doğrusal olmayan kısmı artık değerlerde görünmektedir.¹¹⁷

2.2.2.3.1 Doğrusallığın Sağlanmasında Dönüşümler

Doğrusal olmayan bir ilişkinin saptanması durumunda doğrusallığı sağlamada sıklıkla kullanılan yöntem, bir veya her iki değişkeni birden dönüşüme tabi tutmaktır. Veri dönüşümlerine bir alternatif olarak ilişkinin doğrusal olmayan kısmını temsil etmesi amacıyla yeni değişkenlerin türetilmesi söylenebilir. İki değişken arasında doğrusallığı sağlamada kullanılacak bir çok yöntem vardır ancak en basit doğrusal olmayan ilişkiler dört kategoriden birine koyulabilir. Hem bağımlı hem de bağımsız değişkenler için potansiyel dönüşümler Grafik 2.1’de verilmiştir.¹¹⁸

İki değişken arasındaki doğrusallığı sağlamada çok sayıda dönüşüm uygulanabilmekte, ancak doğrusal olmayan ilişkiler dört grup altında toplanmaktadır. Her grafik, ikinci derece fonksiyonun hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlere uygulanan dönüşümlerini göstermektedir. Örneğin, değişkenler arasındaki ilişki Grafik 2.1.a’da olduğu gibi ise, her iki değişkenin karesi alınarak ilişki doğrusallaştırılabilmektedir. Çoklu dönüşüm seçenekleri söz konusu olduğunda doğrusallık sağlanana kadar en üstteki dönüşümden aşağıya doğru hareket edilerek dönüşümler gerçekleştirilmelidir. Örneğin; Grafik 2.1.b’de iki değişken arasındaki ilişkiyi doğrusallaştırmak için bağımsız değişkenin karesi alınıp bağımlı değişkene sırasıyla Log Y, $-1/Y$ ve Y dönüşümleri uygulanır ve bunlardan doğrusallığı sağlayan dönüşüm seçilir. Grafik 2.1.c’de ise doğrusallığı sağlayabilmek için 9 dönüşüm

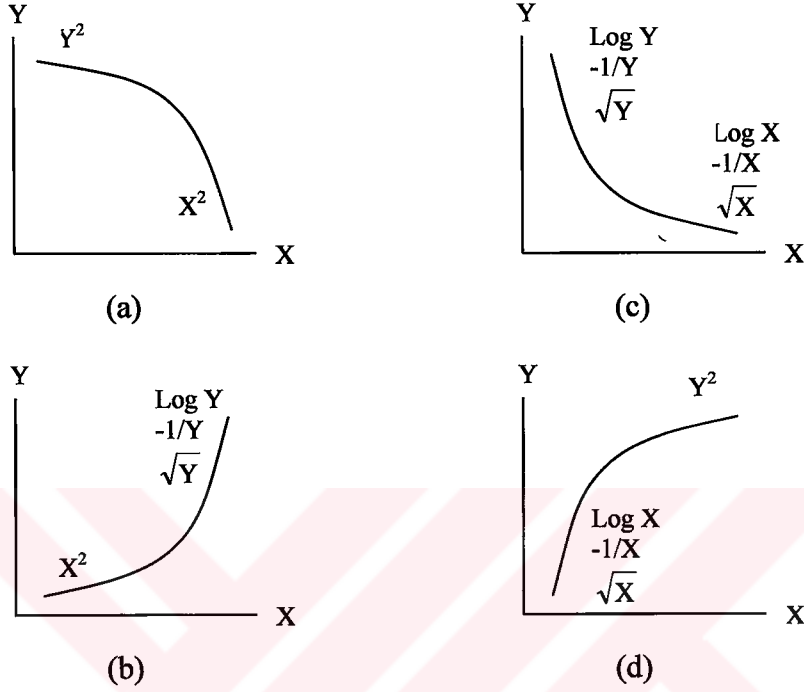
¹¹⁶ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.78

¹¹⁷ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.75

¹¹⁸ a.e., s.75-77

seçeneği söz konusu olmaktadır. Bu dönüşümler doğrusallık sağlanana kadar yukarıdan aşağıya doğru denenerek gerçekleştirilir.¹¹⁹

Grafik 2.2 Doğrusallığı Sağlamada Dönüşümlerin Seçimi



2.2.2.4 Çoklu Doğrusal Bağlantı (Multicollinearity)

Diskriminant analizinin varsayımlarından biri de modele alınan değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantının olmamasıdır. Birden fazla bağımsız değişken söz konusu olduğunda ortaya çıkmaktadır. Bağımsız değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının yüksek yani 1'e yakın olması, diğer bir ifadeyle bağımsız değişkenlerin birbirlerine bağımlı olması anlamını taşımaktadır.¹²⁰ Eğer ayırıcı değişkenler arasında hiçbir bağlantı yoksa yani bu değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı sıfıra eşitse bunlara dikey (orthogonal) değişkenler denir.¹²¹ Aslında multicollinearity terimi birden fazla doğrusal bağlantının ve collinearity de

¹¹⁹ Ali Sait Albayrak, a.g.e., s.55-56

¹²⁰ Neyran Orhunbilge, *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi*, Avcıol Basım-Yayın, İstanbul, 1996, s.195

¹²¹ A. Koutsoyiannis, *Ekonometri Kuramı: Ekonometri yöntemlerinin tanımına giriş*, çevirenler: ŞENESEN Ümit ve GÜNLÜK Gülay, V teori, 1977, s.236

tek bir doğrusal bağlantının varlığına işaret etmektedir, ancak uygulamada bu ayrıma nadiren başvurulur ve multicollinearity her iki durum içinde kullanılmaktadır.

2.2.2.4.1 Çoklu Doğrusal Bağlantı Probleminin Önemi

Çoklu doğrusal bağlantının varlığı halinde hatırdan tutulması gereken bazı noktalar şöyle özetlenebilir.¹²²

1. Ayırıcı değişkenlerin seçimi çoklu doğrusal bağlantıdan etkilenir. Bir değişkenin modele alınmaması sadece onun önemli olmadığı anlamında değildir. Bu değişkenin önemi çok olabilir ve gruplar arasında ayırım yapabilir fakat onun diğer değişkenlerle olan yüksek korelasyonu nedeniyle modele dahil edilmez.

2. Diskriminant fonksiyonunda değişkenlerin önemini belirlemek için standart katsayılar ve diğer ölçülerin kullanılması uygun olmayabilir. Bir değişken aralarında korelasyona sahip olduğu değişkenlerin önemini azaltabilir. Sonuç olarak her bir değişkenin önemine ilişkin yorumların değişkenlerde çoklu doğrusal bağlantının varlığı mevcut olduğu zaman yapılmaması tavsiye olunur.

3. Değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı var ise adım adım diskriminant analizi çoklu doğrusal bağlantının kaynağına bağlı olarak uygun olabilir veya olmayabilir. Anakütleden kaynaklanan çoklu doğrusal bağlantıda bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonun görünümü örnekleme hatalarıyla birlikte örnekten örneğe aynıdır. Böyle bir durumda adım adım diskriminant analizinin kullanımı uygundur çünkü değişkenler arasındaki ilişki anakütlenin bir özelliğidir ve sonuçlar örnekten örneğe değişmeyecektir. Diğer yandan eğer bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon yapısı örneğe göre değişiyorsa adım adım diskriminant analizinin sonuçları örnekten örneğe farklı olabilecektir. Buna örnekten kaynaklanan çoklu doğrusal bağlantı denir. Bu durumda adım adım diskriminant analizi uygun değildir.

2.2.2.4.2 Çoklu Doğrusal Bağlantının Saptanması

Çoklu doğrusal bağlantının saptanmasında kullanılan yöntemlerin bazıları aşağıda belirtilmiştir.

¹²² Subhash Sharma, a.g.e., s. 265-273

1. Basit korelasyon matrisinin kontrol edilmesi. Genel olarak, iki bağımsız değişken arasındaki basit korelasyon katsayısı anlamlı ise bu durum çoklu bağlantı problemine yol açabilir. Buna rağmen, her zaman anlamlı korelasyon çoklu bağlantı problemine yol açmamaktadır. Eğer basit korelasyon katsayısı çoklu korelasyon katsayısından küçükse çoklu bağlantı problemine neden olmayabilir.

2. Modele yeni değişkenler ilave edildiğinde çoklu determinasyon katsayısı, R^2 , değerlerindeki değişimlerin incelenmesi. Eğer modele yeni bağımsız değişkenler ilave edildiğinde R^2 'de önemli bir değişme sağlanamadıysa çoklu bağlantı problemi ortaya çıkmış olabilmektedir.¹²³

3. Özdeğerler (Eigenvalues) ve Şart Endeksi (Condition Index) değerlerinin incelenmesi. Çoklu doğrusal bağlantının varlığını saptamak için özdeğerler (eigenvalues) kullanıldığında 3 çeşit istatistiğe başvurulur: Şart Endeksi (Condition Index), Şart Sayısı (Condition Number) ve Varyans Payları (Variance Proportions). Tabloda özdeğerlerin en büyükten (λ_1) en küçüğe (λ_k) doğru listelenmesi bilinen bir yöntemdir. Şart endeksi (CI) her bir özdeğer için aşağıdaki formülle bulunur.

$$CI_j = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_j}}$$

Yukarıdaki formülden ilk yani en büyük özdeğer için geçerli şart endeksi değerinin 1 olduğu görülür. K ayırıcı değişkene sahip bir korelasyon matrisi için hesaplanan özdeğerler toplamı da daima k 'ya eşit olacaktır. En büyük şart endeksi değeri, en büyük özdeğer (λ_1) ile en küçük özdeğer (λ_k) değerinin birbirlerine bölünmesi ile bulunur ve şart sayısı (CN) olarak adlandırılır.

$$CN = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_k}}$$

Özdeğer değerleri varyans değerleri olduğundan dolayı CI_j ve CN ideal ayırıcılar olan asal bileşenlerin standart sapmalarının oranlarıdır. CI_j ve CN negatif değer almazlar ve yüksek değerler çoklu doğrusal bağlantı için potansiyel olarak görülür. Eğer CN, 30'u aşarsa çok güçlü doğrusal bağlantı söz konusudur. Şüphesiz böyle bir CN, 30'a eşit veya daha büyük değere sahip iki veya daha fazla CI_j değerleriyle bağlantılı olabilir.

¹²³ D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, McGraw-Hill, Third edition, , New-York, 1995, pp.335-336

4. Varyans Artış Faktörlerinin İncelenmesi. Çoklu doğrusal bağlantıyı saptamak için kullanılan en etkin yöntem varyans artış faktörleridir. Kısaca VIF olarak gösterilen bu değerler;

$$VIF_k = \frac{1}{(1 - R_k^2)}$$

formülü ile hesaplanır. R_k^2 , k. bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki çoklu determinasyon katsayısıdır. VIF_k 'nın 1'e yakın olması R_k^2 'nin 0'a yakın olduğunu, yani x_k 'nin diğer bağımsız değişkenlerle doğrusal ilişkisinin olmadığını gösterir. $R_k^2 \neq 0$ olduğunda VIF, 1'den büyüktür. VIF'ler büyüdükçe ciddi bir çoklu doğrusal bağlantının varlığından söz edilir. Uygulamada, 10'un üzerindeki VIF'lerin ciddi çoklu doğrusal bağlantı göstergesi olduğu kabul edilmektedir.¹²⁴

2.2.2.4.3 Çoklu Doğrusal Bağlantı İçin Çözümler

1. Çoklu doğrusal bağlantıyı azaltmak ve bu suretle modelde kalan ayırıcı değişkenlerin katsayılarının standart hatalarını düşürmek amacıyla bir veya birden fazla ayırıcı değişken modelden atılabilir. Bu ölçü bazı sınırlamalara sahiptir. Bunlardan birisi modelde kalan ayırıcı değişkenlerin katsayılarının büyüklüğünün modele dahil edilmeyen birbiriyle bağlantılı ayırıcı değişkenlerce etkilenmesidir.

2. Bazen çoklu doğrusal bağlantıyı önlemek amacıyla yeni birimlerin modele ilave edilmesi mümkündür. Ancak bu durum sıklıkla kullanılamaz. Örneğin işletme ve ekonomide birçok ayırıcı değişken kontrol edilemez bu yüzden yeni birimler daha öncekiler gibi aynı bağlantı kalıbını gösterme eğiliminde olacaktır.

3. Birbiriyle ilişkisi olan iki ayırıcı değişken toplamaları alınarak tek bir değişken olarak modele dahil edilebilir.

4. Çoklu doğrusal bağlantı problemi için en küçük kareler yöntemiyle kullanılabilecek diğer bir çözüm yöntemi yüksek korelasyona sahip ayırıcı değişkenlere dayanan ve bağlantılı ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonu şeklinde bir endeks olan bir veya birden çok karma endeksler oluşturmaktır. Asal bileşenler yöntemi birbirleriyle bağlantılı olmayan karma endeksler sağlar. Bu tür karma endekslerin bir kaç sıklıkla ayırıcı değişkenlerde mevcut bilgilerin çoğunu

¹²⁴ Neyran Orhunbilge, a.g.e., s. 196

aynen almaktadır. Bu tür bağlantısız karma endeksler yüksek korelasyonlu asıl ayırıcı değişkenler yerine ayırıcı değişkenler analizde kullanılır.

7. Çoklu doğrusal bağlantıya çözüm olarak faktör analizi, asal bileşenler analizi gibi çok değişkenli istatistik yöntemler ya da ridge regression gibi taraflı tahmin yöntemleri sıkça kullanılmaktadır.¹²⁵ Bir tahminleyenin küçük bir taraflılığı varsa ve tarafsız tahminleyenden daha kesin ise gerçek parametreye daha yakın olma olasılığı fazla olduğu için tercih edilmektedir.

Varsayımlar açıklandıktan sonra varsayımların sağlanmasında önemli bir rol oynayan ve analiz öncesi dikkatle incelenmesi gereken uç değerler konusu hakkında açıklama yapmak gerekmektedir.

2.2.2.5 Uç Değerler (Outliers)

Uç değerler, istatistiği çarpıtan, değişkenlerin bir kombinasyonu veya bir değişkendeki aykırı değerlere sahip birimlerdir. Uç değerler tek değişkenli ve çok değişkenli durumlarda, kesikli ve sürekli değişkenler arasında, ayırıcı ve bağımlı değişkenler arasında, veride ve analizin sonuçlarında bulunabilir. Sonuçların ağırlıklı olarak uç değerler tarafından belirlenmesi nedeniyle genelleştirilemeyecek sonuçlara götürmektedirler. Uç değerlerin mevcudiyeti için dört neden vardır. İlki, doğru olmayan veri girişidir. Uç değere sahip birimler verilerin doğru olarak girildiğini görebilmek için dikkatlice kontrol edilmelidir. İkincisi, eksik değer (missing value) için belirlenen kodların, istatistik paket programa girişi esnasında yapılan hatadır böylece eksik değer göstergeleri gerçek değermiş gibi okunur. Üçüncüsü, uç değerler bir örnek oluşturmak istenilen anakütlenin bir üyesi değildir. Eğer birimin örneklenmemesi gerekiyorsa o saptandığı zaman silinir. Dördüncüsü, birim ilgilenilen anakütledendir fakat anakütledeki değişkenin dağılımı normal dağılıma göre daha fazla sayıda uç değere sahiptir.¹²⁶

¹²⁵ Demodar N. Gujarati, *Temel Ekonometri*, çev. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen, Literatür yayıncılık, 1999, s. 344

¹²⁶ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.65-66

2.2.2.5.1 Tek ve Çok Değişkenli Uç Değerlerin Bulunması

Tek değişkenli uç değerler bir değişkendeki uç değerli birimlerken çok değişkenli uç değerler iki veya daha fazla değişken kombinasyonlarındaki alışılmamış değerleri birimlerdir. İkili değişkenler veya iki kategori arasında çok düzensiz bölünmeye sahip olanlar (%90-%10 gibi) uç değerler üretir. Uç bölünmelere sahip ikili değişkenler paket programlardaki frekans dağılımları yardımıyla kolaylıkla bulunabilir. Sürekli değişkenler arasında uç değerleri araştırma yöntemi verilerin gruplanmış olup olmamasına dayanır. Eğer gruplanmamış verilerle ilgili analizlerin biri (regresyon, kanonik korelasyon, faktör analizi veya yapısal eşitlik modelleri) yapılacaksa tek ve çok değişkenli uç değerler bir kerede tüm birimler arasında aranır. Eğer gruplanmış verilerle ilgili analizlerin biri yapılacaksa (kovaryans analizi, çok değişkenli varyans analizi ve çok değişkenli kovaryans analizi, diskriminant analizi veya lojistik regresyon) uç değerler her bir grup içinde ayrı ayrı aranır. Sürekli değişkenler arasında tek değişkenli uç değerler bir veya daha fazla değişkendeki çok büyük standart değere (Z değeri) sahip birimlerdir. Standardize değerleri 3.29'u aşan birimler ($p < .001$, çift kuyruk testi) potansiyel uç değerlerdir. Z değerlerinin incelenmesine bir alternatif veya ek olarak tek değişkenli uç değerleri bulmak için grafik yöntemler vardır. Yardımcı grafikler olarak histogramlar, kutu grafikleri (box plot) ve normal olasılık dağılımları sayılabilir. Potansiyel tek değişkenli uç değerlerin yerleri belirlendikten sonra çok değişkenli uç değerlerin araştırılmasına başlanır. Çok değişkenli uç değerler, değerleri alışılmadık bir kalıba sahip olan birimlerdir. Her bir değişkenin Z değeri beklenen aralık içerisinde olabilir ama iki veya daha fazla değişken birlikte dikkate alındığı zaman değerlerin alışılmadık kombinasyonları açığa çıkar. Böyle alışılmadık kombinasyona sahip birimler bazen uyumsuz (discrepant) olarak isimlendirilir. Çok değişkenli uç değerlerin belirlenmesinde hem istatistik hem de grafik yöntemler mevcuttur. İstatistik yöntemlerden biri her bir birim için Mahalonobis uzaklığın hesaplanmasıdır. Mahalonobis uzaklık, orta nokta (Centroid) tüm değişkenlerin ortalamaları tarafından türetilen nokta olmak üzere, bir birimin diğer tüm birimlerin orta noktalarından uzaklığıdır.

Çok değişkenli uç değerlerin gruplanmış veride aranması durumunda her bir grup içinde aranır. Grup içi uç değerler için tek bir deneme yerine her bir grup için ayrı deneme yapılırsa farklı birimler uç değerler olarak belirlenebilir.¹²⁷

2.2.2.5.2 Uç Değerlerin tanımlanması

Çok değişkenli uç değerler saptandıktan sonra birimlerin neden uç değerde olduğunu anlamak gerekmektedir. Birimlerin anormal olan değerlerini tanımlamak üç nedenle önemlidir. Birincisi, bu yöntem birimlerin örneğin tam anlamıyla bir parçası olup olmadığını göstermektedir. İkincisi, birimleri silmek yerine değerleri düzenleme yoluna gidilecek ise hangi değerlerin düzenlenmesi gerektiği bilinmek zorundadır. Üçüncüsü, bu bilgiler bize sonuçların genelleştirilemeyeceği birim türlerinin bir işaretini verir. Eğer sadece birkaç çok değişkenli uç değer varsa onların tek tek incelenmesi uygun olur. Eğer çok sayıda varsa uç değerlerden oluşan grubu diğer birimlerden ayıran herhangi bir değişkenin var olup olmadığını görmek için onları bir grup olarak inceleme yolu seçilebilir.¹²⁸

2.2.2.5.3 Uç Değerlerin Etkilerinin Azaltılması

Uç değerler belirlendikten sonra onların etkilerini azaltmak için bir çok strateji mevcuttur. Onlardan birini kullanmadan önce birimlerin veri dosyalarına doğru bir şekilde girildiklerine emin olmak için birimlere ait veriler kontrol edilir. Eğer veriler doğru girilmişse bir değişkenin uç değerlerin bir çoğu için sorumlu olma olasılığı dikkate alınır. Eğer öyleyse değişkenin atılması uç değer sayısını azaltabilir. Değişkenin diğer değişkenlerle yüksek korelasyona sahip olması veya analiz için kritik önemde olmaması halinde onun silinmesi iyi bir alternatif olur. Eğer bu basit alternatiflerin hiç biri uygun değilse uç değer olan birimlerin örnekleme yapmak istenilen anakütlenin uygun bir parçası olup olmadığına karar vermek gerekir. Eğer birimler anakütlenin bir parçası değiller ise onlar ilgilenilen anakütle için sonuçların genelleştirilebilmesi hususunda bir kayıp olmaksızın silinir. Eğer uç değerlerin hedef anakütleden örneklendiklerine karar verilirse onlar analizde kahrılır fakat onların etkilerini azaltmak için gerekli önlemler alınır. Bunlar değişkenlerin dönüşüme tabi

¹²⁷ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.66-68

¹²⁸ a.e., s.68-69

tutulması veya değerlerin değiştirilmesidir. Değerlerin değiştirilmesi amacıyla değişkendeki uç değerlere dağılımdaki en yakın uç değerden bir birim daha fazla veya eksik olacak şekilde bir değer vermek mümkündür.¹²⁹

2.2.2.6 Varsayımların Önemi

Diskriminant analizinin varsayımları araştırmacının amaçları ile yakından ilgilidir. Eğer araştırmacı sadece grup içi değişime oranla gruplar arasındaki değişmeyi maksimize eden diskriminant fonksiyonunu saptamak istiyorsa bütün gruplar için grup kovaryans ve dağılımlarının birbirine eşit olduğunu varsaymak yetecektir. Araştırmacının istatistiki önem ile ilgilenmesi durumunda ele alınan nitelikler veya değişkenler açısından grupların bilinmeyen fakat birbirine eşit kovaryans ve dağılımlara sahip olduğu ve bu dağılımların çok değişkenli normal dağılımlar olduğunu varsaymak gerekecektir. Son olarak araştırmacı yeni birimlerin gruplara atanması ile ilgileniyorsa yanlış sınıflandırma maliyetlerinin ve olasılıklarının eşit olduğunu varsaymak zorunluluğu vardır.¹³⁰

2.2.2.7 Varsayımlardan Sapmaların Etkisi

Diskriminant analizinde sağlanması gereken en zor varsayımlar ayırıcı değişkenler üzerine çok değişkenli normal dağılım ve kovaryans matrislerinin eşitliği üzerine olanlardır. Başta Lachenbruch olmak üzere bir çok yazar diskriminant analizinin bu varsayımlardan bazı sapmalara karşı oldukça güçlü bir yöntem olduğunu göstermişlerdir.¹³¹

Çok değişkenli normal dağılım varsayımını sağlamayan değişkenler diskriminant fonksiyonunun tahmininde problemlere neden olabilir.¹³² Normallik varsayımından sapma halinde anlamlılık testleri ve tahmin edilen hata oranları hatalı olabilir.¹³³

Anlamlılık testlerinde, bir örnekten elde edilen istatistik, o istatistiğin teorik olasılık dağılımıyla karşılaştırılır. Eğer ilgilenilen anakütle bu varsayımı sağlamıyorsa, hesaplanan istatistiğin gerçek örnekleme dağılımı teorik olarak

¹²⁹ a.e., s.69

¹³⁰ Kemal Kurtuluş, a.g.e., s. 442

¹³¹ William Klecka, a.g.e., s.61

¹³² J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.259

¹³³ Robert A. Eisenbeis, "Pitfalls in the Application of Discriminant Analysis in Business, Finance and Economics", *The Journal of Finance*, vol. XXXII, no.3 june, 1977, pp.875-900

çıkarılan dağılımdan bir miktar farklı olacaktır. İki dağılım arasındaki fark varsayımdan sapmanın derecesine bağlı olarak çok küçük veya çok büyük olabilir. Lachenbruch diskriminant analizinin normallik varsayımından küçük sapmalara karşı fazla duyarlı olmadığını göstermiştir. Sonuç, etkinlik ve doğrulukta bir miktar azalma şeklinde ortaya çıkar.¹³⁴

Normallik varsayımı grup üyelikleri olasılıklarına dayanan sınıflandırma için de önemlidir. Bu olasılıklar sadece ayırıcı değişkenler çok değişkenli normal bir dağılıma sahip olduğunda uygun olan Ki kare dağılımından hesaplanır. Bu varsayım sağlanamazsa hesaplanan olasılıklar doğru olmayacaktır. Bazı gruplar için olasılıklar abartılı bir şekilde yüksek çıkabilirken diğer gruplar için ise olması gerekenden aşağıda tahmin edilebilecektir. Sınıflandırma amaçları açısından tahmindeki doğruluk, sınırlardaki birimler için çok önemlidir. Eğer belli bir birim 0.90 olasılıkla 1. gruba ait ise ve 0.10 olasılıkla 2. gruba ait ise varsayımlardan sapmalar nedeniyle ortaya çıkan küçük yanlışlıklar için endişe etmeye gerek yoktur. Diğer yandan bir birim 0.51 olasılıkla 1. gruba ve 0.49 olasılıkla 2. gruba ait ise alınacak karar konusunda çok dikkatli olmak gerekir. Burada varsayımlardan sapmalar nedeniyle oluşacak küçük hatalar, kolaylıkla yanlış bir sınıflandırmaya sebep olabilir.¹³⁵

Diskriminant analizi, sapmanın çarpıklıktan kaynaklanması durumlarında normallikten sapmalara karşı güçlüdür. Örnek büyüklükleri eşit ve çift kuyruk testleri kullanıldığı sürece tek değişkenli varyans analizinde 20 serbestlik dereceli bir örnek büyüklüğü çok değişkenli normallik bakımından güçlülüğü sağlayacaktır. Sadece birkaç ayırıcı değişken olması durumunda (beş veya daha az sayıda) güçlülük, en küçük grupta 20 birim olması durumunda da beklenir. Eğer örnekler küçük ve eşit büyüklükte değilse normalliğin sağlanması sorgulanabilir bir durumdur. Ayırıcı değişkenlerin normal örnekleme dağılımına sahip olmaması durumunda bir veya birkaç değişkenin dönüşüme tabi tutulması uygun olabilir.¹³⁶

Eğer normallik hayati önemde bir varsayım değilse sonraki adım ne olacaktır sorusu akla gelir. Bir alternatif, normallik kontrolünden elde edilen bulguları dikkate almaksızın sanki veriler normal dağılım gösteriyormuş gibi ilerlemektir. Bu

¹³⁴ William Klecka, a.g.e., s.61

¹³⁵ William R. Klecka, a.g.e., s.61

¹³⁶ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.512-513

uygulama önerilmemektedir çünkü bir çok durumda yanlış sonuçlara götürür. İkinci bir alternatif değişkenin dönüşüme tabi tutulması yoluyla normal olmayan değişkeni daha normal görünür bir hale getirmektir.¹³⁷

Eğer grup kovaryans matrisleri eşit değilse kanonik diskriminant fonksiyonu ve sınıflandırma denkleminde sapmalar beklenir.¹³⁸ Yine örnek hacmi küçük ve kovaryans matrisleri eşit değilse tahminin istatistik anlamlılığı ters yönde etkilenir. Muhtemel durum yeterli örnek büyüklüklerine sahip gruplar arasında eşit olmayan kovaryans durumudur ki bu şekilde birimler daha büyük kovaryans matrisli gruplara sınıflandırılır. Bu etki örnek büyüklüğü artırılarak ve aynı zamanda sınıflandırma amaçları için grup spesifik (group-specific) kovaryans matrisleri kullanılarak minimuma indirilebilir. Son olarak eğer grup kovaryans matrisleri arasında büyük farklılıklar varsa ve alınan önlemler etkiyi minimuma indirememişse bir çok istatistik paket programda bulunan ikinci derece sınıflandırma yöntemleri kullanılabilir.¹³⁹

Örnek birim sayıları eşit veya çok büyük ise diskriminant analizi gupici varyans kovaryans matrislerinin eşit olması varsayımından sapmalara karşı güçlüdür. Ancak örnek büyüklükleri eşit değil ve az sayıda olduğu zaman eğer varyans kovaryans matrisleri eşit değilse anlamlılık testlerinin sonuçları yanıltıcı olabilir. İstatistik sonuç çıkarma uygun büyüklükteki örneklerle eşit olmayan varyans kovaryans matrisleri bakımından genellikle güçlü olmasına rağmen sınıflandırma güçlü değildir. Birimler daha büyük değişkenliğe sahip gruplara sınıflandırılma eğilimindedir. Eğer sınıflandırma analizin önemli bir amacı ise varyans kovaryans matrislerinin eşitliği testi yapılmalıdır.¹⁴⁰

Asıl amacı gerçek hayatı uygun bir şekilde açıklayacak veya iyi tahmin edecek bir matematik modelde olan bir araştırmacı için, en iyi rehber doğru sınıflandırma yüzdeleridir. Eğer bu oran yüksek ise varsayımlardan sapmalar çok zararlı değildir. Veriyi iyileştirme veya alternatif formüller kullanma çabaları sadece marjinal iyileşmeler sağlayacaktır. Doğru sınıflandırma yüzdelerinin düşük olduğu

¹³⁷ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.164

¹³⁸ William R. Klecka, a.g.e., s.62

¹³⁹ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.259

¹⁴⁰ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.513

durumlarda bunun varsayımlardan sapmalar nedeniyle mi yoksa zayıf ayırıcı değişkenler kullanmak suretiyle mi olduğunu söylemek zordur.¹⁴¹

Diskriminant analizi çok değişkenli normal dağılım ve eş kovaryans matrisleri varsayımının sağlanamaması durumunda da kullanılabilir. Problem sonuçların kullanılmasında ortaya çıkar. Onların neyi kastettiği ve ne kadarlık bir hatanın kabul edilebilir olduğu önemlidir. Bir çok gelişmiş kitap alternatif yöntemler önermekte fakat bunlar gerçek sapma şiddetli olmadığından dolayı sadece küçük çaplı bir iyileşme sağlar.¹⁴²

Diskriminant analizi uç değerlere karşı oldukça duyarlıdır. Sonuç olarak her bir grup için ayrı ayrı tek değişkenli ve çok değişkenli uç değerler için bir test yapılmalı ve anlamlı uç değerler analiz öncesi yok edilmeli veya dönüşüme tabi tutulmalıdır.¹⁴³

2.2.3 İki Gruplu Diskriminant Analizi

İki gruplu bir durum söz konusu ise aşağıda belirtilen üç amaca ulaşılmaya çalışılır.

1. İki grup arasında en iyi ayırımı sağlayan değişkenleri saptamak.
2. Belirlenen değişkenleri veya faktörleri iki grup arasındaki farklılıkları temsil edecek olan yeni bir değişken veya endeks hesaplamak için bir eşitlik veya fonksiyon geliştirmede kullanmak.
3. Belirlenen değişkenleri veya hesaplanan endeksi gelecek gözlemleri iki gruptan birine sınıflandırmak için bir kural geliştirmede kullanmak.¹⁴⁴

İki gruplu diskriminant analizinde bir değişkenler setinin iki grup arasındaki ayırımı sağlamada etkili olup olmadığı araştırılmakta ve sonuçta iki grubu birbirinden maksimum olarak ayıracak şekilde ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonunu elde edilmektedir. Böyle bir doğrusal fonksiyon diskriminant fonksiyonu olarak adlandırılmakta ve genel olarak aşağıda gösterildiği şekilde ifade edilmektedir.

$$Z = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

¹⁴¹ William R. Klecka, a.g.e., s.62

¹⁴² William R. Klecka, a.g.e., s.62

¹⁴³ Barbara G. Tabachnick ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.513

¹⁴⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 237

Burada b_i katsayıları diskriminant ağırlıklarıdır (Discriminant Weights). X_1 'den X_p 'ye kadar olan değişkenler de p sayıdaki ayırıcı değişkenlerdir.¹⁴⁵

İki gruplu durumda, sadece bir diskriminant fonksiyonu vardır. Eğer birden çok grup karşılaştırılsaydı o zaman diskriminant fonksiyonu sayısı en fazla $\min(g-1, p)$ kadar olacaktır. Diskriminant fonksiyonu hesaplandıktan sonra diskriminant analizinin iki temel amacı olan analiz ve sınıflandırmayı inceleme aşamasına gelinir. Analiz aşamasında ayırıcı değişkenlerin gruplar arasında ayırım yapma yeteneğine sahip olup olmadığı ve ne dereceye kadar ayırabildiği test edilir. Sınıflandırma aşamasında ise önce diskriminant fonksiyonunun farklı gruplardaki birimleri iyi bir şekilde ait oldukları gruba sınıflayabilip sınıflayamadığı test edilir sonra da yeni birimlerin gruplara sınıflandırılması incelenir.¹⁴⁶ Diskriminant analizi modeline bazı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Burada Fisher'in klasik yaklaşımı takip edilecektir.

İki gruplu durum için aşağıda verilen veri matrisi görsel bir referans noktası olarak açıklayıcı olacaktır.

$$\begin{array}{cc} & \begin{matrix} X_1 & X_2 & \dots & X_p \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Grup} & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ n_0 \end{matrix} \left[\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \right] \\ \begin{matrix} \text{Grup} & 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ n_1 \end{matrix} \left[\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \right] \end{array}$$

Ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olan diskriminant fonksiyonu iki grup arasında maksimum ayırımı sağlayacak bir şekilde hesaplanmak zorundadır. Yani gruplar arasında mümkün en yüksek ayırımı sağlayan bir kriter gereksinim duyulur. Bu kriteri belirlerken klasik varyans analizi ve özellikle de tek yönlü varyans analizi (One Way Analysis of Variance) terminolojisine başvurulabilir. Bu Fisher'in 1936'da yönteme yaklaştığı şekildedir. İzleyen bölümlerdeki hesaplamalar bu varyans analizi benzeri yaklaşımla uyum içinde yapılacaktır. Yani gruplararası ve grupiçi varyans oranı maksimize edilecektir.¹⁴⁷

¹⁴⁵ Jacques Tacq, a.g.e., s.233

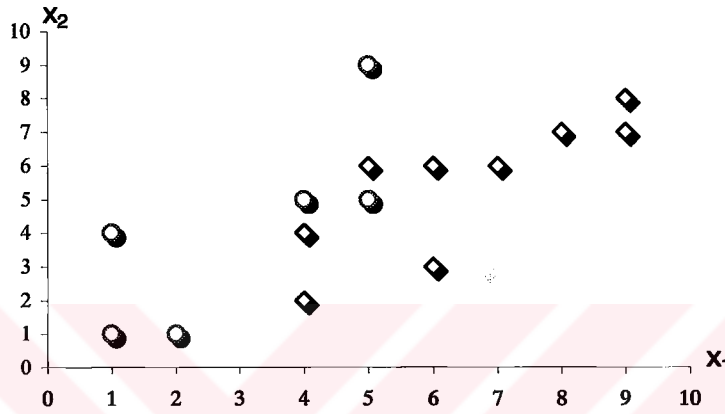
¹⁴⁶ a.e.

¹⁴⁷ a.e., s.234

2.2.3.1 Diskriminant Analizine Geometrik Yaklaşım

Grafik 2.3’de X_1 ve X_2 değişkenlerine ait birimlerin serpilme diyagramı verilmiştir. Grup 0’a ait birimler daire olarak ve grup 1’e ait birimler de kare olarak gösterilmiştir.

Grafik 2.3 İki gruplu Bir Durum için Serpilme Diyagramı



Serpilme diyagramında, ikinci gruba ait birimlerin değerlerinin hem X_1 hem de X_2 için birinci grup değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yine X_1 ve X_2 değişkenleri arasındaki ilişki yaklaşık olarak eşit büyüklükte olmak üzere her iki grupta da pozitifdir, çünkü eğer her bir grubun noktaları arasından bir regresyon doğrusu çizildiğinde, her iki doğrunun da eğiminin pozitif ve yaklaşık olarak da birbirine paralel olduğu görülmektedir. Her bir grup için X_1 ve X_2 değişkenlerinin aralıklarına bakıldığında birinci değişkenin ilk grupta 1 ile 5 (aralık=4) ve ikinci grupta 4 ile 9 (aralık=5) arasında ve ikinci değişkenin ilk grupta 1 ile 9 (aralık=8) ve ikinci grupta 2 ile 8 (aralık=6) arasında değiştiği görülür. Yani dağılımlar arasındaki farklılık ilk değişken için çok fazla büyük değilken ikinci değişken için bir dereceye kadar büyük ama sınırlıdır. Bu özellikle önemlidir, çünkü X_1 ve X_2 nin dağılımlarının ve X_1 ve X_2 arasındaki grup içi ilişkinin yaklaşık eşitliği diskriminant analizi uygulamasında gereklidir. Teknik olarak söylemek gerekirse grup 0 ve grup 1’in varyans-kovaryans matrisleri birbirinden anlamlı olarak farklı olmamalıdır.¹⁴⁸

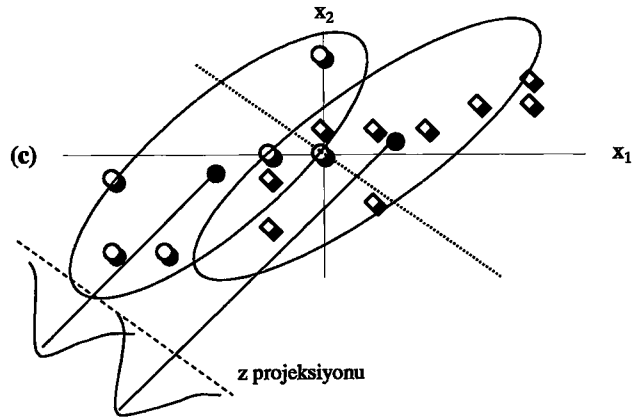
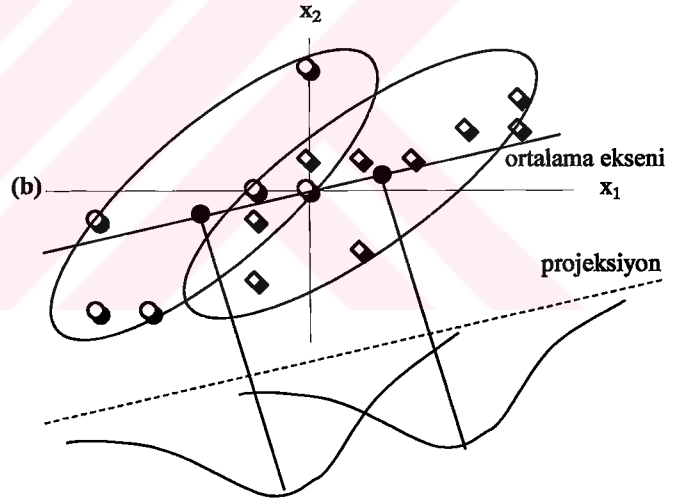
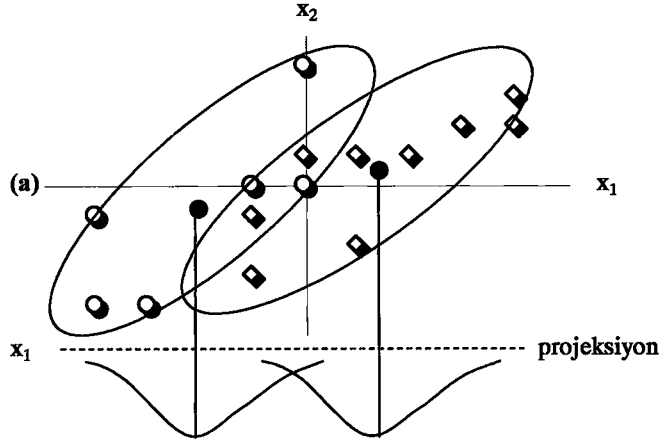
Grafik 2.4 (a), (b) ve (c)’de yukarıda serpilme diyagramıyla açıklanan durumun grafik gösterimleridir. Grafiklerde x_1 ve x_2 değişkenine ait değerler

¹⁴⁸ a.c., s.235

ortalamadan farklar $((x_{i1} - \bar{x}_1) \dots (x_{i2} - \bar{x}_2))$ olarak alınmıştır. Grafiklerde çizilmiş olan elipsler birimlerin %95 ini kapsamaktadır. Her bir elipsin ortasında grup ortalamalarını temsilen içi dolu yuvarlaklar işaretlenmiştir. Tüm grupların ortalamalarının ortalamasını veren genel ortalama origin noktasıdır, çünkü değerler genel ortalamadan farklardır. Elipsler sağ yukarı doğru gitmektedir çünkü x_1 ve x_2 her bir grupta pozitif ilişki içindedir ve elipslerin ana eksenleri yaklaşık olarak paraleldir ve bu ilişkinin gücü her iki grupta da hemen hemen eşittir.

Öncelikle, iki grup arasında en iyi ayrımı sağlayacak bir şekilde x_1 - x_2 uzayında orijinden geçen bir doğru ve değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonu olan $z = k_1x_1 + k_2x_2$ araştırılmaktadır. Kriter gruplararası ve grup içi varyans oranının mümkün olan en yüksek değerde olmasıdır. Bu mekanizmaya daha fazla işlerlik kazandırmak için Grafik 2.4'ün her bir kısmına bir aday z eksen denenmiştir. Bu eksenler kesikli çizgilerle çizilmiş ve iki grubun her biri için normal dağılım şeklinde projeksiyonları ayrı ayrı temsil etmek amacıyla paralel olarak şeklin altında da tekrar gösterilmiştir.

Grafik 2.4 İki Grup Diskriminant Analizinin Geometrisi



Grafik 2.4 (a)'da x_1 , iyi bir z eksenini için mümkün bir aday olarak alınmıştır. Projeksiyonlara bakıldığında iki grup ortalamasının birbirinden oldukça ayrıldığı görülmektedir. Bir metre ile kaba bir ölçüm olarak 1.4 cm'dir. Sonuç olarak iyi bir ayırım sağlanmıştır. Ancak her bir grubun komşu projeksiyonlarının değişkenliği oldukça geniştir ve sonuçta iki grup arasında önemli bir kesişim vardır. Grup içi değişkenliğin kaba bir tahmini 2.8 cm'dir. Gruplararası/grup içi oranı o zaman $1.4/2.8=0.5$ 'dir.

Grafik 2.4 (b)'de iki orta nokta arasındaki bağlantı mümkün bir z eksenini olarak düşünülmüştür. Bu orta nokta bağlantılı eksen son derece kötü bir seçimdir. Çünkü iki grup orta noktası birbirinden daha önceki şekle göre daha iyi ayrılmış olmasına rağmen (tahminen 1.6 cm) grup içi değişkenlik (tahminen 4.0 cm) ve böylece de projeksiyon dağılımları arasındaki kesişim çok yüksektir. Gruplararası/grup içi oranı burada $1.6/4.0=0.4$ 'dür.

En iyi z eksenini Grafik 2.4 (c)'de görülmektedir. O da değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olan $z = b_1x_1 + b_2x_2$ dir. Şekilde iki grubun ortalaması (tahminen 1.0 cm) birbirine oldukça yakındır. Yani eğer analizi yanlışlıkla gruplararası değişkenlik incelenmesi ile sınırlandırmış olsaydık gruplar arasında daha küçük bir ayırım beklenebilecekti. Ama grup içi değişkenlik hesaba katıldığında onun diğer iki şekildekine oranla oldukça düşük (tahminen 1.5 cm) olduğunu görürüz. Gruplararası/grup içi oranı sonuçta çok daha fazladır: $1.0/1.5=0.67$. bu oran diğer ikisinden daha büyüktür.

Özetlemek gerekirse, ilk olarak en iyi eksen orta nokta projeksiyonlarının birbirinden en iyi ayrıldığı durum olmak zorunda değildir. Diğer bir ifadeyle iki grup orta noktalarını birbirine bağlayan orta nokta eksenini en iyi eksen olmak zorunda değildir. Son ifade sadece iki konsantrasyon elipsinin ikisinin birden daire şeklinde olması durumunda söz konusudur. Bu da onların her biri için iki durumun sağlanmış olmasıyla mümkündür: 1) x_1 ve x_2 değişkenlerinin varyanslarının eşit olması; 2) x_1 ve x_2 değişkenleri arasındaki kovaryansın 0'a eşit olması.

İkinci sonuç diskriminant fonksiyonu katsayıları k_1 ve k_2 ile ilgilidir. Grafik 2.4 (b)'de orta nokta ekseninin iyi bir seçim olmadığı görülmüştü. Bu eksen eğiktir ve sağ yukarı yönelmektedir yani katsayıların işareti pozitifdir. Diğer yandan Grafik 2.2 (c)'de bu eğik z eksenini aşağı doğru yönelmektedir. Burada k_1 katsayısı pozitif, k_2

katsayısı ise negatiftir. Bunun nedeni iki değişken arasındaki ilişkinin pozitif olmasıdır; en iyi eksen x_1 - x_2 korelasyonuna zıt yönde olandır. Özetlemek gerekirse grup içi korelasyonları pozitif ise k_1 ve k_2 zıt işaretli ve negatif ise aynı işaretlidir.¹⁴⁹

2.2.3.2 Diskriminant Fonksiyonunun Elde Edilmesi

G anakütlesinin G_1 ve G_2 ile gösterilen iki gruptan oluştuğunu varsayalım. P özellikten oluşan bir X değeri G'den gözlenmektedir. Amaç, X gözlemini gruplardan birine atamak için bir kural geliştirmektir. Bir kural tanımlamaya yardımcı olarak araştırmacı n_1 birim G_1 'den ve n_2 birim G_2 'den olmak üzere n sayıda birime sahiptir.

İki gruplu problem için ilk yaklaşım Fisher tarafından 1936'da önerilmiştir. G_i için gerçek ortalama vektörü μ_i , $i = 1, 2$ ve Σ_1 ve Σ_2 varyans kovaryans matrisleri bir Σ genel değerine sahip olmak varsayımları altında Fisher X'in doğrusal bir kombinasyonunu bulmayı önermiştir, böylece G_1 ve G_2 'deki doğrusal kombinasyonların ortalamalarındaki farkların onun varyansına oranını maksimize edilmiştir.¹⁵⁰ Bunu $\frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)}{s_y}$ ile göstermek mümkündür. Diğer bir deyişle doğrusal

kombinasyonlar $Y = b'X$ ile ifade edilirse, aşağıdaki kriteri maksimum yapacak bir b katsayılar vektörü bulmak amaçlanmaktadır. Standartlaştırılmış farklar formülü negatif değerler alabileceği için karesini alarak yazarsak;

$$\frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)^2}{s_y^2} = \frac{(b'\mu_1 - b'\mu_2)^2}{b'\Sigma b}$$

değeri maksimum yapılmaya çalışılmaktadır. Görüldüğü gibi katsayılar vektörü b, $\Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$ ile orantılıdır. Sonuç olarak tek bir doğrusal kombinasyon yoktur sadece katsayıların oranları sabittir. Yani herhangi bir katsayılar seti sıfırdan farklı olmak kaydıyla herhangi bir sabit sayı ile çarpılabilir.

Uygulamalarda anakütle parametreleri genellikle bilinmediğinden dolayı μ_i , tahmini örnek ortalama vektörü $\bar{x}_i$ ile ve Σ birleştirilmiş örnek varyans kovaryans matrisi S ile yer değiştirir. Örnek değerleriyle anakütle parametrelerinin yer değiştirmesiyle katsayılar;

$$b_i = S^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad i = 1, 2, \dots, p$$

¹⁴⁹ a.e., s.236-238

¹⁵⁰ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.364

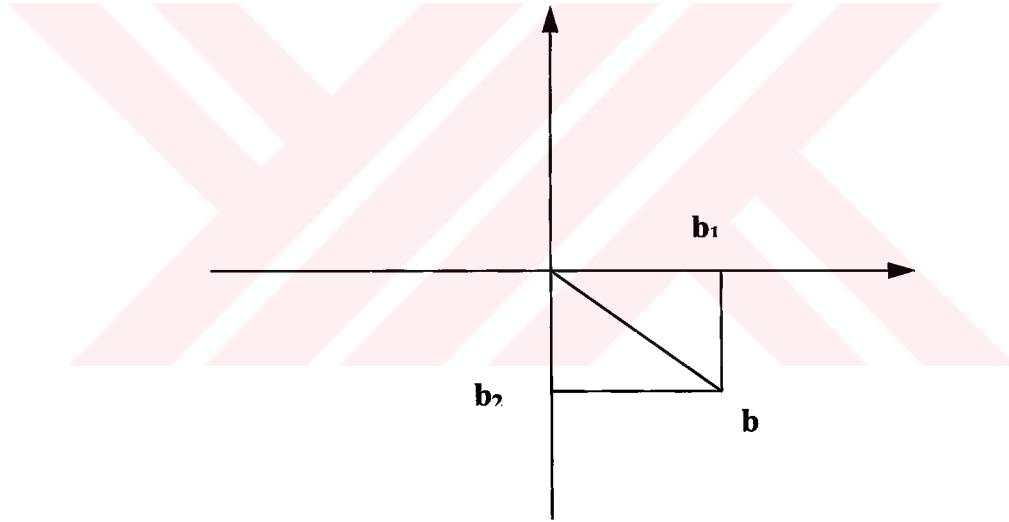
formülüyle bulunur. Burada S^{-1} birleştirilmiş örnek varyans kovaryans matrisinin tersidir.¹⁵¹ Sabit değer olan b_0 katsayısı ise

$$b_0 = -(1/2)\bar{x}'S^{-1}\bar{x}$$

biçiminde hesaplanır.¹⁵²

Aynı diskriminant ağırlıklarının elde edilmesi de b katsayılar vektörünün normalleştirilmesiyle olur. Normalleştirme birim uzunlukta bir vektör elde etmek için vektörün onun uzunluğu olan $\|b\|$ 'ye bölünmesiyle sağlanır. Grafik 2.5'de b 'nin uzunluğunun $[b_1^2 + b_2^2]^{1/2}$ ye eşit olduğu kolaylıkla doğrulanabilir.

Grafik 2.5 b Vektörü



Sonuç olarak normalleştirilmiş $b = \frac{1}{\sqrt{(b_1^2 + b_2^2)}} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$ olarak bulunur. Bulunan

katsayılar diskriminant fonksiyonu katsayılarıdır.¹⁵³

Özetlemek gerekirse diskriminant fonksiyonunun grup ortalamaları arasındaki farkların kareleri toplamının grup içi varyansa oranının maksimum olduğu orijinal değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olduğu görülür. Sadece iki gruplu bir durumda

¹⁵¹ a.e., s.364-365

¹⁵² Kazım Özdamar, **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler)**, Eskişehir: Kaan Kitabevi. 1999, s. 323

¹⁵³ Jacques Tacq, a.g.e., s.242-246

p değişkene ait tek bir fonksiyon tüm farkları içerecektir. İkiiden fazla gruplu durum izleyen bölümlerde açıklanacaktır.

2.2.3.3 Diskriminant Fonksiyonunun İstatistik Anlamlılığı

Burada gruplar arası farklılığın istatistiki açıdan anlamlı olup olmadığı ile ilgili test konusu ele alınmaktadır.

Diskriminant fonksiyonunun istatistik anlamlılık testine geçmeden önce değişken ve grup sayılarındaki değişikliklere göre hangi testlerin uygulanabileceği şematik olarak aşağıda gösterilmektedir.

Şekil 2.1 Çok Değişkenli Analizde Testler

		Değişken Sayısı	
		Bir	Birden Çok
Grup Sayısı	İki	Student's T	Hotelling's T^2
	İkiiden Çok	Fisher's F	Wilk's Lambda

Sadece iki grup ve aralık ölçeğinde tek bir değişken varsa Student t testi yapılır. İkiiden çok grup varsa ve aralık ölçeğinde tek bir bağımlı değişken sözü konusu ise tek yönlü varyans analizi Fisher F testi uygulanır. İki grup ve aralık ölçeğinde çok sayıda değişken olması durumunda uygulanacak test Hotelling T^2 testidir. Çok değişkenli diskriminant analizinde olduğu gibi birden çok grup ve birden fazla değişkenin varlığı durumunda Wilk's Lambda (Λ) testine başvurulur. Bu test sadece çok gruplu diskriminant analizinde değil kanonik korelasyon ve çok gruplu varyans analizinde de kullanılabilir. t, F ve T^2 Wilk's Lambda'nın özel durumlarıdır, tersi ise geçerli değildir.¹⁵⁴

İki anaktülle için çok değişkenli gözlemlerin doğrusal kombinasyonlarının dikkate alınması suretiyle elde edilebilecek maksimum nisbi uzaklık D^2 'ye eşittir.

¹⁵⁴ a.e., s.248

Bu, denklem sistemi olarak $D^2 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ şeklinde yazılır ve iki örnek ortalaması arasındaki kareli uzaklığı vermektedir.¹⁵⁵

D^2 , belli durumlarda, anakütle ortalamaları μ_1 ve μ_2 'nin anlamlı olarak farklılık gösterip göstermediğini test etmek için kullanılabilir.¹⁵⁶ D^2 'nin büyük değerleri bize grupların ortalama farklılıkların yeterince büyük olduğunu gösterir. Böyle durumlarda yeni gözlem birimlerinin ölçülen özelliğe bağlı olarak başarıyla sınıflandırılabilmesi mümkündür.¹⁵⁷

Genel bir varyans kovaryans matrisli çok değişkenli normal iki anakütle için; aşağıdaki hipotezlerin testi yapılmaktadır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\left(\frac{n_1 + n_2 - p - 1}{(n_1 + n_2 - 2)p} \right) \left(\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) D^2$$

Elde edilecek bu değer $f_1 = p$ ve $f_2 = n_1 + n_2 - p - 1$ serbestlik dereceli bir F tablo değeriyle karşılaştırılır. Elde edilen değer F tablo değerinden büyükse H_0 red (iki anakütle arasındaki farklılık anlamlı) eşit veya küçükse H_0 kabul (iki anakütle arasında anlamlı farklılık yok) edilir.¹⁵⁸

Yukarıda gruplar arası farklılıkların istatistik anlamlılık testleri tek değişkenli iki örnekli problemler için geçerlidir. Ancak bu durumda aşağıda gösterildiği gibi tek değişkenli t istatistiğinin karesi dikkate alınır.

$$t^2 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}{s_p^2 [(n_1 + n_2) / n_1 n_2]}$$

burada s_p^2 birleştirilmiş varyans ve

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} x_{1j}}{n_1} \quad \bar{x}_2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_1+n_2} x_{2j}}{n_2}$$

¹⁵⁵ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.522

¹⁵⁶ a.e., s.524

¹⁵⁷ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.367

¹⁵⁸ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.525

bu tahminleri onlara karşılık gelen çok değişkenli benzerleriyle değiştirdiğimizde t^2 aşağıdaki şekle dönüşmekte ve Hotelling iki örnek T^2 istatistiği adını almaktadır.

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$$

Buradan
$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} D^2$$

olarak yazılabilir. İlişki aynı zamanda aşağıdaki gösterim içinde geçerlidir.

$$\left(\frac{n_1 + n_2 - p - 1}{(n_1 + n_2 - 2)p} \right) T^2 = \left(\frac{n_1 + n_2 - p - 1}{(n_1 + n_2 - 2)p} \right) \left(\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) D^2 \sim F_{\alpha; (p, n_1 + n_2 - p - 1)}$$

Yukarıdaki ilişkiyi kullanarak, eğer

$$\left(\frac{n_1 + n_2 - p - 1}{(n_1 + n_2 - 2)p} \right) T^2 > F_{\alpha; (p, n_1 + n_2 - p - 1)}$$

ise α anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezi reddedilir ve belirlenen anlamlılık düzeyinde anakütle ortalamalarının eşit olmadığı sonucuna varılır, küçük veya eşit ise H_0 hipotezi kabul edilir yani belirlenen anlamlılık düzeyinde anakütle ortalamalarının eşit olduğu sonucuna varılır. Burada $F_{\alpha; (p, n_1 + n_2 - p - 1)}$, p ve $n_1 + n_2 - p - 1$ serbestlik dereceli F dağılımının üst α yüzde noktalarını göstermektedir.¹⁵⁹

2.2.3.4 Ayırıcı Değişkenlerin Öneminin Değerlendirilmesi

Eğer diskriminant fonksiyonu istatistik olarak anlamlı bulunursa bundan sonraki işlem gruplararası ayırmada her bir bağımsız değişkenin nisbi önemini belirlemek için diskriminant fonksiyonun incelenmesidir. Nisbi önemi belirlemede üç yöntem önerilmektedir: 1) Standart diskriminant ağırlıkları, 2) Diskriminant yükleri (yapı korelasyonları), ve 3) Kısmi F değerleri.¹⁶⁰

¹⁵⁹ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.367-368

¹⁶⁰ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.272

2.2.3.4.1 Diskriminant Ağırlıkları

Standart katsayılar genelde diskriminant fonksiyonunu oluşturan ayırıcı değişkenlerin nisbi önemini belirlemede kullanılmaktadır. Standart katsayılar standartlaştırılmamış katsayılardan aşağıda gösterilen dönüşüm kullanılarak hesaplanabilir.

$$b_j^* = b_j s_j$$

Burada, s_j , j değişkenine ait birleştirilmiş standart sapmadır.¹⁶¹

Vektör formunda ise aşağıdaki şekli alır.¹⁶²

$$\mathbf{b}^* = \mathbf{b}(\text{diag}\mathbf{S})^{1/2}$$

Yorumlamada, geleneksel bir yaklaşım olan bu yaklaşımda diskriminant fonksiyonları hesaplanırken her bir değişkene verilen standart katsayıların büyüklüğü ve işareti incelenir. İşaret dikkate alınmadığı zaman nispeten daha büyük katsayılarla sahip bağımsız değişkenler daha küçük ağırlıklara sahip değişkenlere göre fonksiyonun ayırma gücüne daha fazla katkıda bulunurlar. İşaret sadece değişkenin pozitif veya negatif bir katkı yaptığını gösterir.¹⁶³ Ancak değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon yüksek olduğunda yorumlamada dikkatli olunması gerekir. Örnek verilerinde bulunan çoklu doğrusal bağlantının büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlerin nisbi önemleri örnekten örneğe değişebilmektedir.¹⁶⁴

2.2.3.4.2 Diskriminant Yükleri

Diskriminant yükleri diskriminant eksenlerini tanımlamak amacıyla çok gruplu ayırma problemlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır ve diskriminant fonksiyonları ile ayırıcı değişkenlerin basit korelasyonunu vermektedir.¹⁶⁵ Diskriminant yükleri, bağımsız değişkenlerin diskriminant fonksiyonuyla paylaştığı ve her bir bağımsız değişkenin diskriminant fonksiyonuna nisbi katkısını ölçmede faktör yükleri gibi yorumlanabilecek olan varyansı yansıtır.¹⁶⁶

¹⁶¹ Subhash Sharma, a.g.e., s. 253

¹⁶² Alvin C. Rencher, *Methods of Multivariate Analysis*, New York, John Wiley and Sons, Inc., 2002, s.283

¹⁶³ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.272-273

¹⁶⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 254

¹⁶⁵ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.372

¹⁶⁶ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.272

Yükler aşağıdaki formül kullanılmak suretiyle hesaplanabilir.

$$l_i = \sum_{j=1}^p r_{ij} b_j^*$$

Burada l_i , i değişkeninin yükü, r_{ij} , i değişkeni ile j değişkeni arasındaki korelasyon ve b_j^* , j değişkenin standartlaştırılmış katsayısıdır.¹⁶⁷

Vektör formunda ise aşağıdaki şekli alır.

$$I_j = Rb_j^*$$

Burada I_j , j . diskriminant fonksiyonu için diskriminant yükleri vektörü, ve R , elemanları orijinal değişkenler arasındaki basit korelasyonlar olan korelasyon matrisidir.¹⁶⁸

Diskriminant yüklerinin değişkenler arasındaki genel varyansı yansıtması dolayısıyla onlar değişkenlerin korelasyonlarından kaynaklanan istikrarsızlığa daha az konu olurlar ve bu yüzden standart diskriminant ağırlıklarına göre yorumlamada daha faydalı olma durumları söz konusudur.¹⁶⁹

2.2.3.4.3 Kısmi F Değerleri

İleride de bahsedileceği gibi diskriminant fonksiyonlarını türetirken eş zamanlı ve adım adım olmak üzere iki hesaplama yaklaşımından yararlanılabilir. Eğer adım adım yöntemi seçilirse bağımsız değişkenlerin nisbi ayırma gücünü yorumlamada ek bir araç olarak kısmi F değerlerinin kullanılması söz konusudur. Bu anlamlı F değerlerinin mutlak büyüklüklerinin incelenmesi ve onların sıraya konulmasıyla sağlanır. Büyük F değerleri daha büyük ayırma gücünün bir göstergesidir. Uygulamada F değerleri yaklaşımını kullanarak sıralama diskriminant ağırlıklarını kullanmak yoluyla çıkarılan sıralamanın aynıdır fakat F değerleri her bir değişken için uygun anlamlılık seviyesini gösterir.¹⁷⁰

¹⁶⁷ Subhash Sharma, a.g.e., s. 254

¹⁶⁸ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.373

¹⁶⁹ A.e., s.372

¹⁷⁰ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.272-273

2.2.3.5 İki Gruplu Durumda Sınıflandırma

İki gruplu durumda, iki gruptan birine sınıflandırılacak olan ve grup üyeliği bilinmeyen bir örnek birimi vardır. Bu örnek birimi, bir x gözlem vektörüdür ve ele alınan örnek biriminin p değişkene ait değerlerinden oluşmaktadır.

İki gruplu bir durum sözkonusu olduğunda yine Fisher tarafından 1936 yılında ortaya konulan sınıflandırma kuralı kullanılabilir. Onun sınıflandırma kuralıyla ilgili temel varsayım iki anakütlenin aynı varyans-kovaryans matrisine sahip olmasıdır ($\Sigma_1 = \Sigma_2$). Normallik şartı aranmamaktadır.¹⁷¹ Fisher'in doğrusal diskriminant fonksiyonuyla birimlerin iki gruptan birine sınıflandırılmasıyla ilgili atama kuralı aşağıda açıklanmaktadır.

p ayırıcı değişken üzerine gerçekleşmiş x değerli bir birim, eğer aşağıdaki ifade sağlanırsa G_1 'e

$$|b'(x - \bar{x}_1)| \leq |b'(x - \bar{x}_2)|$$

eğer aşağıdaki ifade sağlanırsa G_2 'ye atanır.

$$|b'(x - \bar{x}_2)| < |b'(x - \bar{x}_1)|$$

Yukarıdaki ifadenin benzer bir versiyonu kesme noktası olarak orta noktayı (midpoint) kullanır. Benzer örnek büyüklükleri için ($n_1 = n_2$)

$$Y_c = \frac{b'\bar{x}_1 + b'\bar{x}_2}{2} = \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1}(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$$

olarak gösterilebilir.¹⁷²

O zaman sınıflandırma kuralı şu şekilde olur: Eğer

$$b'x = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1}x > \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1}(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$$

ise x 'i G_1 'e atar; eğer

$$b'x = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1}x < \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1}(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$$

ise x 'i G_2 'ye atar.¹⁷³

Farklı örnek büyüklükleri ($n_1 \neq n_2$) olması durumunda ayırma noktası olarak

¹⁷¹ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.300

¹⁷² William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.369

¹⁷³ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.301-302

$$Y_c = \frac{n_2 b' \bar{x}_1 + n_1 b' \bar{x}_2}{n_1 + n_2}$$

formülü kullanılır.¹⁷⁴

Yukarıda bahsedilen doğrusal sınıflandırma kuralı sınıfların ayrılmasıyla ilgili kullanılan aynı diskriminant fonksiyonuna başvurmaktadır. Sonuç olarak iki gruplu durumda diskriminant fonksiyonu aynı zamanda bir doğrusal sınıflandırma fonksiyonu olarak hizmet eder. Ancak çok gruplu durumda diskriminant fonksiyonundan daha farklı sınıflandırma fonksiyonu kullanılmaktadır.¹⁷⁵

Bir sınıflandırma kuralının optimal olabilmesi için onun hem grup üyeliklerinin ön olasılıklarını hem de birimlerin gruplara yanlış sınıflandırılması maliyetinin dikkate alınması gerekir. Ön olasılıkların ve/veya yanlış sınıflandırma maliyetlerinin farklı olması durumlarında, grup i ve grup j arasında karar vermek için kullanılan kesme noktası (cutoff value), daha genel grup için, diskriminant değeri ortalamasına daha yakına veya en maliyetli gruptan daha uzağa doğru hareket eder.¹⁷⁶ Ön olasılıklar ve yanlış sınıflandırma maliyetinin sınıflandırma kuralına nasıl etki yaptığını görebilmek için

$P(G_i)$ = bir birimin i. gruba ait olması ön olasılığı, $i = 1, 2$

C_{ji} = bir birimin gerçekte i grubuna ait olmasına rağmen j grubuna yanlış sınıflandırma maliyeti

olmak üzere yukarıda gösterilen sınıflandırma kuralı artık aşağıdaki şekilde olur.

P bağımsız değişkene ait değerler içeren bir x birimini eğer

$$\frac{|b'(x - \bar{x}_1)|}{|b'(x - \bar{x}_2)|} \geq \ln \frac{P(G_2)C_{12}}{P(G_1)C_{21}}$$

ise G_1 grubuna ve eğer

$$\frac{|b'(x - \bar{x}_1)|}{|b'(x - \bar{x}_2)|} < \ln \frac{P(G_2)C_{12}}{P(G_1)C_{21}}$$

ise G_2 grubuna atamaktadır.¹⁷⁷

¹⁷⁴ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.369

¹⁷⁵ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.302

¹⁷⁶ Richard J. Haris, **A primer of Multivariate Statistics**, Lawrence Erlbaum Associates, third edition, 2001, pp. 230

¹⁷⁷ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.370

2.2.3.5.1 Yanlış Sınıflandırma Oranının Tahmini

Grup ayırımında diskriminant fonksiyonunun etkinliği istatistik anlamlılık testleri kullanılmak suretiyle test edilmekteydi. Grup üyeliğini tahmin etmede sınıflandırma yöntemlerinin başarısını değerlendirmek için genellikle hata oranı (error rate) olarak da bilinen yanlış sınıflandırma olasılığı kullanılır. Hata oranının basit bir tahmini sınıflandırma fonksiyonunun hesaplanmasında kullanılmış olan aynı veri setinin sınıflandırma yönteminde de denenmesiyle elde edilebilir.¹⁷⁸ Herhangi bir sınıflandırma yöntemi için hesaplanabilecek, anakütlenin şekline dayanmayan ve görünen hata oranı (apparent error rate) olarak adlandırılan bu oran örnek sınıflandırma fonksiyonu tarafından yanlış sınıflandırılan örnek birimlerinin oranı olarak tanımlanır. Görünen hata oranı gerçek ve tahmini grup üyeliklerini gösteren sınıflandırma matrisinden kolaylıkla hesaplanabilir.¹⁷⁹

İki gruplu bir durum için sınıflandırma matrisi aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 2.7 İki Grup İçin Sınıflandırma Matrisi

Gerçek Grup	Birimlerin Sayısı	Tahmini Grup	
		1	2
1	n_1	n_{1D}	$n_{1Y} = 1 - n_{1D}$
2	n_2	$n_{2Y} = 1 - n_{2D}$	n_{2D}

Burada;

n_{1D} = gerçekte 1. gruba ait olup ta yine doğru olarak 1. gruba sınıflandırılan birimler.

n_{1Y} = gerçekte 1. gruba ait olup ta yanlış olarak 2. gruba sınıflandırılan birimler.

n_{2D} = doğru olarak sınıflandırılan 2. gruptaki birimlerin sayısı.

n_{2Y} = yanlış olarak sınıflandırılan 2. gruptaki birimlerin sayısıdır

Sonuç olarak

$$\text{Görünen Hata Oranı} = \frac{n_{1Y} + n_{2Y}}{n_1 + n_2}$$

Görünen hata oranı hesaplanması kolay ve bir çok paket programda rutin olarak verilmektedir. Mevcut örneğe dayalı olarak sınıflandırma fonksiyonunun gelecek bir

¹⁷⁸ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.307

¹⁷⁹ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.514

birimi yanlış sınıflandırma olasılığının bir tahminidir. Bu olasılığa gerçek hata oranı (actual error rate) denir. Maalesef görünen hata oranı gerçek hata oranının doğru tahminleyeni değildir çünkü sınıflandırma fonksiyonunun hesaplanmasında kullanılan veri seti onun değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır.¹⁸⁰ Bu problem örnek büyüklükleri n_1 ve n_2 çok büyük olmadıkça giderilemez.¹⁸¹ Bir sonraki kısımda görünen hata oranındaki hatayı azaltmak için bazı yaklaşımlar açıklanacaktır ancak burada önce şansa bağlı tahmin doğruluğunun ölçülmesi konusundan bahsetmek yararlı olacaktır.

2.2.3.5.2 Şansa Bağlı Tahmin Doğruluğunun Ölçülmesi

Diskriminant fonksiyonun tahmin doğruluğu sınıflandırma matrisinden elde edilen görünen hata oranından hareketle $(1 - \text{görünen hata oranı})$ olarak hesaplanır. Burada bir diskriminant fonksiyonu için tahmin doğruluğunun kabul edilebilir seviyesinin ne olması gerektiği sorusu akla gelebilir. Bu soruyu cevaplayabilmek için ilk olarak şansla doğru sınıflandırılacak yüzdenin belirlenmesi gerekir.

Grupların örnek büyüklüklerinin eşit olması durumunda, şans sınıflandırmasının belirlenmesi oldukça kolaydır; 1'in grup sayısına bölünmesiyle kolaylıkla elde edilebilir. Yani Formül ($C = 1 / \text{grup sayısı}$) olur. En büyük grubun örnek büyüklüğüne dayalı şans sınıflandırmasının belirlenmesi maksimum şans kriteri (maximum chance criterion) olarak tanımlanır. Örneğin örnek büyüklükleri 65 ve 35 ise maksimum şans kriteri %65 doğru sınıflandırmadır. Sonuç olarak eğer diskriminant fonksiyonu için doğru sınıflandırma oranı %65 i aşmazsa bu kritere göre, fonksiyon tahminde yardımcı olamayacaktır.¹⁸²

Maksimum şans kriteri diskriminant analizinin asıl amacı doğru sınıflandırılan yüzdeyi maksimize etmek olduğu zaman kullanılmalıdır. Ancak sadece doğru sınıflandırılan yüzdeyi maksimize etmekle ilgilenilmesi durumları nadir olarak ortaya çıkar. Diskriminant analizi genellikle tüm grupların üyelerinin doğru olarak tanımlanması için kullanılır.¹⁸³

¹⁸⁰ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.308

¹⁸¹ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.515

¹⁸² J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.268-269

¹⁸³ A.e.

Oransal şans kriteri (proportional chance criterion) grup büyüklükleri eşit olmadığı ve iki veya daha fazla grubun üyelerinin doğru olarak tanımlanması istendiği durumlarda kullanılmalıdır. Bu kriter için formül;

$$C_{PRO} = p^2 + (1 - p^2)$$

Burada;

p = grup 1'deki birimlerin oranı

$1 - p$ = grup 2'deki birimlerin oranı

bu şans modeli kriteri sadece örneğin bölünmesi yaklaşımında (split-sample approach) hesaplandığı zaman faydalıdır.¹⁸⁴

Eğer doğru sınıflandırma yüzdesi, şansla beklenenden anlamlı olarak daha yüksek ise grup profillerinin ortaya çıkarılabilmesi amacıyla diskriminant fonksiyonlarının yorumlanması aşamasına geçilebilir. Burada sorun doğru sınıflandırma yüzdesi şansa göre hesaplanandan ne kadar yüksek olmalıdır ki aralarında anlamlı bir farklılık olsun. Bu soruyu cevaplamak için genel bir rehber olmamasına rağmen şöyle bir kriter öne sürülebilir: doğru sınıflandırma yüzdesi şansla elde edilene göre en azından %25 daha fazla olmalıdır. Bu kriter tahmin doğruluğunun kabul edilebilir seviyesinin sadece kaba bir tahminini gösterir. Kriterin eşit büyüklükteki gruplara uygulanması kolaydır. Eşit büyüklükte olmayan grup büyüklükleriyle bir çok etken nedeniyle maksimum şans modeli kullanılmamalıdır.¹⁸⁵

Bir şans modeliyle karşılaştırıldığında sınıflandırma matrisinin ayırıcı gücü için bir istatistik test Press's Q istatistiğidir. Bu basit ölçü doğru sınıflandırma sayısını toplam örnek büyüklüğü ve grupların sayısı ile karşılaştırır. Hesaplanan değer bir kritik değerle (arzulanan anlamlılık seviyesinde 1 serbestlik dereceli Ki kare değeri) karşılaştırılır. Eğer hesaplanan değer kritik değeri aşarsa, o zaman sınıflandırmanın şansa göre istatistik olarak anlamlı olduğu kabul edilir. Q istatistiği aşağıdaki formülle hesaplanır.

D.G. Morrison, "On the Interpretation of Discriminant Analysis", *Journal of Marketing Research*, 6 (2), 1969, pp. 156-163

¹⁸⁴ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.269

¹⁸⁵ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.270

$$Press's Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)}$$

Burada

N = Toplam örnek büyüklüğü

n = Doğru sınıflandırılan birimlerin sayısı

K = Grup sayısı

Bu basit test örnek büyüklüğüne duyarlıdır; büyük örneklerin aynı sınıflandırma oranına sahip küçük örneklerle göre anlamlılık göstermesi daha olasıdır.¹⁸⁶

2.2.3.6 Diskriminant Fonksiyonunun Dışsal Geçerliliği

Eğer diskriminant fonksiyonu gözlemleri sınıflandırmak için kullanılıyorsa o zaman dışsal geçerliliğinin araştırılması gerekir. Dışsal geçerlilik, diskriminant fonksiyonunun diğer bir örnekten alınan gözlemleri sınıflamadaki doğruluğunu göstermektedir. Diskriminant fonksiyonunu da tahmin etmede kullanılan gözlemleri sınıflandırmakla elde edilen hata oranı taraflıdır ve sonuç olarak diskriminant fonksiyonunun geçerliliği için bir ölçü olarak kullanılmamalıdır.¹⁸⁷ Burada açıklanacak hata oranı tahminleri hesaplanmaları nispeten kolay ve dağılımla ilgili varsayımlar gerektirmeyen tahminlerdir.¹⁸⁸ Sınıflandırma yöntemlerinin performans değerlendirmesinde kullanılan en yaygın iki yaklaşım veri setinin model tahmin edilmeden önce biri modeli kurmada ve diğeri de geçerliliğini test etmede kullanmak üzere ikiye bölünmesi ve Dışarıda Bırakma (Hold out veya Jackknifing) yaklaşımıdır.¹⁸⁹ Diğer önemli bir yaklaşımda Bootstrap yaklaşımıdır. Aşağıda diskriminant fonksiyonunun geçerliliğini test etmede sıklıkla başvuru olan bu üç yaklaşımdan bahsedilmektedir.

2.2.3.6.1 Örneğin Bölünmesi Yöntemi (Split Sample Method)

Örnek tesadüfi olarak iki gruba bölünür. Diskriminant fonksiyonu gruplardan biri kullanılarak elde edilir ve sonra diğer gruptaki gözlemleri sınıflandırmakta

¹⁸⁶ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.270

¹⁸⁷ Subhash Sharma, a.g.e., s. 273

¹⁸⁸ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.515

¹⁸⁹ William E. Spangler, Jerrold H. May ve Luis G. Vargas, "Choosing Data-Mining Methods for Multiple Classification: Representational and Performance Measurement Implications for Decision Support", *Journal of Management Information Systems*, vol. 16, no.1, Summer, 1999, pp.37-62

kullanılır. Daha önce sınıflandırmada kullanılan grubun diskriminant fonksiyonun belirlenmesinde ve diğer grubunda sınıflandırmada kullanılması mümkündür ve bu duruma Çapraz Geçerlilik (Cross-Validation) adı verilir.¹⁹⁰ Bu yöntem hem modelin kurulması hem de test edilmesinde aynı bilginin kullanılmasından kaynaklanan hatayı önler ancak büyük örnek hacmine gereksinim duyar ve iki alt setin büyüklüğü ya da kompozisyonunu belirlemede tanımlayıcı bir kural geliştirmede basit bir yol yoktur. Daha da kötüsü bir test örneği ayırmak arzulanan bir modelin kurulmasıyla sonuçlanır çünkü test örneğinin model kurulurken dışarıda bırakılması diğer setin bilgi içeriğini azaltır ve doğru veya güçlü bir modelin tahmini için kritik olan birimleri dışarıda tutabilir.¹⁹¹ Gerçekte hemen hemen tüm örnek birimlerinin sınıflandırma fonksiyonunun hesaplanmasında kullanılması gerekmektedir. Kullanılmaması önemli bilgilerin kaybolmasına neden olabilir.¹⁹² Örneğin iki gruba bölünmesinde analiz örneğine yarısı ve test örneğine diğer yarısı şeklinde ayrılması en yaygın yol olmakla beraber bu konuda net bir kural bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar analiz ve test örnekleri için 60'a 40 veya 75'e 25'lik bölünmeyi tercih etmektedirler.¹⁹³

2.2.3.6.2 Dışarıda Bırakma (Hold out) Yöntemi

Lachenbruch tarafından ileri sürülen Dışarıda Bırakma (Hold out) yöntemi zaman birimi başına bir örneği dışarıda tutar ve kalan $n - 1$ gözlemi kullanarak diskriminant fonksiyonunu tahmin eder ve dışarıda tutulan gözlemi sınıflandırmada kullanır.¹⁹⁴ Bu, n sayıda diskriminant analizi elde etmek ve n sayıda dışarıda bırakılan gözlemi sınıflandırmakla eş anlamlıdır. Bu yöntem hata oranları için hemen hemen tarafsız bir tahmin verir. Aşağıda yöntemin dört aşamalı olan süreci açıklanmaktadır.

1. G_1 grubuna ait birimlerle başlanırsa bu gruptan bir birim çıkarılır ve kalan $n_1 - 1$ ve n_2 birime bağlı olarak sınıflandırma fonksiyonu türetilir.

¹⁹⁰ Subhash Sharma, a.g.e., s. 273

¹⁹¹ William E. Spangler, Jerrold H. May ve Luis G. Vargas, a.g.e., pp.37-62

¹⁹² Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.515

¹⁹³ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.258

¹⁹⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 273

2. Adım 1’de hesaplanan sınıflandırma fonksiyonu yardımıyla dışarıda bırakılan birim sınıflandırılır.
3. Adım 1 ve 2 G_1 grubuna ait tüm birimler sınıflandırılana kadar tekrarlanır.
 $n_{1Y}^{(H)}$ bu grupta dışarıda bırakılan birimlerin yanlış sınıflandırılanlarının sayısı olsun.
4. 1’den 3’e kadar olan adımları G_2 grubuna ait birimler için tekrarlanır.
 $n_{2Y}^{(H)}$ bu grupta dışarıda bırakılan birimlerin yanlış sınıflandırılanlarının sayısı olsun.

Buradan hareketle Beklenen Görünen Hata Oranı (Apparent Error Rate) aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E(AER) = \frac{n_{1Y}^{(H)} + n_{2Y}^{(H)}}{n_1 + n_2}$$

Lachenbruch’un dışarıda bırakma (hold out) yönteminin doğrusal sınıflandırma istatistikleriyle birlikte kullanılması uygundur.¹⁹⁵

Veriyi iki gruba ayırmanın alternatifi olan bu yaklaşımda sadece tek bir birimin dışarıda bırakılması modelleme sürecinden kaynaklanan bilgi kaybını minimuma indirir fakat yoğun bir bilgisayar çalışma zamanı gerektirebilir ve onun sonuçları tek bir model elde edilmesine izin vermez. Potansiyel olarak n sayıda çok farklı model nasıl birleştirilebileceği ve her bir dışarıda bırakılan birimin farklı bir model ile test edilmesinden dolayı onun değerlendirmesinin nasıl yorumlanabileceği soruları akla gelmektedir. Bu soruların cevabı örneğin ikiye bölünmesi ya da dışarıda bırakmaya göre daha az uç bir yaklaşım olan K-fold çapraz geçerlilik yöntemidir. K-fold çapraz geçerlilik veri setini k eşit büyüklükte kısımlara böler, zaman birimi başına onların birini göz ardı eder, diğerlerinden hareketle bir model tahmin eder ve göz ardı edilen kısmı kullanarak onun hata oranını hesaplar.¹⁹⁶ Lachenbruch yöntemi hemen hemen hatasız yanlış sınıflandırma yüzdesi tahmini verir böylece istatistiki aşırı iyimserlik durumu dikkate alınarak önlenmiş olur. Bu yöntem özellikle küçük örnek hacimleriyle uğraşmak zorunda olan araştırmacılar için

¹⁹⁵ Richard A. Johnson ve Dean W. Wichern, a.g.e., s.515-516

¹⁹⁶ William E. Spangler, Jerrold H. May ve Luis G. Vargas, a.g.e., pp.37-62

faydalıdır. Ancak bu yöntem bir dışarıda bırakma yönteminin dışsal geçerliliğin testini vermemektedir.¹⁹⁷

2.2.3.6.3 Bootstrap Yöntemi

Bootstrap örnekten tekrarlı örneklerin çekilmesine dayanan bir yöntemdir. Seçilen örnekler diskriminant analizi uygulanır ve hata oranı hesaplanır. Görünen hata oranı ve onun örnekleme dağılımı çekilen tekrarlı örneklerin hata oranlarından elde edilir.¹⁹⁸ Örnek büyüklükleri n_1 ve n_2 olan iki gruplu bir durum için yöntem şöyle açıklanabilir. İlk gruptan, çekilen her birim yeniden seçilebilmek kaydıyla n_1 büyüklüğünde tesadüfi bir örnek alındığında orijinal örnekteki bazı gözlem birimleri yeni örnekte görünmeyecek iken diğerleri bir kereden daha fazla görünebilecektir. Benzer bir şekilde ikinci grupta da aynı işlem yapılır. İki yeni örnek kullanılarak sınıflandırma kuralı yeniden hesaplanır ve sonra hem orijinal örnekler hem de yeni örnekler sınıflandırılır.

$$d_i = \frac{m_{i,eski} - m_{i,yeni}}{n_i}, \quad i = 1, 2$$

Burada;

$m_{i,eski}$ = Orijinal örnekte yanlış sınıflandırılan n_i örnek büyüklüğündeki birim sayısı

$m_{i,yeni}$ = Yeni örnekte yanlış sınıflandırılan birim sayısı

d_i = Hata düzeltme terimi

Bu yeniden örnekleme yöntemi tekrarlı bir şekilde (100 veya 200 kez önerilmektedir) uygulanır ve $\bar{d}_i$ bir hata düzeltme terimi olarak alınır:

Bootstrap hata oranı = görünen hata oranı + $\bar{d}_1 + \bar{d}_2$. olarak hesaplanır.¹⁹⁹

Bootstrap teorik örnekleme dağılımlarının bilinmediği istatistiklerin örnekleme dağılımlarının elde edilmesinde de uygulanabilecek bir yöntemdir.²⁰⁰

¹⁹⁷ Erkki K. Laitinen ve Teija Laitinen "Cash Management Behaviour And Failure Prediction", *Journal of Business Finance and Accounting*, 25(7)&(8), September-October, 1998, pp. 893-919

¹⁹⁸ Subhash Sharma, a.g.e., s. 273-274

¹⁹⁹ Alvin C. Rencher, *Multivariate Statistical Inference and Applications*, John Wiley and Sons Inc., 1998, s. 245

²⁰⁰ Subhash Sharma, a.g.e., s. 274

2.2.4 Çok Gruplu Diskriminant Analizi

Teknik yönden, çoklu diskriminant analizi çok değişkenli varyans analizinin özel bir hali ve iki gruplu diskriminant analizinin uzantısıdır. Mantık iki gruplu diskriminant analizindekiyle aynıdır. Tek fark iki yerine ikiden fazla grup olması ve orta nokta farklılıklarının F testinin çok değişkenli varyans analizindeki gibi Wilk's Lambda ile yer değiştirmesidir.²⁰¹

Çoklu diskriminant analizi uygulamalarında sıklıkla bulunan dört amaç aşağıda verilmektedir.

1. Her bir doğrusal bileşen daha önce türetilen doğrusal bileşenlerle korelasyona sahip olmamak kaydıyla gruplararası ve grup içi değişkenlik oranını mümkün olduğunca büyütecek şekilde ayırıcı değişkenlerin doğrusal bileşenlerini bulmak.
2. Grup orta noktalarının istatistik olarak farklı olup olmadığını ve istatistik olarak anlamlı diskriminant eksenlerinin sayısını belirlemek.
3. Yeni gözlem birimlerini gözlem birimlerinin ayırıcı değişken profiline ve doğrusal bileşenlerin elde edilen değerlerine bağlı olarak birden çok gruptan birine başarıyla atamak.
4. Ayırıcı değişkenlerin hangilerinin gruplar arasındaki ayırma en çok katkıda bulunduğu belirlemek.²⁰²

2.2.4.1 Çok Gruplu Diskriminant Analizine Geometrik Yaklaşım

Grafik 2.6 Panel 1'deki değişken uzayında bir hipotetik gözlemler seti için serpilme diyagramı verilmektedir. Gözlemler dört gruba aittir ve iki değişken için sözkonusudur. Sonuç olarak maksimum iki diskriminant fonksiyonuna sahip olunabilir.²⁰³ İki değişkenin ortalamalarının dört grup içinde farklılık gösterdiği görülmektedir. Z diskriminant fonksiyonunu temsil eden eksen olsun. Noktaların diskriminant fonksiyonu üzerine projeksiyonu diskriminant değerlerini vermektedir. Diskriminant değerleri dört grup arasında oldukça iyi bir ayırma vermektedir. Yani Z

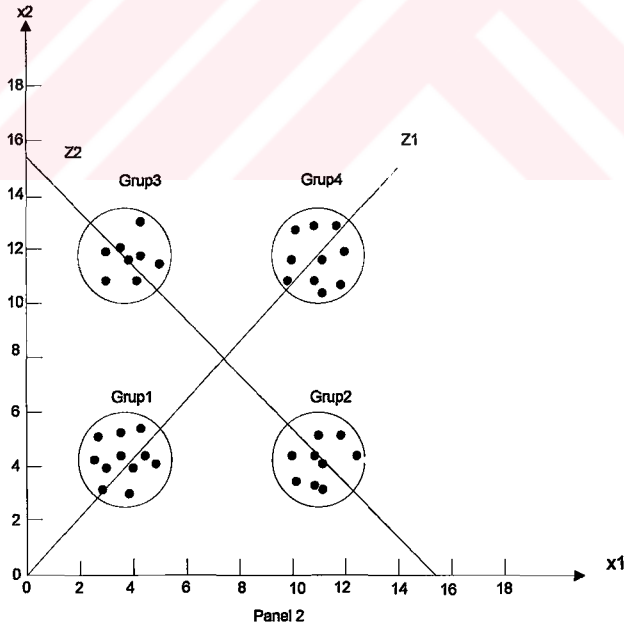
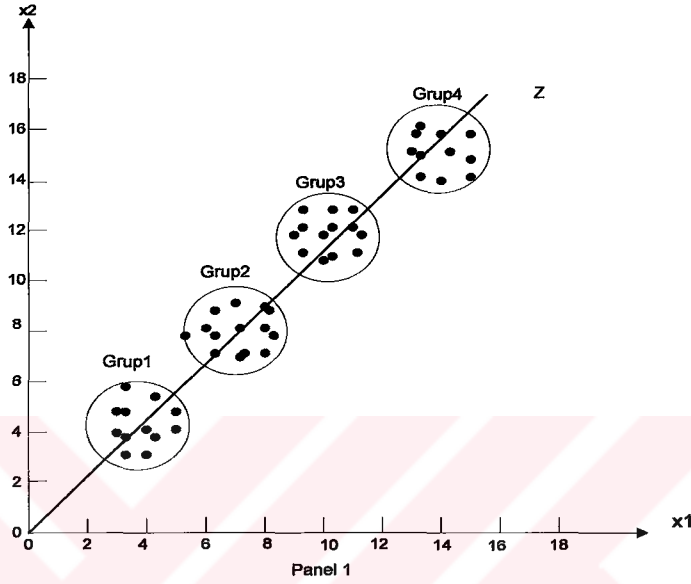
²⁰¹ Jacques Tacq, a.g.e., s.356-358

²⁰² William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.399

²⁰³ Hatırlanacağı gibi diskriminant fonksiyonu sayısı G grupları ve p de değişken sayısını göstermek üzere $\min(G - 1, p)$ ye eşittir.

diskriminant fonksiyonundan elde edilen diskriminant değerleri dört grup arasındaki farklılıkların çoğunu açıklamada yeterlidir.

Grafik 2.6 Hipotetik Serpilme Diyagramı



Kaynak: Sharma, a.g.e., s.288

Panel 2’de dört gruba ait gözlemler seti için diğer bir hipotetik serpilme diyagramı gösterilmektedir. Yine değişkenlerin ortalamalarının dört grup içinde farklı olduğu açıktır. Z_1 diskriminant fonksiyonunu temsil eden eksen kabul edildiğinde Z_1 diskriminant fonksiyonu üzerine noktaların projeksiyonu tarafından verilen diskriminant değerlerinin 2 ve 3. gruplar dışında tüm grup çiftleri arasında iyi

ayırım sağladığı görülmektedir. Sonuç olarak grup 2 ve 3 arasındaki ayırım için diğer bir diskriminant fonksiyonu tanımlamak gereklidir. Z_2 ikinci diskriminant fonksiyonunu temsil eden eksen ise ikinci diskriminant fonksiyonu grup 2 ve 3 arasında diğer grup çiftleri kadar iyi ayırım sağlar; ancak grup 1 ve 4 arasında ayırım sağlamaz. Sonuç olarak dört grup çiftlerinin tümü arasındaki mümkün tüm farklılıkları veya ayırımı hesaplayabilmek için her iki diskriminant fonksiyonuna da ihtiyaç duyulmaktadır. Şu anki durumda dört grup arasındaki farklılıkları uygun bir şekilde temsil etmek için birden fazla diskriminant fonksiyonu gereklidir. Diskriminant fonksiyonları ile temsil edilen eksenlerin birbirine dik olma zorunluluğu veya kısıtı yoktur. Tek zorunluluk iki diskriminant değerleri setinin birbiriyle ilişkili (yüksek korelasyon) olmamasıdır.²⁰⁴

2.2.4.2 Diskriminant Fonksiyonlarının Elde Edilmesi

İkiden fazla grup olması durumunda tek bir diskriminant fonksiyonu tahmin ya da açıklama etkinliği bakımından yeterince başarılı olmayabilir. Böyle durumlarda ikinci veya üçüncü bir doğrusal bileşene, gruplararası farklılıkları etkin bir şekilde açıklamada, gereksinim duyulabilir. Bu bölümde hesaplanan doğrusal bileşenler gruplar arasında maksimum ortalama farklılığı sağlarken birbirleriyle ilişkili olmayacak şekilde hesaplanacaktır.²⁰⁵ İkiden çok grup olması durumunda bulunacak ayırıcı fonksiyonların elde edilmesi de gruplararası ve grup içi varyans oranlarının maksimize edilmesi temeline dayanır.²⁰⁶

İki gruplu durumda olduğu gibi burada da grup ortalamaları $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_k$ 'i maksimum ayıracak b katsayılar vektörü aranmaktadır. Grup ortalamaları arasındaki ayırımı açıklayabilmek için iki gruplu durumda kullanılan ayırma kriterini k gruplu duruma genişletmek gerekmektedir.²⁰⁷ İki gruplu durum için açıklanan ayırma kriteri, örneğe dayalı değerler için aşağıda gösterilmektedir.

$$\frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)^2}{s_y^2} = \frac{(b'\bar{x}_1 - b'\bar{x}_2)^2}{b'S^{-1}b} = \frac{b'(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)b}{b'S^{-1}b}$$

²⁰⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 288-289

²⁰⁵ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.400

²⁰⁶ Hüseyin Tatlıdil, Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Akademi Matbaası, Ankara, 1996, s.266-267

²⁰⁷ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.*

Bu eşitliği k gruplu duruma genişletirken paydaki $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ yerine B (gruplararası kareler toplamı) matrisi ve paydadaki S^{-1} yerine ise W (grupiçi kareler toplamı) matrisi konulmaktadır. Buradan hareketle aşağıdaki eşitlik elde edilmektedir.

$$\lambda = \frac{b'Bb}{b'Wb}$$

b diskriminant ağırlıkları gruplararası ve grupiçi oranları mümkün olduğunca yüksek olacak şekilde hesaplanmak zorundadır. Sonuç olarak yukarıdaki oranın maksimumunu bulmak zorunludur.

Bu maksimizasyon problemini çözmek için λ oranının b'ye göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenir.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \lambda}{\partial b} &= \frac{2[(Bb)(b'Wb) - (b'Bb)(Wb)]}{(b'Wb)(b'Wb)} \\ \frac{2Bb}{b'Wb} - \frac{2\lambda W}{b'Wb} &= 0 \\ \frac{2(Bb - \lambda Wb)}{b'Wb} &= 0 \end{aligned}$$

Bazı sadeleştirmelerden sonra aşağıda gösterilen eşitlik elde edilir.

$$(B - \lambda W)b = 0$$

Her iki tarafın W^{-1} ile çarpılması durumunda eşitlik aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$(W^{-1}B - \lambda I)b = 0$$

Önemsiz sonuç olan $b' = 0$ (diskriminant ağırlıklarının sıfıra eşit olması) doğal olarak dikkate alınmaz.

Sistem $A = W^{-1}B - \lambda I$ olduğu yerde $Ak = 0$ formundadır. $b' \neq 0$ durumları için aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi A'nın determinantını sıfıra eşitlemek suretiyle λ 'nın maksimum değeri elde edilir.²⁰⁸ Determinant bir matrisin genelleştirilmiş varyansının bir ölçüsü olarak görülebilir.²⁰⁹

$$|W^{-1}B - \lambda I| = 0$$

²⁰⁸ Jacques Tacq, a.g.e., s.242-246

²⁰⁹ Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.515

λ 'nın maksimum değeri $W^{-1}B$ matrisinin en büyük özdeğeri ve b ise elemanları ilk doğrusal bileşenle ilişkili diskriminant ağırlıkları olan özvektördür.²¹⁰ Burada k grup sayısı ve p ayırıcı değişken sayısı iken $r = \min(k-1, p)$ olmak üzere $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$ özdeğerlerine karşılık gelen r tane özvektör aranan ayırıcı fonksiyonlar olacaktır.²¹¹ Gruplar arasında maksimum ayrımı sağlayan en iyi diskriminant fonksiyonu en büyük özdeğer λ_1 'e karşılık gelen özvektör b_1 'in katsayılarından oluşacaktır. İkinci en büyük diskriminant fonksiyonu ikinci en büyük özdeğer λ_2 'ye karşılık gelen özvektör b_2 'nin katsayılarından oluşur. Bu fonksiyon ilk fonksiyonla aralarında korelasyon olmayacak şekilde türetilir. Üçüncü diskriminant fonksiyonu da sonraki en iyi ayrımı sağlayan birinci ve ikinci fonksiyonların her ikisiyle de korelasyona sahip olmayacak şekilde türetilen ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonudur. Süreç diğer fonksiyonlar içinde benzer bir şekilde devam eder.²¹²

2.2.4.3 Diskriminant Fonksiyonlarının Anlamlılık Testleri

Hipotezlerin test edilmesi için çok değişkenli normallik varsayımına gerek duyulurken bu varsayım diskriminant fonksiyonlarının elde edilmesi aşamasında açıkça aranmaz.²¹³

Wilk's Λ 'nın $W^{-1}B$ 'in özdeğerlerinin (λ_i) bir fonksiyonu olarak gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\Lambda = \frac{1}{1 + \lambda_1} \frac{1}{1 + \lambda_2} \dots \frac{1}{1 + \lambda_r}$$

Burada r , mümkün diskriminant fonksiyonlarının sayısıdır.

Barlett aşağıda verilen V istatistiğinin Λ 'nın anlamlılığını test etmek için kullanılabileceğini göstermiştir:

$$V = \left[(n-1) - \frac{1}{2}(p+k) \right] \times \sum_{j=1}^r \ln(1 + \lambda_j)$$

Burada V yaklaşık olarak $p(k-1)$ serbestlik dereceli bir χ^2 dağılımı göstermektedir.

²¹⁰ William R. Dillon, ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.401

²¹¹ Hüseyin Tatlıdil, a.g.e., s.267

²¹² James Stevens, **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, 2002, s.287

²¹³ Alvin C. Rencher, **Methods of Multivariate Analysis**, New York, John Wiley and Sons, Inc., 1995, s.283

Wilk's Lambda'nın kullanılmasındaki amaç grupların birbirinden ayrılıp ayrılamayacağını test etmektir. Bu da her bir ortalama vektörünün, değişkenlerin ortalamalarından oluştuğu ve onların değişkenlikleri ve birbirleri arasındaki ilişkinin dikkate alındığı durumda, grupların orta noktaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek anlamındadır.²¹⁴

Diskriminant fonksiyonlarının kaç tanesinin anlamlı olduğunu belirlemede kullanılan test artık değere (residual) dayanmaktadır. İlk olarak tüm özdeğerler V istatistiği kullanılarak birlikte test edilir. Eğer bu anlamlıysa en büyük özdeğer (ilk diskriminant fonksiyonunun karşılığı olan) çıkarılır ve kalan özdeğerlere (ilk residual) onun anlamlı olup olmadığını belirlemek için bir test yapılır. Eğer ilk artık değer (V_1) anlamlı değilse o zaman sadece ilk diskriminant fonksiyonunun anlamlı olduğu sonucuna varılır. Eğer ilk artık değer anlamlı ise o zaman en büyük iki özdeğerin çıkarılması durumundaki V istatistiği olan ikinci artık değer test edilir. Eğer ikinci artık değer anlamlı değilse o zaman sadece ilk iki fonksiyonun anlamlı olduğu sonucuna varılır ve süreç böyle devam eder. Genel olarak söylemek gerekirse ilk s özdeğerin çıkarılmasından sonraki artık değer anlamlı değilse sadece ilk s diskriminant fonksiyonunun anlamlı olduğu sonucuna varılır.

Aşağıdaki tabloda dört mümkün diskriminant fonksiyonunun serbestlik derecelerine artık değer testi verilmiştir.(Tabloda sabit terim C ile gösterilmektedir.)

²¹⁴ Jacques Tacq, a.g.e., s.359

Tablo 2.8 Dört Mümkin Diskriminant Fonksiyonu İçin Artık Test Prosedürü

Adı	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi
V	$C \sum_{j=1}^4 \ln(1 + \lambda_j)$	P (k - 1)
V ₁	$C[\ln(1+\lambda_2) + \ln(1+\lambda_3) + \ln(1+\lambda_4)]$	(p - 1)(k - 2)
V ₂	$C[\ln(1+\lambda_3) + \ln(1+\lambda_4)]$	(p - 2)(k - 3)
V ₃	$C [\ln(1+\lambda_4)]$	(p - 3)(k - 4)

r. artık değere ait serbestlik derecesi için genel formül $(p - r)[k - (r + 1)]$ dir.²¹⁵

Bilgisayar çıktılarında ayrıca her bir grup ve tüm örnek için değişkenlerin ortalamaları, Wilk's Λ ve tek değişkenli (univariate) F oranı verilmektedir. Bilindiği gibi her bir değişkenin grupları ayırma güçlerinin istatistik anlamlılığını test etmek için F istatistiği kullanılır. Aşağıdaki tablo Wilk's λ 'nın kesin olarak F dağılımı gösterdiği durumları içermektedir.²¹⁶

Tablo 2.9 Wilk's Λ 'nın F Olarak Dağıldığı Durumlar

Değişken Sayısı (p)	Grup Sayısı (G)	Dönüşüm Formülü	Serbestlik Derecesi
Herhangi	2	$(\frac{1-\Lambda}{\Lambda})(\frac{n-p-1}{p})$	p , n - p - 1
Herhangi	3	$(\frac{1-\Lambda^{1/2}}{\Lambda^{1/1}})(\frac{n-p-2}{p})$	2p, 2(n - p - 1)
1	Herhangi	$(\frac{1-\Lambda}{\Lambda})(\frac{n-G}{G-1})$	G - 1, n - G
2	Herhangi	$(\frac{1-\Lambda^{1/2}}{\Lambda^{1/2}})(\frac{n-G-1}{G-1})$	2(G - 1) , 2(n - G - 1)

2.2.4.4 Diskriminant Fonksiyonlarının Yorumlanması

İki gruplu durumda ayırıcı değişkenlerin öneminin belirlenmesinde kullanılan yöntemler çok değişkenli durum için de geçerlidir. Diskriminant fonksiyonu sayısı ikiden fazla olduğunda ise yorumlamada ek problemlerle karşılaşılır. Bunların biri, her bir fonksiyonun profilini çıkarmayı kolaylaştırmak amacıyla diskriminant yükleri

²¹⁵ James Stevens, a.g.e., s.287-288

²¹⁶ Subhash Sharma, a.g.e., s. 294

veya ağırlıklarının nasıl basitleştirilebileceği, diğeri de fonksiyonlar içinde her bir değişkenin etkisinin nasıl gösterilebileceği problemidir. Bu tür problemler hem fonksiyonlar içinden toplam ayırıcı etkileri ölçmede hem de her bir fonksiyonun ayrı ayrı profilini çıkarmak için her bir değişkenin rolünü değerlendirmede ortaya çıkar.²¹⁷ Buna benzer sorular fonksiyonların rotasyonu, grup ortalamalarının grafiği, fonksiyonların tanımlanması ve Etki Endeksi (Potency Index) başlıkları altında aşağıda açıklanmaktadır.

Çok gruplu diskriminant analizinde önemli bir amaç grup ortalamalarının farklı olup olmadığını ve eğer farklıysa gruplar arası farklılıkları en iyi açıklayan diskriminant eksenini sayısını belirlemektir. Gerekli diskriminant eksenini sayısını diskriminant uzayının boyutunu belirtir. Gruplar arası farklılıkların temel kaynaklarını saptamak için sadece birkaç diskriminant eksenine gereksinim duyulduğunda özellikle bir çok grupla çalışılması halinde önemli oranda bir tasarruf elde edilmiş olur. Diskriminant fonksiyonlarının grafiklerinin çizilmesi sonuçların yorumlanmasını kolaylaştırması nedeniyle sıklıkla önerilen bir yoldur.²¹⁸

2.2.4.4.1 Diskriminant Fonksiyonlarının Rotasyonu

Diskriminant fonksiyonları türetildikten sonra varyansı yeniden dağıtmak için rotasyona tabi tutulabilir. Temelde rotasyon, fonksiyonların yorumlanmasını önemli ölçüde kolaylaştırırken orijinal yapıyı ve diskriminant çözümünün güvenilirliğini korur. Çoğu kez rotasyon için bir temel olarak Varimax rotasyonuna başvurulur.²¹⁹ Sadece istatistik olarak anlamlı diskriminant fonksiyonları rotasyona tabi tutulan fonksiyonların hala anlamlı olduğunu kesinleştirmek için rotasyona tabi tutulmalıdır.²²⁰ Bir diskriminant analizi sonucunun rotasyonu, modelin toplam ayırıcı gücü ile grupların nisbi pozisyonları korunmakta ve rotasyona tabi tutulan standart diskriminant katsayılarının ve diskriminant yüklerinin mutlak değeri sıfıra veya bire yakın olmaktadır. Sonuç olarak fonksiyonların ve grup farklılıklarının

²¹⁷ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.273

²¹⁸ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.409

²¹⁹ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.273

²²⁰ James Stevens, a.g.e., s.296

yorumlanabilirliği geliştirilmektedir.²²¹ Bu tür katsayılara sahip diskriminant fonksiyonlarının yorumlanması daha kolay olmakla birlikte onların artık grup ayrımını maksimize etmemesi ve aralarında ilişki olması şeklinde iki eksikliği vardır.²²²

2.2.4.4.2 Grup Ortalamalarının Grafiği

Grafikler çoklu diskriminant analizi sonuçlarını göstermek için geleneksel olarak kullanılmaktadır. İstatistik olarak anlamlı diskriminant fonksiyonları kullanılarak grup ortalamalarının grafiği grup farklılıklarını geometrik olarak göstermek için indirgenmiş diskriminant fonksiyonu uzayında çizilebilir. Grafikler genellikle anlamlı ilk iki diskriminant fonksiyonu için çizilir.²²³ Diskriminant fonksiyonları eksenleri oluşturur ve grup ortalamaları eksenler arasına çizilir. Eğer bir diskriminant fonksiyonu eksenini boyunca bir grubun ortalamaları ve diğer bir grubun ortalamaları arasında büyük bir fark var ise diskriminant fonksiyonu iki grubu ayırır. Eğer büyük bir uzaklık yok ise diskriminant fonksiyonu iki grubu ayıramaz. Bir çok grup tek bir eksen boyunca çizilebilir. Grup ortalamaları sadece ikili ekseninde çizilebileceği için üç anlamlı diskriminant fonksiyonu için üç grafik gerekmektedir. (Fonksiyon1 ile fonksiyon2; fonksiyon1 ile fonksiyon3 ve fonksiyon2 ile fonksiyon3 olacak şekilde).²²⁴

2.2.4.4.3 Diskriminant Fonksiyonlarının Adlandırılması

Ortalamaların grafiği grupların bir diskriminant fonksiyonu tarafından nasıl ayrıldığını gösterir ancak onlar diskriminant fonksiyonunun anlamını göstermez. Fonksiyonun anlamı, fonksiyon ve ayırıcılar arasındaki ilişkinin yapısından çıkarılır.²²⁵ Daha öncede belirtildiği gibi Yapı Matrisleri (Structure Matrix) diskriminant değerleri ile değişkenler arasındaki basit korelasyonu vermektedir. Bir fonksiyonda verilen bir değişkenin yükü ne kadar fazla ise fonksiyon o değişkenle daha iyi temsil edilir. Ancak faktör analizindeki durumda olduğu gibi yapı matrisleri

²²¹ Collin J. Watson, "An Additional Approach for Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Business Research", *Journal of Business Research*, 9, 1981, s.236-244

²²² Alvin C. Rencher (1995), a.g.e., s.318

²²³ William R. Dillon ve Matthew Goldstein, a.g.e., s.409

²²⁴ Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.538

²²⁵ A.e., s.539

daha basit bir yapı elde etmek için rotasyona tabi tutulabilir. Diskriminant analizinde sadece Varimax rotasyonu söz konusudur. Varimax rotasyonu her bir değişkenin sadece tek bir diskriminant fonksiyonuna yükleyeceği şekilde yükler elde etmeyi amaçlar.²²⁶

Diskriminant fonksiyonu adlandırılması daha büyük yüke sahip değişkenlerin ortak özelliğini yansıtacak biçimde yapılabilir. Bazen en büyük yüke sahip özellik söz konusu diskriminant fonksiyonunun özelliği olarak alınabilir. Yukarıdaki kriterler ve araştırmacının amacı dikkate alınmak suretiyle diskriminant fonksiyonlarını faktör analizinde olduğu gibi aşağıda belirtilen şekillerde adlandırmak mümkündür.

- 1.Simgesel (Sembolik) Adlar: Her bir ortak fonksiyon çeşitli semboller (genellikle $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$) ile gösterilir. Diskriminant fonksiyonlarına anlam verilmez.
- 2.Ayırıcı Adlar: Her bir ortak diskriminant fonksiyonuna, o diskriminant fonksiyonu ile büyük ağırlığa sahip olan değişkenlerin içeriğini en iyi yansıtabilecek şekilde ad verilmektedir.
- 3.Nedensel Adlar: Diskriminant fonksiyonları ile ilişkili görülen değişkenlerin arkasında yatan ortak nedenlere dayanarak adlandırma yapılmaktadır.²²⁷

2.2.4.4.4 Etki Endeksinin (Potency Index) Hesaplanması

Çok gruplu diskriminant analizinde değişkenlerin nisbi önemini incelemeye kullanılan ve yukarıda açıklanan daha geleneksel yaklaşımlara ek olarak Perrault v.d.²²⁸ bağımsız değişkenlerin nisbi ayırıcı güçlerinin bir ölçüsü olan Etki Endeksinin (Potency Index) incelemiştir.²²⁹ İki veya daha fazla fonksiyon türetildiği zaman bir birleşik veya özet ölçü tüm anlamlı fonksiyonlar içinde bir değişkenin katkısını belirlemede yararlı olacaktır. Etki endeksi tüm değişkenler arasında her bir değişkenin ayırıcı gücünün bir göstergesi olan nisbi bir ölçüdür. O hem bir

²²⁶ Subhash Sharma, a.g.e., s. 307

²²⁷ Ali Sait albayrak, a.g.e., s.

²²⁸ W. D. Perrault, D. N. Behrman ve G. M. Armstrong, "Alternative Approaches for Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Marketing Research" **Journal of Business Research**, 7,1979, pp.151-173

²²⁹ Collin J. Watson, "Approaches for The Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Organizational Research" **Academy of Management Review**, vol.7, no.1,1982, pp. 124-132

diskriminant fonksiyonuna bir değişkenin katkısını (onun diskriminant yükleri) hem de genel sonuca fonksiyonun nisbi katkısını (fonksiyonların öz değerleri arasında nisbi bir ölçü) içerir. Birleşiklik tüm anlamlı diskriminant fonksiyonlarının bireysel etki endekslerinin toplanmasıyla elde edilir. Birleşik ölçünün yorumlanması her bir değişkenin nisbi pozisyonunun ortaya konulmasında faydalı olması gerçeği yanında sınırlıdır ve mutlak değer gerçek bir anlam ifade etmez. Etki endeksi iki adımda hesaplanır.²³⁰

Birinci adımda her bir anlamlı diskriminant fonksiyonu için bir Etki Değeri (Potency Value) hesaplanır. Dönüştürülmemiş diskriminant yüklerinin kareli değeri ile temsil edilen bir değişkenin ayırıcı gücü diskriminant fonksiyonunun genel sonuca nisbi katkısıyla ağırlıklandırılır. Önce her bir anlamlı diskriminant fonksiyonu için nisbi özdeğer ölçüsü aşağıdaki formülle elde edilir.

$$\text{Diskriminant fonksiyonu } i\text{'nin nisbi özdeğeri} = \frac{\text{Diskriminant fonksiyonu } i\text{'nin özdeğeri}}{\text{Tüm anlamlı diskriminant fonksiyonları özdeğerlerinin toplamı}}$$

Bir diskriminant fonksiyonu üzerindeki her bir değişkenin etki değeri de

$$\text{Fonksiyon } j \text{ deki } i \text{ değişkeninin etki değeri} = (\text{Diskriminant yükü}_{ij})^2 \cdot (\text{fonksiyon } i \text{ nin nisbi özdeğeri})$$

formülü ile elde edilir.

İkinci adımda tüm anlamlı diskriminant fonksiyonları arasından birleşik bir etki endeksi hesaplanır. Her bir fonksiyon için bir etki değeri hesaplandıktan sonra birleşik etki endeksi her bir anlamlı diskriminant fonksiyonunun etki değerlerinin toplamı olarak hesaplanır. Artık etki endeksi tüm anlamlı diskriminant fonksiyonları arasından değişkenin toplam ayırıcı gücünü temsil eden nisbi bir ölçüdür.

²³⁰ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.273-274

2.2.4.5 Çok Gruplu Durumda Sınıflandırma

Birimlerin gruplara atanmalarında her bir grup için bir sınıflandırma eşitliği elde edilir. Örneğin, üç gruplu bir örnek ile çalışılıyorsa üç sınıflandırma eşitliği elde edilecektir. Her bir birime ait veriler her bir grup için bir sınıflandırma değeri elde edebilmek amacıyla sınıflandırma eşitliklerinin her birinde yerine konur ve birim en yüksek sınıflandırma değerine sahip olduğu gruba atanır.

Burada çok gruplu durumda sınıflandırma kuralları incelenecektir. İki gruplu durumda olduğu gibi burada da örnek ortalama vektörleri $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k$ 'ları bulmak için k grubun her birinden bir örnek kullanılmaktadır. Grup üyeliği bilinmeyen bir x vektörü için bir yaklaşım x 'in en yakın olduğu ortalama vektörünü bulmak için bir uzaklık fonksiyonu kullanmak ve x 'i uygun olan gruba atamaktır.²³¹

2.2.4.5.1 Eş Kovaryans Matris Durumu: Doğrusal Sınıflandırma

Fonksiyonları

Bu sınıflandırma yönteminde anakütle kovaryans matrislerinin, $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_k$, eşit olduğu varsayılmaktadır. Tüm anakütle kovaryans matrislerinin birleştirilmiş bir örnek kovaryans matrisi ile tahmini aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$S = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_k - 1)S_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k - k}$$

Aşağıda verilen uzaklık fonksiyonu kullanılarak grup üyeliği bilinmeyen x her bir $\bar{x}_i, i = 1, 2, \dots, k$ ile karşılaştırılır.

$$D_i^2(x) = (x - \bar{x}_i)S^{-1}(x - \bar{x}_i)$$

ve x , $D_i^2(x)$ nin en küçük olduğu gruba sınıflandırılır.

Yukarıdaki formül genişletilerek doğrusal bir sınıflandırma kuralı elde edilebilir:

$$\begin{aligned} D_i^2(x) &= x'S^{-1}x - x'S^{-1}\bar{x}_i - \bar{x}_i'S^{-1}x + \bar{x}_i'S^{-1}\bar{x}_i \\ &= x'S^{-1}x - 2\bar{x}_i'S^{-1}x + \bar{x}_i'S^{-1}\bar{x}_i \end{aligned}$$

$x'S^{-1}x$ terimi göz ardı edilebilir çünkü o i 'nin bir fonksiyonu değildir ve sonuç olarak gruptan gruba değişmez, ikinci terim x 'in doğrusal bir fonksiyonudur ve

²³¹ Alvin C. Rencher, a.g.e., s.304

üçüncüsü ise x 'i içermez. Sonuç olarak $x'S^{-1}x$ silinerek $L_i(x)$ ile gösterilen doğrusal bir sınıflandırma fonksiyonu elde edilir. Eşitliğin sağ tarafı $-1/2$ ile çarpılırsa doğrusal sınıflandırma kuralı aşağıdaki şekle dönüşür.

$$L_i(x) = \bar{x}_i'S^{-1}x - \frac{1}{2}\bar{x}_i'S^{-1}\bar{x}_i, \dots, i = 1, 2, \dots, k$$

x yukarıda verilen sınıflandırma fonksiyonunda maksimum değeri veren gruba atanır. x 'in bir fonksiyonu olarak formülün doğrusallığını açığa kavuşturmak için onu aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür.

$$L_i(x) = c_i'x + c_{i0} = c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + \dots + c_{ip}x_p + c_{i0}$$

Burada $c_i' = \bar{x}_i'S^{-1}$ ve $c_{i0} = -\frac{1}{2}\bar{x}_i'S^{-1}\bar{x}_i$. Bu yolla x 'i gruplardan birine atamak için k grubun her biri için c_i ve c_{i0} hesaplanır, $L_i(x)$, $i = 1, 2, \dots, k$ değerlendirilir ve x , $L_i(x)$ 'in en büyük olduğu gruba atanır. Bu ortalama vektörü $\bar{x}_i$ nin x 'e en yakın olduğu grup olan $D_i^2(x)$ nin en küçük olduğu grupla aynı grup olacaktır.

Grup üyelikleri ön olasılıklarının ($p_1, p_2, \dots, p_k$) dikkate alınması durumunda doğrusal sınıflandırma kuralı aşağıdaki gibi olur.

$$L_i'(x) = \ln p_i + \bar{x}_i'S^{-1}x - \frac{1}{2}\bar{x}_i'S^{-1}\bar{x}_i, \dots, i = 1, 2, \dots, k$$

Bu doğrusal fonksiyonlar doğrusal sınıflandırma fonksiyonları olarak adlandırılır. Onlar katsayıları $W^{-1}B$ 'nin öz vektörlerinden oluşan doğrusal diskriminant fonksiyonlarından farklıdır. k sayıda sınıflandırma fonksiyonu ve $\min(p, k-1)$ sayıda da diskriminant fonksiyonu vardır. Çoğu durumda tüm diskriminant fonksiyonları grup farklılıklarını belirlemede kullanılmazken tüm sınıflandırma fonksiyonları birimlerin gruplara sınıflandırılmasında kullanılmak zorundadır.²³²

2.2.4.5.2 Farklı Kovaryans Matris Durumu: İkinci derece Sınıflandırma Fonksiyonları

Bir önceki alt bölümde açıklanan doğrusal sınıflandırma fonksiyonları kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayımına göre türetilmiştir. Sonuç olarak ortaya çıkan sınıflandırma kuralları kovaryans matrislerinin farklı olması durumuna

²³² Alvin C. Rencher, a.g.e., s.304-305

duyarlıdır. Birimler sıklıkla kovaryans matrislerinin köşegenlerde daha büyük varyansa sahip olduğu gruplara sınıflandırılma eğilimindedir. Sonuç olarak eğer şüphelenmek için gerekli nedenler varsa anakütle kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayılmamalıdır.

Eğer $\sum_1 = \sum_2 = \dots = \sum_k$ geçerli değilse, sınıflandırma kuralları sınıflandırma oranlarının optimum olması durumunu korumak için kolaylıkla değiştirilebilir ve yerine aşağıdaki eşitlik kullanılabilir

$$D_i^2(x) = (x - \bar{x}_i)' S_i^{-1} (x - \bar{x}_i)$$

Burada S_i i. grubun örnek kovaryans matrisidir. Daha önce belirtildiği gibi x birimi $D_i^2(x)$ 'nin en küçük olduğu gruba atanır. Birleştirilmiş S 'in yerine S_i kullanmakla yukarıdaki eşitlik x 'in doğrusal bir fonksiyonuna indirgenemez fakat ikinci derece bir fonksiyon olarak kalır. Sonuçta S_i 'ye dayalı kurallar ikinci derece sınıflandırma kuralları olarak adlandırılır. Grup üyelikleri ön olasılıklarının da $(p_1, p_2, \dots, p_k)$ dikkate alınmasıyla optimum sınıflandırma kuralı aşağıdaki gibi olur.

$$Q_i(x) = \ln p_i - \frac{1}{2} \ln |S_i| - \frac{1}{2} (x - \bar{x}_i)' S_i^{-1} (x - \bar{x}_i)$$

x bunun maksimum olduğu gruba atanır. Eğer ön olasılıklar bilinmiyorsa $\ln p_i$ göz önüne alınmaz.

S_i 'ye dayalı bir ikinci derece sınıflandırma kuralı kullanmak için her bir n_i , p 'den daha büyük olmak zorundadır böylece S_i^{-1} hesaplanabilecektir. Bu kısıtlama S 'e dayalı doğrusal sınıflandırma kurallarına uygulanamaz. Çünkü ikinci derece sınıflandırma fonksiyonlarıyla daha fazla parametre tahmin edilir, daha çok sayıda n_i tahminin istikrarı açısından gereklidir.²³³

2.2.4.5.3 Hatalı Sınıflandırma Oranlarının Tahmini

İki gruplu durumda hatalı sınıflandırma oranlarının tahmini ile ilgili açıklamalar çok gruplu durum için de genelleştirilebilir. Burada aynı açıklamalar yeniden yapılmadan örnek sınıflandırma fonksiyonu tarafından yanlış sınıflandırılan örnek birimlerinin oranı olan Görünen Hata Oranının (Apparent Error Rate) çok gruplu durum için gerçek ve tahmini grup üyeliklerini gösteren sınıflandırma

²³³ Alvin C. Rencher, a.g.e., s. 306-307

matrisinden nasıl hesaplanabileceği ele alınmaktadır. Çok gruplu bir durum için sınıflandırma matrisi Tablo 2.12’de verilmektedir.

Tablo 2.10 Çok Gruplu Durumda Sınıflandırma Matrisi

Gerçek Grup	Birimlerin Sayısı	Tahmini Grup		
		1	2	3
1	n_1	n_{11}	n_{12}	n_{13}
2	n_2	n_{21}	n_{22}	n_{23}
3	n_3	n_{31}	n_{32}	n_{33}

Burada, n_{11} , n_{22} , n_{33} sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü gruba doğru sınıflandırılan birimlerin sayısını göstermektedir. Görünen hata oranı, Görünen Doğru Sınıflandırma Oranından (Apparent Correct Classification Rate) hareketle de hesaplanabilir.

$$\text{Görünen Doğru sınıflandırma Oranı} = \frac{n_{11} + n_{22} + n_{33}}{n_1 + n_2 + n_3}$$

Buradan hareketle,

Görünen hata oranı = 1 – görünen doğru sınıflandırma oranıdır.

Sonuç olarak

$$\text{Görünen Hata Oranı} = 1 - \frac{n_{11} + n_{22} + n_{33}}{n_1 + n_2 + n_3} \text{ olarak gösterilebilir.}$$

İki gruplu durumda da bahsedildiği gibi görünen hata oranı gerçek hata oranının doğru tahminleyeni değildir çünkü sınıflandırma fonksiyonunun hesaplanmasında kullanılan veri seti onun değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Görünen hata oranındaki hatayı azaltmak amacıyla iki gruplu durum için diskriminant fonksiyonunun dışsal geçerliliği başlığı altında açıklanan yaklaşımlar çok gruplu durum içinde geçerlidir.²³⁴

²³⁴ Bakınız Bölüm 2.2.3.6

2.2.5 Diskriminant Analizinin Türleri

Doğrudan (Direct), Sıralı (Sequential) ve Adım Adım (Stepwise) olmak üzere üç tür diskriminant analizi vardır. Bu üç tür arasındaki seçim kriteri çoklu regresyon analizindeki ile aynıdır.

2.2.5.1 Doğrudan (Direct) Diskriminant Analizi

Doğrudan diskriminant analizinde çoklu regresyon analizinde olduğu gibi tüm ayırıcı değişkenler birlikte modelde yer alırlar ve her bir ayırıcı değişken gruplarla arasındaki ilişkinin derecesine göre ağırlıklandırılır. Ayırıcı değişkenler arasında paylaşılan varyans herhangi bir ayırıcıya değil genel ilişkiye katkıda bulunur. Doğrudan diskriminant analizindeki ayırıcılar ve gruplar arasındaki ilişkinin genelde testi tüm diskriminant fonksiyonlarının birlikte alındığı ve bağımlı değişkenlerin eş zamanlı olarak dikkate alındığı durumda çok değişkenli varyans analizindeki testin aynıdır.²³⁵

2.2.5.2 Sıralı (Sequential) Diskriminant Analizi

Bazı yazarların hiyerarşik olarak isimlendirmeyi tercih ettiği sıralı diskriminant analizi ayırıcıların araştırmacı tarafından belirlenen bir sırada eşitliklere girmeleri halinde grup üyeliklerine katkılarını değerlendirmekte kullanılır. Araştırmacı önceki bir ayırıcılar setine yeni bir ayırıcı eklendiği zaman sınıflandırmadaki iyileşmeyi değerlendirir. Birimlerin gruplara atanması yeni ayırıcı veya ayırıcıların eklenmesi halinde güvenli bir şekilde gelişir mi sorusu önemlidir. Sıralı diskriminant analizi ayırıcıların indirgenmiş bir seti arzulandığı ve onlar arasında bir öncelik sırası oluşturmak için bazı temellerin var olduğu durumda da faydalıdır. Ayırmanın anlamlılığı her bir adımda değerlendirilir ve sınıflandırma fonksiyonları elde edilir. Sınıflandırmanın yeterliliği en son adımda otomatik olarak gösterilir, fakat herhangi bir adımdan sonra da istenebilir. İki den fazla grup olması ve grup büyüklüklerinin çok farklı olması durumunda sıralı lojistik regresyon seçilebilecek bir yöntemdir.²³⁶

²³⁵ Barbara G. Tabachnick Ve Linda S. Fidell, a.g.e., s.528

²³⁶ A.e., s.528-532

2.2.5.3 Adım Adım (Stepwise) Diskriminant Analizi

Araştırmacının bazı değişkenlere diğerlerine göre daha yüksek öncelik tanınması gerekmediğinde istatistik kriter giriş sırasını belirlemek için kullanılabilir. Bu da eğer bir araştırmacı bir indirgenmiş veri seti istiyor fakat onlar arasında bir tercih sıralaması yoksa adım adım diskriminant analizinin indirgenmiş setini elde etmek için kullanılabileceği anlamındadır. Adım adım diskriminant genelde adım adım yöntemlerinde bulunan tartışmaya açık bir yöne sahiptir. Giriş sırası anakütle farklılıklarını yansıtmayan örnekteki ayırıcılar arasında ilişkideki önemsiz farklılıklara bağlı olabilir. Ancak bu hata çapraz geçerlilik (cross validation) kullanılarak azaltılabilir. Costanza ve Afifi bir giriş kriteri olarak .05 den daha liberal bir olasılık önermiştir. Onlar önemli değişkenlerin girişini garantiye almak için .15 ile .20 aralığında bir seçim önermiştir.²³⁷

Şu ana kadar ayırıcı değişkenlerin en iyi setinin bilindiği varsayıldı ve bilinen ayırıcı değişkenler diskriminant fonksiyonunu oluşturmak için kullanıldı. Potansiyel ayırıcı değişken sayısı bilindiğinde bazı durumlar karşımıza çıkar fakat diskriminant fonksiyonunu elde etmek için en iyi değişken setinin hangisi olduğu yolunda gösterge yoktur. Adım adım diskriminant analizi diskriminant fonksiyonu oluşturmak için ayırıcı değişkenlerin en iyi setini seçmek için kullanılan faydalı bir yöntemdir. İleriye Doğru Seçim (Forward selection), Geriye Doğru Seçim (Backward Selection) ve Adım Adım Seçim (Stepwise Procedure) diskriminant fonksiyonu türetmek için en iyi değişken setinin seçiminde kullanılabilir.

2.2.5.3.1 Adım Adım Yöntemleri

Diskriminant fonksiyonunu oluşturan en iyi değişkenler seti ileriye doğru, geriye doğru ve adım adım yöntemleri kullanılarak seçilebilir.²³⁸

2.2.5.3.1.1 İleriye Doğru Seçim

İleriye doğru seçimde diskriminant fonksiyonuna ilk giren değişken, verilen bir istatistik kriter tarafından ölçülmek suretiyle gruplar arasındaki en iyi ayrımı sağlayanıdır. Bir sonraki adımda fonksiyona giren değişken bahsedilen istatistik kriter

²³⁷ A.e., s.532

²³⁸ Subhash Sharma, a.g.e., s. 264-265

tarafından ölçülmek suretiyle diskriminant fonksiyonuna ilave maksimum ayırıcı gücü ekleyen değişkendir. Yöntem diskriminant fonksiyonuna dahil edilecek ilave değişken kalmayana kadar devam eder.

2.2.5.3.1.2 Geriye Doğru Seçim

Geriye doğru seçim diskriminant fonksiyonunda tüm değişkenlerin bulunmasıyla başlar. Her bir adımda verilen istatistik kriter tarafından ölçülmek suretiyle ayırıcı güçte en az miktarda azalmayı sağlayacak olan değişken çıkarılır. Yöntem daha fazla değişken atılamayana kadar devam eder.

2.2.5.3.1.3 Adım Adım Seçim

Adım adım seçim, ileriye ve geriye doğru seçim yöntemlerinin bir bileşimidir. Diskriminant fonksiyonunda hiçbir değişken yokken başlar, sonra her adımda bir değişken eklenir ya da çıkarılır. Diskriminant fonksiyonundaki bir değişken kullanılan istatistik kriter ölçümlerine göre ayırıcı güçte anlamlı bir artışı sağlayamazsa atılır. Eğer ilgili adımda herhangi bir değişken atılmazsa o zaman istatistik kritere göre anlamlı en fazla ayırıcı gücü ekleyen değişken diskriminant fonksiyonuna dahil edilir. Eğer verilen adımda diskriminant fonksiyonuna değişken eklenmiyor veya çıkarılmıyorsa işlem durur.

Bahsedilen üç yöntem eğer değişkenlerin kendi aralarında ilişki yok ise aynı diskriminant fonksiyonunu verir. Ancak eğer değişkenlerde ileri düzeyde çoklu doğrusal bağlantı varsa sonuçlar çok farklı çıkabilir. Sonuç olarak değişkenlerde önemli çoklu doğrusal bağlantıdan şüpheleniliyorsa araştırmacı adım adım seçim prosedürünü dikkatle uygulamalıdır.

2.2.5.3.2 Seçim Kriteri

Daha önce bahsedildiği gibi değişkenlerin diskriminant fonksiyonuna eklenmesi veya atılmasını belirlemek için istatistik bir kriter kullanılır. Sıklıkla kullanılan dört kriter söz konusudur.

2.2.5.3.2.1 Wilks' Λ

Wilks' Λ , daha önce de belirtildiği gibi, grup içi kareler toplamının genel kareler toplamına oranıdır. Her bir adımda modele dahil edilen değişken diskriminant fonksiyonunda bulunan değişkenlerin etkileri giderildikten veya kısmileştirildikten sonra en düşük Wilks' Λ değerine sahip olan değişkendir. Wilks' Λ 'nın F değeri ile ifade edilebilmesi dolayısıyla, kural en yüksek kısmi F değerine sahip değişkenin girmesine eşittir. Wilks' Λ aşağıdaki formülle ifade edilmesi dolayısıyla

$$\Lambda = \frac{SS_w}{SS_t} = \frac{SS_w}{SS_b + SS_w}$$

Wilks' Λ 'yı azaltmak grup içi kareler toplamının minimize edilmesini ve gruplararası kareler toplamının maksimize edilmesi anlamına gelmektedir. Bu da Wilks' Λ seçim kriterinin gruplararası farklılığı ve grup içi benzerliği dikkate alması durumudur.²³⁹ p ayrımcı değişkenli bir modele bir değişken eklendiğinde Wilks' lambda'daki değişim için F değeri aşağıdaki gibidir.

$$F = \left(\frac{n - g - p}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \lambda_{p+1} / \lambda_p}{\lambda_{p+1} / \lambda_p} \right)$$

Burada n toplam birim sayısı, g grupların sayısı, λ_p değişken eklenmeden önceki Wilks'lambda ve λ_{p+1} eklendikten sonra Wilks'lambda'dır.²⁴⁰

2.2.5.3.2.2 Rao's V

Rao's V, Mahalanobis uzaklığı dayanır ve her bir grubun orta noktasının tüm örneğin orta noktasından olan uzaklığının ölçülmesiyle saptanan gruplar arasındaki farklılığa dayanır. Bir değişkenin eklenmesi ve çıkarılması sırasında Rao's V ve onda meydana gelen değişiklik bir Ki-kare (χ^2) istatistiğine dönüştürülebilir. Ancak gruplararası farklılığı maksimize etmesine rağmen Rao's V grup benzerliğini dikkate almaz. Sonuç olarak Rao's V'nin kullanımı maksimum grup içi benzerliğe sahip olmayan bir diskriminant fonksiyonu üretebilir.

Lawley-Hotelling Trace olarak bilinen Rao's V aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V = (n_k - g) \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p w_{ij}^* \sum_{k=1}^g (\bar{X}_{ik} - \bar{X}_i)(\bar{X}_{jk} - \bar{X}_j)$$

²³⁹ Subhash Sharma, a.g.e., s. 264-267

²⁴⁰ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.268

Burada p modeldeki değişken sayısı, g grupların sayısı, n_k k . gruptaki örnek büyüklüğü, $\bar{X}_{ik}$ k . grup için i . değişkenin ortalaması, $\bar{X}_i$ tüm gruplar için i . değişkenin ortalaması ve w_{ij}^* grup içi kovaryans matrisinin tersinin bir elemanıdır. Grup ortalamaları arasındaki fark ne kadar büyük ise Rao's V o kadar büyüktür.²⁴¹

2.2.5.3.2.3 Mahalonobis Kareli Uzaklık

Wilks' Λ ve Rao's V tüm gruplar arasındaki toplam farklılığı maksimize eder. İki den fazla sayıda grup olması durumunda sonuç tüm grup çiftlerinin optimum farklılığa sahip olamayacağı şeklinde çıkabilir.. Mahalonobis kareli uzaklıkla tüm grup çiftleri arasında farklılığın var olup olmadığı saptanmaya çalışılır. Her bir adımda yöntem birbirine en yakın grup çiftleri arasında Mahalonobis uzaklığı ölçmek suretiyle farklılıktaki maksimum artışı (minimum azalışı) sağlayan değişkeni modele alır (çıkarır).²⁴²

Her bir adımda iki grup arasındaki Mahalonobis uzaklığı maksimum yapan değişken alınır. a ve b grupları arasındaki uzaklık aşağıda tanımlanmıştır.²⁴³

$$D_{ab}^2 = (n - g) \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p w_{ij}^* (\bar{X}_{ia} - \bar{X}_{ib})(\bar{X}_{ja} - \bar{X}_{jb})$$

2.2.5.3.2.4 En Küçük F Oranı

Mahalonobis uzaklık hesaplanırken tüm gruplara eşit ağırlık verilir. Bu sınırlamanın üstesinden gelmek için Mahalonobis uzaklık F oranına dönüştürülür. F oranının hesaplamakta kullanılan formül büyük gruplara küçük gruplara göre daha fazla ağırlık verecek şekilde grup büyüklüklerini dikkate alır. Gruplararası F değeri verilen bir grup çifti arasındaki farklılığı ölçer.²⁴⁴

Her bir adımda grup çiftleri için en küçük F değerini maksimum yapan değişken alınır. F istatistiği aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$F = \frac{(n - 1 - p)n_1 n_2}{p(n - 2)(n_1 + n_2)} D_{ab}^2$$

²⁴¹ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.268

²⁴² Subhash Sharma, a.g.e., s. 264-267

²⁴³ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.268

²⁴⁴ Subhash Sharma, a.g.e., s. 264-267

Dikkat edilirse bu yöntem Mahalanobis uzaklığı örnek büyüklüğü ile ağırlıklandırır bu yüzden iki yöntem farklılık gösterebilir.²⁴⁵

Yukarıda bahsedilen her bir kriter potansiyel ayırıcı değişkenlerin farklı bir alt grubuyla bir diskriminant fonksiyonu verebilir. En iyi istatistik kriter konusunda mutlak bir kural olmamasına karşın araştırmacı adım adım diskriminant analizi uygulaması için kriter seçiminde çeşitli kriterlerin amaçlarının farkında olmalıdır. Wilks' Λ en çok kullanılan istatistik kriterdir.²⁴⁶

2.2.5.3.3 Seçim Kriteri Olarak Cutoff Değeri

Yukarıda tartışıldığı gibi adım adım yöntemi fonksiyonun ayırma gücünde bir artışın varolacağı şekilde bir değişken seçer. Sonuç olarak bir Kesme değeri (Cut off value) belirlenmesi gerekir. Seçilen istatistik tarafından ölçülen değer altındaki ayırma gücü anlamlı olarak kabul edilmez. Yani değişken seçimi için minimum şartların belirlenmesi gerekmektedir.²⁴⁷

Eğer amaç verilen bir anlamlılık düzeyinde sadece diskriminant fonksiyonunun ayırma gücünü arttıracak olan değişkenleri almak ise o zaman normal yöntem değişkenin alınması veya atılması için bir anlamlılık düzeyi (örneğin $p=0.05$) belirlemektir. Ancak arzulanandan çok daha düşük bir anlamlılık düzeyi belirlenmesi gerekebilir çünkü böyle testler bir çok değişken için yapılacağından dolayı verilen herhangi bir değişkenin alınması veya atılmasını reddetme genel olasılığı (overall probability) 0.05 den çok daha az olabilecektir. Örnek olarak eğer her biri 0.05 anlamlılık düzeyinde 10 bağımsız hipotez test edilecekse, genel anlamlılık düzeyi (Overall significance level) (örneğin I. Tip hata olasılığı) 0.40 ($1-.95^{10}$) olacaktır.²⁴⁸

Eğer amaç herhangi bir değişkenin ayırma gücünün ne kadar küçük olduğunu dikkate almadan diskriminant fonksiyonunun genel ayırma gücünü maksimize etmekse o zaman uygun bir anlamlılık seviyesi belirlenmelidir. Costanza ve Afifi, 0.1 ve 0.25 arasında bir p değeri (p value) önermektedir.²⁴⁹

²⁴⁵ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.268

²⁴⁶ Subhash Sharma, a.g.e., s. 264-266

²⁴⁷ a.e., s. 266-267

²⁴⁸ a.e., s. 267

²⁴⁹ a.e., s. 267

3 BAŞARISIZLIĞIN TAHMİNİ KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR

Uygulama öncesi bu son bölümde başarısızlık tahminine yönelik olarak yapılmış olan çalışmaların bir kısmını incelemenin uygun olacağı düşünülmüştür. İncelemeler ağırlıklı olarak banka ve şirket başarısızlıklarını tahmine yönelik olarak yapılan çalışmalar üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan istatistik yöntem, örnek büyüklükleri, anlamlı bulunan değişkenler ve doğru sınıflandırma yüzdeleri vb. hakkında genel bilgiler verilmiştir. Çalışmalar tek değişkenli ve çok değişkenli ve parametrik ve parametrik olmayan şekilde sınıflandırılmıştır.

3.1 Tek Değişkenli Çalışmalar

Beaver¹ yapmış olduğu çalışmada bilanço ve gelir tablosu verilerinin başarısızlığı tahminde kullanılabileceğini göstermek için 1954 ve 1964 yılları arasında başarısız 79 ve büyüklük ve endüstri grubuna göre eşleştirilmiş başarılı 79 şirketten oluşan örneğe tek değişkenli bir ikili sınıflandırma testi uygulamıştır. Başarısızlık bir şirketin finansal yükümlülüklerini yerine getirememesi olarak tanımlanmıştır. Her bir oran küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve başarılı ve başarısız firmaların yanlış sınıflandırılmalarını minimum yapmak için deneme ve yanılma yoluyla optimum bir kesme değeri (cutoff value) belirlenmiştir. Testin geçerliliğini test etmek için örnek iki alt örneğe bölünmüştü ve her bir alt örnek diğer alt örnekten elde edilen kesme değeri kullanılarak sınıflandırılmıştır. Daha önceki çalışmalardaki kullanım ve performansları ve onun ikili sınıflandırma testindeki performansı dikkate alınarak altı oran kullanılarak testler yapılmıştır. Bu oranlar

1. Nakit akışı/ toplam borç (cash flow to total debt),
2. Net kar/toplam aktifler (net income to total assets)
3. Toplam borç/toplam aktifler (total debt to total assets)
4. Çalışma sermayesi/toplam aktifler (working capital to total assets)
5. Cari oran (current ratio)
6. Borç ve yükümlülükleri ödemek için mevcut kaynakların şimdiki ve gelecekteki harcamalara oranının 365 ile çarpımı

¹ William H. Beaver, "Financial ratios as predictors of failure, emprical research in accounting: Selected studies 1966", **Journal of Accounting Research**. Supplement to volume 4 January, 1967, pp. 71-111

(no-credit interval=assets available for payments of debts - liabilities*365 days)

present and future expenditures

Performanslar incelendiğinde 1. oran en büyük sınıflandırma doğruluğuna sahip iken diğerleri sırasıyla 2,3,4,5 ve 6 şeklinde sıralanmıştır. 1. oranın doğru sınıflandırma yüzdeleri başarısızlıktan bir yıl öncesi %87 ve başarısızlıktan beş yıl öncesi %78 olmuştur. Elde edilen sonuçların tesadüfi tahminle elde edilen sonuçlardan daha iyi olması dolayısıyla muhasebe verilerinin tek değişkenli başarısızlık tahmin modelinde faydası kanıtlanmıştır.

3.2 Çok Değişkenli Çalışmalar

Bu çalışmalarda parametrik ve parametrik olmayan çok değişkenli istatistik yöntemlere başvurulduğu görülmektedir. Parametrik yöntemler dağılımla ilgili bazı varsayımlara sahipken parametrik olmayan yöntemlerde bu aranmaz. Parametrik yöntemlere diskriminant analizi ve lojistik regresyonu (logit), parametrik olmayan yöntemlere ise Cox orantılı risk modelleri (Cox proportional hazard models) ve yapay sinir ağlarını (artificial neural networks) örnek olarak vermek mümkündür.

3.2.1 Parametrik Yöntemleri Kullanan Çalışmalar

Başarısızlık tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılan parametrik iki yöntemden diskriminant analizini kullanan ilk çalışmalar Altman(1968), Edmister(1972) ve Deakin(1972) ve logit analizde ise Martin(1977), Ohlson(1980) ve Hamer(1983) tarafından yapılmıştır.²

Altman³ yaptığı çalışmada şirket başarısızlıklarına etki eden faktörleri finansal oranları kullanarak çok değişkenli diskriminant analiziyle belirlemeyi amaçlamıştır. 1946 ve 1965 yılları arasında başarısız olan 33 şirket ile büyüklük ve endüstri grubu dikkate alınarak eşleştirilmiş 33 başarılı şirkete ait veriler kullanılmıştır. Çalışmayla ilişkili ve literatürde sıklıkla kullanılan 22 oran seçilmiş ve bunların 5 tanesi modelde yer almıştır. Bunlar;

1. Çalışma sermayesi/toplam aktifler (working capital/ total assets),
2. Dağıtılmamış karlar/toplam aktifler (retained earnings/ total assets),

² Teija Laitinen ve Maria Kankaanpää, "Comparative analysis of failure prediction methods: the Finnish case", *The European Accounting Review*, 8:1, 1999, pp.67-92

³ Edward I. Altman, "Financial ratios discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy", *Journal of Finance*, september,1968, 589-609

3. Faiz ve vergi öncesi kar/toplam aktifler (earning before interest and taxes/ total assets),
4. Özsermayenin piyasa değeri/toplam borcun defter değeri (market value equity/ book value of total debt),
5. Satışlar/toplam aktifler (sales / total assets).

Örnek biri modelin kurulması diğeri de modelin geçerliliğinin test edilmesi için ikiye bölünmüştür. Çok değişkenli diskriminant analizi modelinin geçerliliğinin test edilmesi için ayrılan örnek kullanılarak başarısızlıktan beş yıl öncesine kadar modelin firmaları başarısız ve başarılı gruplara sınıflandırma yeteneği incelenmiştir. Başarısızlıktan bir yıl öncesi ve iki yıl öncesi doğru sınıflandırma yüzdeleri sırasıyla %95 ve % 72 dir. Diğer yıllar için doğru sınıflandırma yüzdeleri oldukça düşük kalmıştır.

Deakin⁴ 1972 yılında yaptığı çalışmada Altman ve Beaver tarafından kullanılan faktörleri birleştirerek başarısız şirketleri başarısızlık gerçekleşmeden önce tahmin etmek amacıyla diskriminant analizini kullanmıştır. 1962 ve 1966 yıllarına ait 32 başarısız firma ve bunların aktif büyüklüğü, faaliyet yılı ve endüstri sınıflamasına dayalı olarak eşleştirildiği 32 başarılı firmadan oluşan bir örnek kullanmıştır. Örnek biri analiz ve diğeri de modelin geçerliliğinin test etmede kullanılmak üzere ikiye bölünmüştür. Analiz örneği aynı 32 başarısız firma setinden oluşurken başarılı firmalar tesadüfi olarak seçilmiştir. Diğer örnek ise 11 başarısız ve 23 başarılı firmadan oluşmuştur. Analiz örneğinin sınıflandırma sonuçları incelendiğinde başarısızlıktan 3 yıl öncesine kadar olan dönemde %95'ler civarında ve başarısızlıktan 4 ve 5 yıl öncesinde ise sırasıyla %79.7 ve %82.8 genel doğru sınıflandırma yüzdeleri elde edilmiştir. Diğer örneğin sınıflandırma sonuçlarına bakıldığında başarısızlıktan bir yıl önce %76.5, iki yıl önce %94.1 ve 3, 4 ve 5 yıl öncesi için sırasıyla %88.2, %82.4 ve %88.2 genel doğru sınıflandırma yüzdeleri elde edilmiştir.

⁴ Edward B. Deakin, "A discriminant analysis of predictors of business failure", *Journal of Accounting Research*, spring, 1972, pp. 167-179

Sinkey⁵ çalışmasında yine diskriminant analizini kullanarak başarısız bankaları başarılı bankalardan ayıran faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. 1972 ve 1973 yıllarında 110 problemlili banka ve coğrafi pazar, toplam mevduat, şube sayıları ve Merkez Bankası (Federal Reserve) üyeliği dikkate alınmak suretiyle de 110 problemlili olmayan banka seçilmiştir. Veriler 1969-1972 yılları için bilanço ve gelir tablolarından elde edilen finansal oranlardır. Dikkate alınan finansal oranlar bankacılık ve bankacılık dışı literatürde anlamlı bulunanlarla araştırma bulgularınca önerilenlerdir. Bu oranlar ölçmüş oldukları boyutlarda birlikte verilmek suretiyle aşağıda gösterilmiştir.

Boyut	Değişken
1. Likidite(Liquidity)	<u>Kasa+US hazine bonoları(Cash + US Treasury sec.)</u>
	<u>Aktifler(Assets)</u>
2. Kredi Hacmi (Loan volume)	Toplam krediler/Toplam aktifler (Loans/assets)
3. Kredi Kalitesi(Loan quality)	Takipteki alacak karşılığı/toplam faaliyet giderleri (Provision for loan losses/total operating expense)
4. Sermaye yeterliliği (Capital adequacy)	Toplam krediler/(sermaye+rezervler) Loans/(capital + reserves)
5. Etkinlik(Efficiency)	Toplam faaliyet giderleri/toplam faaliyet gelirleri Total operating expense / total operating income
6. Karın kaynağı (Sources of revenue)	a. Kredilerden kar/toplam kar (Loan revenue / total revenue) b. US hazine bonoları karı/toplam kar (US treasury sec. Revenue / total revenue) c. Devlet ve yerel yükümlülükler karı/toplam kar (State and local obligations revenue / total revenue)
7. Karın Kullanımı Use of revenue	a. Tasarruflara ödenen faiz/toplam kar (Interest paid on deposits / total revenue) b. Diğer harcamalar/toplam kar (Other expenses / total revenue)

Yukarıda bahsedilen değişkenler 1969-1971 yılları için problemlili bankaları tanımlamada kullanılan 3 tahmin modelinin gücünü test etmede kullanılmıştır. Modelin geçerliliğini test etmek için ikinci bir örnek bulunmaması nedeniyle Lachenbruch tarafından önerilen hemen hemen tarafsız olan sınıflandırma yöntemi modellerin test edilmesinde kullanılmıştır. 1969, 1970 ve 1971 yılları için genel

⁵ Joseph F. Jr. Sinkey, "A multivariate statistical analysis of the characteristics of problem banks", *Journal of Finance*, 1975, pp.21-36

doğru sınıflandırma yüzdeleri sırasıyla %64.1, %65 ve %68.6 seviyelerinde kalmıştır.

Altman⁶ 1977'de yaptığı çalışmasında Federal Tasarruf ve Kredi Garanti Şirketi (Federal Savings and Loan Insurance Corporation) garanti fonuna bir yük getirebilecek tasarruf ve kredileri belirlemek için diskriminant analizini kullanmaktadır. Tasarruf ve krediler ciddi problem, geçici problem ve problemsiz olarak üç kategoriye sınıflandırılmıştır. Ciddi problem, aynı büyükşehir alanındaki geçici problem statüsüne sahip olanlarla ve zaman ve yerleşim esasına dayalı olarak da problemsiz statüdekilerle eşleştirilmiştir. Örnek 56 ciddi problemlili 49 geçici problemlili ve 107 problemsiz tasarruf ve krediden oluşmuştur. Yine ciddi problem durumunun ortaya çıkması öncesi 5 yarıyıl dönemine ait finansal tablolardan hareketle değişkenler elde edilmiştir. 32 finansal ve 24 trend oranı olmak üzere toplam 56 oran alınmış ve bunların 12 tanesi 4 farklı sıralama yöntemi kullanılarak final modelde yer almıştır. Bu değişkenlerle grupları ayırabilmek amacıyla üç diskriminant modeli geliştirilmiştir. Lachenbruch sınıflandırma sonuçları incelendiğinde ciddi problem ve problemsiz grupların genel doğru sınıflandırma yüzdeleri 3 dönem için sırasıyla %94.5, %89.3 ve %86.6 ile oldukça yüksek iken bu oranlar ciddi problem ve geçici problem gruplarında %80.9, %66.3 ve %62.1 ile oldukça düşük kalmıştır. Geçici problem ve problemsiz gruplarına ait yüzdeler verilmemiş ancak ilk dönem için ciddi problem ve geçici problem grup yüzdelerine benzer ve kalan periyodlar da % 75'in altına inmediği belirtilmiştir.

Altman, Haldeman ve Narayanan⁷ imalatçı ve perakendeci firma başarısızlıklarını tahmin etmek için güncelleştirilmiş bir diskriminant modeli olan ZETA'yı geliştirmişlerdir. 1969-1975 yılları arasında başarısız 53 firma ile büyüklük ve veri yılının benzerliğine göre seçilmiş 58 başarılı firmadan eşleştirilmiş bir örnek oluşturulmuştur. Değişken seçimi daha önceki çalışmalarda anlamlı bulunanlarla birlikte ilgili olduğu düşünülen birkaç yeni ölçüden hareketle yapılmıştır. Yedi değişkenden oluşan final değişken seti aşağıda verilmiştir.

1. Faiz ve vergi öncesi kar/toplam aktifler (return on assets)

⁶ Edward I. Altman, "Predicting performance in the savings and loan association industry", *Journal of Monetary Economics*, 1977, 443-466

⁷ Edward I Altman, Robert G.Haldeman, ve P. Narayanan, "Zeta analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations", *Journal of Banking and Finance*, June, 1977, pp.29-54

2. Faiz ve vergi öncesi kar/toplam aktifler tahmininin Standart hatası (standart error of the estimate of the return on assets)
3. Faiz ve vergi öncesi kar/toplam faiz ödemesi (the debt-service ratio)
4. Dağıtılmamış karlar/toplam aktifler (the ratio of retained earnings to total assets)
5. Cari aktifler/cari borçlar (The current ratio)
6. Ödenmiş sermayenin beş yıllık ortalaması/piyasa değerlerinden hesaplanan toplam kaynaklar (the five year average of common equity/total capital computed using market values)
7. Aktif büyüklüğünün logaritması (the log of total assets)

ZETA modelinde değişkenlerin önemliliğine göre sıralaması 4,2,6,7,5,3,1 şeklinde olmuştur. ZETA modelinin sınıflandırma sonuçları Altman tarafından 1968’de elde edilen modelin sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve doğru sınıflandırma yüzdeleri başarısızlıktan 5 yıl öncesine kadar sırasıyla %92.8, %89, %83.5, %79.8 ve %76.8 olarak bulunmuştur. Bu sınıflandırma yüzdeleri Altman modelininkine göre çok daha iyi bir sınıflandırma gücünü göstermektedir. Yine örnek ikiye bölünerek diğer örneklerle elde edilen modelin tahmin gücü test edilmiş ve sonuçlar olumlu bulunmuştur.

Karels ve Prakash⁸ çalışmalarında önce finansal oranların çok değişkenli normallliğini test etmişler ve sonra 1972 yılında başarısız 5 ve başarılı 71 şirket için bir çok değişkenli diskriminant modeli geliştirmiş ve bunu 1976 yılı başarısızlıklarını tahmin etmede kullanmıştır. Modelde anlamlı bulunan değişkenler daha önceki çalışmalarda bulunanlardan çalışma sermayesi oranları (working capital ratios) dışında oldukça farklıdır.

1. Mevcut senetlerin piyasa değeri = fiyat/mevcut hisse sayısı
(market value of common stock = price /number of common shares),
2. Çalışma sermayesi oranı = (cari aktifler – cari yükümlülükler/ toplam aktifler
(working capital ratio = (current assets – current liabilities)/total assets)
3. Brüt kar marjı = (net satışlar – Satılan malların maliyeti)/net satışlar
(gross profit margin = (net sales – costs of goods sold)/net sales)
4. Hisse başına nakit akışı = (net gelir + amortisman)/ hisse sayısı

⁸ Gordon V. Karels ve Arun J. Prakash, “Multivariate normality and forecasting of business bankruptcy”, *Journal of Business Finance and Accounting*, 14(4), 1987, pp.573-592

(cash flow per share = (net income + depreciation)/number of shares outstanding)

5. Stok başına satışlar = satışlar/stoklar

(sales per inventory = sales/ inventory)

Doğru olarak sınıflandırılan başarılı ve başarısız firma yüzdeleri sırasıyla % 97.3 ve %80 iken modelin 1976 yılı başarılı ve başarısız firmaları doğru sınıflandırma yüzdeleri sırasıyla % 96 ve % 54.5 olmuştur.

Hsing⁹ Louisiana eyaletindeki ticari banka başarısızlıklarını incelemek için çok değişkenli diskriminant analizini kullanmışlardır. 1988 ve 1989'un bir kısmında 16 başarısız ve 16 başarılı banka örnek olarak seçilmiştir. 3 değişkenli diskriminant fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$DIS = -0.314 + 0.263 CAP + 0.174 ROA - 0.135 NPL$$

Burada DIS = Diskriminant değeri ve modelde yer alan değişkenler;

1. Toplam aktiflerin bir yüzdesi olarak özsermaye CAP = (Primary capital as a percent of total assets)
2. Aktif karlılık oranı (ROA = Return on assets)
3. Toplam aktiflerin bir yüzdesi olarak takipteki kredilerdir. (NPL = Nonperforming loans as a percentage of total assets)

Elde edilen temel bulgulardan biri başarılı kalma olasılığının sermaye yeterliliği ve aktif kalitesi ile pozitif ve takipteki kredilerle negatif olarak değiştiğidir.

Meyer ve Pifer¹⁰ çalışmalarında en küçük kareler regresyon yöntemini kullanarak banka başarısızlıklarını tahmine çalışmışlardır. 1948 ile 1965 yılları arasında kapanan sigortalı 55 bankadan 39'u yine aynı dönemde başarılı 39 banka ile aynı ekonomik bölgede bulunma, benzer büyüklük veya çalışma yılı ve benzer düzenleyici zorunluluklara dayalı olarak eşleştirilmiştir. Bu 39 bankanın 30'u analiz için ve kalan 9'u da elde edilen modelin test edilmesi için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 32 orana adım adım prosedürü uygulanarak her biri 5 ile 9 değişkenden oluşan 5 model banka başarısızlıklarını bir ve iki yıl öncesinden tahmin etmek için geliştirilmiştir.

⁹ Yu Hsing, "Discriminant analysis of bank failures: a case study of Louisiana", *Journal of Economics and Finance*, Fall vol 15, issue 2 1991, pp. 105-114

¹⁰ Paul A. Meyer ve Howard W. Pifer, "Prediction of bank failures", *Journal of Finance*, 25, 1970, pp. 853-858

9 bankadan oluşan test örneğine en iyi doğru sınıflandırma yüzdesini veren 6 değişkenden oluşan model uygulandığında elde edilen genel doğru sınıflandırma yüzdesi 1 yıl öncesi için % 94.4 ve 2 yıl öncesi için ise % 78 bulunmuştur.

West¹¹ problemlı bankaların tanımlanmasında lojistik regresyon yöntemini kullanmış ve modele alınacak değişkenleri faktör analizi yardımıyla belirlemiştir. Analizde kullanılan 1900 bankadan oluşan örneğin bir kısmı modelin test edilmesinde kullanılmak üzere bırakılmıştır. 1981 yılı için elde edilen faktör değerleri 1982 yılı için logit modelin katsayılarının belirlenmesinde kullanılmış ve tahmin edilen model test için ayrılan örnek yardımıyla test edilmiştir. Modelin doğru sınıflandırma yüzdesi % 90.1 olarak bulunmuştur.

Pettway ve Sinkey¹² hem piyasa hem de muhasebe bilgilerinden hareketle hisseleri borsada işlem gören bankalar için bir erken uyarı sistemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Piyasa ile ilgili takip bankanın gerçek getirisi ile Standard and Poor's 500 bileşik endeksi arasındaki birikimli fark olan bankanın firmaya özgü hatasındaki gözlemlenen değişimlere dayanırken muhasebe ile ilgili takip aşağıda belirtilen iki değişkenli bir çoklu diskriminant analizinden yararlanır. Bu değişkenler

1. Toplam faaliyet gelirlerinin bir yüzdesi olarak toplam faaliyet giderleri (total operating expenses as a percentage of total operating income) ve
2. Toplam aktiflerin bir yüzdesi olarak yatırımlar (investments as a percentage of total assets).

1970 ile 1975 arasında başarısız 33 banka ve şube sayıları, mevduat büyüklüğü ve yerleşim kriterine göre eşleştirilmiş başarılı 33 banka kullanılarak muhasebe kriterine ait model tahmin edilir. Elde edilen model 1976 yılında başarısız olan 16 örnekten oluşan bir test örneği kullanılarak test edilir. Test sonuçlarına göre bunların 15'i başarısızlıktan bir yıl ve 14 ü ise başarısızlıktan iki yıl önce başarısız olarak sınıflandırılmıştır. Piyasa kriteri başarısızlıktan 53 hafta önce problemlı bankaları gösterirken muhasebe bilgileri kriteri de başarısızlıktan 66 hafta önce bankaları potansiyel başarısız olarak göstermiştir. Her iki kriter birlikte 1974 ve 1976

¹¹ Robert C. West, "A factor analytic approach to bank condition", *Journal of Banking and Finance*, 1985, pp. 253-266

¹² Richard H. Pettway ve Sinkey Joseph F., "Establishing on-site bank examination priorities: an early warning system using accounting and market information", *The Journal of Finance*, 1980, pp.137-150

arasında başarısız olan 6 büyük banka kullanılarak test edilmiş ve bankaların hiçbiri her iki kriter ile de başarısız olarak gösterilmemiştir.

Ülkemizde başarısızlık çalışmalarında diskriminant analizini kullanan ilk çalışma 1981 yılında yapılmıştır. 1976-1980 dönemini kapsayan bu çalışmada 25 başarılı ve 14 başarısız işletme incelemeye alınmıştır. 14 finansal oran kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada iflastan bir yıl öncesi %93, 2 yıl öncesi %90, 3 ve 4 yıl öncesi ise %85 doğrulukla tahmin edilmiştir. Modelde anlamlı bulunan değişkenler;

1. Nakit akışı/toplam borçlar
2. Nakit akışı / toplam aktifler
3. Öz sermaye/ toplam borçlar
4. Dönen varlıklar / kısa vadeli borçlar
5. Toplam varlıklar / satışlar
6. Net işletme sermayesi / satışlar
7. Satılan malın maliyeti / ortalama stoklar
8. Öz sermaye/ net sabit varlıklar
9. Satılan malın maliyeti / satışlar oranlarıdır.¹³

Keskin ve Özselçuk¹⁴ 1980-1983 yıllarını kapsayan çalışmalarında 19 başarısız ve sektör ve aktif büyüklüğüne göre eşleştirilmiş 19 başarılı firmayı incelemeye alarak 41 finansal oranı çok değişkenli diskriminant analizine tabi tutmuş ve 1 yıl önceden %100 ve 2 yıl önceden %79 doğru sınıflandırma veren 5 oranlı bir diskriminant fonksiyonu elde etmiştir. Bu oranlar

1. Dönem karı + amortisman / özsermaye
2. Dönem karı / özsermaye
3. Uzun vadeli krediler / toplam aktifler
4. Cari borçlar/ özsermaye
5. Net sabit kıymetler/ net satışlar'dır.¹⁵

¹³ Güneş Ş. Şen, Bankalarda Mali Başarısızlık ve Türkiye'de Mali Başarısızlığa Uğrayan Bankaların Kantitatif Yöntemler Yardımıyla Tahmini, yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Ü. Bankacılık ve sigortacılık Enstitüsü, Bankacılık ABD, İstanbul, 1998, s. 123

R. Aktaş, Endüstri İşletmeleri İçin Mali Başarısızlık Tahmini(Çok Boyutlu Model Uygulaması), İş Bankası Kültür Yayınları, Ankara, 1993, s.40-41

¹⁴ A. Keskin ve E. Özselçuk, İşletme sonuçları konusunda erken uyarı sistemi, TSKB, Ekonomik Analiz ve Konjonktür Müdürlüğü, Kasım, 1984

¹⁵ Güneş Ş. Şen, a.g.e., s. 123

Aktaş¹⁶ tarafından gerçekleştirilen çalışmada 1983-1985 yılları arasında finansal başarısızlığa uğramış 25 firma ile başarısız 35 firma tahmin modellerinde önemli bir yeri olan 23 finansal oran kullanılarak incelenmiştir. Başarısızlıktan 1, 2 ve 3 yıl öncesi için sırasıyla 25, 23 ve 19 başarısız firma 35 başarılı firma ile karşılaştırılmıştır. Çoklu doğrusal bağlantı nedeniyle bazı oranların analizden çıkarılması nedeniyle 15 oranla analize devam edilmiştir. Doğrusal diskriminant analizinin 1, 2 ve 3 yıl öncesinden başarı yüzdesi sırasıyla %90, %88 ve %87, ikinci derece diskriminant analizinin ise %85, %90, %91 olmuştur.

Çalışmanın diğer bir aşamasında ise adım adım yöntemiyle her yıl için modelde kullanılabilecek oranlar ayrı ayrı seçilmiştir. Başarısızlıktan;

1 yıl öncesi için seçilen oranlar

1. Toplam borçlar/toplam varlıklar
2. Kısa vadeli borçlar/toplam varlıklar
3. Safi faaliyet marjı oranı
4. Özsermaye kazanç oranı

2 yıl öncesi için seçilen oranlar

1. Hazır değerler oranı
2. Toplam borçlar/toplam varlıklar
3. Toplam aktifler dönüş hızı oranı
4. Gayrisafi faaliyet marjı oranı

3 yıl öncesi için seçilen oranlar

1. Toplam borçlar/özsermaye
2. Faiz ve vergi öncesi kar/faiz giderleri
3. Öz sermaye dönüş hızı oranı
4. Faaliyet marjı oranı'dır

Mali başarısızlık doğrusal diskriminant analizi ile 1 yıl öncesinden %87,2, 2 yıl öncesinden %86 ve 3 yıl öncesinden ise %87 doğrulukla tahmin edilebilmektedir. İkinci derece diskriminant analizi ile ise 1 yıl öncesinden daha düşük doğruluk yüzdesiyle(%82) tahmin edilirken 2 ve 3 yıl öncesinde ise doğrusal diskriminant

¹⁶ R. Aktaş, *Endüstri İşletmeleri İçin Mali Başarısızlık Tahmini(Çok Boyutlu Model Uygulaması)*, İş Bankası Kültür Yayınları, Ankara, 1993, s.69-126

analizinin doğruluk yüzdelerine ulaşmaktadır. Adım adım yöntemiyle saptanan 4 oranın kullanılmasıyla 15 oranın kullanılmasının önemli bir farklılık yaratmaması bu yöntemle mali başarısızlık tahmin çalışmalarında az sayıda değişken ile optimal modele yakın bir model elde etmek mümkündür. Ayrıca farklı yıllar için farklı oranlar seti kullanılması ile tek bir oran seti kullanılması arasında önemli bir farkın bulunmaması da analizci açısından zaman ve kaynak tasarrufu sağlar niteliktedir.

3.2.2 Parametrik Olmayan Yöntemleri Kullanan Çalışmalar

Banka başarısızlıklarını tahmin etmede Cox orantılı riskler modeli (Cox proportional hazards models) Lane v.d.¹⁷ tarafından uygulanmış ve arkasından Whalen¹⁸ onun bir erken uyarı sistemi olarak yararlılığını ve Henebry¹⁹ nakit akış değişkenlerinin banka başarısızlığını tahminde bu modelin tahmin doğruluğunu artırıp artırmadığını araştırmıştır.

Lane, Looney ve Wansley²⁰ banka başarısızlıklarını tahmin etmek için Cox orantılı riskler modelini kullanarak onu doğrusal ve ikinci derece diskriminant modelleri ile karşılaştırmıştır. Model parametrelerinin tahmin edilmesi aşamasında 92 başarısız ve coğrafi yerleşim, kira durumu, büyüklük, holding şirket üyeliği ve yaş kriterlerine göre eşleştirilmiş 235 başarılı banka kullanılmıştır. Her iki modelde başarısızlıktan bir ve iki yıl öncesinde başarısızlığı tahmin için geliştirilmiştir. Modeller geliştirilirken daha önce anlamlı bulunan 21 oran kullanılmış ve hem ileri hem geriye doğru adım adım prosedürü kullanılarak model değişkenleri seçilmiştir. Modeller 1984'ün ilk çeyreğinde başarısız olan 38 banka ve onun eşleştirilmiş 99 başarılı bankadan oluşan bir test örneği kullanılarak test edilmiştir. Modellerde yer alan değişkenler;

1. Log(toplam sermaye/toplam aktifler), (log(total capital/ total assets)),
2. Log(ticari krediler/toplam krediler), (log(commercial loans/ total loans)),

¹⁷ William R. Lane, Stephen W. Looney ve James W. Wansley, "An application of the cox proportional hazards model to bank failure", **Journal of Banking and Finance**, 1986, pp.511-533

¹⁸ Gary Whalen, "A proportional hazards model of bank failure: an examination of its usefulness as an early warning tool", **Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review**, 27(1), 1991, pp.21-31

¹⁹ Kathleen L. Henebry, "Do cash flow variables improve the predictive accuracy of a Cox Proportional Hazards model for bank failure", **Quarterly Review of Economics and Finance**, v.36 n. 3, Fall, 1996, pp.395-410

²⁰ William R. Lane, Stephen W. Looney ve James W. Wansley, a.g.e., pp. 511-533

3. Log(toplam faaliyet giderleri/toplam faaliyet gelirleri), (log(total operating expense/total operating income)),
4. Net kar/toplam sermaye (net income/ total capital)
5. Toplam krediler/toplam tasarruflar (total loans/total deposits),
6. Toplam krediler/toplam aktifler (total loans/total assets) ve
7. Log (belediye bonoları/toplam aktifler) (log(municipal securities/total assets))

Looney, Wansley ve Lane²¹ banka başarısızlık tahmin modellerinde yanlış sınıflandırılan bankaların profilleri ile onların başarı veya başarısızlığının nedenlerini doğrusal ve ikinci derece diskriminant analizi ve Cox orantılı riskler modellerinin performanslarının karşılaştırılması yoluyla incelemişlerdir. Geliştirilen modeller 1 Ocak 1984 ile 31 Aralık 1986 yılları arasında başarısız olan bankalara uygulanmıştır. Başarısızlıktan bir yıl öncesi için 286 ve başarısızlıktan iki yıl öncesi için de 303 banka ile bunların 388 ve 377 başarılı bankadan oluşan kontrol örnekleri analiz edilmiştir. Amaç model kurmaktan çok sınıflandırma doğruluğu olduğundan dolayı başarılı ve başarısız bankaların eşleştirilmesine gerek görülmemiştir. Başarısızlıktan bir yıl öncesi modellerde yer alan değişkenler;

1. Toplam sermaye/toplam aktifler,
2. Toplam krediler/toplam tasarruflar,
3. Toplam faaliyet giderleri/toplam faaliyet gelirleri ve
4. Ticari krediler/toplam krediler iken

başarısızlıktan iki yıl öncesi cox modelde yer alan değişkenler ise

1. Toplam sermaye/toplam aktifler,
2. Toplam faaliyet giderleri/toplam faaliyet gelirleri,
3. Ticari krediler/toplam krediler
4. Net kar/toplam sermaye,
5. Toplam krediler/toplam aktifler,
6. Belediye bonoları/toplam aktiflerdir.

Başarısızlıktan iki yıl öncesi diskriminant analizi modelinde yer alan değişkenler iki yıl öncesi Cox modelde yer alan değişkenlerle toplam

²¹ Stephen W. Looney, James W. Wansley, ve William R. Lane, "An examination of misclassifications with bank failure prediction models", **Journal of Economics and Business**, 41, 1989, pp.327-336

sermaye/toplam aktifler ile toplam krediler/toplam tasarruflar oranlarının yer deşiştirmesi dışında aynıdır. Sınıflandırma sonuçları her iki yıl içinde benzerlik göstermektedir. Buna göre modellerin toplam hata oranları birbirine benzerlik göstermesine rağmen diskriminant modellerinin 1. tip hataları Cox model için elde edilenlerden daha yüksek çıkmıştır.

1990 yıllardan itibaren başarısızlık tahminlerinde yapay sinir ağları (Artificial Neural Networks) yöntemi kullanılmaya başlanmış ve bu alanda ilk alışmalar Tam and Kiang²², Tam²³, Coats and Fant²⁴ ve Tam and Kiang²⁵ tarafından yapılmıştır.

3.2.3 Farklı Yöntemlerin Karşılaştırıldığı alışmalar

Sinkey, Terza ve Dince²⁶ banka başarısızlıklarını tahmin için ZETA benzeri bir model geliştirmişler ve bunu bir probit model ile karşılaştırmışlardır. 1980 ile 1982 yıllarında başarısız 62 banka ile bunların yerleşim, büyüklük ve düzenleyici yargı(regulatory jurisdiction) yetkisine bağlı olarak eşleştirilmiş olan başarılı 62 bankadan oluşan bir örnek kullanılarak bir model geliştirilmiştir. Başarısızlığın 6, 18, 30 ve 42 ay önceden tahmin edilmesine yönelik iki modelin performansları karşılaştırılmıştır. Modelde ZETA modelinde kullanılana benzer bankacılık değişkenleri kullanılmıştır. Bunlar

1. Aktif karlılık oranı (ROA=net kar/toplam aktifler)
2. Aktif karlılık oranının standart sapması (SOE= the standart deviation of ROA)
3. Faiz gelirleri/faiz giderleri (DS= interest income/interest expense)
4. Dağıtılmamış karlar/toplam aktifler (CP= retained earnings/total assets)
5. Likit aktifler/toplam aktifler (LQD= liquid assets/total assets)
6. Toplam aktifler/toplam özsermaye (CAP= total assets/total equity)

²² Kar Yan Tam and Melody Kiang, "Predicting bank failures: A neural network approach", **Applied Artificial Intelligence**, 4(4), 1990, pp.265-282

²³ K. Yan Tam, "Neural network models and prediction of bank bankruptcy", **Omega**, 19(5) 1991, pp.429-445

²⁴ P. K. Coats and L. F. Fant, "A neural network approach to forecasting distress", **Journal of Business Forecasting**, winter, 1991, pp.9-12

²⁵ Kar Yan Tam and Melody Y. Kiang, "Managerial applications of neural Networks:the case of bank failure predictions", **Management Science**, vol. 38, no.7 july, 1992, pp.926-947

²⁶ Joseph F. Jr. Sinkey, Joseph V. Terza ve Robert R., Dince, "A Zeta analysis of failed commercial banks", **Quarterly Journal of Business and Economics**, 1987, pp. 35-49

7. Bankanın toplam aktiflerinin logaritması (Size= the natural log of the bank's total assets)

Hem probit hem de ZETA modellerinde sabit parametre (constant parameter) ve değişken parametre (variable parameter) yaklaşımlarına başvurulmuştur. Sabit parametre yaklaşımında 6 aylık model için tahmin edilen parametreler diğer ayların başarısızlığını tahmin eden modellerde de kullanılmıştır. Değişken parametre yaklaşımında ise parametreler başarısızlık öncesi belirlenen her zaman dönemi için ayrı ayrı belirlenmiştir. Sabit parametre yaklaşımına göre başarısızlık öncesi dönemlere göre genel doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde başarısızlık öncesi ilk iki dönemde probit model diskriminant analizine göre daha iyi iken 3. ve 4. dönemlerde ise diskriminant analizi probit analizine göre daha iyi sonuç vermiştir. 1. tip hatalar karşılaştırıldığında 42 aylık sabit parametre probit model dışında diğer tüm modeller Altman'ın ZETA modeline göre daha yüksek hatalara sahiptir.

Martin²⁷ lojistik regresyon yöntemini kullanarak banka başarısızlıklarını tahmine çalışmış ve 1969'dan 1974 yılına kadar her bir yıl için uygun modeller tahmin etmiştir. Her bir yıl için başarısız banka sayıları 1969'dan başlamak üzere 12, 12, 10, 13, 18 ve 23 ve başarılı banka sayısı ise her bir yıl için yaklaşık olarak 5500 ve 5700 arasında yer almıştır. Kullanılan 25 finansal orandan 5 tanesi modelde yer almıştır. Bunlar

1. Net kar/toplam aktifler (net income/total assets)
2. Brüt karşılıklar/net faaliyet geliri(gross charge-offs/net operating income)
3. Ticari krediler/toplam krediler (commercial loans/total loans) ve
4. Brüt sermaye/riskli aktifler (gross capital/risk assets).

Bu model sonuçları ikinci derece ve doğrusal diskriminant analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde doğrusal diskriminant analizi hem logit hem de ikinci derece modele göre daha iyi performans göstermiştir. 1974 yılını ele alırsak doğru sınıflandırma yüzdeleri logit için % 91.1, doğrusal diskriminant için % 96.1 ve ikinci derece diskriminant için ise % 92 olmuştur.

²⁷ Daniel Martin, "Logit analysis and early warning systems for bank supervision", *Journal of Banking and Finance*, 1977, pp. 249-276

Hamer²⁸ farklı istatistik yöntemler ve farklı değişken setleri kullanmanın şirket başarısızlık tahminlerine duyarlılığını incelemiştir. Başarısızlık tahmin modellerinin performansı 1966-1975 yıllarında başarısızlığa uğramış şirketler üzerinde dört farklı değişken seti kullanılarak karşılaştırılmıştır. Değişken setleri Altman(1968), Deakin(1972), Blum(1974) ve Ohlson(1980) tarafından kullanılanlardır. Doğrusal diskriminant modeli, ikinci derece diskriminant modeli ve logit modeli dört değişken setinin her biri için geliştirilmiştir. Her bir değişken seti için doğrusal diskriminant fonksiyonu ve logit modeli benzer performans göstermiştir. Genel olarak doğrusal ve logit modeller en azından ikinci derece model kadar iyi tahmin yapmıştır. Doğrusal veya logit modellerin hangisi kullanılırsa kullanılsın 4 değişken seti de başarısızlıktan 3 yıl öncesine kadar yaklaşık olarak %20-%30 aralığındaki yanlış sınıflandırma yüzdeleriyle benzer sonuçlar vermiştir.

Kolari v.d.²⁹ aktifleri toplamı 250 milyon dolardan daha fazla olan büyük ticari banka başarısızlıklarını tahminde 1989 ve 1992 dönemini alarak başarısızlıktan bir ve iki yıl öncesi için lojistik regresyon ve parametrik olmayan bir yöntem olan özellik tanıma (Trait Recognition) yaklaşımlarını karşılaştırmıştır. 1989 yılı verileri modelin kurulmasında ve 1990, 1991 ve 1992 verileri ise kurulan modelin başarısını test edilmesi aşamasında kullanılmıştır. Adım adım logit analizi sonuçlarına göre başarısızlıktan bir yıl öncesi modelde 28 ayırıcı değişkenden 4'ü iki yıl öncesi modelde ise 14'ü yer almıştır.

1 yıl öncesi modelde yer alan değişkenler

1. Net faiz geliri/toplam aktifler,
2. Vergi sonrası net kar/toplam aktifler,
3. Toplam özsermaye/toplam aktifler ve
4. Mevduat sertifikaları/toplam mevduatlardır.

1 yıl öncesi modelde yer alan değişkenler 2 yıl öncesi modelde de yer almıştır. Logit analizin doğru sınıflandırma yüzdeleri 1 yıl öncesi için %96 ve 2 yıl öncesi için %95 olarak bulunmuştur. Her iki yöntemde sınıflandırma sonuçları bakımından iyi

²⁸ Michelle M. Hamer, "Failure prediction: Sensitivity of classification accuracy to alternative statistical methods and variable sets", *Journal of Accounting and Public Policy*, vol.2, issue. 4, 1983, pp.289-308

²⁹ James Kolari v.d. "Predicting Large US Commercial Bank Failures", *Journal of Economics and Business*, vol. 54, issue. 4, 2002, pp. 361-388,

performans göstermiş ancak test örneklerinde trait recognition testlerin çoğunda 1. ve 2. tip hataları minimize etme yönüyle logit analizine üstünlük sağlamıştır.

Her ve Choe³⁰ şirket başarısızlık tahmin modellerinde Avustralya ve Kore muhasebe verilerinin tahmin gücü ve yararlılık bakımından karşılaştırılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Her bir ülkeden alınan örnek için 52 finansal oran tek değişkenli anlamlılık testleri yapılmak suretiyle alınmıştır. Buna ek olarak doğrusal ve ikinci derece diskriminant, logit ve probit modelleri kurulmuştur. Her bir çok değişkenli modelin sınıflandırma sonuçları elde edilen bulguların güçlülüğünü göstermek amacıyla karşılaştırılmıştır. Ana bulgular olarak i) başarısızlık tahmininde Avustralya finansal oranlarının Kore oranlarına oranla daha fazla bilgi içeriğine sahip olması; ii) Avustralya için en etkin ayırıcılar olarak özsermaye karlılığı (return on equity), toplam pasifler/toplam maddi aktifler (total liabilities/total tangible assets) ve nakit akışı/faizler (cash flow/interests) ve Kore için ise faiz ve vergi öncesi kar/faizler (earnings before interest and taxes/interests), dağıtılmamış karlar/toplam maddi duran varlıklar (retained earnings/total tangible assets) bulunması, iii) tek değişkenli yaklaşım sonuçları ile karşılaştırıldığında Kore'nin çok değişkenli modelleri tahmin doğruluklarını anlamlı bir şekilde artırırken Avustralya'nın çok değişkenli yaklaşımının tahmin doğruluğunda sadece marjinal iyileşmeler göstermesi sonucu elde edilmiştir.

Mcleay ve Omar³¹ uç değerleri sağ kuyrukta yer alan ve sadece pozitif değerler alan finansal oranlar ile pozitif veya negatif değerler alabilen ve uç değerleri dağılımın her iki kuyruğunda olabilen finansal oranların normal dağılım göstermemesi durumu için doğrusal diskriminant ve lojistik regresyon tahmin modellerinin duyarlılığını incelemişlerdir. Çalışma hem doğrusal diskriminant hem de lojistik regresyon analizinin finansal oranların normal dağılım göstermeme durumuna duyarlı olduğunu ve pozitif ve negatif değerler alabilen oranlar için basıklık azaltıcı bir dönüşüm (a kurtosis-reducing transformation), sadece pozitif

³⁰ Young-Won Her ve Chongwoo Choe, "a comparative study of Australian and Korean accounting data in business failure prediction models", Discussion Papers, La Trobe University, School of Business, series A, 99-07, 1999, 1-28

³¹ Stuart Mcleay ve Azmi Omar, "The sensitivity of prediction models to the non-normality of bounded and unbounded financial ratios", *British Accounting Review*, 32, 2000, pp.213-230

değerler alan oranlar için ise çarpıklık azaltıcı bir dönüşüm (a skwness-reducing transformation) önerilmiştir.

Silva, Stam ve Neter³² iki gruplu sınıflandırma için çarpık dağılımlar ve yanlış sınıflandırma maliyetlerinin etkilerini doğrusal ve karesel diskriminant, en yakın komşu (nearest neighbour) ve lojistik regresyon yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Kabul edilebilir bir çarpıklık seviyesi için doğrusal ve ikinci derece diskriminant yöntemleri en iyi sonucu vermiştir. Yanlış sınıflandırma maliyetleri gruplar arasında büyük farklılık gösteriyor ise doğrusal diskriminant yöntemi diğer yöntemlere tercih edilir.

Mensah³³ 1970'lerin verisini kullanarak başarısızlık tahminlerinde belirli fiyat düzeyine göre ayarlanmış verilerin kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. Başarısızlık tahmin modelleri çoklu diskriminant ve logit analizi kullanarak eşleştirilmiş bir örnekten türetilmiş ve daha sonraki bir dönemden elde edilen bir örnek üzerinde test edilmiştir. Analiz bulguları böyle bir ayarlamamanın başarısızlık tahminlerini büyük ölçüde geliştiremediğini göstermiştir.

Şen³⁴ yapmış olduğu doktora çalışmasında 1988-1994 yıllarında başarısızlığa uğrayan 11 bankayı ve baz yıl olarak kabul ettiği 1988 yılında başarılı olarak kabul edilen 42 bankayı alarak çoklu regresyon , logit ve diskriminant analizi yöntemlerini başarısızlıktan 3 yıl öncesine kadar olan değerleri kullanarak başarısızlığa etki eden faktörleri belirlemeyi ve bu üç çok değişkenli modeli karşılaştırmayı amaçlamıştır. Modeller arasında başarı ve başarısızlığı tahmin etme gücü açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bankalarımızın likidite, sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, karlılık ve gelir gider yapısı özelliklerini dikkate alan 28 adet mali orandan 5 tanesi modelde yer almıştır. Bunlar;

1. Toplam gelir/özkaynaklar
2. Tahsili gecikmiş alacaklar/ özkaynaklar
3. Faiz dışı gelir/toplam aktifler

³² A. P. Duarte Silva, Antonie Stam ve John Neter, "The effects of misclassification costs and skewed distributions in two grup classification", *Commun. Statist.-Simula.*, 31(3), 2002, pp. 401-423

³³ Yaw M. Mensah, "The differential bankruptcy predictive ability of specific price level adjustments: Some emprical evidence", *The Accounting Review*, Vol. LVIII, No. 2, April, 1983, pp.228-246

³⁴ Güneş Ş. Şen, *Bankalarda Mali Başarısızlık ve Türkiye'de Mali Başarısızlığa Uğrayan Bankaların Kantitatif Yöntemler Yardımıyla Tahmini*, yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Ü. Bankacılık ve sigortacılık Enstitüsü, Bankacılık ABD, İstanbul, 1998

4. Kredi faiz geliri / şube sayısı

5. Özkaynaklar/nazım hesaplar.

Yağlı³⁵ yapmış olduğu master çalışmasında banka başarısızlıklarını tahminde parametrik ve parametrik olmayan farklı istatistik yöntemlerin tahmin yeteneğini karşılaştırmıştır. 1994 Aralık ayına kadar olan dönemde 22 başarısız ve 34 başarılı bankaya ait finansal göstergeler analize alınarak başarısızlıktan 5 yıl öncesine kadar modeller geliştirilmiştir. Başarısızlık belirlenirken Capital Intelligence Rating Company tarafından belirlenen bankaların uzun dönem sıralamalarına göre B veya daha düşük not alanlar başarısız olarak alınmıştır. Diskriminant analizi, sermaye yeterliliği ve karlılık oranları başarısızlıkta temel faktörler olarak en iyi performansı gösteren model olmuştur.

Kısaca özetlemek gerekirse bu bölümde finansal başarısızlığı daha önce belirlemeye ve bu sayede bir erken uyarı sistemi oluşturmaya yönelik tek ve çok değişkenli parametrik ve parametrik olmayan tahmin çalışmalarından bahsedilmiştir. Sonraki bölümde araştırma konusunun uygulaması yapılmaktadır.

³⁵ Bülent Yağlı, "Prediction of Failure of Commercial Banks in Turkey", A Thesis of Master of Business Administration, Bilkent University, 1996, August

4 TÜRKİYE’DE TİCARİ BANKALARIN BAŞARISIZLIĞINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

4.1 Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu araştırmada amaç Türkiye’de ticari banka başarısızlıklarına etki eden faktörleri belirlemek ve bu faktörlerden hareketle kurulan en uygun model ile ileride ortaya çıkabilecek banka başarısızlıklarının önceden tahmin edilerek gerekli tedbirlerin zamanında alınmasına yardımcı olmaya çalışmaktır. Bu amaca en uygun yöntemlerin başında gelen diskriminant analizi kullanılarak geliştirilen ve bir erken uyarı sistemi görevi görebileceği umulan modelle başarısız olma olasılığı beliren bankaların en erken bir yıl olmak üzere üç yıl öncesinden belirlenebilmesinin ve bu sayede bankada güvence kapsamından fazla tutarda mevduatı, fonu, vb. şekilde yatırımı bulunan kişi ve kurumların gerekli tedbirleri zamanında alarak ortaya çıkabilecek ve kendilerini olumsuz yönde etkileyebilecek olası zararlardan kurtulabilmelerinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Araştırma, Türkiye’de kurulmuş ve faaliyet gösteren özel sermayeli ticaret bankalarından 1999-2001 yıllarında Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonu’na devredilen 16 ve yine aynı dönemde faaliyetlerine devam eden 21 banka olmak üzere toplam 37 bankayı kapsamaktadır.

TMSF’ye devirden, bankaların yönetim ve denetimi ile hisse senetlerinin mülkiyetinin devri kastedilmektedir. Bu bankalardan İnterbank 3182 sayılı Kanunun yürürlükte olduğu dönemde, Yaşarbank, Demirbank, Sitebank, ve Tarişbank yaşanan krizlerle birlikte mali bünyelerinin bozulması, işleklikleri ve likiditelerini kaybetmeleri nedeniyle, 4389 sayılı Kanunun 14/3’üncü maddesine göre ve Egebank, Yurtbank, Sümerbank, Esbank, Etibank, Bank Kapital, İktisat Bankası, Bayındırbank, Kentbank, EGS Bank ve Toprakbank ise, mali bünyelerinin bozulması ve banka kaynaklarının, hakim ortaklar lehine, banka zararına sebep olacak şekilde kullanılması nedeniyle, 4389 sayılı Kanunun 14’üncü maddesinin 3’üncü ve 4’üncü fıkralarına göre Fon bünyesine alınmıştır.¹

¹ Çevrimiçi: http://www.tbmm.gov.tr/komisyon/tsmf_bbdk_aras_kom/genelkurultutanak.htm

Araştırmada TMSF'ye devredilen bankalar başarısız ve diğerleri ise başarılı bankalar olmak üzere ikili bir sınıflama uygulanmış ve başarısız bankalara 0 ve başarılı bankalara da 1 verilerek bağımlı değişkenin birimleri oluşturulmuştur. 1999'da altı, 2000'de üç ve 2001'de de yedi banka olmak üzere Fona devredilen toplam 16 bankaya ve TMSF'ye devredilme tarihlerine ait bilgiler aşağıdaki tablolarda, başarılı ve başarısız bankalar listesi ise Tablo 4.4'de verilmektedir.

Tablo 4.1 1999 Yılında Fona Devredilen Bankalar

<i>Fona Devir Tarihi</i>	<i>Banka Adı</i>
07.01.1999	Interbank
22.12.1999	Sümerbank
22.12.1999	Yurtbank
22.12.1999	Egebank
22.12.1999	Eskişehir Bankası
22.12.1999	Yaşarbank

Tablo 4.2 2000 Yılında Fona Devredilen Bankalar

<i>Fona Devir Tarihi</i>	<i>Banka Adı</i>
28.10.2000	Bank Kapital
28.10.2000	Etibank
06.12.2000	Demirbank

Tablo 4.3 2001 Yılında Fona Devredilen Bankalar

<i>Fona Devir Tarihi</i>	<i>Banka Adı</i>
15.03.2001	İktisat Bankası
09.07.2001	Sitebank
09.07.2001	Tarişbank
09.07.2001	Kentbank
09.07.2001	Bayındırbank
09.07.2001	EGS Bank
30.11.2001	Toprakbank

Tablo 4.4 Bankaların Başarılı ve Başarısız Olarak Sınıflandırılması

<i>0=Başarısız Bankalar</i>	<i>1=Başarılı Bankalar</i>
1. Interbank	1. Adabank
2 .Sümerbank	2. Akbank
3 .Yurtbank	3. Alternatifbank
4 .Egebank	4. Anadolubank
5. Eskişehir Bankası	5. Denizbank
6. Yaşarbank	6. Dışbank
7. Bank Kapital	7. Fibabank
8. Etibank	8. Finansbank
9. Demirbank	9. Garanti Bankası
10.İktisat Bankası	10. İmar Bankası
11. Sitebank	11. İş Bankası
12.Tarişbank	12. Koçbank
13. Kentbank	13. Körfezbank
14. Bayındırbank	14. MNG Bank
15. EGS Bank	15. Oyakbank
16. Toprakbank	16. Pamukbank
	17. Şekerbank
	18. Tekstilbank
	19. Turkishbank
	20. Türk Ekonomi Bankası
	21. Yapı Kredi Bankası

4.2 Araştırmanın Yöntemi

Yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için kullanılacak en uygun istatistik yöntemlerin başında ikinci bölümde de detaylı bir şekilde üzerinde durulan diskriminant analizi gelmektedir. Diskriminant analizi, bağımlı değişkenin nominal ve bağımsız değişkenlerin de aralık veya oran ölçekli olduğu araştırmalarda kullanılması dolayısıyla banka ve diğer başarısızlık çalışmalarında sıklıkla kullanılan parametrik çok değişkenli istatistik yöntemlerden biridir. Bu yaygın kullanımı ve amaca uygunluğu nedeniyle araştırma yöntemi olarak diskriminant analizi seçilmiştir.

Diskriminant analizi varsayımlar yönüyle diğer istatistik yöntemlere göre daha tutucu olmasına karşın yapılan çalışmalar varsayımlardan küçük sapmalara karşı oldukça istikrarlı olduğunu göstermektedir.²

² Detaylı bilgi için bakınız. Başlık 2.2.2.7. Varsayımlardan Sapmaların Etkisi

İki gruplu durumda (iki gruptan daha fazlasına genişletilemez) diskriminant analizi ve çoklu regresyon analizi sonuçları arasında bir ilişki vardır. İki'den daha fazla grup olması durumunda ise bu ilişki diskriminant analizi ile kanonik korelasyon analizi arasında olmaktadır.³ Bu sebepten dolayı çok değişkenli regresyon analizine de başarılı ve başarısız olarak adlandırılan banka gruplarının birbirlerinden ayrılmasında etkili olan faktörlerin bulunmasında kullanılan diğer bir çok değişkenli istatistik yöntem olarak başvurulmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi regresyon analizi hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin aralık ve oran ölçekli olduğu araştırmalarda kullanımı uygun olan bir çok değişkenli istatistik yöntemidir.

Banka başarısızlıkları tahmininde sabit parametre (constant-parameter) ve değişken parametre (variable parameter) yaklaşımları kullanılabilir. Sabit parametre yaklaşımında başarısızlıktan bir yıl öncesi model için tahmin edilen parametreler diğer yılların başarısızlığını tahmin eden modellerde de kullanılmaktadır. Değişken parametre yaklaşımında ise parametreler başarısızlık öncesi belirlenen her zaman dönemi için ayrı ayrı belirlenmektedir.⁴ Bu çalışmada değişken parametre yaklaşımı kullanılarak her dönem için farklı finansal oranlardan oluşan modeller kurulmuş ve karşılaştırılmıştır. Modeller geliştirilirken daha önce de bahsedildiği gibi banka bilanço ve gelir tablolarından elde edilen finansal oranlar kullanılmış ve adım adım yöntemi (stepwise method) kullanılarak model değişkenleri seçilmiştir. Model araştırma bulguları İstatistik Paket programlarından biri olan SPSS 11 yardımıyla elde edilmiştir.

4.3 Araştırmanın Değişkenleri

Bir firmanın mali durumu, faaliyet sonuçları incelenirken firmanın mali tablolarında görülen rakamlardan çok, bu tablolarda yer alan kalemler arasındaki ilişkiler daha anlamlı olmakta, bu nedenle finansal analizde oranlardan (rasyolardan) geniş ölçüde yararlanılmaktadır.⁵

Oran, mali tablolarda yer alan herhangi iki kalem arasındaki ilişkinin basit matematik ifadesi olarak tanımlanabilir. Mali tablolarda yer alan kalemlerin sayısına

³ SPSS Base10.0 Applications Guide, (1999) SPSS Inc., USA, s.266

⁴ Joseph F. Jr. Sinkey, Joseph V, Terza ve Robert R., Dince, "A Zeta analysis of failed commercial banks", *Quarterly Journal of Business and Economics*, 1987, 35-49

⁵ Öztin Akgüç, *Finansal Yönetim*, Muhasebe Enstitüsü Yayın No:63, Avcı-ol Basım Yayın, 6. baskı, İstanbul, 1994, s.18

göre geometrik olarak artan sayıda oran hesaplamak bütün kalemleri birbirleriyle karşılaştırarak geniş bir oranlar kümesi oluşturmak mümkündür. Ancak gerek mali analistler ve gerek işletme yöneticileri bakımından önemli olan, işletmenin borç ödeme kabiliyeti, mali bünyesi, faaliyet sonuçları ve iktisadi varlıkların ekonomik ve verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı konularındaki sorulara ışık tutacak oranların hesaplanmasıdır. Oranlar çeşitli kıstaslara göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir.⁶

Daha önceki ampirik çalışmalar genellikle sermaye yeterliliği(Capital adequacy), aktif kalitesi(Asset quality), yönetim kalitesi (Management quality), karlılık(Earning) ve likidite(Liquidity) olmak üzere CAMEL olarak bilinen ve Federal Tasarruf Sigorta Şirketinin banka sıralama sisteminin (FDIC's bank rating system) çeşitli kategorilerini ölçmek için seçilen muhasebe oranlarına dayanmaktadır.⁷ Bu kategorilerden yönetim kalitesi tanımlanması zor olmakla birlikte performans ölçütleri yoluyla belirlenebilen banka başarısızlıklarının açıklanmasında etkili faktörlerden biridir. Kısa dönemde olmasa da bu faktörün etkilerinin bir bankanın bilanço ve gelir tablolarına yansıtacağı söylenebilir. Bu sebeple burada incelenen değişkenlerin çoğunun analize konu olan bankaların yönetsel performanslarının göstergeleri olduğu açıktır.⁸

Bu çalışmada da yukarıda belirtilen sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, karlılık ve likidite ile gelir-gider yapısı kategorilerini ölçen banka bilanço ve gelir tablolarından hesaplanan 19 oran (% olarak) potansiyel ayırıcı değişkenler olarak Bankalar Birliğince yayınlanan "Bankalarımız 2000" adlı kitaptan elde edilmiştir. Kategorilerine göre değişkenler ve araştırmada kullanılacak olan kodları Tablo 3.5'de verilmiş ve ardından farklı risk grupları olarak nitelendirilen bu kategorilere ait açıklamalar özetlenmiştir.

⁶ A.e., s. 18-19

⁷ Carole C. Mount, "The marginal impact of cash flow information on bank failure prediction: An empirical investigation" Doctor of Philosophy, Kent State University, 1992, UMI ProQuest digital dissertation abstract database

⁸ Joseph F. Sinkey, JR., a.g.e., pp. 21-36

Tablo 4.5 Farklı Risk Boyutlarına Göre Değişkenler ve Kodları

<i>Kategori</i>	<i>Değişken Adı</i>	<i>Değişken Kodu</i>
Sermaye	(Özkaynak+Toplam Kar)/T.Aktifler	Sr1
	(Özkaynak+Toplam Kar)/(Mevduat+Mevduat Dışı Kaynaklar)	Sr2
	Net Çalışma sermayesi/T.Aktifler	Sr3
	(Özkaynak+Toplam Kar)/(T.Aktifler+Gayrınakdi Krediler)	Sr4
Aktif Kalitesi	Toplam Krediler/Toplam Aktifler	Ak1
	Takipteki Krediler/Toplam Krediler	Ak2
	Duran Aktifler/Toplam Aktifler	Ak3
	Yabancı Para Aktifler/Yabancı Para Pasifler	Ak4
Likidite	Likit Aktifler/T.Aktifler	L1
	Likit Aktifler/(Mevduat+Mevduat Dışı Kaynaklar)	L2
	Yabancı Para Likit Aktifler/Yabancı Para Pasifler	L3
Karlılık	Net Kar(Zarar)/Ortalama T. Aktifler	K1
	Net Kar(Zarar)/Ortalama Özkaynaklar	K2
	Net Kar(Zarar)/Ortalama Ödenmiş Sermaye	K3
Gelir-Gider Yapısı	Takipteki Alacak Sonrası Net Faiz Geliri/Ortalama T. Aktifler	Ggy1
	Faiz Gelirleri/Faiz Giderleri	Ggy2
	Faiz Dışı Gelirler/Faiz Dışı Giderler	Ggy3
	Toplam Gelirler/Toplam Giderler	Ggy4
	Takipteki Alacak Karşılığı/T. Krediler	Ggy5

Kaynak: Bankalar Birliği Bankalarımız 2000

Mali bünye analizlerinde kullanılan sermaye yeterliliği oranları, firmanın ölçülmüş bir şekilde finanse edilip edilmediği, firmaya özellikle orta ve uzun vadeli olmak üzere kredi verenlerin emniyet payının yeterli olup olmadığı, firmanın uzun süreli yükümlülüklerini karşılayıp karşılayamadığı gibi soruları cevaplandırmak amacıyla hesaplanmaktadır.⁹ Bu oranlar, özkaynak ve toplam karın 1)toplam aktiflere, 2)mevduat ve mevduat dışı kaynaklara ve 3)toplam aktifler ve nakdi olmayan kredilere oranını ve 4)net çalışma sermayesinin toplam aktiflere oranını içermektedir.

Burada;

Net çalışma sermayesi = özkaynaklar + toplam kar - bağlı menkul kıymetler hariç duran aktifler

⁹ Öztin Akgüç, a.g.e., s.30

Bağlı değerler = bağlı ortaklıklar + bağlı menkul kıymetlerdir.¹⁰

Öz sermayenin aktif toplamına oranı veya kısaca öz sermaye oranı olarak da adlandırılan gösterge özellikle uzun süreli kredi verenlere firmanın mali gücünü gösterir. Söz konusu oranın yüksek oluşu firmanın uzun süreli yükümlülüklerini yerine getirememesi nedeniyle mali yönden zor duruma düşmesi olasılığının az olduğunu göstermektedir. Öz sermayenin bir firmada iktisadi değerlerin elde edilmesi için kaynak sağlama ve firmanın alacaklılarına karşı güvence oluşturmak gibi başlıca iki işlevi vardır. Bu nedenle öz sermayesi yeterli ve iktisadi varlıklarının büyük bir bölümünü özkaynakları ile finanse etmiş bir firma kredi verenler açısından emniyetli olarak nitelendirilebilir. Öz sermayenin aktif toplamına oranının yüksekliği diğer yandan öz sermaye maliyetine kıyasla maliyeti daha düşük yabancı kaynaklardan firmanın yeterince yararlanmadığının bir göstergesi de olabilir.¹¹

Aktif kalitesi oranları toplam aktifler içinde toplam kredilerin ve duran aktiflerin payını ölçen 1)toplam kredilerin toplam aktiflere ve 2)duran aktiflerin toplam aktiflere oranını, toplam krediler içinde takipteki kredilerin payını ölçen 3)takipteki kredilerin toplam kredilere oranını ve 4)yabancı para aktiflerin yabancı para pasiflere oranını kapsamaktadır.

Likidite genel olarak, varlıkların paraya dönüşebilirliği olarak tanımlanır. Para da işletmenin süresi dolacak borçlarının ödenme olasılığını artıracaktır.¹² Likidite oranları da, firmanın kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmek, çalışma (işletme) sermayesinin yeterli olup olmadığını saptayabilmek için kullanılmaktadır. Uzun vadede firmanın yükümlülüklerini karşılama gücü karına ve borçluluk derecesine bağlı iken kısa sürede borçlarını ödeyebilecek düzeyde likiditeye sahip olması onun faaliyetini devam ettirebilmesi açısından önemlidir.¹³ Bu oranlar, toplam aktifler, mevduat ve mevduat dışı kaynaklar içinde likit aktiflerin oranını bulmaya çalışan 1) likit aktiflerin toplam aktiflere ve 2) likit aktiflerin mevduat ve mevduat dışı kaynaklara oranını ve yabancı para pasifler içinde yabancı para likit aktiflerin

¹⁰ Türkiye Bankalar Birliği, Bankalarımız 2000, s.II-431

¹¹ A.e., s.32-33

¹² Atilla Gönenli *İşletmelerde Finansal Yönetim*, İstanbul Üniversitesi yayın no:3463, 6. Baskı İstanbul, 1988, s.78

¹³ Öztin Akgüç, a.g.e., s.21

oranını bulmaya yarayan 3)yabancı para likit aktiflerin yabancı para pasiflere oranını kapsamaktadır.

Bilindiği gibi işletmelerin büyük çoğunlunun temel amacı kar elde etmektir. Net karın tanımı şirket faaliyetlerinin sonucu işletme sahiplerinin özvarlığının artmasıdır. Bu faaliyetler sonucu işletme sahipleri servetinde azalma ortaya çıkmış ise zarar sözkonusudur. Karın bir başka tanımı da faaliyetler sonucu elde edilen gelirle bu gelirin yaratılması sırasında faaliyetler için katlanılan giderler arasındaki fark olarak verilebilir.¹⁴ Karlılık oranları, net karın(zarar) ortalama toplam aktifler, ortalama özkaynaklar ve ortalama ödenmiş sermaye içindeki payını bulmayı amaçlayan 1) net karın(zarar) ortalama toplam aktiflere, 2) net karın(zarar) ortalama özkaynaklara ve 3) net karın(zarar) ortalama ödenmiş sermayeye oranlarından oluşmaktadır.

Ortalama toplam aktifler = (toplam aktifler_{1.yıl} + toplam aktifler_{2.yıl}) / 2

Ortalama özkaynaklar = (özkaynaklar_{1.yıl} + özkaynaklar_{2.yıl}) / 2

Ortalama ödenmiş sermaye = (ödenmiş sermaye_{1.yıl} + ödenmiş sermaye_{2.yıl}) / 2

Şeklinde hesaplanmaktadır.¹⁵

Piyasa ekonomisinin yürülükte olduğu ülkelerde yatırım yapmaktaki amaç kar elde etmek olduğuna göre elde edilen karla, o firmaya, firmanın sahip veya sahipleri tarafından sağlanan sermaye arasındaki ilişkinin belirlenmesi karlılık analizinde anlamlı bir gösterge olmaktadır. Net karın işletmeye tahsis olunan sermayeye oranı işletmenin başarı ölçüsü olarak kabul edilebilir. Karla sermaye arasındaki ilişkileri ifade etmek üzere mali karlılık terimi kullanılmaktadır.¹⁶

Mali karlılık hesaplanırken net kar, firmanın nominal sermayesine, ödenmiş sermayesine, efektif sermayesine ve öz sermayesine oranlanabilir. Firmanın karlılık durumunu değerlendirirken net karın öz sermayeye oranı anlamlı bir ölçüdür. Gerçekten sözkonusu oran firma sahip veya sahipleri tarafından sağlanan sermayenin bir birimine isabet eden karı ortaya koyar. Bu oran hesaplanırken paydada firmanın, dönem sonundaki özsermayesi veya hesap dönemindeki ortalama öz sermayesi yer

¹⁴ Cengiz Erdamar ve Feryal Orhon Basık, **Finansal Muhasebe**, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No:6, Dönence Basım ve Yayın Hizmetleri, 1999, s.59

¹⁵ Türkiye Bankalar Birliği, Bankalarımız 2000, s.II-431

¹⁶ Öztin Akgüç, a.g.e.,s.62

alabilir. Eğer bir firmanın dönem başı ve dönem sonundaki öz sermayeleri büyük farklılık göstermiyorsa veya fark ihmal edilebilir ölçülerde ise oran hesaplanırken dönem başı, dönem sonu veya ortalama rakamların kullanılması bulunacak sonucu etkilemez; fakat büyüme gelişme gösteren firmalarda bu oranın paydasında ortalama öz sermaye tutarının $[(\text{dönem başı özsermaye} + \text{dönem sonu özsermaye})/2]$ yer alması daha doğru bir uygulamadır.¹⁷

Net karın net aktif toplamına oranı bir firmanın yapmış olduğu yatırımın karlılığını diğer bir deyişle aktif değerlerin ne ölçüde verimli kullanıldığını göstermek için kullanılmaktadır. Gerçekten net kar faizler indirildikten sonra kalan tutarı gösterdiğinden bir firmanın finansman şekline ve/veya finans yapısındaki değişikliklere göre söz konusu oran yüksek veya düşük olabilir.¹⁸

Gelir gider yapısı oranları bankaların etkin olarak faaliyet göstermelerinin bir ölçüsüdür.¹⁹ Bu oranlar ortalama toplam aktifler içinde takipteki alacak sonrası net faiz gelirini bulmayı amaçlayan 1) takipteki alacak sonrası net faiz gelirinin ortalama toplam aktiflere oranı, 2) faiz gelirlerinin faiz giderlerine oranı, 3) faiz dışı gelirlerin faiz dışı giderlere oranı, 4) toplam gelirlerin toplam giderlere oranı ve toplam krediler içinde takipteki alacak karşılığının payını bulmayı amaçlayan 5) takipteki alacak karşılığının toplam kredilere oranını içermektedir.

Burada;

Toplam gelirler = faiz gelirleri + faiz dışı gelirler

Toplam giderler = faiz giderleri + faiz dışı giderlerdir²⁰

4.4 Varsayımların İncelenmesi

Diskriminant analizi, analize konu olan değişkenlerin çok değişkenli normal bir dağılımdan geldiğini ve grup varyans-kovaryans matrislerinin eşit olduğunu varsaymaktadır.²¹ Bu varsayımların sağlanması ile beklenen yanlış sınıflandırma maliyeti en aza indirilmekte ancak normallikten sapmalarla sıklıkla karşılaşmaktadır. Yaklaşık normallığın sağlanması için dönüşümler önerilmesine karşın bu sefer de dönüşüme tabi tutulan değişkenlerin yorumlanmasında zorluklarla

¹⁷ A.e., s.63

¹⁸ A.e., s.66-67

¹⁹ Joseph F. Sinkey, JR., a.g.e., pp. 21-36

²⁰ Türkiye Bankalar Birliği, Bankalarımız 2000, s.II-431

²¹ Detaylı bilgi için bakınız. Başlık 2.2.2 Diskriminant Analizinin Varsayımları

karşılaşılmaktadır.²² Yapmış olduğumuz normallik testleri bazı değişkenlerde normalliğin sağlandığını, ancak çoğunda bunun sağlanmadığını göstermiştir. Buradan hareketle yapılacak dönüşümlerin modelin yorumlanmasında ortaya çıkaracağı zorluklar dikkate alınarak değişkenler olduğu gibi alınarak analiz yapılmıştır.

Diğer önemli varsayım da eş kovaryans matrisleri varsayımdır. Bunun için de yine dönüşümler nedeniyle ortaya çıkabilecek yorumlama güçlüklerini engellemek için her analiz farklı kovaryans matrisi dikkate alınarak da yapılmış ve doğru sınıflandırma yüzdeleri eş kovaryans matrisi ile elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Bu analiz sonuçları da eş kovaryans matrisi dikkate alınarak yapılan analizlerdeki doğru sınıflandırma yüzdelerinden farklı yüzdelere sahip olmadıkları için ikinci derece yerine doğrusal diskriminant fonksiyonu kullanılmasına karar verilmiştir. Burada varsayımlarla ilgili bu açıklamaların ardından analiz sonuçlarının yorumunun bu kısıtlar da gözönünde bulundurularak yapılacağını belirtmek gerekir.

Bir veri setine diskriminant analizi uygulamak için bu veri setinin gereğinden fazla değişken içermemesi gerekir. Diskriminant analizi türetilen fonksiyonların grupları birbirinden maksimum etkinlikle ayırmasını sağlamada gerekli olan değişkenleri içermelidir. Bu nedenle veri setinde diskriminant fonksiyonlarının belirlenmesinde gerekli olmayan değişkenleri ayıklamak amacıyla adım adım diskriminant analizi uygulanır.²³ Çalışmada değişkenler arasındaki yüksek korelasyonlardan kaynaklanan çoklu doğrusal bağlantı da yine adım adım yöntemi uygulanmak suretiyle önlenmiş ve aralarında düşük korelasyon olan değişkenlerin modelde yer alması sağlanmıştır.²⁴

Varsayımlar konusunda son olarak şunlar söylenebilir. Eğer belli bir birim 0.90 olasılıkla bir gruba ve 0.10 olasılıkla diğer gruba ait ise varsayımlardan sapmalar nedeniyle ortaya çıkan küçük yanlışlıklar için endişe etmeye gerek olmamasına karşın eğer bir birim 0.51 olasılıkla 1. gruba ve 0.49 olasılıkla 2. gruba ait ise alınacak karar konusunda çok dikkatli olmak gerekmektedir. Böyle bir durumda

²² Kar Yan Tam and Melody Y. Kiang, "Managerial applications of neural Networks:the case of bank failure predictions", *Management Science*, vol. 38, no.7 july, 1992, pp.926-947

²³ Kazım Özdamar, *Paket Programalar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok değişkenli Analizler)*, Kaan Kitabevi, Yayın no:2, İkinci Baskı, 1999, s.382

²⁴ Detaylı bilgi için bakınız. Başlık 2.2.5.3. Adım Adım Diskriminant analizi

varsayımlardan sapmalar nedeniyle oluşacak küçük hatalar, kolaylıkla yanlış bir sınıflandırmaya sebep olabilmektedir.²⁵

4.5 Başarılı Bankalar İçin Baz Yılın Belirlenmesi

Bankaların başarılı ve başarısız olarak sınıflandırılması sonrası başarısızlıktan bir, iki ve üç yıl öncesine ait modellerin kurulabilmeleri için başarılı bankalarda bir temel (baz) yıl seçimi gerekmektedir. Başarısız bankalar için başarısız oldukları yıllardan bir iki ve üç yıl öncesine ait oranları bulmada bir sorun olmamasına karşın başarılı bankalarda 1999, 2000 ve 2001 olmak üzere üç farklı yılın baz yıl olarak seçilebileceği görülmüştür. Bu yıllardan birinin baz yıl olarak seçilmesiyle bu baz yıldan geriye bir, iki ve üç yıl öncesine ait oranların bulunması mümkün olacaktır.

Diğer çalışmalarda genel yaklaşım ilgilenilen zaman kesitinde belirli yıllarda kaç banka başarısız olarak alınmış ise yine o kadar sayıda başarılı bankanın belirli kriterlere göre eşleştirilmesidir. Böyle bir eşleştirme yapmanın mümkün olmadığı durumlarda ise en çok başarısızlık hangi yıl olmuşsa o yılın başarılı bankalar için baz yıl olarak alınması yoluna gidilebilmektedir. Bu çalışmada en çok başarısızlık yedi banka ile 2001 yılında gerçekleşmiş ve onu altı banka ile 1999 yılı takip etmiştir.

Başarısız banka sayılarının birbirine çok yakın olması nedeniyle de başarılı bankalar için hangi baz yılın esas alınacağı bu üç yıl için diskriminant analizine adım adım yöntemi kullanılarak elde edilen doğru sınıflandırma yüzdelerinin gösterildiği sınıflandırma matrislerinin karşılaştırılması yolu ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Teorik bölümde belirtildiği gibi modelin çapraz geçerliliğinin test edilmesi için, genelde örnek, biri modelin kurulması ve diğeri de test edilmesi amacıyla ikiye bölünmektedir. Mevcut durumda her iki gruptaki banka sayısının az olması nedeniyle ikiye bölme durumu sözkonusu olamamakta buna karşın modelin geçerliliğine yönelik yine daha önce açıklanan bir test olan dışarıda bırakma yöntemi (leave one out classification) kullanılan istatistik paket programda çapraz geçerliliğin test edilebilmesi için kullanılmaktadır. Her iki sınıflandırma sonuçları dikkate alınmak suretiyle hangi yılın baz yıl alınacağına karar verilecektir.

Aşağıdaki tablolarda başarılı bankalara baz yıl olarak 1999 2000 ve 2001 yılı alınmak suretiyle başarısızlıktan 1, 2 ve 3 yıl öncesi için hem orijinal hem çapraz

²⁵ William R. Klecka, a.g.e., s.61

geçerlilik durumlarında 1. tip hata, 2. tip hata ve genel doğru sınıflandırma yüzdeleri verilmektedir. Tablolarda verilen 1. tip hata (Type 1 error) ile gerçekte 0 (başarısız) grubuna ait olupta 1 (başarılı) grubuna yanlış sınıflandırma yüzdesi ve 2. tip hata (Type 2 error) ile de aslında 1 (başarılı) grubuna ait olupta yanlışlıkla 0 (başarısız) grubuna yanlış sınıflandırma yüzdesi kastedilmektedir.²⁶

Tablo 4.6 1999 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%)

Model	1. Tip Hata		2. Tip Hata		Genel Doğru Sınıf.	
	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik
1 yıl önce	18,8	18,8	19	19	81,1	81,1
2 yıl önce	31,3	31,3	9,5	14,3	81,1	78,4
3 yıl önce	12,5	12,5	10,5	21,1	88,6	82,9

Tablo 4.6’da 1999 baz yıl için sınıflandırma sonuçları verilmektedir. En düşük 1.tip hata hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için %12,5 ile 3 yıl öncede iken 1 ve 2 yıl öncede ise hem orijinal hem çapraz geçerlilikte sırasıyla %18,8 ile %31,3 olmuştur. En düşük 2.tip hata %9,5 ile 2 yıl öncede iken bu çapraz geçerlilikte %14,3’e yükselmiş, en yüksek ise orijinal için %19 ile 1 yıl öncede iken bu çapraz geçerlilikte de aynı kalmış ve 3 yıl öncede ise bu hata orijinalde %10,5 iken çapraz geçerlilikte %21,1’e yükselmiştir. Genel doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde orijinal için en yüksek %88,6 ile 3 yıl öncesinde iken bu çapraz geçerlilikte %82,9’a gerilemiş, en düşük ise 1 ve 2 yıl öncede %81,1 ile orijinal için kalırken bu çapraz geçerlilikte sırasıyla %81,1 ve %78,4 olmuştur.

Tablo 4.7 2000 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%)

Model	1. Tip Hata		2. Tip Hata		Genel Doğru Sınıf.	
	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik
1 yıl önce	12,5	12,5	19	19	83,8	83,8
2 yıl önce	6,3	6,3	23,8	23,8	83,8	83,8
3 yıl önce	62,5	62,5	23,8	28,6	59,5	56,8

Tablo 4.7’de 2000 baz yıl için sınıflandırma sonuçları verilmektedir. Burada hem orijinal hem de çapraz geçerlik için hesaplanan yüzdeler 3 yıl öncesi 2. tip hata dışında aynı bulunmuştur. En düşük 1.tip hata % 6,3 ile 2 yıl öncede iken bu 1 ve 3

²⁶ R. Franklin Hawkins, Jr., Predicting the Failure of Commercial Banks in the Nineties, a dissertation, Doctor of Business Administration, 1996, pp. 97.

yıl öncede sırasıyla %12,5 ve %62,5 olarak bulunmuştur. En düşük 2.tip hata %19 ile 1 yıl öncede iken bu 2 ve 3 yıl öncede orijinalde %23,8 bulunurken çapraz geçerlilikte sırasıyla %23,8 ve %28,6 olarak bulunmuştur. En yüksek genel doğru sınıflandırma yüzdesi hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için %83,8 ile 1 ve 2 yıl öncede iken, bu oran 3 yıl öncede orijinalde %59,5 ve çapraz geçerlilikte %56,8 olmuştur.

Tablo 4.8 2001 Baz Yıl İçin Sınıflandırma Sonuçları (%)

Model	1. Tip Hata		2. Tip Hata		Genel Doğru Sınıf.	
	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik	Orijinal	Çapraz Geçerlilik
1 yıl önce	18,8	18,8	9,5	9,5	86,5	86,5
2 yıl önce	6,3	6,3	20	20	86,1	86,1
3 yıl önce	18,8	18,8	23,8	28,6	78,4	75,7

Tablo 4.8’de 2001 baz yıl için sınıflandırma sonuçları verilmektedir. Orijinal ve çapraz geçerlilik yüzdeleri aynı olmak üzere en düşük 1.tip hata %6.3 ile 2 yıl öncede iken en yüksek ise 1 ve 3 yıl öncede %18.8’dir. En düşük 2.tip hata hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için %9,5 ile 1 yıl öncede, en yüksek hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için sırasıyla %23,8 ve %28,6 ile 3 yıl öncede iken, bu 2 yıl öncede orijinal ve çapraz geçerlilik için %20 olmuştur. En yüksek genel doğru sınıflandırma yüzdesi hem orijinal hem de çapraz geçerlik için %86,5 ile 1 yıl öncede en düşük hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için sırasıyla %78,4 ve %75,7 ile 3 yıl öncede iken, 2 yıl öncede ise %86,1 ile her ikisi için de aynı bulunmuştur.

Baz yıl olarak alınan her üç yılın genel doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde hem orijinal hem de çapraz geçerlilik durumlarında 1999 baz yıl 3 yıl önce yüzdeleri dışında (%88,6 ve %82,9) 2001 baz yılın ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle başarılı bankalar için baz yıl olarak 2001 yılının alınmasının uygun olduğu görülür. Bundan sonra yapılan analizler 2001 baz yıl olarak alınarak yapılacaktır.

Şu ana kadar araştırmanın amacı ve kapsamı, yöntemi, değişkenleri, varsayımlar ve baz yılın belirlenmesi konusunda verilen bilgilerden sonra artık analiz sonuçlarının incelenmesi aşamasına geçilmesi uygun olacaktır.

4.6 Analiz Sonuçları

Verilen tablolar yardımıyla analiz sonuçlarının inceleneceği başlık 4.6'da önce tabloda belirtilen özellikler tanımlanmış ve ardından her bir özelliğe ait istatistiki bilgilerin yorumu yapılmıştır. Başka bir kaynak gösterilmedikçe tablo özelliklerinin açıklamalarında SPSS 11.0 for Windows, Result Coach alt başlığı altındaki açıklamalar kullanılmıştır.²⁷

4.6.1 Gruplara Ait Tanımsal İstatistikler

Tablo 4.9'da her bir değişkenin başarılı ve başarısız banka gruplarına ait tanımsal istatistik bilgileri (ortalama ve standart sapma) başarısızlıktan 1, 2 ve 3 yıl öncesi için verilmiştir. Burada tek bir tabloda toplanan bu bilgiler Ek 3'te başarısızlık öncesi her bir yıl için ayrı ayrı verilmektedir.

Gruplara ait ortalamalar her bir değişken için verilmek suretiyle grup ortalaması farklılıklarını genel anlamda görmek ve karşılaştırmak mümkündür. Ayrıca değişkenlerin gruplar itibarıyla ortalama değerlerinin 3 yıl öncesi dışında, 2 yıl öncesi için geçmiş bir yıla ve bir yıl öncesi için geçmiş iki yıla ait verilerinin olması dolayısıyla bunların karşılaştırılarak varsa yıllar içerisindeki değişimlerinin genel anlamda belirlenmesi mümkündür. Standart sapma ise değişkenlerdeki değişimin bir ölçüsüdür ve ortalamadan farkların kareleri toplamının serbestlik derecesine bölümünün karekökü alınmak suretiyle bulunur. Diskriminant analizinde kovaryans matrislerinin eşitliği varsayıldığı için gruplara ait standart sapmaların incelenmesiyle gruplar arasındaki farklılıklar konusunda bilgi sahibi olmak ve karşılaştırma yapmak sözkonusudur.

Burada belirtilmesi gereken diğer bir nokta da değişkenlerin zarar ya da faiz dışı gelirler kaleminde giderlerin gelirlerden daha fazla olması gibi nedenlerle negatif işaretli olabilmeleri dolayısıyla tablolarda ortalama ve standart sapma için bulunan değerlerin karşılaştırılmasında bu durumun gözönüne alınması ve dikkatli

²⁷ Analiz sonucu elde edilen tabloların yorumlanmasında bir kolaylık olması bakımından SPSS 11.0 for Windows istatistik paket programında ilgili tablo üzerine işaretçi getirilerek önce sağ tuş ardından da Result Coach başlığına tıklanırsa incelenen tablo ile ilgili detaylı açıklamalara ulaşmak mümkündür.

davranılmasıdır. Bu yüzden grup ortalamaları eşitliği testlerine bakmak daha yerinde olacaktır. Aşağıda başarısızlıklık öncesi her bir yıla ait açıklamalar verilmiştir.

Tablo 4.9 Değişken Ortalama ve Standart Sapmaları

<i>Değişken</i>	<i>1 yıl önce</i>		<i>2 yıl önce</i>		<i>3 yıl önce</i>	
	<i>Gruplar</i>		<i>Gruplar</i>		<i>Gruplar</i>	
	<i>Başarısız</i>	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>	<i>Başarılı</i>
SR1	-2,715 (33,40)	17,29 (10,6)	7,76 (3,32)	12,97 (5,22)	12,18 (6,52)	13,52 (7,02)
SR2	2,825 (19,85)	25,05 (21,32)	9,14 (4,23)	16,81 (8,04)	22,20 (25,09)	18,4 (13,19)
SR3	-14,05 (39,80)	9,18 (9,28)	2,69 (4,04)	7,03 (4,70)	4,26 (6,27)	8,09 (6,24)
SR4	0,03 (11,17)	7,84 (6,75)	3,99 (2,10)	5,75 (3,60)	6,59 (4,35)	6,75 (3,95)
AK1	35,39 (10,36)	31,73 (14,12)	37,51 (10,77)	29,39 (13,25)	39,13 (12,12)	32,55 (13,67)
AK2	49,80 (111,05)	3,85 (4,68)	5,34 (7,23)	3,61 (4,11)	4,74 (6,43)	2,52 (2,66)
AK3	17,15 (14,93)	17,21 (14,22)	5,79 (3,10)	12,45 (8,47)	8,74 (10,02)	7,32 (6,13)
AK4	64,19 (23,11)	69,66 (23,66)	76,18 (20,03)	74,84 (21,89)	78,23 (15,17)	83,4 (13,34)
L1	29,14 (13,42)	44,26 (20,99)	40,43 (12,79)	47,23 (16,57)	37,51 (10,13)	48,75 (16,46)
L2	33,63 (17,41)	57,71 (29,56)	47,13 (15,44)	59,25 (19,65)	47,38 (14,81)	62,44 (20,76)
L3	32,38 (17,39)	39,82 (23,68)	39,77 (17,89)	39,86 (19,30)	36,34 (13,24)	47,77 (18,77)
K1	-12,62 (31,96)	2,47 (2,69)	1,14 (4,25)	5,69 (2,84)	1,57 (4,73)	6,25 (4,27)
K2	-19,49 (201,68)	30,57 (32,97)	3,67 (120,84)	75,99 (49,79)	30,40 (49,38)	79,04 (52,42)
K3	-246,23 (757,29)	48,41 (45,54)	30,90 (55,21)	114,01 (65,86)	36,74 (66,05)	198,81 (368,04)
GGY1	2,95 (22,38)	11,24 (6,7)	11,35 (7,54)	15,22 (7,73)	12,08 (9,75)	18,81 (12,21)
GGY2	138,08 (39,74)	206,18 (69,57)	152,19 (34,98)	227,19 (96,55)	158,33 (46,99)	271,07 (171,53)
GGY3	-31,24 (90,61)	13,24 (68,2)	-27,30 (73,31)	-0,32 (93,61)	-9,11 (92,48)	-29,58 (125,93)
GGY4	91,76 (32,36)	120,1 (17,54)	108,77 (10,10)	142,52 (23,99)	108,93 (13,87)	145,29 (31,88)
GGY5	24,54 (63,39)	1,68 (2,47)	1,33 (2,42)	1,60 (1,64)	0,54 (1,05)	1,3 (1,78)

- Parantez içindeki değerler standart sapmalardır.

- Değişkenin solundaki rakamlar onun başarısızlıktan kaç yıl öncesi modelde yer aldığını göstermektedir.

Tablo 4.9’da başarısızlık öncesi her yıl ayrı ayrı incelendiğinde bazı değişkenlerde 0 grubu ortalamalarının 1 grubu ortalamalarından büyük olduğu görülür. Bu değişkenlerin ortalamasının başarısız banka grubunda büyük olması nedeniyle bunların modelde yer alması durumunda başarısızlığa götüren etkenler olarak negatif işaret ve diğer değişkenlerin ise pozitif işaret almalarının beklenebileceği görülür.

Yukarıdaki tabloda başarısızlıktan bir yıl öncesi için bir aktif kalitesi göstergesi olan toplam krediler/toplam aktifler(AK1), ile takipteki krediler/toplam krediler(AK2) ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan takipteki alacaklar karşılığı/toplam krediler(GGY5) değişkenleri dışındaki diğer tüm değişkenlerde 1 grubu ortalamalarının 0 grubu ortalamalarından büyük olduğu görülmektedir. Burada başarısız bankaların kredi riski taşıdıkları sonucuna varmak mümkündür. Daha fazla kredi riski yüklenilmesi takipteki kredilerin payını artırmakta ve bunun artışı da bunlar için ayrılması gereken takipteki alacaklar karşılığının artmasına neden olmaktadır.

Başarısızlıktan iki yıl öncesi için durum incelendiğinde bir aktif kalitesi göstergesi olan toplam krediler/toplam aktifler(AK1), ve yabancı para aktifler/yabancı para pasifler(AK4) değişkenleri dışındaki diğer tüm değişkenlerde 0 grubu ortalamaları 1 grubu ortalamalarından daha küçük oranlara sahiptir. Ancak AK4 değişkeni için bu oranlar (% 76,18 ve %74,84) sadece iki yıl öncesi durumda sözkonusudur. Diğer yıllar için 1 grubu ortalamaları 0 grubu ortalamalarından daha yüksektir. Bu bilgilerden hareketle başarısız bankaların kredi riski taşıdıklarını ancak açık pozisyondan kaynaklanan kur riskinin ise 1 grubu için bir miktar fazla olmakla beraber benzer konumda olduklarını söylemek yanlış olmayacaktır. Yabancı para aktifler yabancı para pasifler oranı 1’e yaklaştıkça kur riskinin azalması durumu sözkonusudur. Bu da genel olarak bakıldığında 1 grubu için söylenebilecek bir durumdur.

Başarısızlıktan 3 yıl öncede ise bir sermaye göstergesi olan (özkaynak+toplam kar)/(mevduat+mevduat dışı kaynaklar)(SR2) oranı, aktif kalitesi göstergelerinin tamamı olan toplam krediler/toplam aktifler(AK1), takipteki krediler/toplam krediler(AK2) ve duran aktifler/toplam aktifler(AK3) oranı ve bir gelir gider göstergesi olan faiz dışı gelirler/faiz dışı giderler(GGY3) oranı

değişkenleri dışındaki diğer tüm değişkenlerin 1 grubu ortalamaları 0 grubu ortalamalarından daha büyüktür. GGY3 değişkeni için 1 grubu ortalamalarının 0 grubu ortalamalarından yüksek çıkması beklenirken burada bu oranı düşük çıkaran başarılı banka grubundaki Fibabank'ın %-482,4 ile aldığı değer olmuştur. Burada da başarısız bankalar için kredi riski sözkonusudur ve SR2 oranı da başarısız bankaların sermayelerinin başarılı bankalardan daha zayıf olduğunun bir göstergesidir.

4.6.2 Tek değişkenli Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri

Tablo 4.10'da grup ortalamalarının eşit olup olmadığı tek değişkenli anlamlılık testleri yardımıyla her bir değişken için belirlenmiştir. Grup ortalamalarının eşit olduğu Sıfır Hipotezini test etmek amacıyla verilen Wilks' Lambda²⁸, F istatistiği²⁹, serbestlik dereceleri ve anlamlılık düzeyi başarısızlık öncesi her bir yıl için ayrı ayrı Ek 3'te verilmektedir. Tabloda ayrıca başarısızlık öncesi yıllar için anlamlılık testleri sonuçlarındaki değişmelerin³⁰ değişkenler itibariyle görülmesi mümkündür.

²⁸ Wilks' lambda grup içi kareler toplamının genel kareler toplamına oranıdır, 0 ile 1 arasında değerler alır ve küçük değerler güçlü grup farklılıklarını, 1'e yakın değerler ise grup farklılıklarının olmadığını gösterir.

²⁹ F istatistiği gruplararası değişkenliğin grup içi değişkenliğe oranıdır ve grup sayısı eksi 1 (df1) ve toplam birim sayısı eksi grup sayısı (df2) olmak üzere iki serbestlik derecesine sahiptir. Bu serbestlik dereceleri gözlenen anlamlılık seviyesini(sig.) elde etmede kullanılır. Eğer elde edilen anlamlılık değeri küçükse (örneğin 0,05'den küçük) bu grup farklılıklarının anlamlı olduğunu, büyükse (örneğin 0,05'den büyük) bu da grup farklılıklarının anlamlı olmadığını gösterir.

³⁰ Örneğin Sr1 değişkeni için grup ortalamaları eşitliği testi başarısızlıktan üç yıl öncesinde anlamlı farklılık göstermezken, iki yıl öncede 0,01 ve bir yıl öncede ise 0,10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.10 Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri

<i>Değişken</i>	<i>1 yıl önce</i>		<i>2 yıl önce</i>		<i>3 yıl önce</i>	
	Wilks Lambda	F	Wilks Lambda	F	Wilks Lambda	F
SR1	,839	6,698**	,739	12,011*	,990	,354
SR2	,770	10,464*	,742	11,839*	,990	,355
SR3	,839	6,730**	,799	8,533*	,911	3,399***
SR4	,834	6,971**	,919	3,010***	1,000	,014
AK1	,979	,763	,896	3,932***	,938	2,315
AK2	,906	3,619***	,976	,820	,945	2,044
AK3	1,000	,000	,793	8,897*	,992	,281
AK4	,986	,495	,999	,036	,969	1,127
L1	,847	6,304**	,949	1,825	,859	5,766**
L2	,807	8,373*	,893	4,069***	,852	6,057**
L3	,969	1,118	1,00	,000	,891	4,289**
K1	,882	4,678**	,697	14,775*	,778	9,962*
K2	,965	1,261	,851	5,939**	,810	8,217*
K3	,916	3,192***	,676	16,294*	,921	3,009***
GGY1	,931	2,597	,937	2,276	,915	3,265***
GGY2	,741	12,232*	,796	8,695*	,843	6,500**
GGY3	,923	2,910***	,974	0,890	,992	,299
GGY4	,750	11,674*	,552	27,605*	,659	18,106*
GGY5	,927	2,751	,995	,157	,938	2,132

* 0,01, ** 0,05 ve *** 0,10 düzeyinde anlamlı farklılık gösteren değişkenleri göstermektedir.

Başarısızlıktan bir yıl öncesi için tablo incelendiğinde 19 değişkenden 12'sinin grup ortalamalarının %1 ile 10 düzeyinde anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. F değerleri incelendiğinde grup ortalamaları en çok anlamlı farklılık gösteren değişkenlerin sermaye göstergelerinden olan (özkaynak+toplam kar)/(mevduat +mevduat dışı kaynaklar)(SR2), likidite göstergelerinden likit aktifler/(mevduat+mevduat dışı kaynaklar)(L2), ve gelir gider yapısı göstergelerinden olan faiz gelirleri/faiz giderleri(GGY2) ile toplam gelirler/toplam giderler(GGY4) değişkenleri olduğu görülür. Grup ortalamaları anlamlı farklılık göstermeyen değişkenlerin en önemli ikisi ise aktif kalitesi göstergelerinden duran aktifler/toplam aktifler(AK3) ve likidite göstergelerinden yabancı para likit aktifler/yabancı para pasifler(L3) değişkenleridir. Anlamlı farklılık gösteren oranlar incelendiğinde ve başarılı bankalarla karşılaştırıldığında başarısız bankaların likidite riski taşıdıkları, zayıf sermayeli ve düşük karlılığa sahip oldukları söylenebilir.

Başarısızlıktan iki yıl öncesinde yine 19 değişkenden 12'sinde %1 ile 10 arası anlamlılık düzeyinde grup ortalamaları anlamlı farklılık göstermektedir. Grup

ortalamları anlamlı farklılık gösteren değişkenlerin en önemlilerinin sermaye göstergelerinden (özkaynak+toplam kar)/toplam aktifler(SR1) ve (özkaynak+toplam kar)/(mevduat+mevduat dışı kaynaklar)(SR2), karlılık göstergelerinden net kar(zarar)/ortalama toplam aktifler(K1) ve net kar(zarar)/ortalama özkaynaklar(K2) ve gelir gider yapısı göstergelerinden toplam gelirler/toplam giderler(GGY4) ve anlamlı farklılık göstermeyenlerin bazılarının ise aktif kalitesi göstergelerinden yabancı para aktifler/yabancı para pasifler(Ak4) ve likidite göstergelerinden yabancı para likit aktifler/yabancı para pasifler(L3) oranları olduğu görülür. Burada da başarısız bankalar için zayıf sermayeli ve düşük karlılığa sahip olma durumu anlamlı farklılık bulunan değişkenlerden görülebilmektedir.

Son olarak başarısızlıktan üç yıl öncesinde 19 değişkenden 10'unun %1 ile 10 arası anlamlılık düzeyinde grup ortalamları anlamlı farklılık göstermiştir. Bunların en önemlilerinin karlılık göstergelerinden ikisi olan net kar(zarar)/ortalama toplam aktifler(K1) ve net kar(zarar)/ortalama özkaynaklar (K2) ve gelir gider yapısı göstergelerinden toplam gelirler/toplam giderler(GGY4) değişkenleri ve anlamlı farklılık göstermeyenlerin en önemlilerinden bazılarının ise sermaye göstergelerinden (özkaynak+toplam kar)/(toplam aktifler+gayrinakdi krediler)(Sr4) ve aktif kalitesi göstergelerinden duran aktifler/toplam aktifler(Ak3) oranları olduğu görülür. Burada ise karlılığın her iki banka grubunu ayırmada önemli olduğu söylenebilir.

Şu ana kadar yapılan açıklamalardan sonra burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta testlerde anlamlı farklılık gösteren değişkenlerin kurulacak modelde yer almaları konusunda açık bir gösterge bulunmamasıdır. Bu noktada değişkenler arasındaki korelasyonların gücü önem kazanmaktadır. Çünkü iki değişken arasındaki korelasyonun 1 olması halinde her iki değişkenin de modelde yer alması sadece birinin modelde yer almasına göre daha fazla bilgi sağlamayacaktır.³¹

4.6.3 Kanonik Diskriminant Fonksiyonunun Özeti

Gruplara ait tanımsal istatistikler verilip grup ortalamlarının eşitliği testleri yapıldıktan sonra değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarından oluşan kanonik

³¹ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.252

diskriminant fonksiyonlarının incelenmesine geçilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi değişken sayısı ya da grup sayısı eksi 1 adet (hangisi az ise) diskriminant fonksiyonu olabilir. Araştırmada iki grup sözkonusu olduğu için grup sayısından bir eksik yani bir adet diskriminant fonksiyonu vardır ve yapılacak açıklamalar bu fonksiyona aittir.

4.6.3.1 Özdeğerler

Özdeğer gruplararası kareler toplamının grup içi kareler toplamına oranıdır. Yüzde varyans ise toplam değişkenliğin ne kadarlık kısmının kanonik değişken ya da değişkenlerce açıklandığını göstermektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi kanonik korelasyon diskriminant puanları ile gruplar arasındaki ilişkiyi ölçmekte, 1'e yakın değerler diskriminant puanları ile gruplar arasında güçlü bir korelasyona işaret etmektedir. Burada sadece iki grup sözkonusu olduğu için kanonik korelasyon, 0 ve 1 olarak kodlanan gruplar ile diskriminant puanları arasındaki pearson korelasyon katsayısıdır. Daha fazla sayıda grup olduğu durumlarda kanonik korelasyon, tek yönlü varyans analizinden elde edilen, gruplararası kareler toplamının genel kareler toplamına oranının karekökü olan, eta değerine eşit olurdu.³²

Tablo 4.11 Özdeğer ve Kanonik Korelasyon

<i>Fonksiyon</i>	<i>Özdeğer</i>	<i>% Varyans</i>	<i>Kümülatif %</i>	<i>Kanonik Korelasyon</i>
1 yıl önce	1,303	100,0	100,0	,752
2 yıl önce	0,921	100,0	100,0	,692
3 yıl önce	0,704	100,0	100,0	,643

Tablo 4.11'de başarısızlık öncesi her bir yıla ait fonksiyonların özdeğer ve kanonik korelasyon değerleri verilmektedir. 1 yıl öncesi fonksiyona ait özdeğer 1,303 (5,138/3,943) ve kanonik korelasyon % 75,2 (5,138/9,081 oranının karekökü), iki yıl öncesi fonksiyona ait özdeğer 0,841 (4,148/4,933) ve kanonik korelasyon % 67,6 (4,148/9,4081 oranının karekökü) ve üç yıl öncesi fonksiyona ait özdeğer 0,704 (3,753/5,328) ve kanonik korelasyon ise % 64,3 (3,753/9,081 oranının karekökü) olarak bulunmuştur.³³

³² SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.255

³³ Parantez içindeki değerler Tablo 4.17'den elde edilmektedir.

Burada 1 yıl öncesi model için bağımlı değişkenle kanonik fonksiyon arasında pozitif ve güçlü, 2 ve 3 yıl öncesi modeller için ise pozitif ve normal bir ilişki olduğu söylenebilir.

4.6.3.2 Wilks' Lambda Testi

Wilks' lambda diskriminant puanlarındaki toplam değişkenliğin gruplar arasındaki farklılıklar ile açıklanamayan kısmıdır ve 0 ile 1 arasında değerler alır. 0'a yakın değerler grup ortalamalarının farklı olduğuna, 1'e yakın değerler ise grup ortalamalarının farklı olmadığına işaret eder. Buradan hareketle, değer 1'e eşit olduğunda tüm ortalamaların aynı olduğu görülür.

Wilks' lambda'nın Ki-kare dönüşümü serbestlik derecesi ile birlikte fonksiyonun anlamlılığını belirlemek için kullanılır.

Burada son olarak Lambda ve η^2 toplamının 1'e eşit olduğunu ve Wilks Lambda'nın, birimlerin sınıflandırılması aşamasında modelin başarısı hakkında çok az bilgi sağladığını söylemek mümkündür.³⁴

Tablo 4.12 Kanonik Diskriminant Fonksiyonunun Test Edilmesi

<i>Fonksiyonun Testi</i>	<i>Wilks' Lambda</i>	<i>Ki-Kare</i>	<i>Df</i>	<i>Sig.</i>
1 yıl önce	,434	27,947	3	,000
2 yıl önce	,521	21,539	2	,000
3 yıl önce	,587	18,129	2	,000

Tablo 4.12'de iki grup sözkonusu olduğu için tek bir fonksiyonun istatistik anlamlılığına yönelik başarısızlık öncesi her bir yıl için test sonuçları verilmektedir. Bir, iki ve üç yıl öncesi modelde Wilks' Lambda değerleri sırasıyla 0,434, 0,543 ve 0,587 ve bunların Ki-Kare dönüşüm değerleri sırasıyla 27,947, 20,747 ve 18,129 olarak bulunmuştur. Bir yıl öncesi modelde varyansın % 43,4'ünün, iki yıl öncede % 54,3'ünün ve üç yıl öncede ise % 58,7'sinin grup farklılıkları tarafından açıklanamadığı anlaşılmaktadır.

Elde edilen sonuçlarla, kurulan modellerin grup ortalama farklılıklarını açıklayacak düzeyde olduğu belirlendikten sonra modelde yer alan değişkenlerin nisbi önemlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

³⁴ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.255

4.6.4 Ayırıcı Değişkenlerin Öneminin Değerlendirilmesi

Teorik bölümde de açıklandığı gibi eğer diskriminant fonksiyonu istatistik olarak anlamlı bulunursa bundan sonraki işlem gruplararası ayırmada her bir bağımsız değişkenin nisbi önemini belirlemek için diskriminant fonksiyonun incelenmesidir. Nisbi önemi belirlemede standart diskriminant katsayıları, diskriminant yükleri (yapı korelasyonları) ve kısmi F değerleri kullanılmaktadır.

Standart diskriminant katsayıları değişkenlerin nisbi önemlerini belirlemede geleneksel bir yaklaşımdır ve işaret dikkate alınmadığı zaman nispeten daha büyük katsayılara sahip değişkenler daha küçük olanlara göre fonksiyonun ayırma gücüne daha fazla katkıda bulunurlar. İşaret ise sadece değişkenin pozitif veya negatif bir katkı yaptığını göstermektedir.

Diskriminant yükleri her bir ayırıcı değişkenin kanonik fonksiyonla olan grup içi korelasyonlarını vermektedir. Bu matris diskriminant fonksiyonundaki her bir değişkenin katkısını göstermenin diğer bir yoludur.

Eğer adım adım yöntemi seçilirse bağımsız değişkenlerin nisbi ayırma gücünü yorumlamada ek bir araç olarak kısmi F değerlerinin kullanılması söz konusudur. Bu anlamlı F değerlerinin mutlak büyüklüklerinin incelenmesi ve onların sıraya konulmasıyla sağlanır. Büyük F değerleri daha büyük ayırma gücünün bir göstergesidir. Uygulamada kısmi F değerleri yaklaşımını kullanarak yapılan sıralama standart katsayıları kullanmak yoluyla çıkarılan sıralamanın aynısıdır.

Tablo 4.13'de değişkenler, standart katsayılar, kısmi F değerleri ve diskriminant yüklerine göre sıralanmıştır.

Tablo 4.13 Modellerde Değişkenlerin Önemlerine Göre Sıralanması

Model	Değişkenler	Değişkenlerin Önem Sıraları		
		Standart Katsayılar	Kısmi F Değerleri	Diskriminant Yükleri
1 yıl önce	GGY2	1 (1,120)	1 (26,731)	1 (0,518)
	GGY3	2 (0,810)	2 (10,120)	3 (0,253)
	L2	3 (0,503)	3 (5,090)	2 (0,428)
2 yıl önce	GGY4	1 (0,865)	1 (27,605)	1 (0,939)
	AK3	2 (0,352)	2 (1,982)	2 (0,533)
3 yıl önce	GGY4	1 (0,915)	1 (17,623)	1 (0,857)
	L3	2 (0,519)	2 (4,192)	2 (0,417)

Bir yıl öncesi modelde değişkenlerin önem sıraları incelendiğinde faiz gelirlerinin faiz giderlerine oranı ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan GGY2 değişkeninin en iyi ayırıcı değişken olarak her üç istatistik göstergeye göre de birinci sırada yer aldığı görülür. İkinci en iyi ayırıcı değişkenin belirlenmesi konusunda göstergeler net bir durum ortaya koyamamaktadır. Buna göre standart katsayılar ve kısmi F değerleri faiz dışı gelirlerin faiz dışı giderlere oranı ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan GGY3 değişkenini ikinci en iyi değişken ve likit aktiflerin mevduat artı mevduat dışı kaynaklara oranı ve bir likidite oranı göstergesi olan L2 değişkenini üçüncü en iyi değişken olarak bulurken, diskriminant yükleri incelendiğinde ise bunun tersi bir sıralama sözkonusu olmaktadır.

İki yıl öncesi modelde bu sıralama incelendiğinde toplam gelirlerin toplam giderlere oranı ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan GGY4 değişkeni en iyi ayırıcı değişken olarak her üç istatistik göstergeye göre birinci sırada yer almıştır. İkinci sırada ise de duran aktiflerin toplam aktiflere oranı ve bir aktif kalitesi göstergesi olan AK3 değişkeni bulunmaktadır.

Üç yıl öncesi modelde ise toplam gelirlerin toplam giderlere oranı ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan GGY4 değişkeni en iyi ayırıcı değişken olarak her üç göstergeye göre de birinci sırada yer almıştır. Yabancı para likit aktiflerin yabancı para pasiflere oranı ve bir likidite göstergesi olan L3 değişkeni de ikinci sırada yer almaktadır.

4.6.5 Kanonik Diskriminant Fonksiyonu Katsayıları

Her bir birime ait diskriminant puanlarının bulunmasında kullanılan ve standart olmayan katsayılar olarak da bilinen bu katsayılar başarısızlık öncesi her bir yıl için Tablo 4.14’de gösterilmektedir. Tabloda ayrıca diskriminant puanlarındaki toplam varyansın kurulan modeller tarafından açıklanan kısmını gösteren R^2 belirlilik katsayıları ve değişkenlerin modele alınma önceliklerini gösteren kısmi F değerleri de her bir katsayının altında parantez içinde verilmektedir.

Sadece iki grup olması dolayısıyla tek bir kanonik değişken vardır ve onun katsayıları da Fisher’in diskriminant fonksiyonu katsayıları ile orantılıdır. Tablo 4.14’de verilen her bir katsayı Tablo 4.20’de verilen Fisher’in diskriminant fonksiyonu katsayılarını elde etmek için başarısızlıktan bir yıl öncede yaklaşık olarak

2,3 (örneğin GGY3 için $0,01 * 2,3 = 0,023$), başarısızlıktan iki yıl önce için yaklaşık olarak 1,81 (örneğin GGY4 için $0,053 * 1,81 = 0,096$) ve başarısızlıktan üç yıl önce için yaklaşık olarak 1,6 (örneğin GGY4 için $0,036 * 1,6 = 0,058$) ile çarpılmaktadır.

Tablo 4.14 Modellere Ait Diskriminant Fonksiyonu Katsayıları, R² ve F Oranları

Model	Standart Olmayan Katsayılar							R ² (F)
	Sabit	AK3	L2	L3	GGY2	GGY3	GGY4	
1 yıl önce	-4,259		0,020 (5,090)		0,019 (26,731)	0,010 (10,120)		0,566 (14,334)
2 yıl önce	-6,263	0,053 (1,982)					0,045 (27,605)	0,479 (15,192)
3 yıl önce	-5,936			0,031 (4,192)			0,036 (17,623)	0,413 (11,974)

Z, diskriminant fonksiyonunu göstermek üzere;

$$Z_1 \text{ yıl önce} = -4,259 + 0,020 * L2 + 0,019 * GGY2 + 0,010 * GGY3$$

$$Z_2 \text{ yıl önce} = -6,263 + 0,053 * AK3 + 0,045 * GGY4$$

$$Z_3 \text{ yıl önce} = -5,936 + 0,031 * L3 + 0,036 * GGY4$$

şeklinde yazılmakta ve her bir değişkene ait oranlar ilgili değişkene ait katsayılar ile çarpılıp, çarpımların sabit katsayı da eklenmek suretiyle toplanması ile her bir birime ait diskriminant puanı elde edilmektedir. (örneğin Z₁₁, 1. diskriminant fonksiyonunda 1. birime ait diskriminant puanıdır). Diskriminant puanlarının büyüklüğü ile bankaların başarılı banka olarak sınıflandırılmaları arasında pozitif yönde bir ilişki vardır.

Tablo 4.14 incelendiğinde başarısızlıktan bir yıl önce için likit aktiflerin mevduat artı mevduat dışı kaynaklara oranı olan L2, faiz gelirlerinin faiz giderlerine oranı olan GGY2 ve faiz dışı gelirlerin faiz dışı giderlere oranı olan GGY3 değişkenlerinin her üçünün de bir bankanın başarılı bir banka olarak sınıflanmasında pozitif yönde ilişkili olduğu görülmektedir. Başarısızlıktan iki yıl önce için toplam gelirlerin toplam giderlere oranı ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan GGY4 ve duran aktiflerin toplam aktiflere oranı ve bir aktif kalitesi göstergesi olan AK3 değişkeni bir bankanın başarılı bir banka olarak sınıflanmasında pozitif yönde katkı sağlayan değişkenler konumundadır. Başarısızlıktan üç yıl önce için ise toplam gelirlerin toplam giderlere oranı olan GGY4 ve yabancı para likit aktiflerin yabancı

para pasiflere oranı olan L3 değişkenlerinin her ikisinin de bir bankanın başarılı bir banka olarak sınıflanmasında pozitif yönde katkı sağladıkları görülmektedir.

Bu aşamada her üç modelde yer alan değişkenlerin daha önceki çalışmalarda bulunanlarla karşılaştırılarak incelenmesi faydalı olacaktır.

Meyer ve Pifer³⁵ tarafından banka başarısızlıklarını tahmin için geliştirilen başarısızlıktan bir yıl öncesi modelde faaliyet gelirleri/faaliyet giderleri oranı ve başarısızlıktan iki yıl öncesi modelde ise sınıflandırılmayan aktifler/toplam aktifler oranı da bulunmaktadır.

Sinkey³⁶ tarafından yapılan çalışmada bir etkinlik göstergesi olarak alınan faaliyet giderlerinin faaliyet gelirlerine oranı değişkenlerin ayırıcı gücünün sıralaması için 10 değişken arasında yapılan 5 testin ikisinde ilk sırada diğerlerinde ise 3. ve 4. sırada yer almıştır.

Sinkey, Terza ve Dince³⁷ tarafından yapılan çalışmada faiz gelirleri/faiz giderleri ve likit aktifler/toplam aktifler oranı da anlamlı bulunan değişkenler arasındadır.

Pettway ve Sinkey³⁸ çalışmalarında iki değişkenli bir diskriminant analizi yardımıyla banka başarısızlıklarını tahmine çalışmışlardır. Bu iki değişkenden biri de toplam faaliyet gelirlerinin bir yüzdesi olarak toplam faaliyet giderleridir.

Lane, Looney ve Wansley³⁹ banka başarısızlıklarını tahmin için geliştirdikleri modelde yer alan değişkenlerden biri $\log(\text{toplam faaliyet giderleri/toplam faaliyet gelirleri})$ oranıdır.

Looney, Wansley ve Lane⁴⁰ faaliyet giderleri/faaliyet gelirleri oranını banka başarısızlıklarını tahminde anlamlı bir değişken olarak bulmuşlardır.

Etheridge ve Sriram⁴¹ farklı istatistik yöntemlerin banka başarısızlıklarını tahminini karşılaştırırken diskriminant analizinde anlamlı değişkenler arasında

³⁵ Paul A. Meyer ve Howard W. Pifer, "Prediction of bank failures", *Journal of Finance*, 25, 1970, 853-858

³⁶ Joseph F. Sinkey, JR., a.g.e., pp. 21-36

³⁷ Joseph F. Jr. Sinkey, Joseph V, Terza ve Robert R., Dince, a.g.e., pp. 35-49

³⁸ Richard H. Pettway ve Sinkey Josheph F., "Establishing on-site bank examination priorities:an early warning system using accounting and market information", *The Journal of Finance*, 1980, 137-150

³⁹ William R. Lane, Stephen W. Looney ve James W. Wansley, a.g.e.,pp. 511-533

⁴⁰ Stephen W. Looney, James W. Wansley, ve William R. Lane, "An examination of misclassifications with bank failure prediction models", *Journal of Economics and Business*, 41, 1989, pp.327-336

toplam faaliyet giderlerinin toplam faaliyet gelirlerine oranı ve duran aktifler içinde yer alan takipteki alacakların toplam aktiflere oranı da yer almıştır.

Swicegood ve Clark⁴² farklı istatistik yöntemlerin bankaların düşük performanlarını tahmindeki nisbi önemlerini değerlendirdikleri çalışmasında gelir-gider kategorisi ölçülürken faiz dışı gelirleri toplam aktiflere, faiz gelirlerinin toplam aktiflere faiz dışı giderler ile ücretler farkının toplam aktiflere ve faiz giderlerinin toplam aktiflere oranı değişkenleri de kullanılmıştır.

Hsing⁴³ Louisiana eyaletindeki ticari banka başarısızlıklarını tahmin etmek için kurmuş oldukları üç değişkenli diskriminant modelinde yer alan değişkenlerden biri de duran aktifler içinde yer alan takipteki krediler/toplam aktifler oranıdır.

Bir değerlendirme yapmak gerekirse çalışmaların çoğunda farklı şekillerde olabilse de ortak nokta gelir gider yapısı göstergelerinden biri olan faaliyet gelirleri ve faaliyet giderleri arasındaki ilişkinin ön plana çıkmasıdır. Diğer bir noktada iki yıl öncesi modelde yer alan bir aktif kalitesi göstergesi olan duran aktiflerin toplam aktiflere oranı değişkeninin yukarıda açıklanan çalışmaların bir kısmında da bazı farklılıklarla da olsa benzerlik göstermesidir.

4.6.5.1 Fonksiyonun Grup Orta Noktaları

Tek bir fonksiyon için grup orta noktaları, her grubun diskriminant puanları toplamının grup birim sayılarına bölünmesi yoluyla elde edilmektedir. Birden fazla istatistik olarak anlamlı fonksiyon bulunması halinde grup orta noktaları her bir fonksiyon için hesaplanmaktadır.

Eğer istatistik testler fonksiyonun anlamlı bir ayırma gücüne sahip olduğunu gösterirse fonksiyonun ayırıcı gücünün daha doğru bir gösterimi için sınıflandırma matrislerini geliştirmek mümkündür. Ancak sınıflandırma matrisi oluşturulmadan önce bir kesme değeri (cutting score) belirlemek gereklidir. Kesme değeri her bir

⁴¹ Harlan L. Etheridge ve Ram S. Sriram, "A comparison of the relative costs of financial distress models: Artificial Neural Networks, logit and Multivariate Discriminant Analysis", **Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, vol. 6, 1997, pp. 235-248

⁴² Philip Swicegood ve Jeffrey A. Clark, "Off-site monitoring systems for predicting bank underperformance: A comparison of Neural Networks, Discriminant Analysis and Professional Human Judgment", **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, 10, 2001, pp.169-186

⁴³ Yu Hsing, "Discriminant analysis of bank failures: a case study of Louisiana", **Journal of Economics and Finance**, Fall vol 15, issue 2 1991, pp. 105-114

birimin diskriminant puanının birimin hangi gruba sınıflanması gerektiğini belirlemek için karşılaştırıldığı bir kriter değeridir. Sınıflandırma matrisleri oluşturulurken araştırmacı kritik Z değeri olarak da adlandırılan optimum bir kesme değeri belirlemek isteyecektir. Burada grup birim sayılarının eşit olup olmadığı önemlidir. Eğer grup büyüklükleri eşit ise kesme değeri grup orta noktalarının ortalaması alınmak suretiyle hesaplanır. Eğer grup büyüklükleri eşit değil ise grup orta noktalarının ağırlıklı ortalamasını almak gerekir. Ağırlıklı ortalama, 0 grubuna ait birim sayısının 1 grubunun orta noktasıyla ve 1 grubuna ait birim sayısının 0 grubunun orta noktası ile çarpılarak toplanması ve elde edilen toplamın birim sayısına bölünmesiyle elde edilir.⁴⁴

Tablo 4.15 Grup Orta Noktaları

<i>Gruplar</i>	<i>1 yıl önce</i>	<i>2 yıl önce</i>	<i>3 yıl önce</i>
0	-1,272	-1,043	-0,935
1	0,969	0,834	0,713
Kesme Değeri	-0,303	-0,209	-0,222

Tablo 4.15’de diskriminant veya kanonik değişken puanı ortalaması başarısızlıktan bir, iki ve üç yıl öncesinde sırasıyla grup 0 için -1,272, -1,043 ve -0,935 ve grup1 için 0,969, 0,834 ve 0,713 olarak bulunmuştur.

Burada grup büyüklükleri eşit olmadığı için ağırlıklı ortalama kullanılarak optimum kesme değeri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanarak yukarıdaki tabloda gösterilmiştir.

$$\text{Kesme Değeri}_{1 \text{ yıl önce}} = (21 * (-1,272) + 16 * 0,969) / (21 + 16) = -0,303$$

$$\text{Kesme Değeri}_{2 \text{ yıl önce}} = (20 * (-1,043) + 16 * 0,834) / (20 + 16) = -0,209$$

$$\text{Kesme Değeri}_{3 \text{ yıl önce}} = (21 * (-0,935) + 16 * 0,713) / (21 + 16) = -0,222$$

Örnek vermek gerekirse başarısızlıktan bir yıl öncede bir banka için hesaplanan diskriminant veya kanonik değişken puanı -0,303’ün üzerinde ise banka başarılı ve bu değerın altında ise banka başarısız banka grubuna sınıflandırılacaktır.

⁴⁴ J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tahtam, W. C. Black, a.g.e., s.264-265

4.6.6 Diskriminant Analizine Çoklu Regresyon Yaklaşımı

Bu kısımda çoklu regresyon analizi sonuçları incelenmiş ve diskriminant analizi sonuçları ile arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır.

4.6.6.1 Regresyon Modeli Özeti

Tablo 4.16'da elde edilen çoklu korelasyon katsayısı(R), belirlilik katsayısı (R^2), ayarlı R^2 ve tahminin standart hatası gösterilmektedir. Çoklu korelasyon katsayısı bağımlı değişkenin tahmin edilen ve gözlenen değerleri arasındaki korelasyondur ve 0 ile 1 arasında değerler alır. R'nin büyük değerleri güçlü bir ilişkinin göstergesidir.

Belirlilik katsayısı da (R^2) regresyon modeli ile açıklanan bağımlı değişkendeki değişkenliğin oranıdır ve 0 ile 1 arasında değerler alır. Küçük değerler modelin veriye iyi uymadığının göstergesidir. Örnek belirlilik katsayısı modellerin anakütleye ne kadar iyi uyduğunu iyimser tahmin etme eğilimindedir. Ayarlı R^2 anakütlede uyum iyiliğinin daha yakından yansıtılması amacıyla R^2 'yi düzeltmeyi amaçlar. Hangi modelin en iyi olduğunu belirlemek için R^2 'nin kullanılması önerilir. Çok fazla değişken içermeyen yüksek R^2 değerli bir model seçilmelidir. Çok sayıda değişken içeren modeller genellikle aşırı iyimserdir ve yorumlaması zordur.

Tablo 4.16 Regresyon Modeli Özeti

Model	R	R Kare	Ayarlı R Kare	Tahminin Hatası
1 Yıl Önce	,752 ^a	,566	,526	,346
2 Yıl Önce	,692 ^b	,479	,448	,374
3 Yıl Önce	,643 ^c	,413	,379	,396

a. (Sabit), GGY2, GGY3, L2

b. (Sabit), GGY4, AK3

c. (Sabit), GGY4, L3

Tablo incelendiğinde bağımlı değişkenin tahmin edilen ve gözlenen değerleri arasındaki korelasyon katsayısı diskriminant analizinde olduğu gibi başarısızlıktan bir, iki ve üç yıl öncesi için sırasıyla %75,2, %69,2 ve %64,3 olarak bulunmuştur. Belirlilik katsayıları incelendiğinde bağımlı değişkendeki toplam değişkenliğin 1 yıl öncesi modelde %56,6'sının, 2 yıl öncesi modelde %47,9'unun ve 3 yıl öncesi modelde ise %41,3'ünün regresyon modeli tarafından açıklanmakta olduğu görülmektedir.

4.6.6.2 Varyans analizi Sonuçları

Tablo 4.17’de ise elde edilen regresyon modellerinin geçerliliğinin araştırılması için gerekli olan varyans analizi sonuçları değişkenliğin iki kaynağı regresyon ve hata (residual) için kareler toplamı, serbestlik derecesi ve kareler ortalaması verilmektedir. Regresyon, model tarafından açıklanan değişkenliği hata ise model tarafından açıklanamayan değişkenliği göstermektedir.

Hata kareler toplamı ile karşılaştırıldığında regresyona ait kareler toplamı büyük olan bir model bağımlı değişkendeki değişkenliğin çoğunu açıklayan bir modeldir. Çok yüksek hata kareler toplamı, modelin bağımlı değişkendeki değişkenliğin büyük bir kısmını açıklamakta yetersiz kaldığına işaret etmekte ve böyle bir durumda bağımlı değişkendeki değişkenliğin daha yüksek bir oranını açıklamada yardım edecek yeni değişkenlerin modele girmesi gerekmektedir.

Bilindiği gibi kareler ortalaması kareler toplamlarının serbestlik derecelerine bölünmesiyle bulunur. F istatistiği regresyona ait kareler ortalamasının hata kareleri ortalamasına bölünmesiyle elde edilmektedir. F istatistiğinin anlamlılık değerleri ayırıcı değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişkenliği açıklamada etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.17 Varyans Analizi (ANOVA) Testleri

<i>Model</i>		<i>Kareler Toplamı</i>	<i>df</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 Yıl Önce	Regresyon	5,138	3	1,713	14,334	,000 ^a
	Hata	3,943	33	,119		
	Toplam	9,081	36			
2 yıl Önce	Regresyon	4,261	2	2,131	15,192	,000 ^b
	Hata	4,628	33	,140		
	Toplam	8,889	35			
3 Yıl Önce	Regresyon	3,753	2	1,877	11,974	,000 ^c
	Hata	5,328	34	,157		
	Toplam	9,081	36			

a. (Sabit), GGY2, GGY3, L2

b. (Sabit), GGY4, AK3

c. (Sabit), GGY4, L3

Tablo incelendiğinde 3 değişkenden oluşan ve başarısızlıktan bir yıl öncesi model 14,334, iki değişkenden oluşan iki ve üç yıl öncesi modelleri de 14,293 ve

11,974 F değerleri alarak seçilen değişkenlerin güçlü açıklayıcılıkta olduğunu göstermekte ve diskriminant analizi sonuçlarını doğrulamaktadır.

4.6.6.3 Regresyon Analizi Katsayıları

Tablo 4.18’de ise standart olmayan ve standart regresyon katsayıları, katsayıların standart hataları ile t değerleri ve anlamlılık seviyesi verilmektedir. Standart olmayan katsayılar tahmini regresyon modelinin katsayılarıdır.

Ayırıcı (bağımsız) değişkenler genellikle farklı birimlerle ölçülürler. Standart katsayılar veya beta, regresyon katsayılarını karşılaştırılabilir yapmanın bir yoludur. Eğer regresyon analizi öncesi veriler z değerlerine (standart normal değişken) dönüştürülürse standart katsayılar standart olmayan katsayılar olarak elde edilmiş olacaktır. Bilindiği gibi t istatistikleri veya t testleri modeldeki her bir değişkenin açıklayıcılık gücünün göstergeleridir ve değişkenlerin nisbi önemini belirlemede yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.18 Regresyon Analizi Katsayıları

Model		Standart olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t	Sig.
		B	Std. Hata	Beta		
1 Yıl Önce	(Sabit)	-,508	,187		-2,708	,011
	GGY121	,0048	,001	,645	5,170	,000
	GGY131	,0026	,001	,418	3,181	,003
	L121	,0051	,002	,277	2,256	,031
2 Yıl Önce	(Sabit)	-1,044	,331		-3,160	,003
	GGY241	,0115	,003	,582	4,152	,000
	AK231	,00135	,01	,197	1,408	,169
3 Yıl Önce	(Sabit)	-,921	,311		-2,961	,006
	GGY341	,0089	,002	,555	4,198	,000
	L331	,0078	,004	,271	2,047	,048

Burada tahmin edilen modeller bağıdeğ bağımlı değişken olarak alınmak suretiyle aşağıda verilmiştir.

$$\text{Bağıdeğ}_{1 \text{ yıl önce}} = -0,508 + 0,0048\text{GGY121} + 0,0026\text{GGY131} + 0,0051\text{L121}$$

$$\text{Bağıdeğ}_{2 \text{ yıl önce}} = -1,044 + 0,0115\text{GGY241} + 0,00135\text{AK231}$$

$$\text{Bağıdeğ}_{3 \text{ yıl önce}} = -0,921 + 0,0089\text{GGY341} + 0,0078\text{L331}$$

Katsayılar a ait t değerleri ve anlamlılık düzeyleri incelendiğinde başarısızlık öncesi her üç yıl içinde modelde yer alan değişkenlerin grup farklılıklarını açıklamada iki yıl

öncesi modelde yer alan duran aktiflerin toplam aktiflere oranı olan Ak3 değişkeninin anlamlı bir ayırıcı olmamasına rağmen modelde yer alması adım adım yöntemi uygulandığında modelde tek bir değişken yer alması nedeniyle bir başka değişken daha modele alınarak modelin açıklayıcılık gücünün artırılması amaçlanmıştır. Kısmi F değerleri incelendiğinde ise modele alınması en uygun değişkenin Ak3 olduğu görülmüştür.

Başarısızlık öncesi modeller incelendiğinde modellerde yer alan değişkenlerin diskriminant analizi yöntemi ile bulunanlarla aynı olduğu görülmektedir. Burada belirtilmesi gereken nokta ise regresyon analizi katsayıları ile Fisher'in diskriminant fonksiyonu (0 ve 1 grubuna ait sınıflandırma fonksiyonu tahminleri arasındaki fark) veya standart olmayan kanonik değişken katsayılarının aynı olmadığı ama birbirlerine orantılı olduklarıdır.⁴⁵ Tablo 4.19'da yukarıda belirtilen durum gösterilmektedir.

Tablo 4.19 Diskriminant ve Regresyon Analizi Katsayılarının Oranları

Model	1 Yıl Önce			2 Yıl Önce		3 Yıl Önce	
	GGY2	GGY3	L2	GGY4	AK3	GGY4	L3
Diskriminant	,019	,01	,02	,045	,053	,036	,031
Regresyon	,0048	,0026	,0051	,0115	,0135	,0089	,0078
Sabit Oran	3,958	3,846	3,922	3,913	3,926	4,045	3,974

Tablo incelendiğinde bu oranın başarısızlık öncesi yılların hepsi için yaklaşık olarak 4 olduğu söylenebilir.

4.6.7 Sınıflandırma İstatistikleri

4.6.7.1 Fisher'in Sınıflandırma Fonksiyonu Katsayıları

Tablo 4.20'de gruplara ait her bir sütunda grupların sınıflandırma fonksiyonu katsayılarının tahminleri gösterilmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi fonksiyonlar birimleri gruplara atamak veya sınıflandırmak için kullanılır. Her bir grup için her bir birime ait bir sınıflandırma puanı elde ederken her bir katsayı ilgili değişkene ait oran ile çarpılır ve çarpımlar sabit katsayı da eklenerek toplanır. Bir birim, sınıflandırma fonksiyonu puanı en büyük olan grubun bir üyesi olarak tahmin edilir.

⁴⁵ SPSS Base 10.0 Applications Guide,(1999) SPSS Inc. USA, s.266

Tablo 4.20 Fisher'in Sınıflandırma Fonksiyonu Katsayıları

<i>Model</i>	<i>B</i>	<i>Gruplar</i>		<i>Fisher'in Diskriminant Fonksiyonu(1-0)</i>
		<i>0</i>	<i>1</i>	
1 Yıl Önce	L121	0,074	0,119	0,045
	GGY121	0,061	0,104	0,043
	GGY131	0,017	0,040	0,023
	(Sabit)	-6,035	-14,969	-8,934
2 Yıl Önce	AK231	-0,0506	,0486	0,099
	GGY241	,300	,385	0,085
	(Sabit)	-18,373	-28,331	-9,958
3 Yıl Önce	L331	,162	,213	0,051
	GGY341	,176	,234	0,058
	(Sabit)	-13,350	-22,676	-9,326

Sadece iki grup olduğu durumda sınıflandırma fonksiyonları doğrusal diskriminant fonksiyonunu katsayılarını elde etmek için kullanılabilir. Fisher'in doğrusal diskriminant fonksiyonu katsayılarını tahmin etmek için başarısız(0) ve başarılı(1) sınıflandırma fonksiyonu katsayıları arasındaki farklar alınarak tabloda son sütunda verilmektedir. Aşağıda ise bunlara ait hesaplamalar gösterilmektedir.

z, Fisher'in diskriminant fonksiyonunu göstermek üzere;

$$Z_1 \text{ yıl önce} = (0,119 - (0,074))L121 + (0,104 - (0,061))GGY121 + (0,04 - (0,017))GGY131 - (14,969 - 6,035)$$

$$Z_1 \text{ yıl önce} = 0,045L121 + 0,043GGY121 + 0,023GGY131 - 8,934$$

$$Z_2 \text{ yıl önce} = (0,0486 - (-0,0506))AK231 + (0,385 - (0,300))GGY241 - (28,331 - (16,996))$$

$$Z_2 \text{ yıl önce} = 0,099AK221 + 0,085GGY241 - 9,958$$

$$Z_3 \text{ yıl önce} = (0,213 - (0,162))L331 + (0,234 - (0,176))GGY341 - (22,676 - (13,350))$$

$$Z_3 \text{ yıl önce} = 0,051L331 + 0,058GGY341 - 9,326$$

4.6.7.2 Sınıflandırma Sonuçları

Sınıflandırma sonuçlarının gösterildiği tablolarda sınıflandırmanın başarı derecesini ölçmede kullanılan doğru ve yanlış olarak sınıflandırılan birimlerin sayısı ve yüzdeleri verilmektedir.⁴⁶ Orijinal sınıflandırma sonuçları ile birlikte istenildiği durumlarda çapraz geçerlilik sonuçları da verilmektedir. Orijinal sonuçların aşırı iyimser tahminler vermesi olasıdır. Çünkü modelin kurulma aşamasında kullanılan değişkenler aynı zamanda modelin sınıflandırma sonuçlarının belirlenmesi aşamasında da kullanılmaktadır. Çapraz geçerlilik bu problemi çözmeyi amaçlar. Çapraz geçerlilik sadece analizdeki birimler için yapılmakta ve her bir birim o birim dışındaki diğer tüm birimlerden türetilen fonksiyonlar tarafından sınıflandırılmaktadır. Tablo 4.21'deki sınıflandırma sonuçlarına ait bilgiler Ek 4'te verilen tablolardan hareketle başarısızlık öncesi her bir yıl için elde edilmiştir.

Tablo 4.21 Modellere Ait Sınıflandırma Sonuçları

Model	1. Tip Hata				2. Tip Hata				Genel Doğru Sınıf.			
	Orijinal		Çapraz Geçerlilik		Orijinal		Çapraz Geçerlilik		Orijinal		Çapraz Geçerlilik	
	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı
1 yıl önce	18,8	3	18,8	3	9,5	2	9,5	2	86,5	32	86,5	32
2 yıl önce	6,3	1	6,3	1	20	4	20	4	86,1	31	86,1	31
3 yıl önce	18,8	3	18,8	3	23,8	5	28,6	6	78,4	29	75,7	28

Tablodan anlaşılabacağı üzere başarısızlıktan bir yıl önce için 0 grubuna ait birimlerin 13'ü veya %81,3'ü doğru, 3'ü veya %18,8'i ise 1 grubuna yanlış, 1 grubuna ait birimlerin 19'u veya %90,5'i doğru, 2'si veya %9,5'i 0 grubuna yanlış ve genelde ise birimlerin %86,5'i doğru olarak sınıflanmıştır. Çapraz geçerlilik sonuçlarına göre de birimlerin %86,5'i doğru olarak sınıflanmış ve yanlış sınıflandırma sayı ve yüzdeleri ise orijinal gruptaki ile aynı kalmıştır.

Başarısızlıktan iki yıl önce için 0 grubuna ait birimlerin 15'i veya %93,8'i doğru olarak, 1'i veya %6,3'ü 1 grubuna yanlış olarak, 1 grubuna ait birimlerin 16'sı veya %80'i doğru olarak, 4'ü veya %20'si 0 grubuna yanlış olarak ve genelde ise

⁴⁶ Bu tablolar başarısızlık öncesi her bir yıl için Ek 4'te verilmiştir.

birimlerin %86,1'i doğru olarak sınıflanmıştır. Çapraz geçerlilik sonuçlarına göre de 0 grubuna ait birimlerin 15'i veya %93,8'i doğru olarak, 1'i veya %6,3'ü 1 grubuna yanlış olarak, 1 grubuna ait birimlerin 16'sı veya %80'i doğru olarak, 4'ü veya %20'si 0 grubuna yanlış olarak ve genelde ise birimlerin %83,8'i doğru olarak sınıflanmıştır.

Başarısızlıktan üç yıl önce için 0 grubuna ait birimlerin 13'ü veya %81,3'ü doğru olarak, 3'ü veya %18,8'i 1 grubuna yanlış olarak, 1 grubuna ait birimlerin 16'sı veya %76,2'si doğru olarak, 5'i veya %23,8'i 0 grubuna yanlış olarak ve genelde ise birimlerin %78,4'ü doğru olarak sınıflanmıştır. Çapraz geçerlilik sonuçlarına göre de 0 grubuna ait birimlerin 13'ü veya %81,3'ü doğru olarak, 3'ü veya %18,8'i 1 grubuna yanlış olarak, 1 grubuna ait birimlerin 15'i veya %71,4'ü doğru olarak, 6'sı veya %28,6'sı 0 grubuna yanlış olarak, ve genelde ise birimlerin %75,7'si doğru olarak sınıflanmıştır.

Böylece, hem orijinal hem de çapraz geçerlilikte doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde başarısızlıktan bir yıl öncesi modelin %86,5 sınıflandırma yüzdesi ile birinci sırada, iki yıl öncesi modelin yine orijinal ve çapraz geçerlilikte %86,1 doğru sınıflandırma yüzdesi ile ikinci sırada ve üç yıl öncesi modelin orijinalde %78,4 ve çapraz geçerlilikte %75,5 doğru sınıflandırma yüzdesi ile son sırada yer aldığı görülmektedir.

4.6.7.3 Sınıflandırma Matrisinin ayırıcı Gücünün Testi

Teorik bölümde de açıklandığı gibi şans modeli ile karşılaştırıldığında sınıflandırma matrisinin ayırıcı gücünü araştırmada kullanılan istatistik testlerden biri aşağıda formülü yeniden verilen Press's Q istatistiğidir. Hesaplanan değer bir kritik değerle (arzulanan anlamlılık seviyesinde 1 serbestlik dereceli Ki Kare değeri) karşılaştırılır. Eğer hesaplanan değer kritik değeri aşarsa, o zaman sınıflandırmanın şansa göre istatistik olarak anlamlı olduğu kabul edilir.

$$Pr ess's Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)}$$

Burada;

N = Toplam örnek büyüklüğü

n = Doğru sınıflandırılan birimlerin sayısı

K = Grup sayısı = 2 olmak üzere

Tablo 4.22’de başarısızlıktan 1, 2 ve 3 yıl öncesi için hesaplanan Press’s Q istatistiği 0,01 anlamlılık düzeyinde bir serbestlik dereceli kritik Ki kare değeri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.22 Modellerin Sınıflandırma Matrisinin Ayırıcı Gücünün Testi

Model	Press’s Q	Kritik Ki-Kare Değeri		
		Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık Seviyesi
1 yıl önce	19,703 >	6,635	1	0,01
2 yıl önce	18,778 >	6,635	1	0,01
3 yıl önce	11,920 >	6,635	1	0,01

Test sonuçları incelendiğinde başarısızlıktan bir, iki ve üç yıl öncesi modeller için hesaplanan test istatistik değerlerinin kritik ki-kare değerinden büyük olması nedeniyle kurulan modellerin şans modeline göre anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

4.6.7.4 Birim Başına Sınıflandırma İstatistikleri

Başarısızlıktan üç yıl öncesine kadar diskriminant puanlarına göre bankaların sıralanışı ile gerçek ve tahmini grup üyelikleri Ek 2’deki bilgilerden hareketle Tablo 4.23’de gösterilmektedir.

Tablo 4.23 Modellerin Diskriminant Puanlarına Göre Bankalar ve Grup Üyelikleri

Diskriminant Puanları			Sıra	Bankalar		
1 Yıl Önce	2 yıl Önce	3 Yıl Önce		1 Yıl Önce	2 Yıl Önce	3 Yıl Önce
3,118	2,755	3,165	1	Mngbank(11)	Alternatifbank(11)	Anadolu (11)
2,356	2,413	2,454	2	Akbank(11)	Oyakbank (11)	Akbank (11)
1,888	2,337	2,139	3	Adabank(11)	Akbank (11)	Oyakbank (11)
1,713	2,122	1,974	4	Fibabank(11)	İşbank (11)	Mngbank (11)
1,413	1,882	1,719	5	Dışbank(11)	Tekstilbank (11)	Dışbank (11)
1,365	1,601	1,691	6	Tekstilbank (11)	Denizbank (11)	Körfezbank (11)
1,284	1,341	1,131	7	Türk Ekonomi(11)	Finansbank (11)	Tekstilbank (11)
1,194	1,299	1,032	8	Koçbank (11)	Fibabank (11)	Türk ekonomi (11)
1,134	1,297	0,772	9	Alternatifbank(11)	Koçbank (11)	Turkishbank (11)
1,090	1,239	0,763	10	İşbank(11)	Dışbank (11)	İşbank (11)
0,902	0,779	0,610	11	Yapıcredibank	Türk ekonomi(11)	Garantibank (11)
0,711	0,777	0,598	12	Denizbank(11)	Körfezbank (11)	Koçbank (11)
0,697	0,691	0,598	13	Turkishbank (11)	Anadolubank (11)	Finansbank (11)
0,672	0,545	0,447	14	Anadolubank (11)	Yapıkredi (11)	Toprakbank (01)
0,519	0,542	0,204	15	Demirbank(01)	Garantibank (11)	Fibabank (11)

0,432	-0,062	0,153	16	Finansbank (11)	Mngbank (11)	Denizbank (11)
0,424	-0,122	-0,033	17	Körfezbank (11)	Demirbank (01)	Adabank(11)
0,390	-0,443	-0,183	18	Garantibank (11)	Kentbank (00)	Demirbank (01)
0,330	-0,767	-0,260	19	Bayındırbank(01)	Bayındırbank (00)	Bankkapital (01)
0,315	-0,768	-0,334	20	Oyakbank (11)	Egebank (00)	Alternatifbank(10)
0,236	-0,813	-0,405	21	Kentbank(01)	Şekerbank (10)	Bayındırbank(00)
0,006	-0,835	-0,470	22	Şekerbank(11)	Bankkapital (00)	Şekerbank (10)
-0,332	-0,856	-0,525	23	İmarbank(10)	İktisatbank (00)	İktisatbank (00)
-0,420	-0,883	-0,618	24	Pamukbank(10)	Toprakbank (00)	Yapı kredi (10)
-0,421	-0,988	-0,652	25	Toprakbank (00)	Sümerbank (00)	Sümerbank (00)
-0,827	-1,036	-0,847	26	Sümerbank(00)	Sitebank (00)	Kentbank (00)
-0,865	-1,078	-0,895	27	Esbank (00)	Esbank (00)	Yurtbank (00)
-0,958	-1,105	-1,000	28	Etibank (00)	Egsbank (00)	Egebank (00)
-0,991	-1,117	-1,059	29	Egebank (00)	Pamukbank(10)	Esbank (00)
-1,166	-1,298	-1,122	30	Sitebank (00)	Turkishbank(10)	Pamukbank(10)
-1,559	-1,380	-1,283	31	Egsbank (00)	Yaşarbank (00)	Yaşarbank (00)
-1,726	-1,425	-1,385	32	Bankkapital(00)	İnterbank (00)	Egsbank (00)
-1,778	-1,431	-1,439	33	Tarişbank (00)	Etibank (00)	İnterbank (00)
-2,094	-1,510	-1,464	34	İnterbank (00)	Yurtbank (00)	İmarbank (10)
-2,389	-1,650	-1,575	35	Yurtbank (00)	İmarbank(10)	Sitebank (00)
-3,102	-2,057	-1,947	36	Yasarbank (00)	Tarişbank (00)	Tarişbank (00)
-3,562	-1,954		37	İktisatbank (00)		Etibank (00)

Parantez içindeki ilk rakam gerçek grup ve ikinci rakam ise tahmini grup üyeliğini göstermektedir.

Tablo incelendiğinde başarısızlıktan bir yıl öncesi için gerçekte 0 (başarısız) grubuna ait olan Demirbank, Bayındırbank ve Kentbank 1 (başarılı) grubuna ve gerçekte 1 grubuna ait olan Pamukbank ve İmar Bankası 0 grubuna ait olarak tahmin edilmiştir. Ek 2’de verilen çapraz geçerlilik sonuçları incelendiğinde yine Demirbank, Bayındırbank ve Kentbank’ın 1 yani başarılı bankalar grubuna, Pamukbank ve İmar Bankasının ise 0 yani başarısız bankalar grubuna yanlış sınıflandırıldığı anlaşılmaktadır.

Başarısızlıktan iki yıl öncesinde tablodan gerçekte 0 grubuna ait olan Demirbank’ın 1 grubuna ve gerçekte 1 grubuna ait olan Şekerbank, Turkishbank, Pamukbank ve İmar Bankasının 0 grubuna ve Ek 2’de verilen çapraz geçerlilik sonuçları incelendiğinde ise yine 0 grubuna ait olan Demirbank’ın 1 grubuna ve 1 grubuna ait olan Şekerbank, Turkishbank, Pamukbank ve İmar Bankasının da 0 grubuna yanlış olarak sınıflandırılmış olduğu görülmektedir.

Başarısızlıktan üç yıl öncesi için gerçekte 0 grubuna ait olan Toprakbank, Bank Kapital ve Demirbank 1 grubuna ve gerçekte 1 grubuna ait olan Alternatifbank, Pamukbank, Şekerbank, İmar bankası ve Yapı Kredi Bankası ise 0 grubuna ait olarak tahmin edilmiştir. Yine Ek 2’de verilen çapraz geçerlilik sonuçları incelendiğinde ise gerçekte 0 grubuna ait olupta 1 grubuna yanlış sınıflandırılan bankalar aynı kalırken

gerçekte 1 grubuna ait olupta 0 grubuna yanlış sınıflanan bankalara Adabank da eklenmiştir.

Bu aşamada son olarak iki farklı alternatif analiz sonucuna genel olarak bakmakta yarar görülmektedir. Önce bir kategoriden grupları ayırmada anlamlı bulunan en önemli değişken alınarak (yani beş kategoriden beş değişken) ve sonrada adım adım yöntemi sonuçlarına göre her üç modelde de en anlamlı bulunan ve gelir gider yapısı göstergelerinden olan ilk değişken dışarıda bırakılmak suretiyle adım adım yöntemi tekrarlanarak kurulan modellerin doğru sınıflandırma yüzdeleri adım adım sonuçlarıyla da karşılaştırılmak suretiyle incelenecek ve farklılıklar belirlenmeye çalışılacaktır.

İlk alternatif için en anlamlı değişkenler başarısızlık öncesi her bir yıl için tek değişkenli grup ortalamaları eşitliği testlerinin gösterildiği Tablo 4.10'dan elde edilmiştir. Tablo 4.24'de bu alternatife ait diskriminant analizi sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.24 Her Kategoriden Bir Değişken İçin Diskriminant Analizi Sonuçları

Model		1 Yıl Önce			2 Yıl Önce			3 Yıl Önce		
Özdeğer		0,893			0,922			0,634		
Kanonik Korelasyon		0,675			0,693			0,623		
R Kare		0,456			0,48			0,388		
Wilks Lambda		0,544			0,520			0,612		
Ki Kare		19,974*			21,240*			15,967*		
Modeldeki Değişkenler		SR2 AK2 L2 K1 GGY2			SR1 AK3 L2 K3 GGY4			SR3 AK1 L2 K1 GGY4		
Sınıflandırma Sonuçları		1.Tip	2.Tip	Genel	1.Tip	2.Tip	Genel	1.Tip	2.Tip	Genel
	Orijinal	18,8	23,8	78,4	12,5	19	83,8	18,8	28,6	75,7
	Test	25	23,8	75,7	12,5	23,8	81,3	31,3	28,6	70,3
Yanlış Sınıflandırılan Bankalar		Orijinal	Test		Orijinal	Test		Orijinal	Test	
		Bayındır Finans Kent Pamuk Şeker Garanti İmar Demir	Bayındır Finans Kent Pamuk Şeker Garanti İmar Demir İnter		Bayındır Pamuk Şeker Türkish İmar Demir	Ada Bayındır Pamuk Şeker Türkish İmar Demir		Ada Deniz Pamuk Şeker Toprak İmar Yapıkredi Bankkapital Demir	Ada Bayındır Deniz İktisat Pamuk Şeker Toprak İmar Yapıkredi Bankkapital Demir	

- * Yüzde bir düzeyinde fonksiyon anlamlıdır.

Tablodan başarısızlık öncesi kurulan her üç fonksiyonun da sırasıyla 19,974, 21,240 ve 15,967 Ki kare değerleriyle anlamlı fonksiyonlar olduğu görülmektedir. Yine belirlilik katsayılarına, R^2 , bakıldığında bağımlı değişkendeki toplam değişkenliğin 1 yıl önceden başlamak üzere sırasıyla %45,6, %48 ve %38,8'i modellerde yer alan değişkenlerce açıklanmaktadır. Doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde ise 2 yıl öncesi modelin orijinal ve çapraz geçerlilikte sırasıyla %83,3 ve %81,3 ile ilk, 1 yıl öncesi modelin sırasıyla %78,4 ve %75,7 ile ikinci ve 3 yıl öncesi modelin ise %75,7 ve %70,3 ile üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Son olarak yanlış sınıflandırılan bankalara bakıldığında orijinal için Pamukbank, Şekerbank İmar Bankası ve Demirbank, çapraz geçerlilikte ise Bayındırбанк, Pamukbank, Şekerbank, İmar Bankası ve Demirbank'ın her üç modelde de yer aldığı anlaşılmaktadır. Sonuçta iki yıl öncesi modelin en iyi model olduğu ve onu bir ve üç yıl öncesi modellerin izlediği belirlenmiş olmaktadır.

Diğer bir analizde adım adım yöntemi sonuçlarına göre başarısızlık öncesi yıllar için kurulan modelde yer alan en anlamlı değişkenin dışarıda bırakılması yoluyla adım adım yönteminin tekrarlanmasıdır. Bunu yapmaktaki amaç başarısızlık öncesi tüm yıllarda en anlamlı değişkenlerin gelir gider yapısı göstergeleri olmasıdır. Onlar dışarıda tutulmak suretiyle diğer anlamlı değişkenlerin belirlenmesi ve ait oldukları kategorilerin belirlenmesi amacıyla adım adım yöntemi tekrarlanmıştır. Tablo 4.25'de buna ait analiz sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.25 Modelde Anlamlı İlk Değişken Hariç Adım Adım Yöntemi Sonuçları

Model		1 Yıl Önce			2 Yıl Önce			3 Yıl Önce		
Özdeğer		1,402			0,753			0,634		
Kanonik Korelasyon		0,764			0,655			0,623		
R Kare		0,584			0,429			0,388		
Wilks Lambda		0,416			0,571			0,612		
Ki Kare		28,480*			18,518*			15,967*		
Modeldeki Değişkenler		GGY4 L2 L3 AK3 AK1			K3 SR2			K3 L3		
Sınıflandırma Sonuçları		1.Tip	2.Tip	Genel	1.Tip	2.Tip	Genel	1.Tip	2.Tip	Genel
	Orijinal	6,3	9,5	91,9	12,5	20	83,3	31,3	19	75,7
	Test	18,8	19	81,1	18,8	20	80,6	31,3	19	75,7
Yanlış Sınıflandırılan Bankalar		Orijinal	Test		Orijinal	Test		Orijinal	Test	
		Şeker İmar Demir	Koç Şeker Toprak Türkish İmar Demir Yaşar	Anadolu Deniz Türkish İmar Demir Ege	Anadolu Bayındır Deniz Türkish İmar Demir Ege	Alternatif Bayındır Pamuk Toprak İmar Yapıkredi Bankkapital Demir Sümer	Alternatif Bayındır Pamuk Toprak İmar Yapıkredi Bankkapital Demir Sümer			

-* 0,01 düzeyinde fonksiyon anlamlıdır.

Adım adım yöntemi sonuçlarına göre başarısızlık öncesi kurulan her üç fonksiyon da sırasıyla 28,480, 18,518 ve 15,967 Ki kare değerleriyle anlamlı bulunmuştur. Yine belirlilik katsayısı, R^2 , ile bağımlı değişkendeki toplam değişkenliğin yine başarısızlık öncesi yıllar için sırasıyla %58,4, %429 ve %38,8'inin modellerde yer alan değişkenlerce açıklandığı söylenebilir. Doğru sınıflandırma yüzdeleri incelendiğinde ise 1 yıl öncesi modelin orijinal ve çapraz geçerlilikte sırasıyla %91,9 ve %81,1 ile ilk, 2 yıl öncesi modelin sırasıyla %83,3 ve %80,67 ile ikinci ve 3 yıl öncesi modelin ise her ikisinde de %75,7 ile üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Son olarak yanlış sınıflandırılan bankalara bakıldığında hem orijinal hem de çapraz geçerlilik için İmar Bankası ve Demirbank'ın başarısızlık öncesi her üç yılda yanlış sınıflandırıldığı anlaşılmaktadır. Değişken kategorilerine bakıldığında beş değişkenden oluşan bir yıl öncesi modelde gelir-gider yapısı, likidite ve aktif kalitesi, iki yıl öncesi modelde karlılık ve sermaye yapısı ve 3 yıl öncesi modelde ise karlılık ve likidite göstergelerine ait oranların yer almış olduğu görülmektedir. Burada daha önceki modellerde yer almayan karlılık ve sermaye yapısı

göstergelerine ait değişkenlerde modellerde yer almıştır. Sonuç olarak ise 1 yılöncesi model yine ilk sırada yer almakta ve onu iki ve üç yıl öncesi modeller izlemektedir.

Bu açıklamalarla analiz sonuçları tek tek incelenmiş olmaktadır. Bir sonraki kısımda kurulan modellerin değerlendirilmesi yapılmaktadır.



4.7 Modellerin Değerlendirilmesi

Elde edilen bulguların genel bir yorumu niteliği taşıyan bu alt bölümde başarısızlıktan üç yıl öncesine kadar kurulan modeller karşılaştırılarak başarısızlıktan kaç yıl öncesine ait modelin en iyi model olarak tanımlanabileceği tartışılmaktadır.

Grup ortalama ve standart sapma değerlerinin gösterildiği Tablo 4.9 incelendiğinde başarısızlıktan bir yıl öncesinde bir likidite göstergesi ve likit aktiflerin mevduat ve mevduat dışı kaynaklara oranı olan L2 değişkeni ortalamalarının 1 grubunda üç yıl öncesinden başlayarak sırasıyla 62,44, 59,25 ve 57,71 ve 0 grubunda ise sırasıyla 47,38, 47,13 ve 33,63 olduğu görülmektedir. Buradan 1 grubunda mevduat ve mevduat dışı kaynakların yaklaşık olarak %57 ile %62'si ve 0 grubunda ise %33'ü ile %47'sinin likit aktiflerden oluştuğu görülmektedir. Her iki grupta da azalan bir eğilim olmasına rağmen azalma özellikle son yıl, 0 grubunda 1 grubuna göre daha yüksek olmuştur. Daha önce de vurgulandığı gibi bu başarısız bankalarda likidite riskine işaret etmektedir. Bir gelir gider yapısı göstergesi ve faiz gelirlerinin faiz giderlerine oranı olan GGY2 değişkeni ortalamaları 1 grubunda üç yıl öncesinden başlayarak sırasıyla 271,07, 227,19 ve 206,18 iken 0 grubunda ise sırasıyla 158,33, 152,19 ve 138,08 olduğu saptanmıştır. 1 ve 0 gruplarında oran azalma eğiliminde olsa da 1 grubunda ortalama olarak %106 ve %171 ve 0 grubunda ise %38 ile %58 arasında faiz gelirleri lehine bir artışın olduğu görülmektedir. Bu oranın başarısız bankalarda daha düşük olmasına neden olabilecek birkaç etken, takipteki alacakların artması nedeniyle faiz gelirlerinin tamamının tahsil edilememesi, mevduata verilen faizler ile kredilerden tahsil edilen faiz arasındaki marjın daralması ve küçük bankaların büyük bankalarla rekabet edebilmek için mevduata büyük bankaların ödediklerinden daha fazla faiz ödemekte olmaları sayılabilir. Bir yıl öncesi modelde yer alan son değişken yine bir gelir gider yapısı göstergesi olan faiz dışı gelirlerin faiz dışı giderlere oranı GGY3 değişkeni ortalamaları 1 grubunda iki yıl öncesinden başlayarak sırasıyla -29,54, 9,09 ve 13,24 iken 0 grubunda ise sırasıyla -9,11, -27,30 ve -31,24 olmuştur. Bu oran 1 grubunda negatiften başlayarak artarak pozitif yönde devam etmesine karşın 0 grubunda ise negatiften başlayarak artarak negatif yönde devam etmiştir. Bunun en önemli nedeni

olarak başarısız bankaların kambiyo gelirleri kaleminde kardan daha fazla miktarda zarar etmesi söylenebilir.

Başarısızlıktan iki yıl öncesi modelde yer alan değişkenler açısından ortalamaları incelersek bir aktif kalitesi göstergesi olan duran aktiflerin toplam aktiflere oranı AK3 değişkeni ortalamaları 1 grubunda 7,32'den 12,45'e çıkarken 0 grubunda 8,74'ten 5,79'a düşmektedir. Burada dikkat çeken nokta başarısızlıktan iki yıl öncesi dışındaki diğer yıllarda 0 grubu ortalamalarının 1 grubu ortalamalarından daha büyük olduğudur. Bu kalemin başarılı bankalarda daha yüksek olmasında duran aktifler içindeki bağlı değerler kaleminin önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Bir gelir gider yapısı göstergesi ve toplam gelirlerin toplam giderlere oranı olan GGY4 değişkeninin 0 grubu ortalamaları sırasıyla 108,93 ve 108,77 iken 1 grubunda bu ortalamalar sırasıyla 145,29 ve 142,52 olmuştur. 0 grubu ortalamalarında 1 grubu ortalamalarına göre azalma biraz daha fazla görülmesine rağmen 1 grubu ortalamaları başarısızlık öncesi her üç yıl içinde 0 grubu ortalamalarında daha yüksek olmuştur. Toplam gelirlerin faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler toplamına eşit olması ve yukarıda her iki kaleme ait başarısız bankalar için belirtilen unsurlar nedeniyle toplam gelirlerin de bu banka grubunda daha düşük kalacağı ve bununla oranın düşürmekte bir etken olacağını ve oranın başarısız bankalarda daha küçük olmasının bu bankalar için düşük karlılığa da bir gösterge olduğunu söylemek mümkündür.

Başarısızlıktan üç yıl öncesi modelde yer alan değişkenler açısından ortalamaları incelersek bir likidite göstergesi ve yabancı para likit aktiflerin yabancı para pasiflere oranı olan L3 değişkeni ortalaması 1 grubunda 47,77 iken bu oran 0 grubunda 36,43 olarak bulunmuştur. Bir gelir gider yapısı göstergesi ve toplam gelirlerin toplam giderlere oranı olan GGY4 değişkeni 1 grubu ortalaması 145,29 iken bu oran 0 grubunda 108,93 olmuştur. Genel olarak bakıldığında başarısızlık öncesi her yıl için hem L3 ve hem de GGY4 değişkenleri 1 grubu ortalamaları 0 grubu ortalamalarından daha büyük çıkmıştır. L3 değişkeni için bu oranın başarısız bankalarda düşüklüğü AK4 değişkeni ile birlikte değerlendirildiğinde bunların açık pozisyondan dolayı kur riski taşımalarının bir göstergesidir.

Modelde yer alan değişkenler bakımından grup ortalamaları eşitlikleri (Tablo 4.10) başarısızlık öncesi yıllar için incelenirse, başarısızlıktan bir yıl öncesi modelde yer alan L2 ve GGY2 değişkenlerinin bir, iki ve üç yıl öncede sırasıyla 0,807, 0,893,

ve 0,852 ile 0,741, 0,796, ve 0,843, iki ve üç yıl öncesi modelde bulunan GGY4 değişkeni sırasıyla 0,750, 0,552 ve 0,659, ve bir, iki ve üç yıl öncesi modellerde yer alan GGY2, AK3 ve L3 değişkenleri ise sırasıyla 0,923, 0,793 ve 0,891 Wilks lambda değerleri ile modellerde yer alan değişkenler olmuşlardır. Çok sayıda anlamlı değişken arasından sadece bir kaçının modellerde yer almasının nedeni olarak aralarında anlamlı korelasyonların bulunması söylenebilir. Adım adım yöntemi ile modelin açıklayıcılığına en çok katkıda bulunan ve aralarında korelasyon bulunmayan değişkenlerin modelde yer alması sağlanmıştır.

Diskriminant puanları ile gruplar arasındaki kanonik korelasyonlar incelendiğinde (Tablo 4.11) bir yıl öncede %75,2 ile pozitif ve güçlü, iki ve üç yıl öncede ise sırasıyla % 69,2 ve %64,3 ile pozitif ve orta derece bir korelasyon olduğu söylenebilir. Yani diskriminant puanları ile gruplar arasındaki ilişkinin gücü açısından bir sıralama yapılmak istenirse önce 1, sonra 2 ve 3 yıl öncesi modellerin geldiği görülmektedir.

Toplam varyansın grup farklılıkları tarafından açıklanamayan kısmını gösteren Wilks' Lambda değerleri (Tablo 4.12) incelendiğinde yine 1 yıl öncesi modelde bağımlı değişkendeki toplam değişkenliğin kanonik fonksiyon tarafından açıklanamayan kısmı %43,4 ile en düşük düzeyde iken bu oran 2 ve 3 yıl öncesi modellerde sırasıyla %52,1 ve %58,7 düzeylerinde gerçekleşmiştir. Bu oranlar aynı zamanda bağımlı değişkendeki toplam değişkenliğin başka faktörler tarafından açıklanan kısmını göstermektedir.

R^2 veya belirlilik katsayıları değerlerine göre (Tablo 4.14) bir yıl öncesi modelin bağımlı değişken varyansının yaklaşık % 57'sinin modelde yer alan GGY2, GGY3 ve L2 değişkenleri tarafından açıklanmasıyla önem sırasına göre birinci, iki yıl öncesi modelin varyansın yaklaşık %48'inin modelde yer alan GGY4 ve AK3 değişkenleri tarafından açıklanmasıyla ikinci ve üç yıl öncesi modelin de varyansın yaklaşık %41'inin modelde yer alan GGY4 ve L3 değişkenleri tarafından açıklanmasıyla üçüncü sırada yer aldığı görülür.

Kurulan modeller incelendiğinde (Tablo 4.13) başarısızlıktan 1 yıl önce için likidite ve gelir-gider yapısı, 2 yıl öncesi için aktif kalitesi ve gelir gider yapısı ve 3 yıl öncesi için yine likidite ve gelir gider yapısı göstergelerinin modellerde yer aldığı görülmektedir. Gelir gider yapısı göstergesi her üç modelde de yer alarak önem

sırasına göre ilk sırada, likidite göstergesi 2 modelde yer alarak ikinci sırada ve aktif kalitesi göstergesi ise tek bir modelde yer alarak üçüncü sırada yer almaktadır.

Durum, değişkenler açısından incelendiğinde (Tablo 4.14) bir yıl öncesi modelde yer alan gelir gider yapısı göstergelerinden faiz gelirlerinin faiz giderlerine ve faiz dışı gelirlerin faiz dışı giderlere oranlarının, iki ve üç yıl öncesi modelde yer alan ve bir gelir gider yapısı göstergesi olan toplam gelirlerin toplam giderlere oranından türetildiği görülmektedir.⁴⁷ Bir yıl öncesi modelde yer alan likit aktiflerin mevduat artı mevduat dışı kaynaklara ve üç yıl öncesi modelde yer alan yabancı para likit aktiflerin yabancı para pasiflere oranı da likidite göstergeleri arasında yer almaktadır. Duran aktiflerin toplam aktiflere oranı iki yıl öncesi modelde yer alarak aktif kalitesi göstergelerinden biri olmuştur. bu çalışmada ortaya çıkan durumun Meyer ve Pifer⁴⁸ tarafından başarısızlıktan iki yıl öncesine kadar yapılan çalışmada ortaya konulan, başarılı bir bankayı bir yıl içinde başarısız olacak bir bankadan ayıracak olan değişken setinin başarılı bir bankayı iki yıl içinde başarısız olacak bir bankadan ayıracak olan değişken seti ile aynı olacağını düşünmenin şaşırtıcı olacağı ancak en azından birkaç değişkenin, başarısızlığa götüren bazı faktörlerin uzun dönem yapısı gereği aynı olmasının beklenmesi gerektiği ifadesiyle örtüştüğü görülmektedir.

Sınıflandırma matrislerinin ayırıcı gücü açısından duruma bakıldığında (Tablo 4.22) her üç modelin de şans modeli ile karşılaştırıldığında anlamlı ayırma gücüne sahip olduğu görülür. En büyük Press's Q istatistiği 19,703 ile başarısızlıktan bir yıl öncesine ait iken bunu iki ve üç yıl öncesi sırasıyla 18,778 ve 11,92 değerleri ile izlemektedir.

Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.21) başarısızlıktan bir yıl öncesi model hem orijinal hem de çapraz geçerlilikte %86,5 doğru sınıflandırma yüzdesi ile ilk sırada başarısızlıktan iki yıl öncesi model orijinal ve çapraz geçerlilikte %86,1 doğru sınıflandırma yüzdesi ile ikinci sırada ve başarısızlıktan üç yıl öncesi model ise orijinalde %78,4 ve çapraz geçerlilikte %75,7 doğru sınıflandırma yüzdesi ile üçüncü sırada yer almıştır. Burada genel doğru

⁴⁷ Daha önce de belirtildiği gibi toplam gelirler faiz gelirleri artı faiz dışı gelirlere ve toplam giderler de faiz giderleri artı faiz dışı giderlere eşittir.

⁴⁸ Paul A. Meyer ve Howard W. Pifer, "Prediction of bank failures", *Journal of Finance*, 1970, 853-858

sınıflandırma yüzdesi ile ifade edilen tüm gruptaki birimlerin ait oldukları gruba doğru sınıflandırma yüzdelidir.

Yanlış sınıflandırılan bankalara bakıldığında (Tablo 4.23) orijinalde her üç modelde de ortak olan gerçekte 0 grubundaki Demirbank'ın 1 grubuna sınıflandırılması ve gerçekte 1 grubunda yer alan Pamukbank ve İmar Bankası'nın ise 0 grubuna sınıflandırılmasıdır. Yine Şekerbank 2 ve 3 yıl öncesi modelde gerçekte 1 grubunda iken 0 grubuna yanlış sınıflandırılan banka durumundadır.

Her bir kategoriden en anlamlı değişkenin birlikte analize alınması (Tablo 4.24) suretiyle elde edilen doğru sınıflandırma yüzdeleri adım adım yöntemi sonuçları ile karşılaştırıldığında başarısızlık öncesi her üç yılda da adım adım yönteminin doğru sınıflandırma yüzdelерinin hem orijinal hem de çapraz geçerlilikte daha iyi olduğu görülmektedir.

Adım adım yöntemi sonucu kurulan modellerde en anlamlı değişkeninin dışarıda tutulması (Tablo 4.24) suretiyle analizin tekrar edildiği durumda elde edilen doğru sınıflandırma yüzdeleri ve adım adım yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında orijinal için 1 yıl öncesi (%91,9) dışında diğerlerinin daha düşük yüzdelerde kaldığı görülür.

Buradan kurulan alternatif modellerin, adım adım yöntemi ile kurulan modellere karşı bir üstünlük sağlayamadığı görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de ticari banka başarısızlıklarına etki eden faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerden hareketle kurulan modelin ileride ortaya çıkabilecek banka başarısızlıklarının önceden tahmin edilmesinde yardımcı bir araç olarak kullanılmasını amaçlayan bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Bir erken uyarı sistemi görevi görecek olan bu model ile başarısız olma olasılığı beliren bankaların en erken bir yıl olmak üzere üç yıl öncesinden belirlenebilmesinin ve bu sayede bankada güvence kapamından fazla tutarda mevduatı, fonu, vb. şekilde yatırımı bulunan kişi ve kurumların gerekli tedbirleri zamanında alarak ortaya çıkabilecek ve kendilerini olumsuz yönde etkileyecek olası zararlardan kurtulabilmelerinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma Türkiye’de kurulmuş ve faaliyet gösteren özel sermayeli ticaret bankalarından 1999-2001 yıllarında Tasarruf Mevduatı ve Sigorta Fonu’na devredilen 16 ve yine aynı dönemde faaliyetlerine devam eden 21 olmak üzere toplam 37 bankayı kapsamakta ve TMSF’ye devirden de, bankaların yönetim ve denetimi ile hisse senetlerinin mülkiyetinin devri kastedilmektedir. TMSF’ye devredilen bankalar başarısız ve diğerleri ise başarılı bankalar olmak üzere ikili bir sınıflama uygulanarak ve başarısız bankalara 0, başarılı bankalara da 1 verilerek bağımlı değişkenin birimleri oluşturulmuştur. Ayırıcı değişkenler ise banka bilanço ve gelir tablolarından elde edilen sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, karlılık, likidite ve gelir gider yapısı kategorilerini ölçen oranlardan oluşmaktadır.

Aşağıda tezin bölümleri hakkında özet bilgiler verilmektedir.

Birinci bölümde ülkemizde bankacılığın geçmişi cumhuriyet öncesi ve sonrası dönem dikkate alınmak üzere incelenmiş ve bu süreçte yaşanan banka başarısızlıklarına da vurgu yapılmıştır. Bir sonuç çıkarılmak istenirse ülkemizde bankacılığın başlangıcından itibaren çeşitli nedenlerle ortaya çıkan banka başarısızlıkları sözkonusudur. Sonra bankacılık sisteminde denetimin önemi de dikkate alınarak bu konu kamu denetimi, bağımsız ve iç denetim başlıkları altında açıklanmış ve özellikle kamu denetiminde etkili olan kurumlardan bahsedilmiştir. Ardından da bankacılığımızın genel yapısı bankaların sınıflandırılması başlığı altında ele alınmıştır.

İkinci bölümde araştırmada kullanılacak ve araştırmanın amacına uygun olan bir yöntem olan diskriminant analizi detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Önce çok değişkenli istatistik yöntemler ve bu yöntemlerin varsayımları incelenmiş, daha sonra da diskriminant analizi iki ve çok gruplu durum için ayrı ayrı ele alınarak diskriminant fonksiyonlarının türetilmesi, değişkenlerin önem sıralarının belirlenmesi ve anlamlılık testleri gibi konular açıklanmıştır. Ayrıca sınıflandırma konusu farklı bir başlık altında iki ve çok gruplu durumlar dikkate alınmak suretiyle anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde özellikle banka ve şirket başarısızlıklarının tahminine yönelik yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan istatistik yöntemine göre tek ve çok değişkenli yöntemler olarak ikili bir sınıflandırma yapılmıştır. Ardından da parametrik ve parametrik olmayan çok değişkenli yöntemlerin uygulandığı çalışmalar ve bunların birlikte incelenerek karşılaştırıldığı çalışmalar incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda diskriminant analizi ve lojistik regresyon gibi parametrik ve orantılı risk modelleri (proportional hazard models) ve yapay sinir ağları (artificial neural network) gibi parametrik olmayan çok değişkenli istatistik yöntemlere başvurulduğu görülmektedir. Özellikle son dönemlerde yapılan çalışmalarda farklı istatistik yöntemlerin sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırıldığı görülmektedir.

Araştırmanın uygulamasının yapıldığı son bölümde ise araştırmanın çeşitli aşamaları ayrıntılı olarak verilmiş ve bulgular yorumlanmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışmada ilgili tarafların kullanabilecekleri basit istatistik modellerin geliştirilmesi amaçlanmış ve başarısızlıktan bir, iki, ve üç yıl öncesi için kurulan modellerin doğru sınıflandırma yüzdelerini gösteren sınıflandırma matrislerinin karşılaştırılması suretiyle en uygun modelin belirlenmesine çalışılmıştır.

En iyi modelin belirlenmesinde kullanılan istatistiklerden birisi R^2 veya belirlilik katsayılarıdır. Buna göre bir yıl öncesi model bağımlı değişken varyansının yaklaşık % 57'sini, iki yıl öncesi model yaklaşık %48'ini ve üç yıl öncesi model yaklaşık %41'ini açıklamaktadır. Bu kritere göre en iyi modelin bir yıl öncesi model olduğu ortaya çıkmıştır.

Sınıflandırma matrisi sonuçlarına göre, 2001 baz yıl ve başarısızlıktan bir yıl öncesi için kurulan ve gelir gider yapısı ve likidite göstergelerinden oluşan 3 değişkenli model orijinal ve çapraz geçerlilikte % 86,5 doğru sınıflandırma yüzdesi ile en iyi model olmuştur. Bunu gelir gider yapısı ve aktif kalitesi göstergelerinden oluşan ve başarısızlıktan iki yıl öncesi için kurulan 2 değişkenli model orijinal ve çapraz geçerlilikte %86,1 doğru sınıflandırma yüzdesi ile izlemiş ve gelir gider yapısı ve likidite göstergelerinden oluşan başarısızlıktan üç yıl öncesi için kurulan 2 değişkenli model ise orijinal ve çapraz geçerlilikte sırasıyla %78,4 ve %75,7 doğru sınıflandırma yüzdeleri ile son sırada yer almıştır.

Ayrıca başarısızlığın belirlenmesinde kullanılan her bir kategoriden en anlamlı değişkenin modelde yer alması sağlanarak kurulan modellere ait doğru sınıflandırma yüzdeleri adım adım yöntemi ile bulunanlarla karşılaştırıldığında daha düşük kaldıkları görülmüştür. Yine modellerdeki en anlamlı değişken dışarıda tutulmak suretiyle adım adım yönteminin tekrar edilmesi sonucu kurulan modellere ait doğru sınıflandırma yüzdeleri de adım adım yöntemi sonuçları ile karşılaştırılmış ve 1 yıl öncesi için orijinalde % 91,9 doğru sınıflandırma yüzdesi dışındakiler daha düşük kalmıştır. Bu iki alternatif ile farklı değişken setlerinin yer aldığı modellerin başarı dereceleri ve modellerde yer alan ve grupları ayırmada en büyük F değerleri ile ilk değişken olarak seçilen faiz gelirleri ve faiz giderleri ile toplam gelirler ve toplam giderler oranlarının haricinde hangi değişkenlerin grupları ayırmada etkili oldukları belirlenmek istenmiştir. İkinci alternatifte modellerde yer alan değişken kategorilerine bakıldığında modellerde yer almayan karlılık ve sermaye yapısı göstergelerine ait değişkenlerin de modellerde yer almış olduğu görülmektedir.

Modellerde yer alan değişkenler açısından duruma bakıldığında gelir gider yapısı başta olmak üzere sırasıyla likidite ve aktif kalitesi kategorilerinin diğerleri ile karşılaştırıldığında banka gruplarını birbirinden ayırmada en önemli göstergeler olduğu görülmektedir.

Tekrar etmek gerekirse bir yıl öncesi modelde başarısız bankaların düşük L2 oranı nedeniyle likidite riski taşıdıklarını, yine düşük GGY2 ve GGY3 oranı nedeni ile de karlılıklarının olumsuz etkilendiğini söylemek mümkündür. Bunların düşük kalmalarının nedeni olarak takipteki alacakların artması nedeniyle faiz gelirlerinin tamamının tahsil edilememesi, mevduata verilen faizler ile kredilerden tahsil edilen

faiz arasındaki marjın daralması ve küçük bankaların büyük bankalarla rekabet edebilmek için mevduata büyük bankaların ödediklerinden daha fazla faiz ödenmesi ile kambiyo gelirleri kaleminden kaynaklandığı söylenebilecek nedenlerle ortaya çıkan zararlar sayılabilir.

Başarısız bankalar için iki yıl öncesi modelde düşük karlılık ve üç yıl öncesi modelde ise hem düşük karlılık hem de açık pozisyonundan dolayı kur riski taşımaları ön plana çıkmaktadır.

Her üç modelde de ortak nokta Demirbank'ın 1 grubuna ve Pamukbank ve İmar Bankası'nın ise 0 grubuna yanlış sınıflandırılmasıdır. Şekerbank ise iki ve üç yıl öncesi modelde 0 grubuna yanlış sınıflandırılan banka durumundadır. Pamukbank ve İmar Bankası sırasıyla 2002 ve 2003 yıllarında TMSF'ye devredilmiştir. Kurulan modellerde ise bu bankalar 2001 yılında başarısız olarak bulunmuşlardır. Yine iki ve üç yıl öncesi modellerin çapraz geçerlilik sonuçlarında da Adabank 0 grubuna yanlış olarak sınıflandırılmıştır. Bu banka da 2003'de Fon bünyesine alınmıştır.

Yukarıda yapılan tüm bu açıklama ve model karşılaştırmalarından bir sıralama ve model tercihi yapmak gerekirse başarısızlıktan bir yıl öncesi model en iyi, iki yıl öncesi model ikinci en iyi ve üç yıl öncesi model ise üçüncü ve son sıradaki model konumunda bulunmaktadır. Bu iki ve üç yıl öncesi modellerin dikkate alınmaması şeklinde algılanmamalıdır. Bir bankanın iki ve üç yıl öncesinde başarısızlığını saptayabilmenin bir yıl öncesinde bunu yapmaya göre daha zor olduğu açıktır. Bu yüzden burada da sadece bir yıl öncesi model sonuçlarına göre hemen karar vermek yerine diğer modelleri de değerlendirmek ve verilecek kararı daha tutarlı hale getirmek mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak bu çalışma ile bilgisayar destekli erken uyarı sistemlerinin bankaların gelecekteki faaliyetlerinin sürdürülebilirliği konusunda değerli bilgiler sağladığı ortaya çıkarılmış bulunmaktadır.

Çalışmada kurulan modellerin banka başarısızlıklarının önceden belirlenmesi konusunda tek başına yeterli bir kaynak olarak görülmesi doğal olarak mümkün değildir. Çünkü başarısızlıkta etkili olan faktörlerin burada kurulan modellerde belirlenenlerle sınırlı olmadığı açıktır. Bu yüzden bu çalışma sonuçlarının diğer çalışmalar ve uzman görüş ve raporları ile birlikte dikkate alınması uygun olacaktır.

KAYNAKÇA

Acar, Fatma, (1998) “Normallik Testlerine İlişkin Bir Karşılaştırma”, **Uludağ Ü. İ.İ.B.F. Dergisi**, cilt. 16, sayı. 4, Aralık

Akbank Kültür Yayını, (1980), **Cumhuriyet Dönemi Türkiye Ekonomisi, 1923-1978**, İstanbul

Akgüç, Öztin, (1975) **Cumhuriyet Döneminde Bankacılık Alanında Gelişmeler**, Türkiye bankalar Birliği Yayını, Ankara

Akhan, Hüsnü, (2000) “Türk Bankacılık Sisteminde Yeni Dönem”, **İktisat, İşletme ve Finans**, Eylül

Aktaş R., (1993) **Endüstri İşletmeleri İçin Mali Başarısızlık Tahmini (Çok Boyutlu Model Uygulaması)**, İş Bankası Kültür Yayınları, Ankara

Akyazı, Haydar (2000), “Güvenli Bir Mali Sistem İçin Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu ve Bazı Ülkelerdeki Uygulamaları”, **İktisat, İşletme ve Finans Dergisi**, Eylül

Akyazı, Haydar (2001) “TCMB ile Federal Rezerv Sisteminin Karşılaştırılması”, **Bankacılar Dergisi**, Mart, sayı. 36,

Albayrak, Ali S., (2003) **Türkiye’de İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler Yardımıyla İncelenmesi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Ü., SBE,

Altman, Edward, (1968) “Financial Ratios, Discriminant Analysis And The Prediction of Corporate Bankruptcy”, **The Journal of Finance**, September, Vol XXIII, no. 4, pp.589–609

Altman Edward I., (1977) “Predicting performance in the Savings and Loan Association Industry”, **Journal of Monetary Economics**,

Altman Edward I., Robert G.Haldeman ve P. Narayanan, (1977) “Zeta analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations”, **Journal of Banking and Finance**, June, pp.29-54

Altuğ, Osman v.d., (1996) **Banka İşlemleri ve Muhasebesi**, Evrim yayınevi, Genişletilmiş 2. baskı, İstanbul

Anadolu Üniversitesi, (1997) **Para ve Banka**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:996

Artun, Tuncay, (1983) **Türkiye’de Bankacılık**, Tekin Yayınevi, Ankara

Banka ve Ekonomik Yorumlar, (1974) **Türk Bankacılığında 50. Yıl**, Ahmet Sait Matbaası

Baringhaus, L. v.d., (1989) “Recent and Classical Tests for Normality-A Comparative Study”. **Commun. Stat., Simulation Comput.** 18, pp. 363-379

Beaver William H., (1967) “Financial Ratios as Predictors of Failure, Emprical Research in Accounting:. Selected Studies 1966”, **Journal of Accounting Research**, Supplement to Volume 4, January, pp. 71-111

Beirlant, J. v.d., (1999) “Goodness-of-Fit Analysis for Multivariate Normality Based on Generalized Quantiles”, **Computational Statistics & Data Analysis**, 30, pp.119-142

Coats P., K. ve Fant L., F., (1991) “A Neural Network Approach to Forecasting Distress”, **Journal of Business Forecasting**, Winter , pp.9-12

Conower, W., J., (1980) **Practical Nonparametric Statistics**, Second Edition, Texas Tech University.

Çakmak, Zeki, (1986) **Çoklu Ayırma Ve Sınıflandırma Analizi - Eğitimde Öğrencilerin Meslek Seçimine Uygulanması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir

Çevrimiçi: http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=196

Çömez, Niyazi (1993) “İhtisas Bankalarının Türkiye Ekonomisi İçindeki Yeri”, **1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III**, Başbakanlık Basımevi

D’Agostino, R.,B. ve M.,I.,A, Stephens(Eds), (1986). **Goodness-of-Fit Techniques**. New York: Marcel Dekker

Deakin Edward B., (1972) “A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure”, **Journal of Accounting Research**, Spring, pp. 167-179

Dillon, William R. ve Matthew Goldstein, (1984) **Multivariate Analysis Methods and Applications**, John Wiley and Sons Inc.

Dimitras, A., I., v.d., (1999) “Business Failure Prediction Using Rough Sets”, **European Journal of Operations Research**, 114, pp. 263-280.

Dufour Jean-Marie v.d., (1998) “Simulation-based Finite Sample Normality Tests in Linear Regressions”, **Econometric Journal**, volume 1, pp. 154-173

Dufour Jean-Marie (2003) "Exact Skewness-Kurtosis Tests For Multivariate Normality And Goodness-of-Fit in Multivariate Regression with Application to Asset Pricing Models", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 65, pp. 891-906

Eisenbeis, Robert A., (1977) "Pitfalls in the Application of Discriminant Analysis in Business, Finance and Economics", **The Journal of Finance**, vol. XXXII, no.3, June, pp.875-900

Eisenbeis, R. A. ve Avery, R. B.,(1972) **Discriminant Analysis and Classification Procedures**, D.C. Heath and Company, London,

Esenkaya, İbrahim Erdem (2000) **Sigorta Şirketlerinde Mali Denetim Türkiye ve Avrupa Topluluğu Karşılaştırılması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniv. SBE, İstanbul,

Etheridge Harlan L. ve Ram S. Sriram, (1997) "A Comparison of the Relative Costs of Financial Distress Models: Artificial Neural Networks, Logit and Multivariate Discriminant Analysis", **Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, vol. 6, pp. 235-248

Fırlar, Talat, (1989) **Diskriminant Analizi ve Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Doktora. Tezi, İstanbul

Fisher R. A., (1936) "The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems", **Annals of Eugenics**, 7, pp.179-188

Gilbert E.S., (1969) "The Effect of Unequal Variance-Covariance Matrices on Fisher's LDF" **Biometrics**, 25, pp.505-516

Gökkent, Kıyas, (2000) "Türkiye Bankacılık Sektörü 2000'li Yıllarda", **İktisat, İşletme ve Finans Dergisi**, Eylül

Gray v.d., (1998) "Testing the Multivariate Normality of Australian Stock Returns", **Australian Journal of Management**, vol.23, no 2, December, pp.135-150

Gujarati, D. N., (1995) **Basic Econometrics**, Third edition, McGraw-Hill, New-York

Gujarati Demodar N., (1999) **Temel Ekonometri**, çevirenler: Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen, Literatür yayıncılık

Güven, Orhan, (1995) **Açıklamalı Sigorta ve Reasürans Terimleri Sözlüğü**, İstanbul

Hair, Joseph F. v.d., (1998) **Multivariate Data Analysis**, New Jersey, Prentice Hall Inc.

Hamer, Michelle M., (1983) "Failure Prediction: Sensitivity of Classification Accuracy to Alternative Statistical Methods and Variable Sets", **Journal of Accounting and Public Policy**, Winter, vol.2 iss.4, pp.289-308

Harris, Richard J. (2001) **A Primer of Multivariate Statistics**, Lawrence Erlbaum Associates, third edition,

Henebry, Kathleen L., (1996) "Do Cash Flow Variables Improve the Predictive Accuracy of a Cox Proportional Hazards Model for Bank Failure", **Quarterly Review of Economics and Finance**, Fall, v.36 n.3, pp.395-410

Her Young-Won ve Chongwoo Choe (1999) "A comparative Study of Australian and Korean Accounting Data in Business Failure Prediction Models", **Discussion Papers, La Trobe University, School of Business**, series A, 99-07

1992-1993 Hesap Uzmanları Kurulu Konferansları III, (1993) Maliye ve Gümrük Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Başbakanlık Basımevi

Holloway L. N. ve O. J. Dunn, (1967) "The Robustness of Hotelling's T^2 ", **Journal of the American Statistical Association**, 62, pp.124-136

Hsing Yu, (1991) "Discriminant Analysis of Bank Failures: A Case Study of Louisiana", **Journal of Economics and Finance**, Fall vol 15, issue 2, pp. 105-114

Hwu Tian-Jong v.d.(2002) "The Combination Test for Multivariate Normality", **J. Statist. Comput. Simul.** Vol 72(5), pp. 379-390

Johnson, Richard A., and Wichern Dean W., (1992) **Applied Multivariate Statistical Analysis**, New Jersey, Prentice Hall Inc.

Karacan, Ali İhsan (2002) **Mali Piyasalar Üzerine Denemeler**, Creative yayıncılık, İstanbul, Aralık,

Karacan, Ali İhsan, (2002) "Türk Bankacılık Sisteminin Temel Sorunları ve Bankacılık Sektörünün Yeniden Yapılandırılması", **İktisat İşletme ve Finans**, Mart, yıl. 17, sayı. 192

Kaya İdil Atalay, (1991), **Bankaların Bağımsız Dış Denetimi ve Türkiye Uygulaması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniv. SBE, İstanbul,

Keskin A. ve E. Özselçuk, (1984) **İşletme Sonuçları Konusunda Erken Uyarı Sistemi**, TSKB, Ekonomik Analiz ve Konjonktür Müdürlüğü, Kasım,

Kurnaz, Hikmet (2000) "Bankacılığımız Yeniden Şekillenirken Bankacılık Üst Kuruluna Düşen Görev", **İktisat, İşletme ve Finans Dergisi**, Eylül,

Karels Gordon V. ve Prakash Arun J., (1987) "Multivariate Normality and Forecasting of Business Bankruptcy", **Journal of Business Finance & Accounting**, Winter 14(4) pp.573-592

Kepenk, Yakup ve Nurhan Yentürk, (2001) **Türkiye Ekonomisi**, Remzi Kitabevi

Klecka, William, R., (1980) **Discriminant Analysis**, California, Sage Publications.

Kolari, James v.d., (2002) "Predicting Large U.S. Commercial Bank Failures", **Journal of Economics & Business**, pp. 1-27.

Koutsoyiannis A., (1977) **Ekonometri Kuramı:Ekonometri Yöntemlerinin Tanımına Giriş**, çevirenler: Şenesen Ümit ve Günlük Gülay, V teori, 1977

Kurtuluş, Kemal (1976) **Pazarlama Araştırmaları (Yöntem ve Teknikler)**, Sermet Matbaası

Laitinen Erkki K. ve Teija Laitinen (1998) "Cash Management Behaviour And Failure Prediction", **Journal of Business Finance and Accounting**, 25 (7)&(8), September-October, pp. 893-919

Laitinen, Teija and Kankaanpaa, Maria, (1999) "Comparative Analysis of Failure Prediction Methods: The Finnish Case", **The European Accounting Review**, 8/1, pp. 67-92.

Lane, William R., Stephen W. Looney ve James W. Wansley(1986) "An Application of the Cox Proportional Hazards Model to Bank Failure", **Journal of Banking and Finance**, 10, pp.511-533

Looney, Stephen W., James W. Wansley, ve William R. Lane, (1989)"An Examination of Misclassifications with Bank Failure Prediction Models", **Journal of Economics and Business**, 41, pp.327-336

Manly, Bryan F., J.(1986) **Multivariate Statistical methods-A Primer**, Chapman and Hall, New York

Mardia K. V., (1970) "Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications", **Biometrika**, 57, pp.519-530

Mardia, K. V., (1980) "Tests of Univariate and Multivariate Normality. In by P.R. Krishnaiah(Eds)", **Handbook of Statistics**, Volume 1: Analysis of Variance, Amsterdam:North Holland,

Marks S. ve O. J. Dunn, (1974) "Discriminant Functions When Covariance Matrices Are Unequal", **Journal of the American Statistical Association**, 69, pp.555-559

- Martin Daniel, (1977) "Logit Analysis and Early Warning Systems for Bank Supervision", **Journal of Banking and Finance**, pp. 249-276
- Mcleay Stuart ve Azmi Omar, (2000) "The Sensitivity of Prediction Models to the Non-normality of Bounded and Unbounded Financial Ratios", **British Accounting Review**, 32, pp.213-230
- Mensah Yaw M., (1983) "The Differential Bankruptcy Predictive Ability of Specific Price Level Adjustments: Some empirical Evidence", **The Accounting Review**, Vol. LVIII, No. 2, April, pp.228-246
- Meyer, Paul, A. ve Pifer, Howard W., (1970) "Prediction of Bank Failure", **Journal of Finance**, 25, pp. 853-868.
- Moore, David S. ve George P. McCabe, (1993) **Introduction to the Practice of Statistics**, W. H. Freeman and Company, Second edition, New York
- Morrison, Donald, G., (1969) "On the Interpretation of Discriminant Analysis", **Journal of Marketing Research**, Vol VI, May, pp.156-63.
- Oksay, Suna, (2000) "Finansal Piyasalarda Yeni Yasal Düzenlemeler (reregulation) İhtiyacı ve Türk Finans Sistemi", **Öneri Dergisi**, Marmara Üniversitesi SBE, Haziran
- Orhunbilge, Neyran, (2000) **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**. İstanbul Ü. İşletme Fakültesi Yayınları Avcıol Basım yayın İstanbul,
- Orhunbilge, Neyran, (2000) **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, İstanbul Ü. İşletme İktisadi Yayınları, Avcıol Basım yayın, II. Baskı, İstanbul
- Öcal, Tezer, (1973) **Türk Banka Sistemi**, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Ankara
- Özdamar, Kazım, (1999) **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler)**, Eskişehir, Kaan Kitabevi.
- Parasız İlker, (1997) **Para, Banka ve Finansal Piyasalar**, Ezgi Kitabevi, Ceylan Ofset, 6. Baskı, Ekim
- Parasız, İlker, (2000) **Modern Bankacılık –Teori ve Uygulama**, Banksis Yayınları no:82, İstanbul
- Perrault, W. D., Behrman, D. N., ve Armstrong, G. M., (1979) "Alternative Approaches for Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Marketing Research" **Journal of Business Research**, 7, pp.151-173

Pettway Richard H. ve Sinkey Josheph F., (1980) "Establishing On-site Bank Examination Priorities: An Early Warning System Using Accounting and Market Information", **The Journal of Finance**, pp.137-150

Rencher, Alvin, C., (2002) **Methods of multivariate Analysis**, New York, John Wiley and Sons, Inc.

Rencher, Alvin, C., (1998) **Multivariate Statistical inference and Applications**, New York, John Wiley and Sons, Inc

Royston J. P., (1983) "Some Techniques for Assessing Multivariate Normality Based on the Shapiro-Wilks W", **Applied Statistics**, 32, no 2, pp. 121-133

Sancaktar, Oğuz (2001) "İdare Hukuku Yönüyle Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun Genel Bir Değerlendirilmesi", **Bankacılar Dergisi**, TBB, Haziran sayı 37,

Schott, James R. (2001) "Some Tests for the Equality of Covariance Matrices", **Journal of Statistical Planning and Inference**, 94, pp. 25-36

Sharma,Subhash (1996) **Applied Multivariate Techniques**, John Wiley and Sons Inc.

Sığın, A. Naci, (2000), "Türk Bankacılık Sisteminde Yeni Dönem", **İktisat, İşletme ve Finans**, Eylül,

Silva A. P. Duarte, Antonie Stam ve John Neter (2002), "The Effects of Misclassification Costs and Skewed Distributions in Two Grup Classification", **Commun. Statist.-Simula.**, 31(3), pp. 401-423

Sinkey Joseph F. Jr., (1975) "A Multivariate Statistical Analysis of the Characteristics of Problem Banks", **Journal of Finance**, pp.21-36

Sinkey Joseph F., Joseph V, Terza ve Robert R., Dince, (1987) "A Zeta Analysis of Failed Commercial Banks", **Quarterly Journal of Business and Economics**, pp. 35-49

Small N. J., (1980) "Marginal Skewness and Kurtosis in Testing Multivariate Normality", **Applied Statistics**, 29, no 1

Spangler William E., Jerrold H. May ve Luis G. Vargas, (1999) "Choosing Data-Mining Methods for Multiple Classification: Representational and Performance Measurement Implications for Decision Support", **Journal of Management Information Systems**, vol. 16, no.1, Summer, pp.37-62

SPSS Base 10.0 (1999) **Applications Guide**, SPSS Inc., USA

Stevens, James, (2002) **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**, Lawrance erlbaum Associates Publishers, New Jersey.

Swicegood Philip ve Jeffrey A. Clark (2001) “Off-site Monitoring Systems for Predicting Bank Underperformance: A Comparison of Neural Networks, Discriminant Analysis and Professional Human Judgment”, **International journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, 10, pp.169-186

Şen Güneş Ş., (1998) **Bankalarda Mali Başarısızlık ve Türkiye’de Mali Başarısızlığa Uğrayan Bankaların Kantitatif Yöntemler Yardımıyla Tahmini**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Ü. Bankacılık ve sigortacılık Enstitüsü, Bankacılık ABD, İstanbul, 1998

Tabachnick, Barbara G., Fidell Linda S.,(1996) **Using Multivariate Statistics**, Harper Collins College Publisher, Third Edition, Northridge.

Tacq, Jacques, (1997) **Multivariate Technique in Social Sciences**, Sage Publications Ltd, London.

Tam Kar Yan. (1991) “Neural Network Models and Prediction of Bank Bankruptcy”, **Omega**,19(5), pp.429-445

Tam, Kar Yan. ve Kiang, Melody. (1990) “Predicting Bank Failures: A Neural Network Approach”, **Applied Artificial Intelligence**, 4(4), pp.265-282

Tam, Kar Yan. and Kiang, Melody (1992) “Managerial Applications of Neural Networks:the Case of Bank Failure Predictions”, **Management**, vol.38, no.7 july, pp.926-947

Tatlıdil, Hüseyin, (1996) **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz**, Ankara: Akademi Matbaası.

Temel Denetim Kavramları Açıklaması, (1971) American Accounting Association, Sarasota, Florida,

Tecer, Meral (2003), **Türkiye Ekonomisi**, Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü,Ankara, Mayıs,

Türkiye Bankalar Birliği, (2001) **Bankalarımız 2000**, Graphis Matbaacılık, İstanbul, Mayıs

Türkiye Bankalar Birliği, (2003) **Bankalarımız 2002**, Graphis Matbaacılık, İstanbul, Temmuz

Watson Collin J., (1981) “An Additional Approach for Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Business Research”, **Journal of Business Research**, 9, pp.682-695

Watson, Collin J.(1982) “Approaches for the Interpretation of Multiple Discriminant Analysis in Organizational Research” **Academy of Management Review**, vol.7, no.1, 124-132

Watson Collin J. (1990) “Multivariate Distributional Properties, Outliers and Transformation of Financial Ratios”, **The Accounting Review**, vol.65, no.3 july

West Robert C., (1985) “A Factor Analytic Approach to Bank Condition”, **Journal of Banking and Finance**, pp. 253-266

Whalen, Gary (1991) “A Proportional Hazards Model of Bank Failure: An Examination of Its Usefulness as an Early Warning Tool, **Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review**, 27(1), pp. 21-31

Urgancı, Hikmet (1982) **Para ve Banka**, Önder Matbaası,Adana,

Yağlı, Bülent, (1996) **Prediction of Failure of Commercial Banks in Turkey**, A Thesis of Master of Business Administration , August, Bilkent University.

Yazgan, Teoman, (1973) **Türkiye’de Bankacılık**, İstanbul Reklam Yayınları, İstanbul

EKLER

Ek 1: Adım Adım Yöntemi İstatistikleri Başarısızlıktan Bir Yıl Önce:

Modelde Yer Alan / Atılan Değişkenler^{a,b,c,d}

Adım	Giren	Wilks' Lambda							
		İstatistik	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	GGY121	,741	1	1	35,000	12,232	1	35,000	,001
2	GGY131	,501	2	1	35,000	16,920	2	34,000	,000
3	L121	,434	3	1	35,000	14,334	3	33,000	,000

Her adımda, genel Wilks Lambda değerini minimum yapan değişken alınır.

- Maksimum adım sayısı 38'dir.
- Girmek için minimum kısmi F değeri 3,84'dür.
- Atmak için maksimum F değeri 2,71'dir
- F seviyesi, Tolerans ve VIN daha ileri hesaplama için yeterli değildir.

Analizdeki Değişkenler

Adım		Tolerans	Atmak için F	Wilks' Lambda
1	GGY121	1,000	12,232	
2	GGY121	,640	28,633	,923
	GGY131	,640	16,271	,741
3	GGY121	,631	26,731	,786
	GGY131	,632	10,120	,567
	L121	,935	5,090	,501

Wilks' Lambda

Adım	Değişken Sayısı	Lambda	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	1	,741	1	1	35	12,232	1	35,000	,001
2	2	,501	2	1	35	16,920	2	34,000	,000
3	3	,434	3	1	35	14,334	3	33,000	,000

Analizde Yer Almayan Değişkenler

Adım		Tolerans	Minimum Tolerans	Girmek için F	Wilks' Lambda
0	SR111	1,000	1,000	6,698	,639
	SR121	1,000	1,000	10,464	,770
	SR131	1,000	1,000	6,730	,839
	SR141	1,000	1,000	6,971	,834
	AK111	1,000	1,000	,763	,979
	AK121	1,000	1,000	3,619	,906
	AK131	1,000	1,000	,000	1,000
	AK141	1,000	1,000	,495	,986
	L111	1,000	1,000	6,304	,847
	L121	1,000	1,000	8,373	,807
	L131	1,000	1,000	1,118	,969
	K111	1,000	1,000	4,678	,882
	K121	1,000	1,000	1,261	,965
	K131	1,000	1,000	3,192	,916
	GGY111	1,000	1,000	2,597	,931
	GGY121	1,000	1,000	12,232	,741
	GGY131	1,000	1,000	2,910	,923
	GGY141	1,000	1,000	11,674	,750
	GGY151	1,000	1,000	2,751	,927
1	SR111	,935	,935	2,220	,696
	SR121	,925	,925	4,040	,862
	SR131	,932	,932	2,179	,696
	SR141	,997	,997	4,331	,657
	AK111	,939	,939	2,306	,694
	AK121	,963	,963	1,138	,717
	AK131	,992	,992	,062	,740
	AK141	,747	,747	5,855	,632
	L111	,949	,949	8,265	,596
	L121	,947	,947	10,407	,587
	L131	,880	,880	4,209	,659
	K111	,931	,931	1,202	,716
	K121	,993	,993	,505	,730
	K131	,950	,950	,765	,725
	GGY111	,666	,666	,180	,737
	GGY131	,640	,640	16,271	,501
	GGY141	,885	,885	4,051	,662
	GGY151	,949	,949	,576	,729
2	SR111	,809	,527	,000	,501
	SR121	,815	,527	,283	,497
	SR131	,859	,552	,087	,500
	SR141	,893	,573	,442	,495
	AK111	,925	,629	,702	,491
	AK121	,935	,599	,094	,500
	AK131	,970	,624	,488	,494
	AK141	,509	,437	,020	,501
	L111	,948	,623	4,948	,436
	L121	,935	,631	5,090	,434
	L131	,815	,593	,648	,492
	K111	,853	,549	,004	,501
	K121	,982	,633	,851	,489
	K131	,872	,563	,057	,500
	GGY111	,662	,464	,368	,496
	GGY141	,793	,509	,372	,496
	GGY151	,879	,566	,081	,500
3	SR111	,733	,496	,434	,428
	SR121	,765	,502	,001	,434
	SR131	,715	,509	,397	,429
	SR141	,778	,573	,020	,434
	AK111	,605	,605	,309	,430
	AK121	,847	,574	,139	,432
	AK131	,875	,593	,360	,429
	AK141	,427	,427	,588	,426
	L111	,077	,076	,040	,434
	L131	,224	,224	3,802	,388
	K111	,764	,517	,589	,426
	K121	,982	,625	,768	,424
	K131	,795	,535	,760	,424
	GGY111	,587	,426	1,764	,412
	GGY141	,741	,482	,001	,434
	GGY151	,799	,538	,858	,423

Başarısızlıktan İki Yıl Önce:

Modelde Yeralan/Atılan Değişkenler^{a,b,c,d}

Adım	Giren	Wilks' Lambda							
		İstatistik	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	GGY241	,552	1	1	34,000	27,605	1	34,000	,000

Her adımda, genel Wilks Lambda değerini minimum yapan değişken alınır.

- Maksimum adım sayısı 38'dir.
- Girmek için minimum kısmi F değeri 3,84'dür.
- Atmak için maksimum kısmi F değeri 2,71dir.
- F seviyesi, tolerans veya VIN daha ileri hesaplama için yeterli değildir.

Analizdeki Değişkenler

Adım	Tolerans	Atmak için F
1 GGY241	1,000	27,605

Wilks' Lambda

Adım	Değişken Sayısı	Lambda	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	1	,552	1	1	34	27,605	1	34,000	,000

Analizde Yer Almayan Değişkenler

Adım		Tolerans	Min. Tolerans	Girmek için F	Wilks' Lambda
0	SR211	1,000	1,000	12,011	,739
	SR221	1,000	1,000	11,839	,742
	SR231	1,000	1,000	8,533	,799
	SR241	1,000	1,000	3,010	,919
	AK211	1,000	1,000	3,932	,896
	AK221	1,000	1,000	,820	,976
	AK231	1,000	1,000	8,897	,793
	AK241	1,000	1,000	,036	,999
	L211	1,000	1,000	1,825	,949
	L221	1,000	1,000	4,069	,893
	L231	1,000	1,000	,000	1,000
	K211	1,000	1,000	14,775	,697
	K221	1,000	1,000	5,939	,851
	K231	1,000	1,000	16,294	,676
	GGY211	1,000	1,000	2,276	,937
	GGY221	1,000	1,000	8,695	,796
	GGY231	1,000	1,000	,890	,974
	GGY241	1,000	1,000	27,605	,552
	GGY251	1,000	1,000	,157	,995
1	SR211	,735	,735	,421	,545
	SR221	,751	,751	,478	,544
	SR231	,768	,768	,106	,550
	SR241	,906	,906	,009	,552
	AK211	,977	,977	,761	,539
	AK221	,968	,968	,001	,552
	AK231	,956	,956	1,982	,521
	AK241	,960	,960	,408	,545
	L211	,975	,975	,153	,549
	L221	,927	,927	,205	,548
	L231	,997	,997	,044	,551
	K211	,435	,435	,014	,552
	K221	,719	,719	,091	,550
	K231	,486	,486	,080	,551
	GGY211	,777	,777	,651	,541
	GGY221	,716	,716	,016	,552
	GGY231	,995	,995	,939	,537
	GGY251	1,000	1,000	,054	,551

Başarısızlıktan Üç Yıl Önce:

Modelde Yer Alan / Atılan Değişkenler^{a,b,c,d}

Adım	Giren	Wilks' Lambda							
		İstatistik	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	GGY341	,659	1	1	35,000	18,106	1	35,000	,000
2	L331	,587	2	1	35,000	11,974	2	34,000	,000

Her adımda, genel Wilks Lambda değerini minimum yapan değişken alınır.

- Maksimum adım sayısı 38'dir.
- Girmek için minimum kısmi F değeri 3,84'tür.
- Atmak için maksimum kısmi F değeri 2,71'dir.
- F seviyesi, Tolerans ve VIN daha ileri hesaplama için yeterli değildir.

Analizdeki Değişkenler

Adım		Tolerans	Atmak için F	Wilks' Lambda
1	GGY341	1,000	18,106	
2	GGY341	,988	17,623	,891
	L331	,988	4,192	,659

Wilks' Lambda

Adım	Değişken Sayısı	Lambda	df1	df2	df3	Kesin F			
						İstatistik	df1	df2	Sig.
1	1	,659	1	1	35	18,106	1	35,000	,000
2	2	,587	2	1	35	11,974	2	34,000	,000

Analizde Yer Almayan Değişkenler

Adım		Tolerans	Minimum Tolerans	Girmek için F	Wilks' Lambda
0	SR311	1,000	1,000	,354	,990
	SR321	1,000	1,000	,355	,990
	SR331	1,000	1,000	3,399	,911
	SR341	1,000	1,000	,014	1,000
	AK311	1,000	1,000	2,315	,938
	AK321	1,000	1,000	2,044	,945
	AK331	1,000	1,000	,281	,992
	AK341	1,000	1,000	1,127	,969
	L311	1,000	1,000	5,766	,859
	L321	1,000	1,000	6,057	,852
	L331	1,000	1,000	4,289	,891
	K311	1,000	1,000	9,962	,778
	K321	1,000	1,000	8,217	,810
	K331	1,000	1,000	3,009	,921
	GGY311	1,000	1,000	3,265	,915
	GGY321	1,000	1,000	6,500	,843
	GGY331	1,000	1,000	,299	,992
	GGY341	1,000	1,000	18,106	,659
	GGY351	1,000	1,000	2,312	,938
1	SR311	,796	,796	1,419	,633
	SR321	,922	,922	2,208	,619
	SR331	,692	,692	,246	,654
	SR341	,931	,931	,683	,646
	AK311	1,000	1,000	1,584	,630
	AK321	1,000	1,000	1,351	,634
	AK331	,997	,997	,050	,658
	AK341	,983	,983	1,706	,628
	L311	,998	,998	3,128	,604
	L321	,953	,953	1,596	,630
	L331	,988	,988	4,192	,587
	K311	,413	,413	,016	,659
	K321	,762	,762	,524	,649
	K331	1,000	1,000	1,834	,625
	GGY311	,755	,755	,076	,658
	GGY321	,601	,601	,021	,659
	GGY331	,980	,980	,002	,659
	GGY351	,914	,914	,052	,658
2	SR311	,796	,788	1,246	,565
	SR321	,921	,913	1,740	,557
	SR331	,690	,682	,325	,581
	SR341	,930	,919	,676	,575
	AK311	,621	,614	,000	,587
	AK321	,987	,975	1,702	,558
	AK331	,988	,980	,001	,587
	AK341	,900	,900	,479	,578
	L311	,457	,452	,128	,584
	L321	,474	,474	,061	,586
	K311	,411	,411	,001	,587
	K321	,757	,748	,269	,582
	K331	,998	,986	1,374	,563
	GGY311	,755	,747	,078	,585
	GGY321	,542	,542	,591	,576
	GGY331	,975	,966	,033	,586
	GGY351	,901	,896	,000	,587

Ek 2: Birim Başına Sınıflandırma Sonuçları
Başarısızlıktan Bir Yıl Önce:

Birim Başına İstatistikler

			En Yüksek Grup					İkinci En Yüksek Grup			Diskriminant Puanları	
			Tahmini Grup	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık	Grup	P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık		
				p	df							Fonksiyon 1
Orjinal	Birim sayısı	Gerçek Grup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	,358	1	,992	,844	0	,008	9,885	1,888	
	2	1	1	,165	1	,997	1,924	0	,003	13,162	2,356	
	3	1	1	,869	1	,959	,027	0	,041	5,787	1,134	
	4	1	1	,766	1	,893	,088	0	,107	3,779	,672	
	5	0	1	,523	1	,794	,408	0	,206	2,567	,330	
	6	1	1	,888	1	,827	,297	0	,173	2,878	,424	
	7	1	1	,798	1	,901	,067	0	,099	3,930	,711	
	8	0	0	,774	1	,947	,082	1	,053	6,391	-1,559	
	9	1	1	,457	1	,988	,553	0	,012	8,909	1,713	
	10	1	1	,591	1	,829	,288	0	,171	2,904	,432	
	11	0	0	,022	1	,998	5,244	1	,001	20,530	-3,562	
	12	0	1	,464	1	,758	,537	0	,242	2,274	,236	
	13	1	1	,822	1	,984	,050	0	,036	6,079	1,194	
	14	0	0	,613	1	,967	,256	1	,033	7,544	-1,778	
	15	1	1	,032	1	,999	4,617	0	,001	19,271	3,118	
	16	1	1	,513	1	,789	,428	0	,211	2,518	,315	
	17	1	0	,394	1	,582	,728	1	,418	1,929	-,420	
	18	0	0	,915	1	,881	,011	1	,119	4,557	-1,166	
	19	1	1	,335	1	,651	,928	0	,349	1,632	,006	
	20	1	1	,693	1	,975	,156	0	,025	6,851	1,355	
	21	0	0	,395	1	,582	,724	1	,418	1,932	-,421	
	22	1	1	,788	1	,898	,074	0	,102	3,878	,697	
	23	1	1	,657	1	,978	,197	0	,022	7,212	1,413	
	24	1	1	,763	1	,970	,099	0	,030	6,532	1,284	
	25	1	1	,562	1	,815	,336	0	,185	2,762	,390	
	26	1	0	,347	1	,533	,883	1	,467	1,694	-,332	
	27	1	1	,904	1	,955	,015	0	,045	5,578	1,090	
	28	1	1	,947	1	,933	,004	0	,067	4,728	,902	
	29	0	0	,650	1	,963	,206	1	,037	7,261	-1,728	
	30	0	1	,652	1	,855	,203	0	,145	3,206	,519	
	31	0	0	,779	1	,833	,079	1	,167	3,842	-,891	
	32	0	0	,684	1	,780	,166	1	,210	3,364	-,865	
	33	0	0	,763	1	,823	,099	1	,177	3,712	-,858	
	34	0	0	,411	1	,983	,676	1	,017	9,382	-2,094	
	35	0	0	,666	1	,776	,188	1	,224	3,225	-,827	
	36	0	0	,067	1	,998	3,348	1	,002	16,572	-3,102	
	37	0	0	,264	1	,991	1,248	1	,009	11,278	-2,389	
Cross-validated			1	1	3	1	29,624	1	,006	39,295		
	1	1	1	,302	3	,998	3,651	1	,002	15,156		
	2	1	1	,233	3	,949	4,275	1	,051	9,563		
	3	1	1	,698	3	,879	1,432	1	,121	4,848		
	4	0	1	,708	3	,859	1,388	1	,141	4,452		
	5	1	1	,434	3	,791	2,740	1	,209	4,857		
	6	1	1	,737	3	,888	1,265	1	,112	4,871		
	7	0	0	,519	3	,937	2,268	2	,063	8,212		
	8	1	1	,075	3	,888	6,908	1	,012	15,106		
	9	1	1	,674	3	,809	1,538	1	,191	3,880		
	10	0	0	,075	3	1,000	6,901	2	,000	23,740		
	11	0	1	,895	3	,794	,605	1	,206	2,763		
	12	1	1	,454	3	,958	2,621	1	,042	8,314		
	13	0	0	,827	3	,963	,893	2	,037	7,959		
	14	1	1	,030	3	1,000	8,939	1	,000	25,530		
	15	1	1	,915	3	,781	,518	1	,219	2,522		
	16	1	0	,518	3	,671	2,280	2	,329	4,247		
	17	0	0	,891	3	,873	,104	2	,127	4,508		
	18	1	1	,751	3	,638	1,210	1	,384	1,780		
	19	1	1	,789	3	,972	1,052	1	,028	7,628		
	20	0	0	,536	3	,532	2,180	2	,468	2,880		
	21	1	1	,055	3	,839	7,593	1	,161	10,344		
	22	1	1	,425	3	,974	2,791	1	,026	9,528		
	23	1	1	,990	3	,968	,116	1	,032	8,373		
	24	1	1	,667	3	,794	1,567	1	,206	3,719		
	25	1	0	,384	3	,641	3,051	2	,359	4,765		
	26	1	1	,657	3	,948	1,608	1	,052	6,889		
	27	1	1	,704	3	,924	1,407	1	,076	5,853		
	28	0	0	,301	3	,955	3,654	2	,045	10,298		
	29	0	1	,827	3	,899	,463	1	,101	4,289		
	30	0	0	,943	3	,822	,386	2	,178	3,894		
	31	0	0	,867	3	,774	,726	2	,226	3,734		
	32	0	0	,879	3	,808	,676	2	,192	4,093		
	33	0	0	,578	3	,982	1,971	2	,018	10,491		
	34	0	0	,832	3	,794	,441	2	,238	3,335		
	35	0	0	,000	3	1,000	22,702	2	,000	38,595		
	36	0	0	,597	3	,991	1,885	2	,009	11,848		

Başarısızlıktan İki Yıl Önce:

Birim Başına İstatistikler

Orijinal	Birim Sayısı	Gerçek Grup	En Yüksek Grup					İkinci En Yüksek Grup			Diskriminant Puanları
			Tahmini Grup	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık	Grup	P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık	
				p	df						Fonksiyon 1
1	2	1	1	,133	1	,992	2,260	0	,008	11,424	2,337
2	3	1	1	,055	1	,996	3,691	0	,004	14,424	2,765
3	4	1	1	,886	1	,848	,020	0	,162	3,005	,691
4	5	0	0	,783	1	,735	,076	1	,265	2,562	-,767
5	6	1	1	,955	1	,867	,003	0	,133	3,312	,777
6	7	1	1	,443	1	,968	,589	0	,032	6,891	1,601
7	8	0	0	,950	1	,840	,004	1	,160	3,760	-,105
8	9	1	1	,642	1	,946	,216	0	,054	5,483	1,299
9	10	1	1	,612	1	,950	,257	0	,050	5,680	1,341
10	11	0	0	,852	1	,766	,035	1	,234	2,855	-,866
11	12	0	0	,549	1	,602	,360	1	,398	1,630	-,443
12	13	1	1	,643	1	,945	,214	0	,055	5,473	1,297
13	14	0	0	,311	1	,969	1,028	1	,031	8,356	-,2057
14	15	1	1	,370	1	,575	,803	0	,425	,962	-,062
15	16	1	1	,114	1	,993	2,493	0	,007	11,941	2,413
16	17	1	0	,941	1	,843	,006	1	,187	3,806	-,117
17	18	0	0	,994	1	,821	,000	1	,179	3,494	-,1035
18	19	1	0	,819	1	,752	,053	1	,248	2,714	-,813
19	20	1	1	,295	1	,981	1,098	0	,019	8,554	1,882
20	21	0	0	,873	1	,775	,025	1	,225	2,949	-,883
21	22	1	0	,799	1	,883	,066	1	,117	4,544	-,1298
22	23	1	1	,686	1	,940	,164	0	,060	5,205	1,239
23	24	1	1	,956	1	,868	,003	0	,132	3,320	,779
24	25	1	1	,770	1	,808	,086	0	,192	2,509	,542
25	26	1	0	,544	1	,936	,368	1	,064	6,168	-,1650
26	27	1	1	,198	1	,988	1,669	0	,012	10,015	2,122
27	28	1	1	,772	1	,809	,084	0	,191	2,520	,545
28	29	0	0	,836	1	,759	,043	1	,241	2,786	-,835
29	30	0	1	,339	1	,547	,914	0	,453	,847	-,122
30	31	0	0	,784	1	,736	,076	1	,264	2,568	-,768
31	32	0	0	,972	1	,832	,001	1	,168	3,654	-,1077
32	33	0	0	,698	1	,906	,151	1	,094	5,130	-,1431
33	34	0	0	,702	1	,905	,146	1	,085	5,104	-,1425
34	35	0	0	,956	1	,808	,003	1	,192	3,318	-,988
35	36	0	0	,736	1	,898	,114	1	,102	4,901	-,1380
36	37	0	0	,640	1	,818	,219	1	,082	5,495	-,1510
Çapraz Geçerlilik	2	1	1	,017	2	,994	8,138	1	,008	17,817	
	3	1	1	,105	2	,997	4,506	1	,003	15,833	
	4	1	1	,985	2	,842	,029	1	,168	2,925	
	5	0	0	,824	2	,723	,388	2	,277	2,751	
	6	1	1	,254	2	,844	2,738	1	,166	5,666	
	7	1	1	,002	2	,963	12,400	1	,037	18,487	
	8	0	0	,941	2	,831	,122	2	,169	3,754	
	9	1	1	,093	2	,936	4,759	1	,064	9,666	
	10	1	1	,216	2	,943	3,068	1	,057	8,225	
	11	0	0	,832	2	,754	,367	2	,246	3,056	
	12	0	0	,751	2	,589	,573	2	,411	1,740	
	13	1	1	,107	2	,936	4,471	1	,064	9,382	
	14	0	0	,107	2	,966	4,466	2	,034	11,630	
	15	1	1	,621	2	,563	,852	1	,437	1,011	
	16	1	1	,166	2	,994	3,712	1	,006	13,427	
	17	1	0	,935	2	,893	,133	2	,107	4,819	
	18	0	0	,972	2	,813	,058	2	,187	3,442	
	19	1	0	,808	2	,803	,426	2	,197	3,688	
	20	1	1	,537	2	,980	1,243	1	,020	8,615	
	21	0	0	,929	2	,766	,146	2	,234	2,868	
	22	1	0	,905	2	,932	,189	2	,068	5,869	
	23	1	1	,224	2	,931	2,993	1	,069	7,740	
	24	1	1	,814	2	,860	,412	1	,140	3,589	
	25	1	1	,607	2	,792	1,000	1	,208	3,234	
	26	1	0	,724	2	,976	,646	2	,024	8,509	
	27	1	1	,329	2	,988	2,226	1	,012	10,607	
	28	1	1	,955	2	,803	,091	1	,197	2,453	
	29	0	0	,932	2	,750	,140	2	,250	2,787	
	30	0	1	,629	2	,562	,928	1	,438	,982	
	31	0	0	,683	2	,718	,762	2	,282	3,075	
	32	0	0	,994	2	,825	,012	2	,175	3,556	
	33	0	0	,920	2	,900	,167	2	,100	5,002	
	34	0	0	,800	2	,898	,446	2	,102	5,237	
	35	0	0	,930	2	,798	,146	2	,202	3,345	
	36	0	0	,867	2	,891	,239	2	,109	4,877	
	37	0	0	,797	2	,812	,453	2	,088	5,565	

Başarısızlıktan Üç yıl Önce:

		Gerçek Grup	En Yüksek Grup					İkinci En Yüksek Grup			Diskriminant Puanları
			Tahmini Grup	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık	Grup	P(G=g D=d)	Orta Noktaya Kareli Mahalonobis Uzaklık	
				p	df						Fonksiyon 1
Orjinal	Birim Sayısı	1	1	,456	1	,599	,556	0	,401	,814	-,033
	2	1	1	,082	1	,989	3,034	0	,011	11,490	2,454
	3	1	0	,548	1	,524	,362	1	,476	1,095	-,334
	4	1	1	,014	1	,997	6,017	0	,003	16,815	3,165
	5	0	0	,596	1	,553	,281	1	,447	1,249	-,405
	6	1	1	,328	1	,962	,958	0	,038	6,899	1,691
	7	1	1	,576	1	,670	,313	0	,330	1,194	,153
	8	0	0	,653	1	,861	,202	1	,139	4,399	-1,385
	9	1	1	,611	1	,688	,259	0	,312	1,297	,204
	10	1	1	,909	1	,809	,013	0	,191	2,350	,598
	11	0	0	,682	1	,601	,168	1	,399	1,532	-,525
	12	0	0	,930	1	,719	,008	1	,281	2,431	-,847
	13	1	1	,909	1	,809	,013	0	,191	2,350	,598
	14	0	0	,311	1	,940	1,025	1	,060	7,075	-1,947
	15	1	1	,207	1	,976	1,591	0	,024	8,461	1,974
	16	1	1	,154	1	,982	2,034	0	,018	9,448	2,139
	17	1	0	,851	1	,801	,035	1	,199	3,367	-1,122
	18	0	0	,522	1	,895	,409	1	,105	5,233	-1,575
	19	1	0	,842	1	,579	,216	1	,421	1,399	-,470
	20	1	1	,676	1	,910	,175	0	,090	4,268	1,131
	21	0	1	,791	1	,767	,070	0	,233	1,911	,447
	22	1	1	,952	1	,849	,004	0	,151	2,916	,772
	23	1	1	,314	1	,964	1,013	0	,036	7,046	1,719
	24	1	1	,749	1	,896	,102	0	,104	3,871	1,032
	25	1	1	,918	1	,812	,011	0	,168	2,367	,610
	26	1	0	,597	1	,876	,280	1	,124	4,737	-1,464
	27	1	1	,960	1	,847	,003	0	,153	2,882	,763
	28	1	0	,751	1	,637	,101	1	,363	1,789	-,618
	29	0	1	,331	1	,507	,946	0	,493	,456	-,260
	30	0	1	,370	1	,538	,803	0	,462	,565	-,183
	31	0	0	,948	1	,767	,004	1	,233	2,934	-1,000
	32	0	0	,902	1	,784	,015	1	,216	3,137	-1,059
	33	0	0	,308	1	,941	1,038	1	,089	7,111	-1,954
	34	0	0	,615	1	,872	,253	1	,128	4,627	-1,439
	35	0	0	,777	1	,650	,080	1	,350	1,863	-,652
	36	0	0	,728	1	,840	,121	1	,160	3,962	-1,283
	37	0	0	,968	1	,735	,002	1	,265	2,564	-,695
Çapraz Geçerlilik	1	1	0	,063	2	,519	5,540	2	,481	6,233	
	2	1	1	,133	2	,990	4,036	1	,010	12,772	
	3	1	0	,742	2	,545	,596	2	,455	1,497	
	4	1	1	,011	2	,986	8,831	1	,002	21,149	
	5	0	0	,912	2	,544	,417	2	,456	1,310	
	6	1	1	,507	2	,961	1,357	1	,039	7,200	
	7	1	1	,806	2	,663	,431	1	,337	1,241	
	8	0	0	,572	2	,849	1,116	2	,151	5,119	
	9	1	1	,661	2	,675	,829	1	,325	1,743	
	10	1	1	,944	2	,802	,115	1	,198	2,374	
	11	0	0	,948	2	,592	,329	2	,408	1,616	
	12	0	0	,888	2	,709	,238	2	,291	2,562	
	13	1	1	,864	2	,801	,283	1	,189	2,534	
	14	0	0	,497	2	,936	1,397	2	,084	7,315	
	15	1	1	,407	2	,976	1,797	1	,024	8,640	
	16	1	1	,001	2	,986	13,613	1	,014	21,513	
	17	1	0	,906	2	,851	,198	2	,149	4,224	
	18	0	0	,367	2	,883	2,007	2	,117	6,598	
	19	1	0	,551	2	,627	1,190	2	,373	2,771	
	20	1	1	,776	2	,905	,508	1	,095	4,470	
	21	0	1	,529	2	,824	1,274	1	,176	3,821	
	22	1	1	,013	2	,787	8,700	1	,213	10,787	
	23	1	1	,355	2	,962	2,073	1	,038	6,012	
	24	1	1	,313	2	,884	2,321	1	,116	5,842	
	25	1	1	,592	2	,798	1,049	1	,202	3,251	
	26	1	0	,817	2	,927	,405	2	,073	6,036	
	27	1	1	,549	2	,834	1,200	1	,166	3,892	
	28	1	0	,724	2	,679	,646	2	,321	2,688	
	29	0	1	,554	2	,522	1,180	1	,478	,814	
	30	0	1	,668	2	,549	,807	1	,451	,653	
	31	0	0	,903	2	,768	,204	2	,242	3,026	
	32	0	0	,954	2	,776	,094	2	,224	3,118	
	33	0	0	,176	2	,935	3,489	2	,065	9,351	
	34	0	0	,718	2	,883	,663	2	,137	4,881	
	35	0	0	,714	2	,634	,675	2	,366	2,315	
	36	0	0	,913	2	,832	,182	2	,168	3,926	
	37	0	0	,798	2	,722	,451	2	,278	2,904	

**Ek 3: Tanımsal İstatistikler ve Grup Ortalamaları Eşitliği Testleri
Başarısızlıktan Bir Yıl Önce:**

	Ortalama			Standart Sapma		
	Gruplar			Gruplar		
	0	1	Toplam	0	1	Toplam
SR111	-2,7125	17,2857	8,6378	33,39714	10,59841	25,06040
SR121	2,8250	25,0476	15,4378	19,85425	21,31665	23,26508
SR131	-14,0500	9,1810	-,8649	39,80424	9,27845	29,05374
SR141	,0312	7,8429	4,4649	11,16642	6,75275	9,62702
AK111	35,3938	31,7286	33,3135	10,35513	14,11843	12,60183
AK121	49,8000	3,8524	23,7216	111,05485	4,67821	75,38922
AK131	17,1500	17,2143	17,1865	14,92510	14,21518	14,32058
AK141	64,1875	69,6571	67,2919	23,10702	23,65533	23,25713
L111	29,1438	44,2571	37,7216	13,42083	20,99316	19,42956
L121	33,6250	57,7143	47,2973	17,41251	29,56270	27,53618
L131	32,3813	39,8238	36,6054	17,38916	23,67824	21,24718
K111	-12,6187	2,4714	-4,0541	31,96367	2,69075	22,07175
K121	-19,4937	30,5714	8,9216	201,68410	32,96711	134,85030
K131	-246,2250	48,4048	-79,0027	757,28802	45,53612	511,86062
GGY111	2,9500	11,2381	7,6541	22,37651	6,69571	15,83866
GGY121	138,0813	206,1762	176,7297	39,73565	69,57096	67,20500
GGY131	-31,2437	13,2429	-5,9946	90,61495	68,19814	80,64975
GGY141	91,7625	120,0952	107,8432	32,35731	17,53675	28,45341
GGY151	24,5438	1,6810	11,5676	63,38654	2,47055	42,53646

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
SR111	,839	6,698	1	35	,014
SR121	,770	10,464	1	35	,003
SR131	,839	6,730	1	35	,014
SR141	,834	6,971	1	35	,012
AK111	,979	,763	1	35	,388
AK121	,906	3,619	1	35	,065
AK131	1,000	,000	1	35	,989
AK141	,986	,495	1	35	,486
L111	,847	6,304	1	35	,017
L121	,807	8,373	1	35	,007
L131	,969	1,118	1	35	,298
K111	,882	4,678	1	35	,037
K121	,965	1,261	1	35	,269
K131	,916	3,192	1	35	,083
GGY111	,931	2,597	1	35	,116
GGY121	,741	12,232	1	35	,001
GGY131	,923	2,910	1	35	,097
GGY141	,750	11,674	1	35	,002
GGY151	,927	2,751	1	35	,106

Başarısızlıktan İki Yıl Önce:

	Ortalama			Standart Sapma		
	Gruplar			Gruplar		
	0	1	Toplam	0	1	Toplam
SR211	7,7563	12,9650	10,6500	3,32304	5,21660	5,13768
SR221	9,1437	16,8050	13,4000	4,23351	8,04445	7,59722
SR231	2,6938	7,0250	5,1000	4,04466	4,69646	4,87331
SR241	3,9875	5,7500	4,9667	2,09980	3,59656	3,11457
AK211	37,5125	29,3850	32,9972	10,76778	13,25444	12,72149
AK221	5,3375	3,6050	4,3750	7,23297	4,11243	5,68896
AK231	5,7875	12,4450	9,4861	3,09750	8,46587	7,36719
AK241	76,1813	74,8350	75,4333	20,02619	21,88846	20,79479
L211	40,4250	47,2300	44,2056	12,78481	16,57014	15,19419
L221	47,1250	59,2450	53,8583	15,43902	19,64882	18,68279
L231	39,7688	39,8550	39,8167	17,88756	19,29651	18,41916
K211	1,1375	5,6900	3,6667	4,24780	2,84029	4,16845
K221	3,6688	75,9900	43,8472	120,84227	49,79088	94,51204
K231	30,8938	114,0100	77,0694	55,20850	65,85986	73,58955
GGY211	11,3500	15,2200	13,5000	7,53976	7,73241	7,78618
GGY221	152,1938	227,1850	193,8556	34,98219	96,55192	83,74585
GGY231	-27,3000	-,3200	-12,3111	73,30908	93,60680	85,11608
GGY241	108,7688	142,5150	127,5167	10,09876	23,99360	25,40567
GGY251	1,3313	1,6000	1,4806	2,42039	1,64157	1,99797

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
SR211	,739	12,011	1	34	,001
SR221	,742	11,839	1	34	,002
SR231	,799	8,533	1	34	,006
SR241	,919	3,010	1	34	,092
AK211	,896	3,932	1	34	,055
AK221	,976	,820	1	34	,372
AK231	,793	8,897	1	34	,005
AK241	,999	,036	1	34	,850
L211	,949	1,825	1	34	,186
L221	,893	4,069	1	34	,052
L231	1,000	,000	1	34	,989
K211	,697	14,775	1	34	,001
K221	,851	5,939	1	34	,020
K231	,676	16,294	1	34	,000
GGY211	,937	2,276	1	34	,141
GGY221	,796	8,695	1	34	,006
GGY231	,974	,890	1	34	,352
GGY241	,552	27,605	1	34	,000
GGY251	,995	,157	1	34	,694

Başarısızlıktan Üç Yıl Önce:

	Ortalama			Standart Sapma		
	Gruplar			Gruplar		
	0	1	Toplam	0	1	Toplam
SR311	12,1750	13,5190	12,9378	6,52109	7,01574	6,74678
SR321	22,1938	18,3952	20,0378	25,09280	13,19483	19,04514
SR331	4,2625	8,0905	6,4351	6,27438	6,24315	6,46169
SR341	6,5875	6,7524	6,6811	4,34877	3,95191	4,06980
AK311	39,1250	32,5476	35,3919	12,11800	13,66973	13,26314
AK321	4,7375	2,5238	3,4811	6,43240	2,65780	4,73291
AK331	8,7375	7,3238	7,9351	10,02483	6,13228	7,95422
AK341	78,2250	83,4048	81,1649	15,16652	14,34118	14,72657
L311	37,5125	48,7476	43,8892	10,12626	16,46201	15,00403
L321	47,3750	62,4429	55,9270	14,81371	20,76419	19,70370
L331	36,3438	47,7714	42,8297	13,23898	18,77275	17,37119
K311	1,5687	6,2524	4,2270	4,72972	4,26798	4,99742
K321	30,3938	79,0381	58,0027	49,37763	52,42188	56,03115
K331	36,7438	198,8095	128,7270	66,04604	368,03653	289,29831
GGY311	12,0812	18,8095	15,9000	9,75276	12,20745	11,56897
GGY321	158,3250	271,0714	222,3162	46,99721	171,52826	143,08180
GGY331	-9,1063	-29,5810	-20,7270	92,48220	125,93231	111,71394
GGY341	108,9250	145,2905	129,5649	13,87321	31,88089	31,28013
GGY351	,5375	1,3000	,9703	1,05317	1,77904	1,53855

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
SR311	,990	,354	1	35	,556
SR321	,990	,355	1	35	,555
SR331	,911	3,399	1	35	,074
SR341	1,000	,014	1	35	,905
AK311	,938	2,315	1	35	,137
AK321	,945	2,044	1	35	,162
AK331	,992	,281	1	35	,599
AK341	,969	1,127	1	35	,296
L311	,859	5,766	1	35	,022
L321	,852	6,057	1	35	,019
L331	,891	4,289	1	35	,046
K311	,778	9,962	1	35	,003
K321	,810	8,217	1	35	,007
K331	,921	3,009	1	35	,092
GGY311	,915	3,265	1	35	,079
GGY321	,843	6,500	1	35	,015
GGY331	,992	,299	1	35	,588
GGY341	,659	18,106	1	35	,000
GGY351	,938	2,312	1	35	,137

Ek 4: Sınıflandırma Sonuçları

Başarısızlıktan Bir Yıl Önce^{a,b,c}

			Tahmini Grup Üyeliği		Toplam
Grup			0	1	
Orijinal	Sayı	0	13	3	16
		1	2	19	21
	%	0	81,3	18,8	100,0
		1	9,5	90,5	100,0
Çapraz Geçerlilik	Sayı	0	13	3	16
		1	2	19	21
	%	0	81,3	18,8	100,0
		1	9,5	90,5	100,0

a. Çapraz geçerlilik sadece analizdeki birimler için yapılır. Çapraz geçerlilikte, her birim o birim dışındaki tüm birimlerden elde edilen fonksiyon tarafından sınıflandırılır.

b. Orijinal Gruplanmış Birimlerin % 86,5'i doğru olarak sınıflandırılmıştır.

c. Çapraz geçerlilikte gruplanmış birimlerin %86,5'i doğru olarak sınıflandırılmıştır.

Başarısızlıktan İki Yıl Önce^{a,b,c}

			Tahmini Grup Üyeliği		Toplam
Gruplar			0	1	
Orijinal	Sayı	0	15	1	16
		1	4	16	20
	%	0	93,8	6,3	100,0
		1	20	80	100,0
Çapraz Geçerlilik	Sayı	0	15	1	16
		1	4	16	20
	%	0	93,8	6,3	100,0
		1	20	80	100,0

a. Çapraz geçerlilik sadece analizdeki birimler için yapılır. Çapraz geçerlilikte, her birim o birim dışındaki tüm birimlerden elde edilen fonksiyon tarafından sınıflandırılır.

b. Orijinal gruplanmış birimlerin % 86,i'i doğru olarak sınıflandırılmıştır.

c. Çapraz geçerlilik gruplu birimlerin %86,1'i doğru olarak sınıflandırılmıştır.

Başarısızlıktan Üç Yıl Önce^{a,b,c}

			Tahmini Grup Üyeliği		Toplam
Gruplar			0	1	
Orijinal	Sayı	0	13	3	16
		1	5	16	21
	%	0	81,3	18,8	100,0
		1	23,8	76,2	100,0
Çapraz Geçerlilik	Sayı	0	13	3	16
		1	6	15	21
	%	0	81,3	18,8	100,0
		1	28,6	71,4	100,0

a. Çapraz geçerlilik sadece analizdeki birimler için yapılır. Çapraz geçerlilikte, her birim o birim dışındaki tüm birimlerden elde edilen fonksiyon tarafından sınıflandırılır.

b. Orijinal Gruplanmış Birimlerin % 78,4'ü doğru olarak sınıflandırılmıştır.

c. Çapraz geçerlilik gruplu birimlerin %75,7'si doğru olarak sınıflandırılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Tarsus'ta doğdu. İlkokulu Adana'da, ortaokul ve liseyi ise Tarsus'ta tamamladı. 1987 yılında kazandığı Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme Bölümünden 1991 yılında mezun oldu. 1995 yılında yapılan bir sınavla, dönüşte Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesinde görevlendirilmek üzere, Milli Eğitim Bakanlığı adına Amerika Birleşik Devletleri'nde yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Yüksek lisansını Rensselaer Polytechnic Institute'de Yöneylem Araştırması ve İstatistik alanında tamamlayarak 1999 yılında Türkiye'ye döndü ve Sütçü İmam Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak mecburi hizmetine başladı. 2001 yılında Yüksek Öğretim Kurumu tarafından YÖK kanununun 35. maddesine göre İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Sayısal Yöntemler Anabilim Dalında doktora yapmak üzere görevlendirildi. Evli ve bir çocuk babası.