

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**TÜRK İMALAT SANAYİ ŞİRKETLERİNİN
PERFORMANSLARININ ÇEŞİTLİ ÇOK
DEĞİŞKENLİ YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

HÜSEYİN EKİZLER

2502120284

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. A. NEYRAN ORHUNBİLGE

İSTANBUL-2016

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**TÜRK İMALAT SANAYİ ŞİRKETLERİNİN
PERFORMANSLARININ ÇEŞİTLİ ÇOK
DEĞİŞKENLİ YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

HÜSEYİN EKİZLER

2502120284

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. A. NEYRAN ORHUNBİLGE

İSTANBUL-2016



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



DOKTORA
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : HÜSEYİN EKİZLER Numarası : 2502120284
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : SAYISAL YÖNTEMLER Danışmanı : PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE
Tez Savunma Tarihi : 29.11.2016 Saati : 13.00
Tez Başlığı : TÜRK İMALAT SANAYİ ŞİRKETLERİNİN PERFORMANSLARININ ÇEŞİTLİ ÇOK DEĞİŞKENLİ YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE		Kabul
PROF.DR.RAUF N. NİŞEL		Kabul
PROF.DR.DİLEK ALTAŞ		Kabul
DOÇ.DR.BİLGE ACAR BOLAT		Kabul
DOÇ.DR.NİHAT TAŞ		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
DOÇ.DR.TUNÇHAN CURA		
DOÇ.DR.SONA MARDİKYAN		

ÖZ

TÜRK İMALAT SANAYİ ŞİRKETLERİNİN PERFORMANSLARININ ÇEŞİTLİ ÇOK DEĞİŞKENLİ YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

HÜSEYİN EKİZLER

Performans değerlendirme, işletmeler açısından varlıklarını devam ettirebilmeleri, sürdürülebilir rekabet koşullarını sağlamaları ve süreçlerine dair iyileştirmeler yapabilmeleri için hayati öneme sahiptir.

Performans değerlendirmenin boyutlarından biri olan finansal performans, net değerlere sahip olduğu için tarafsız ve objektif şekilde ölçülebilir olmaktadır. Bu çalışmada finansal açıdan performans göstergeleri ve performansı etkileyen faktörlerin aralarındaki ilişki incelenmiştir.

Dört farklı çok değişkenli istatistik yöntem kullanılarak, performans göstergeleri olan kârlılık, verimlilik, büyüme ve piyasa performansı; performansı etkileyen faktörler olan likidite oranı, mali yapı oranı, faaliyet oranı, pazar payı, ihracatın satışlar içindeki oranı ve sermaye yoğunluğu incelenmiştir.

Kanonik Korelasyon Analizi (CCA) ile performans göstergeleri ve bu göstergeleri açıklayan faktörler bağımlı ve bağımsız olmak üzere iki gruba ayrılıp, değişkenlerin ilişkileri ve önem düzeyleri ortaya çıkarılmıştır. Kümeleme Analizi (CA) ile işletmelerin, performans göstergeleri kullanılarak kaç kümede toplanabileceği incelenmiştir. Sonrasında ise Lojistik Regresyon Analizi (LRA) ile CA sonucunda ortaya çıkan küme sayısı kullanılarak performans düzeyleri belirlenmiş olup, performansı etkileyen faktörlerin işletmelerin düşük, orta ya da yüksek düzeyde performansla sahip olmalarına etkisi ortaya konulmuştur. Son olarak ise Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) ile performansı etkileyen faktörlerin kategorik değişken olarak ele alınıp işletme performansları arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır. Kullanılan bu yöntemlerin sonuçları birlikte incelenerek, benzerlik ve farklılıklar ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İşletme Performansı, BİST, Kanonik Korelasyon Analizi, Kümeleme Analizi, Lojistik Regresyon Analizi, Çok Değişkenli Varyans Analizi

ABSTRACT

INVESTIGATING PERFORMANCES OF TURKISH MANUFACTURING INDUSTRY FIRMS BY VARIOUS MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS

HÜSEYİN EKİZLER

Performance evaluation is extremely important for firms to maintain their existence, to cope with sustainable competition conditions, and to enhance their operations.

Financial performance evaluation is assumed to be unbiased and objective as it contains net and easily interpretable indicators. In this study, the relationship between financial performance indicators and the factors that affect financial performance is investigated.

Accordingly, four different multivariate statistical methods have been utilized to evaluate profitability, efficiency, growth, and stock performance as financial performance indicators; liquidity ratio, debt ratio, activity ratio, market share, exports ratio and capital intensity as factors that affect financial performance.

Canonical Correlation Analysis (CCA) is used to identify the relationship between the variables and determine their levels of significances by assigning these performance indicators and factors affecting performance as dependent and independent groups. Clustering Analysis (CA) is utilized to evaluate the number of clusters where the firms in the data set can be assigned to, with respect to these performance measures. Consequently, Logistics Regression Analysis (LRA) is used to identify the factors that impact performance on the basis of low, medium, and high based on the number of clusters generated by CA. Finally, factors affecting performance is transformed as categorical variables and investigated whether there are differences in firm performances depending on these categories, by MANOVA. The results of these mentioned methods are examined together, similarities and differences are revealed.

Keywords: Firm Performance, BİST, Canonical Correlation Analysis, Clustering Analysis, Logistics Regression Analysis, MANOVA

ÖNSÖZ

Bu çalışmada çok boyutlu bir kavram olan işletme performansını oluşturan göstergeler ile performansı etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler, önem düzeyleri ve performans gruplarının belirlenmesinde çeşitli çok değişkenli istatistik yöntemler kullanılmakta olup, performans kavramı farklı açılardan incelenmektedir. Uygulamada kullanılan veriler BİST’de yer alan imalat sanayi işletmelerinin 2014 yılına ait finansal tablolarından elde edilen gösterge ve faktörler olup, ilk bölümde detaylıca açıklanmıştır. İstatistik yöntemler üçüncü bölümde ele alınmış ve son aşamada ise, analizlerin sonuçlarına ve değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Tez çalışmamda bana yardımcı olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve hatta çok verimli bir kariyerin sonunda emekliliğini hak etmişken dahi beni yarı yolda bırakmayan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. A. Neyran ORHUNBİLGE’ye tezimin bu aşamaya gelmesindeki büyük katkısı için, son öğrencisi olma onuruyla sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Akademik hayatım boyunca bana yol gösteren, kıymetli önerileri ve deneyimleri ile bundan sonraki aşamalarda da kendisinden daima güç alacağımı bildiğim, asistanı olmaktan gurur duyduğum, çok sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Rauf NİŞEL’e minnettarım.

Hayatları boyunca tüm imkânlarını kardeşim ve benim için seferber eden, varlıklarından her zaman güç aldığım ve çalışmamı gerçekleştirdiğim dönem boyunca desteklerini her zaman hissettiğim, tezimin başarı ile sonuçlanmasını dört gözle bekleyen annem Aysun EKİZLER, babam ERDİNÇ EKİZLER ve kardeşim Aziz EKİZLER’e gösterdikleri sabır ve özverilerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

Ayrıca dört yıllık doktora eğitimimin her aşamasında akademik ve manevi desteğini hissettiğim değerli arkadaşım Ayşen YÜCEL’e, tez yazma sürecim boyunca gösterdiği sabırla beni motive eden Nikolaj HADZIBULIC’e ve yanımda olan tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler...

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince, "2211 - Yurt İçi Doktora Burs Programı" kapsamında çalışmalarımı destekleyen TÜBİTAK’a teşekkür ederim.

İstanbul, 2016

Hüseyin EKİZLER

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İŞLETME PERFORMANSI ve İŞLETME PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1.1	İşletmelerde Performans Değerlendirme ve Önemi.....	3
1.2	İşletmelerin Performans Göstergeleri.....	5
1.2.1	Kârlılık Oranları	7
1.2.1.1	Öz Sermaye Kârlılığı	8
1.2.1.2	Aktif Kârlılığı	9
1.2.1.3	Brüt Kâr Marjı	9
1.2.1.4	Net Kâr Marjı	10
1.2.2	Piyasa Değeri Oranları	10
1.2.2.1	Fiyat – Kazanç Oranı	11
1.2.2.2	Piyasa Değeri – Defter Değeri Oranı	11
1.2.2.3	Hisse Senedi Başına Kâr Oranı	12
1.2.3	Verimlilik	12

1.2.3.1	Kısmi Verimlilik	14
1.2.3.2	Toplam Faktörlü Verimlilik	14
1.2.4	Büyüme	15
1.2.4.1	Satışlarda Artış	17
1.2.4.2	Dönem Kârında Artış	18
1.2.4.3	Öz Sermaye Artışı	18
1.2.4.4	Varlık Artışı	19
1.3	İşletmelerin Performansını Etkileyebilecek Faktörler	19
1.3.1	Finansal Oranlar	19
1.3.1.1	Likidite Oranları	21
1.3.1.1.1	Cari Oran	21
1.3.1.1.2	Asit-Test Oranı	23
1.3.1.1.3	Nakit Oran	24
1.3.1.2	Finansal (Mali) Yapı Oranları	25
1.3.1.2.1	Toplam Borç/Toplam Varlıklar (Kaldıraç) Oranı	26
1.3.1.2.2	Toplam Borç/Öz Sermaye (Borçlanma) Oranı	27
1.3.1.2.3	Öz Sermaye/Toplam Varlık Oranı	27
1.3.1.2.4	Kısa Vadeli Borçlar/Toplam Varlık Oranı	28
1.3.1.2.5	Uzun Vadeli Borçlar/Toplam Varlık Oranı	28
1.3.1.2.6	Toplam Finansal Borçlar/Toplam Borç Oranı	29
1.3.1.2.7	Maddi Duran Varlıklar/Öz Sermaye Oranı	29
1.3.1.3	Faaliyet Oranları	30
1.3.1.3.1	Alacak Devir Hızı	30
1.3.1.3.2	Stok Devir Hızı	31
1.3.1.3.3	Öz Sermaye Devir Hızı	32
1.3.1.3.4	Aktif Devir Hızı	33
1.3.1.3.5	Dönen Varlıklar Devir Hızı	33
1.3.1.3.6	Maddi Duran Varlıklar Devir Hızı	34
1.3.2	Yenilik	34
1.3.3	Kalite	35
1.3.4	Pazar Payı	36
1.3.5	İhracat	37
1.3.6	Sermaye Yoğunluğu	37

İKİNCİ BÖLÜM

İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİNDE KULLANILAN İSTATİSTİK YÖNTEMLER

2.1	Kanonik Korelasyon Analizi (CCA)	40
2.1.1	CCA Varsayımları	43
2.1.1.1	Doğrusallık	43
2.1.1.2	Çoklu Doğrusal Bağlantı	44
2.1.1.2.1	Varyans Artış Faktörü (VIF)	45
2.1.1.2.2	Tolerans	45
2.1.1.2.3	Kondisyon İndeksi (Condition Index)	45
2.1.1.3	Eşit Varyanslılık (Homoscedasticity)	46
2.1.1.3.1	Box-M Testi	46
2.1.1.3.2	Bartlett Homojenlik Testi	47
2.1.1.3.3	Levene Testi	48
2.1.1.4	Normallik	49
2.1.1.4.1	Tek Değişkenli Normallik	49
2.1.1.4.2	Çok Değişkenli Normallik	49
2.1.1.5	Uygun Örnek Büyüklüğü	50
2.1.2	CCA'da Varyans Kovaryans Matrisleri	50
2.1.3	CCA Aşamaları	54
2.1.3.1	Kanonik Fonksiyonların Oluşturulması	54
2.1.3.2	Kanonik Korelasyon Katsayılarının Anlamlılığı	54
2.1.3.2.1	Wilks'Λ Testi	55
2.1.3.2.2	Hotelling's T (Hotelling Lawley Trace) Testi	56
2.1.3.2.3	Pillai's T Testi	56
2.1.3.2.4	Roy'un En Büyük Kökü Testi	57
2.1.3.3	Gereksizlik İndeksi (Redundancy Index)	57
2.1.3.4	Kanonik Değişkenlerin Yorumlanması	59
2.1.3.4.1	Kanonik Ağırlıklar	59
2.1.3.4.2	Kanonik Yükler	59
2.1.3.4.3	Kanonik Çapraz Yükler	60
2.2	Lojistik Regresyon Analizi	61
2.2.1	Lojistik Regresyon Modeli	63
2.2.2	Lojistik Regresyon Modelinin Katsayı Tahmini	66
2.2.3	Lojistik Regresyon Modelinin Anlamlılık Testleri	68
2.2.3.1	Benzerlik Oran Testi	68

2.2.3.2	Wald Testi	69
2.2.3.3	Hosmer-Lemeshow Uygunluk Testi	71
2.2.3.4	Cox-Snell ve Nagelkarke R^2	72
2.2.4	İkiden Fazla Kategorili (Multinomial) Bağımlı Değişken ile Lojistik Regresyon Analizi.....	73
2.3	Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA)	75
2.3.1	MANOVA Türleri.....	76
2.3.1.1	İki Kategorili Bir Bağımsız Değişken ve Bir Bağımlı Değişken ile MANOVA.....	77
2.3.1.2	İki Kategorili Bir Bağımsız Değişken ve Birden Fazla Bağımlı Değişken ile MANOVA.....	78
2.3.1.3	Birden Fazla Bağımsız Değişken ve p Adet Bağımlı Değişken ile MANOVA.....	78
2.3.2	MANOVA'daki Varyans-Kovaryans Matrisleri	81
2.3.3	MANOVA'nın Varsayımları.....	82
2.3.3.1	Gözlemlerin Bağımsızlığı	83
2.3.3.2	Varyans-Kovaryans Matrislerinin Eşitliği.....	83
2.3.3.3	Çok Değişkenli Normallik	84
2.3.4	MANOVA Modeli ve İstatistik Testleri	85
2.3.4.1	Pillai's T (Pillai's Trace) Testi	86
2.3.4.2	Wilks' Λ Testi.....	86
2.3.4.3	Hotelling's T (Hotelling Lawley Trace) Testi.....	87
2.3.4.4	Roy'un En Büyük Kökü Testi.....	87
2.3.5	MANOVA Modelinin Etki Büyüklüğü	89
2.3.5.1	Tek Değişkenli Etki Büyüklüğü.....	89
2.3.5.2	Çok Değişkenli Etki Büyüklüğü	90
2.3.6	MANOVA Modelinde Anlamlı Farkların Saptanması	90
2.4	Kümeleme Analizi	92
2.4.1	Kümeleme Analizinin Varsayımları	94
2.4.2	Kümeleme Analizinde Uzaklık Ölçüleri	95
2.4.2.1	Korelasyon Ölçüleri	95
2.4.2.2	Uzaklık Ölçüleri	96
2.4.2.2.1	Öklid (Euclidean) Uzaklığı	96
2.4.2.2.2	Minkowski Uzaklığı.....	97
2.4.2.2.3	City-Block (Manhattan) Uzaklığı.....	97
2.4.2.2.4	Mahalanobis Uzaklığı	97
2.4.3	Hiyerarşik (Aşamalı) Kümeleme Yöntemleri	98

2.4.3.1.1	Tek Bağlantı Yöntemi	100
2.4.3.1.2	Tam Bağlantı Yöntemi	103
2.4.3.1.3	Ortalama Bağlantı Yöntemi	104
2.4.3.1.4	Merkezi Yöntem	106
2.4.3.1.5	Ward Yöntemi	107
2.4.4	Hiyerarşik (Aşamalı) Olmayan Kümeleme Yöntemleri	108
2.4.4.1	<i>K</i> -Ortalama Yöntemi	110
2.4.5	Küme Sayısının Belirlenmesi	112

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ

3.1	Performans Değişkenlerinin Seçimi	114
3.2	Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi ve Sonuçları.....	117
3.2.1	CCA'da Normallik Varsayımının Testi	117
3.2.2	CCA'da Çoklu Doğrusal Bağlantı Testi	118
3.2.3	CCA'da Örnek Birim Sayısı	118
3.2.4	CCA Sonuçları	118
3.3	Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları.....	128
3.4	MANOVA Varsayımlarının Testi ve Sonuçları	136
3.4.1	MANOVA'nın Varsayımları	137
3.4.2	MANOVA Sonuçları	139
3.5	Kümeleme Analizi Sonuçları	145
3.5.1	Performans Göstergeleri ile Kümeleme Analizi Sonuçları	146
3.5.2	Performansı Etkileyen Faktörler ile Kümeleme Analizi Sonuçları	150
SONUÇ		153
KAYNAKÇA		158
EKLER.....		170
ÖZGEÇMİŞ.....		189

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Kanonik Korelasyon Modeli	41
Şekil 2.3 Lojistik Eğri – Kümülatif Dağılım Fonksiyonu	64
Şekil 2.3 ANOVA-MANOVA Arasındaki Hipotez Farkları	76
Şekil 2.4 İki Kategorili Bir Bağımsız ve Bir Bağımlı Değişken için Merkezler.....	77
Şekil 2.5 İki Kategorili Bir Bağımsız ve Birden Fazla Bağımlı Değişken için Merkezler.....	78
Şekil 2.6 Birden Fazla Bağımsız ve 2 Bağımlı Değişken ile MANOVA.....	80
Şekil 2.7 Hiyerarşik Kümelemeyi Gösteren Dendogram	100
Şekil 2.8 Tek Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık	102
Şekil 2.9 Tek Bağlantı Yönteminin Dezavantajı	103
Şekil 2.10 Tek Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık	104
Şekil 2.11 Ortalama Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık	105
Şekil 2.12 Merkezi Yöntem ile İki Küme Arasındaki Uzaklık	107

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 İki Kategorili Bağımsız Değişken ile Logit Hesaplaması.....	66
Tablo 2.2 Hücrelerin Ortalamaları	79
Tablo 3.1 Likidite Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri	114
Tablo 3.2 Mali Yapı Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri	115
Tablo 3.3 Faaliyet Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri	116
Tablo 3.4 Büyüme Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri	116
Tablo 3.5 Değişkenlere Ait Pearson Korelasyon Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri	120
Tablo 3.6 Kanonik Korelasyon Testleri	121
Tablo 3.7 Kanonik Değişken Çiftlerinin Korelasyon Katsayıları.....	121
Tablo 3.8 Bağımlı Değişken Kümesi için Standardize Kanonik Ağırlıklar	122
Tablo 3.9 Bağımsız Değişken Kümesi için Standardize Kanonik Ağırlıklar	123
Tablo 3.10 Kanonik Yükler	123
Tablo 3.11 Kanonik Çapraz Yükler.....	125
Tablo 3.12 Gereksizlik İndeksi Sonuçları.....	127
Tablo 3.13 Dönüşüm Sonrası Bağımlı Değişkenlere ait Kategorilerin Sıklık ve Yüzdeleri	129
Tablo 3.14 Lojistik Regresyon Analizinde Bağımlı Değişkenin Kategorilerine ait Sıklık ve Yüzdeleri.....	130
Tablo 3.15 Log Benzerlik Testi	131
Tablo 3.16 Benzerlik Oranı Testleri	131
Tablo 3.17 Parametre Tahminleri ve Wald Testi Sonuçları	132
Tablo 3.18 ACSEL İşletmesine ait Parametre Tahminleri ve Gerçek Değerler	134
Tablo 3.19 Lojistik Regresyon Sınıflama Tablosu.....	135
Tablo 3.20 Değişken Gruplarına ait Gözlem Sayıları	138
Tablo 3.21 Box-M Testi	138
Tablo 3.22 Levene Testi.....	138
Tablo 3.23 Bartlett Testi	139

Tablo 3.24 Çok Değişkenli Testler.....	140
Tablo 3.25 Performans Değişkenleri Arası Etki Testleri.....	142
Tablo 3.26 Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma	144
Tablo 3.27 Ward Yöntemi ile Oluşturulan Kümelere Ait İşletme Sayıları.....	147
Tablo 3.28 Kümeleme Yöntemlerine göre Kümelere Ait İşletme Sayıları	148
Tablo 3.29 İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile Küme Ortalamaları	149
Tablo 3.30 Performansı Etkileyen Faktörler ile Kümelere Ait İşletme Sayıları.....	151
Tablo 3.31 Performansı Etkileyen Faktörlere Göre İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile Küme Ortalamaları.....	151



SEMBOL LİSTESİ

$\widehat{S}_{B_i}$	:	i . değişkenin eğiminin standart hatası
$ S_i $	:	i . kategoriye ait kovaryans matrisinin determinanı
CP_w	:	İki değişkenin ortalamadan farklarının çarpımları
L_0	:	Lojistik regresyonda sadece sabiti içeren fonksiyonun maks. değeri
L_1	:	Lojistik regresyonda tam benzerlik fonksiyonun maks.değeri
MD^2	:	Mahalanobis uzaklığı
O_i	:	Risk desilindeki gözlenen çıktı sayısı
P_i	:	i olayının gerçekleşme olasılığı
R^2	:	Belirlilik Katsayısı
$ S $	:	Hataların kovaryans matrisinin determinanı
SS_B	:	Gruplarası (açıklanamayan) kareler toplamı
SS_w	:	Gruپیçi (açıklanan) kareler toplamı
d_{ii}	:	i . birim ile j . birim arasındaki uzaklık
q_α	:	Tukey Gerçekten Anlamlı Fark test istatistiğı
x^*	:	Bağımsız kanonik değişken
y^*	:	Bağımlı kanonik değişken
β_0	:	Regresyon denklemindeki sabit terim
β_i	:	Regresyon denkleminin eğimi
η^2	:	Kısmi Eta Kare
Logit	:	ln tekler
Λ	:	Wilks' test istatistiğı
B	:	Bartlett test istatistiğı
M	:	Box's M test istatistiğı
T	:	Pillai's Trace test istatistiğı
V	:	Hotelling Lawley Trace test istatistiğı
W	:	Levene test istatistiğı
ε	:	Regresyon denkleminin standart hatası
θ	:	Roy'un En Büyük Kökü
λ	:	Matrisin özdeğeri

KISALTMA LİSTESİ

AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
BIC	: Bayes Bilgi Kriteri
BİST	: Borsa İstanbul
CI	: Kondisyon İndeksi
LSM	: En Küçük Kareler Metodu
ESS	: Açıklanan Kareler Toplamı
RI	: Gereksizlik İndeksi
CCA	: Kanonik Korelasyon Analizi
CA	: Kümeleme Analizi
LRA	: Lojistik Regresyon Analizi
MANOVA	: Çoklu Varyans Analizi
SRC	: Spearman Sıra Korelasyonu
TQM	: Toplam Kalite Yönetimi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi
VIF	: Varyans Artış Faktörü

GİRİŞ

Performans, önceden planlanmış etkinliklerin beklenen amaçlara yaklaşma derecesi olarak tanımlanabilmektedir. İşletmeler de belirli bir amaca yönelik olarak kurulmuş birimlerdir. Bu doğrultuda bir işletmenin performansı, belirli bir zaman sonucunda gerçekleştirilen tüm çabaların amaçlanan değerlerle ne düzeyde örtüştüğünün ölçülmesidir. Genel olarak ifade etmek gerekirse, performans işletmelerin sahip olduğu tüm varlıkların etkin şekilde kullanılması ile ulaşılan çıktının göstergesidir. Performans değerlendirme, işletmenin aldığı kararların doğruluğu, gerektiğinde iyileştirilmesi, buna bağlı olarak başarının yükseltilmesi, geleceğe dair objektif hedeflere yönelmesi ve kaynaklarını optimum şekilde kullanması açısından yol gösterici olmaktadır.

İşletme performansının değerlendirilmesi, tek bir ölçüte bağlı olmamakla birlikte; finansal göstergelerin, müşteri algısının ve faaliyet süreçlerinin ne kadar iyi yönetildiği ile alakalı olmaktadır. Bu performans boyutlarının içinde en somut olanı ve objektif olarak değerlendirilebileni, işletmelerin finansal performansıdır.

Finansal performans göstergeleri, işletmelerin bilanço ve gelir tablosunda yer alan kalemler arasındaki ilişkilerini ve zaman içindeki yönelimlerini ortaya koymaktadır. Finansal tablolardan elde edilen; kârlılık, verimlilik, büyüme hızı, piyasa göstergeleri, likidite ve mali yapı bilgileri sayesinde işletmeler, yolunda giden ve gitmeyen yönlerini görebilmekte, böylece geçmişini, mevcut durumunu ve rakiplerine kıyasla konumunu saptama imkânına sahip olmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, işletme performansını finansal açıdan etkileyen faktörlerin belirlenmesi, performansı ölçen birçok gösterge ve bu göstergeleri etkileyen birçok faktör olduğundan, bunların arasındaki ilişkilerin ortaya çıkartılması, hangilerinin daha önemli olduğunun saptanmasıdır. Bu amaca uygun, çeşitli çok değişkenli yöntemlerin uygulanabiliyor olması nedeniyle, çalışmada dört ayrı çok değişkenli istatistik yöntem kullanılmış ve performans kavramını etkileyen faktörler farklı yönlerden incelenmiştir.

Birinci bölümde, işletmelerde performans değerlendirilmesinin önemi, performans göstergeleri ve performansı etkileyeceği düşünülen faktörler detaylı olarak açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tanımlanan çok sayıdaki performans göstergeleri ve performansı etkileyen faktörlerin hangilerinin modelde yer alması gerektiğinin bulunması açısından, Spearman Sıra Korelasyonu (SRC) yardımıyla benzerlikler incelenmiş ve seçimler yapılmıştır. Sonrasında ise uygulamada kullanılacak olan Kanonik Korelasyon Analizi (CCA), Lojistik Regresyon Analizi, Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) ve Kümeleme Analizi'ne ait tanımlar, varsayımlar, varsayımların testleri ve aşamaları teorik olarak ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde ise Borsa İstanbul'da (BİST) yer alan imalat sanayi işletmelerinin 2014 yılı temel alınarak finansal performans verileri değerlendirilmiştir. Bunun için kârlılık, verimlilik, büyüme ve piyasa performansı verileri performans göstergeleri; likidite oranı, mali yapı oranı, faaliyet oranı, pazar payı, ihracat oranı ve sermaye yoğunluğu verileri de performansı etkileyen faktörler olarak alınmış ve ikinci bölümde açıklanan çok değişkenli yöntemler ile ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çıkan sonuçlar son bölümde etraflıca değerlendirilmektedir.

BÖLÜM 1. İŞLETME PERFORMANSI VE İŞLETME PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1.1 İşletmelerde Performans Değerlendirme ve Önemi

Küreselleşme ile birlikte artan rekabet ortamında işletmelerin rekabetçi kalabilmeleri ve piyasada var olabilmeleri performanslarını artırabilmelerine bağlıdır.

Gerek üretim, gerek hizmet sektöründeki bütün işletmelerin temel kuruluş nedeni belirli amaçları gerçekleştirmektir. İşletmelerin hedeflerine ulaşabilmeleri de genellikle performansları ile doğrudan ilişkilidir.¹

Performans sözlük anlamı olarak gerek insan gerek işletmeler açısından daha önceden tanımlanmış ve standardize edilmiş ölçüleri karşılayacak biçimde işleyişin sağlanması ve amacın gerçekleşmesi derecesidir. Yani performans bir işletmenin başarısını ve işletmenin amaçlarına ulaşma düzeyini nitel (kalite) ve nicel (miktar) olarak ölçebilen çok boyutlu bir kavramdır.²

İşletmelerin performanslarının belirlenmesi için, her işletmenin kendi faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve ölçüm kriterlerinin tanımlanması gerekmektedir.³

Başka bir açıdan bakıldığında ise işletmenin rakipleri ile kıyaslanabilmesi, kendi sektöründeki yerinin belirlenmesi ile iç ve dış bütün faaliyetlerinin iyileştirilip geliştirilebilmesi için performansının ölçülmesi ve bu sonuçlara göre değerlendirilmesi gerekmektedir.⁴

¹ Muammer Zerenler, "Performans Ölçüm Sistemleri Tasarımı ve Üretim Sistemlerinin Performansının Ölçümüne İlişkin Bir Araştırma", **Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Sayı 1, 2005, s. 12

² Melih Baş ve Ayhan Artar, **İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, Ankara, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 1991, s.13

³ Maris Martinsons, Robert Davison, Dennis Tse, "The Balanced Scorecard: A Foundation for the Strategic Management of Information Systems", **Decision Support Systems**, Vol. 25, 1999, s. 76

⁴ Bilge Bilgen, **Performans Ölçüm Sistemlerinin İncelenmesi**, İstanbul: II. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı, 2001

Performans değerlendirmesi, işletmedeki karar vericilerin işletmenin o anki durumunu görebilmeleri ve bunun sonucunda işletme için en doğru tercih yapmaları ve başarı oranını ykseltebilmeleri için önemlidir. Bunlara ek olarak işletmenin eksiklerini görebilmeleri ve performansa etki eden faktörleri belirleyip, bu faktörleri optimum düzeyde tutarak işletmenin hedeflerine etkin ve verimli şekilde ulaşabilmelerine imkân vermektedir.

Aslında performans; belirli bir zamanda işletmenin elde ettiği sonuçlardır. İşletmelerin yöneticileri performans verilerinden bağımsız olarak stratejik ve doğru karar veremezler.⁵ Bu nedenle her işletme için performansın ne olduğunun belirlenmesi, ölçülmesi ve daha ileri düzeye taşınması başarılı bir işletme için zorunluluktur. Performans değerlemesi için öncelikle amaçların belirlenmesi, sonrasında bu amaçlara uygun performans göstergelerinin ortaya konması ve geri bildirimin oluşturulması ve bu geri bildirimler sonucunda da iyileştirci önlemlerin alınması gerekmektedir.⁶

Modern sanayi işletmeleri için performans değerlendirme sistemlerinin tasarımı hem akademisyenler hem de araştırmacıların artarak ilgisini çekmeye başlamıştır.⁷ Birçok işletme tarafından yaygın şekilde kullanılan performans değerlendirme sistemlerinin zayıflıklarından biri de dar bir alana, tek boyutlu şekilde odaklanmalarıdır. Kaplan ve Norton (1992) bu sorunun ancak şirketlerin dengeli ölçüm benimsemeleri halinde çözülebileceğini önermektedirler.⁸

İşletmeler veya organizasyonların performans ölçümü yapmalarına ilişkin sebepler aşağıdaki gibidir:⁹

- Başarıyı belirlemek,

⁵ Semra Tetik, "İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi", **Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi**, Cilt 10, Sayı 2, 2003, s. 222

⁶ Hüseyin Aktaş, "İşletme Performansının llmesinde Parametrik Olmayan Bir Yaklaşım", **Yönetim ve Ekonomi**, Cilt 8, Sayı 1, 2001, s. 163

⁷ Andy Neely, v.d., "Designing performance measures: a structured approach", **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 17, No. 11, 1997, s. 1131-1153

⁸ Robert S. Kaplan, David Norton, "The balanced scorecard-measures that drive performance", **Harvard Business Review**, (January-February), 1992, s. 74

⁹ Charles Parker, "Performance Measurement", **Work Study**, Vol. 49, Issue 49, 2000, s. 63

- Müşteri beklentilerinin karşılanıp karşılanamadığını saptamak (şayet işletmelerde performans ölçümü yapılmazsa, müşterilerin ihtiyacı olan ürün veya hizmetlerin sağlandığından emin olunamamaktadır),
- İşletmenin gerçekleştirdiği süreçler hakkında bilgi sahibi olmasına yardımcı olmak (bildiklerini onaylayabilmek veya bilmediklerini ortaya çıkarmak),
- Sorunların darboğaza, israfa yol açtığı yerleri ortaya çıkarmak ve geliştirilebilecek alanları belirlemek,
- Kararların; duygusallığa, sezgiselliğe, veya varsayımlara bağlı olması yerine gerçek verilere dayanarak alındığından emin olmak,
- Faaliyetlerde bir ilerleme planlanmışsa, bunun fiilen gerçekleştiğini göstermek.

İşletmelerde performans değerlendirmesi, kontrol işlevinin oldukça önemli bir bölümüdür. Burada kontrol işlevi, işletmenin amaçlarını ortaya koymayı, sonrasında ise bu amaçların ne ölçüde gerçekleştiğini belirlemeyi ve aradaki farklılıkların nedenlerini ortaya koyup, iyileştirmeyi hedeflemektedir.¹⁰

Performans değerlendirmesi, sadece üst kademe çalışanlar ilgili veya işletme içindeki bir kavram olmamaktadır. İşletme paydaşları, işletmeye yatırım yapanlar veya yapacak olanlar, işletmeye kredi sağlayanlar, müşteriler ve tedarikçiler gibi birçok farklı kişi ve kuruluş verecekleri kararlarda işletmenin performansına odaklanmaktadır.¹¹

1.2 İşletmelerin Performans Göstergeleri

İşletme performansı, hem performans kriterlerinin belirlenmesi hem de bunların ölçülmesi bakımından oldukça zor olan çok karmaşık bir kavramdır.¹²

İşletmeler; ortak bir amacı gerçekleştirmek için insan kaynakların, fiziksel kaynakların ve mali kaynakların bir araya geldiği yapılardır. Bahsedilen bu kaynakların her biri

¹⁰ Sebahattin Yıldız, "Entelektüel Sermayenin İşletme Performansına Etkisi: Bankacılık Sektöründe Bir Araştırma", **Anadolu University Journal of Sciences**, Cilt 11, Sayı 3, 2011, s.12

¹¹ Ali Çoşkun, "Büyük Sanayi İşletmelerinde Kurumsal Performans Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları", **Muhasebe ve Denetim Bakış**, 2006, s. 120

¹² Paul Goodman, Johannes Pennings, **New perspectives on organizational effectiveness**, San Francisco, Jossey-Bass, 1977, s. 106

işletmeye katkı sağlamaktadır ve sonuç olarak işletme için performans değer yaratmaktır. İşletmenin değer oluşturmaya katkı sağlayan bu kaynaklar verimli kullanıldığında; yaratılan değer beklenenden büyük olmakta ve ancak bu şekilde işletmenin varlığını sürdürmesi ve büyümesi sağlanmaktadır.¹³

İşletmelerin performans ölçümleri genel bir kurala dayanarak yapılamamaktadır. Bu yüzden çalışmalarda araştırmacıların bakış açılarına göre farklı performans göstergeleri kullanılmaktadır. İşletmelerde yaratılan değerler somut olabildiği gibi soyut da olabilmektedir, aynı şekilde bu değerler operasyonel ya da finansal olarak da sınıflandırılabilir. İşletmelerin performans göstergelerini ölçerken en çok üzerinde durulan konu finansal performanstır. Çünkü finansal değerler, sayısal verilere dayanmakta ve rahatça kıyaslama yapılmasını sağlamaktadır.

Kaplan ve Norton (1996)'a göre performans kriterlerinin hiçbirinin istenileni tam olarak karşılayamamasından dolayı işletmeler, performanslarını ölçmek için çoklu performans ölçütleri geliştirmelidirler ve bu sayede hem değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilecek hem de hedeflerini gerçekleştirebileceklerdir. Çoklu performans ölçütleri aşağıdaki boyutlardan oluşmalıdır.¹⁴

- Finansal boyut; işletmenin karlılığını ölçmek adına uygun finansal performans ölçülerini kullanmak,
- Müşteri boyutu; müşteri tatminini belirlemek,
- Dahili iş süreci boyutu; işletme birimlerinin kaynakları verimli kullanıp kullanmadığını belirlemek ve yeni ürünler geliştirerek rekabet performansını ortaya çıkarmak,
- Öğrenme ve büyüme boyutu; eğitim ve geliştirme, bilgi sistemleri, çalışan tatmini ve verimliliğini ölçmek için kullanılmalıdır.

¹³ Robert B. Carton, Charles W. Hooper, **Measuring Organizational Performance**, Massachusetts, Edward Elgar Publishing, 2006, s. 3

¹⁴ Zuhiral Hogue, Lokman Mia, Manzurul Alam, "Market Competition, Computer-Aided Manufacturing and Use of Multiple Performance Measures: An Empirical Study", **British Accounting Review**, Vol. 33, 2001, s. 23-45

İşletmelerin finansal performansları; yönetim kararları ve bu kararların uygulanması sonucunda işletmenin finansal durumu ya da finansal çıktılarındaki değişimin ölçüsü olarak yorumlanmaktadır.¹⁵

Kamusal ya da özel sektörde yer alan herhangi bir işletme finansal kısıtlar içinde varlığını sürdürmek ve hissedarlarını maddi olarak tatmin etmek durumundadır. Burada finans fonksiyonunun rolü işletmenin maddi kaynaklarını yönetmek ve bahsedilen finansal kısıtlara uyumu sağlamaktır. Bu konuda başarısızlık, finansal küçülmeye, devamında ise hiç şüphesiz işletmenin varlığını sürdürememesine ve iflasına neden olacaktır.¹⁶ Finansal tablolar geçmiş dönem hakkındaki olayları ve kayıtları ortaya koysa da, hangi durumların daha önemli olduğunu ve gelecekte de nelerin önemli olabileceği hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlar.¹⁷

Performans ölçümü yapılırken kullanılan verilerin finansal olanları işletmelere ait bilanço, gelir tablosu ve faaliyet raporları ile elde edilebilirken, organizasyon ile ilgili veriler ise anket yolu ile işletmelerden toplanabilmektedir. Bu çalışmada Borsa İstanbul (BİST)'da yer alan ve imalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin performansı ve performansı etkileyen faktörler incelenecektir. Çalışmanın kapsamı ankete oranla güvenilirliği daha yüksek, genel kabul görmüş, objektif kaynaklardan elde edilecek (gelir tablosu, bilanço, faaliyet raporu) göstergelerden oluşacaktır.

Literatürde işletmelerin mali durumlarını gösteren ve sektör içindeki rakipleri ile kıyaslama imkânı veren bir çok oran (rasyo) bulunmaktadır. İşletmelerin performansını göstergeleri olarak kârlılık, verimlilik, büyüme ve piyasa (BİST) ile ilgili oranlar ele alınacaktır.

1.2.1 Kârlılık Oranları

İşletmelerin temel kuruluş ve varlığını sürdürme amacı kâr elde etmektir. Kâr düzeyinin üretim faktörlerini tatmin etmesi ve büyümeyi sağlaması gerekmektedir. Bu

¹⁵ Robert B. Carton, Charles W. Hoofer, **a.g.e.**, s. 2-3

¹⁶ David Otley, "Measuring Performance: The Accounting Perspective" **Business Performance Management: Theory and Practice**, Ed. by Andy Neely, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, s. 3-21

¹⁷ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **Finansal Yönetim ve Mali Analiz**, İstanbul, Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu (SPL) Lisanslama Sınavları Çalışma Kitapları, 2015, s. 130

nedenle işletmelerin performans analizinde kullanılan en temel yöntem kârlılık analizleridir.¹⁸ Kârlılık oranları hem işletmenin gerçekleştirdiği tüm faaliyetlerindeki kâr/zarar durumunu, hem de bu faaliyetlerinde ne ölçüde etkin ve verimli olduğunu ortaya koyan oranlardır.

Kârlılık işletmelerin birçok politika ve kararlarının en somut sonuçlarıdır. İncelenen diğer oranların birçoğu işletmenin faaliyetleri ile alakalı değişik perspektiflerden bakışlar ortaya çıkarmaktayken, kârlılık işletmenin ne ölçüde verimli yönetildiği ile ilgili kesin sonuçlar vermektedir.¹⁹

Kârlılık oranları bütün oranlar içinde en yakından takip edilen oran olmakta, hatta birçok işletme çalışanların teşvik primlerini bu oranlara göre dağıtmakta ve hisse senetleri bu oranların beklenmeyen değişimlerine göre keskin tepkiler verebilmektedir.²⁰

Çeşitli kâr rakamlarının satışlara, öz sermaye ya da aktiflere bölünmesiyle edilmekte olan kârlılık oranlarının artış trendinde olması olumlu olarak yorumlanmaktadır.²¹ İşletmelerin faaliyetlerinin etkinliğini gösteren kârlılık oranları aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

1.2.1.1 Öz Sermaye Kârlılığı

Serbest piyasa ekonomisinin geçerli olduğu yerlerde yatırım yapmaktaki amaç, kâr elde etmektir. Bu sebeple elde edilen kârla, işletmenin sermayesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi, kârlılık analizlerinde anlamlı bir gösterge olmaktadır.²²

Öz sermaye kârlılığı (return on equity), işletme paydaşlarının kaynak olarak aktardıkları yatırımın bir birimine düşen kârlılığı gösteren orandır. Öz sermaye kârlılığı, işletmenin ne derece iyi yönetildiğinin belirlenmesinde ve işletmenin

¹⁸ Aydın Karapınar, Figen Ayıkoğlu Zaif, **Finansal Analiz**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2009, s. 177

¹⁹ Fred Weston, Eugene Brigham, **Essentials of Managerial Finance**, 5th Edition, USA, The Dryden Press, 1979, s. 74

²⁰ John Graham, Scott B. Smart, **Introduction to Corporate Finance: What Companies Do**, 3rd Edition, USA, South-Western Cengage Learning, 2010, s. 45

²¹ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **a.g.e.**, s. 130

²² Öztin Akgüç, **Mali Tablolar Analizi**, Genişletilmiş 15. Baskı, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2013, s. 512

kullanımına bırakılmış olan yatırımlara ait getirinin ölçülmesinde oldukça önemli bir göstergedir.

Öz sermaye kârlılığı dönem net kârının ortalama öz sermayeye bölünmesi ile hesaplanmaktadır.²³

$$\text{Öz Sermaye Kârlılığı} = \frac{\text{Net Dönem Kârı}}{\text{Öz Sermaye}}$$

1.2.1.2 Aktif Kârlılığı

Aktif kârlılığı ya da varlık kârlılığı, işletmelerin ulaşmış oldukları büyüklük ile elde ettikleri çıktının ölçülmesinde kullanılır. Bu oran maddi ve finansal yatırımlar dahil olmak üzere işletmelerin sahip olduğu tüm varlıkların ne kadar etkin kullanıldığını göstermektedir. Aktif kârlılığı, ileride detaylıca açıklanacak olan aktif devir hızı ile net kâr marjının birleşimidir.²⁴

$$\text{Aktif Kârlılığı} = \frac{\text{Net Dönem Kârı}}{\text{Varlıklar Toplamı}}$$

Aktif kârlılığındaki artış, işletmenin satış kârlılığının veya varlıklarının toplam devir hızının arttığını göstermektedir.²⁵

1.2.1.3 Brüt Kâr Marjı

Brüt kâr marjı (gross profit margin), işletmenin diğer gelir ve giderlerin dikkate alınmadan, sadece satışlarının göz önünde bulundurularak, satışlara ait kâr marjını gösteren bir orandır. Net satışlar ile satışlara ait maliyetin farkı olarak hesaplanan, brüt satış kârının net satışlar içindeki yüzdesini göstermektedir.²⁶

$$\text{Brüt Kâr Marjı} = \frac{\text{Brüt Satış Kârı}}{\text{Net Satışlar}}$$

²³ a.e., s. 514

²⁴ Barış Ilgaz, **Oran Analizleri**, (Çevrimçi) <http://www.bilgaz.net/dosyalar/OranAnalizi.pdf>, 16.06.2015

²⁵ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **a.g.e.**, s. 132

²⁶ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 519

Brüt kâr marjı ürünün satış fiyatı ve maliyeti ile alakalı olduğundan, brüt kâr marjı incelenirken, bu kalemlerdeki değişikliklerin iyi takip edilmesi gerekmektedir. Bu oran, işletmelerin kârları hakkında bir bilgi vermekten ziyade rakip firmalarla karşılaştırma olanağı sunmaktadır.²⁷

Brüt kâr marjının standart bir değeri olmamakla beraber, işletmenin geçmiş yıllardaki brüt kâr marjı ve aynı sektördeki diğer işletmeler ile karşılaştırılarak değerlendirme yapılabilmektedir.

1.2.1.4 Net Kâr Marjı

İşletmelerin net kârı, net satışlardan, satılan ürünlerin maliyeti çıkartılıp faaliyet dışı gelirlerin eklenmesi ile hesaplanmakta ve işletmelerin dönem bazındaki bütün faaliyetlerinin sonucunu yansıtmaktadır. Net dönem kârı net satışlara oranlandığında net kâr marjını (net profit margin) elde edilmektedir.

Net kâr marjı, hesaplanırken işletmelerin faiz, vergi, hisse senedi kâr payları gibi bütün gelir ve giderleri dikkate alındığından, işletmelerin yatırımlarının, bütün faaliyet ve finansman politikalarının değerlendirilebilmesine imkân vermektedir.²⁸

$$\text{Net Kâr Marjı} = \frac{\text{Net Dönem Kârı}}{\text{Net Satışlar}}$$

Net kâr marjının hesaplanmasında kullanılan net dönem kârı, faaliyet dışı ya da olağandışı nedenlerden doğan gelir ve kayıpları da kapsadığından, işletmenin geçmiş yıllardaki net kâr marjı veya sektördeki diğer işletmelerin net kâr marjı ile karşılaştırma yapmak sağlıklı olmamaktadır.²⁹

1.2.2 Piyasa Değeri Oranları

Günümüz koşullarında işletmelerin büyüyebilmeleri için en çok tercih ettikleri durumlardan biri halka arz seçeneğidir. Halka açık işletmelerin performanslarının en

²⁷ Barış Ilgaz, **Oran Analizleri**, (Çevrimçi) <http://www.bilgaz.net/dosyalar/OranAnalizi.pdf>, 16.06.2015

²⁸ John Graham, Scott B. Smart, **a.g.e.**, s. 45

²⁹ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 519

iyi değerlendirildiği yerlerden biri de borsalardır, bu sebeple borsa verileri ile finansal tablolaradaki verilerin karşılaştırılması bu açıdan önem arz etmektedir.³⁰

Yatırım amaçlı analizlerde, işletmenin yeterli kâr sağlamasının yanında piyasa ve hisse senetlerinin de değerlendirilmesi için bu oranlar kullanılabilir. ³¹

1.2.2.1 Fiyat – Kazanç Oranı

Fiyat – Kazanç oranı hisse senedi başına düşen kâr ile hisse senedinin borsa değeri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu oran daha çok borsada bu işletmeye yatırım yapmış olanları ilgilendirmekte olup hisse başına elde edilen net kâr için yatırımcıların hisse senedine ne kadar ödeme yaptıklarını göstermektedir.

$$\text{Fiyat – Kazanç Oranı} = \frac{\text{Hisse Senedi Borsa Değeri}}{\text{Dönem Net Kârı}}$$

Fiyat – Kazanç oranı arttıkça hisse senedinin değer kazanması, azaldıkça da hisse senedinin değer kaybetmesi olarak yorumlanabilmektedir. ³²

1.2.2.2 Piyasa Değeri – Defter Değeri Oranı

Piyasa Değeri – Defter Değeri oranı, işletmenin borsada işlem görmekte olan hisse senetlerinin toplam değeri, başka bir deyişle işletmenin borsa değeri ile gerçek değeri olan öz kaynaklar toplamının ilişkisini göstermektedir.

$$\text{Piyasa Değeri – Defter Değeri Oranı} = \frac{\text{İşletmenin Toplam Borsa Değeri}}{\text{Öz Kaynaklar Toplamı}}$$

Bu oran yatırımcıların hisse senedi ile ilgili alım, satım veya elde tutma kararlarında yardımcı olmaktadır. Bu oran arttıkça işletmenin borsa değerinin arttığını ve hisse senedinin elden çıkarılmasını, azaldıkça ise satın alınması eğilimini desteklemektedir. ³³

³⁰ Cudi Tuncer Gürsoy, **Finansal Yönetim İlkeleri**, İstanbul, Doğu Üniversitesi Yayınları, 2007, s. 90

³¹ Emin Arat, Ayten Çetin, **Finansal Durum Tabloları Analizi**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, 2011, s. 138

³² Adem Çabuk, İbrahim Lazol, **Mali Tablolar Analizi**, Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2010, s. 238

³³ a.e., s. 238

1.2.2.3 Hisse Senedi Başına Kâr Oranı

Hisse senedi başına düşen kârın miktarını gösteren bu oranın yüksek olması hissedarlar açısından olumlu bir durumu yansıtmaktadır.

$$\text{Hisse Senedi Başına Kâr Oranı} = \frac{\text{Dönem Net Kârı}}{\text{Hisse Senedi Sayısı}}$$

Pay ve paydasında yer alan kalemler enflasyondan aynı şekilde etkilenmedikleri için bu oranın enflasyona karşı duyarlılığı olduğu söylenebilir.³⁴

1.2.3 Verimlilik

Verimlilik kaynakların ne ölçüde etkin ve etkili kullanıldığına ilişkin bir değer olmakla birlikte performansın daha çok fiziksel bir ölçümüdür. Verimlilik performans ölçümlerinde kullanılan ve işletmelerin değerlendirilmesini sağlayan en önemli göstergelerden biridir.³⁵ Verimlilik işletmelerin yeterliliğini ölçmede, aynı zamanda işletmelerin rakipleri ile karşılaştırmalar yapmasını sağlamaktadır. Akdeniz ve Durmaz'a (1998) göre verimlilik, bütün işletmeler için kolayca ortaya konabilmesi ve basit olmasından dolayı, çok kullanılan bir performans ölçütüdür.

Verimlilik üretim faktörleri ile bu üretimden elde edilen çıktı arasındaki ilişki olarak tanımlanabilmektedir. Aynı miktar girdi ile daha fazla çıktı elde edilmesi veya aynı miktar çıktının daha düşük girdiler ile sağlanması verimlilik artışı olarak yorumlanır. Bu ifadeye göre verimlilik genel olarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

³⁴ Adem Çabuk, İbrahim Lazol, a.g.e., s. 238

³⁵ Melih Baş, Ayhan Artar, **İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, Ankara, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 1991, s. 36

Teknik olarak ise verimlilik, "üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran" şeklinde ifade edilmektedir.³⁶

İşletmelerin kârlılığını arttırmak için izlenecek yollar satışları ve verimliliği arttırmak olmak üzere iki grupta toplanabilir. Verimlilik ile sağlanacak kârlılık artışı diğer alternatiflere göre daha etkilidir.³⁷

İşletmeler ürettikleri hizmet veya ürün için tedarikçilerinden hammadde veya yarı mamul satın alarak, bunları daha yüksek değerde satılabilen ürünlere dönüştürür ve değer yaratırlar. Bu süreçte işletmenin öz sermayesini oluşturan ortaklar, çalışanlar, kredi veren kuruluşlara ait ödenmesi gereken ücretler ve amortisman ücretleri çıkarıldıktan sonra net katma değer elde edilmektedir. Katma değer ise genel kabul görmüş bir verimlilik ölçüsü olarak kullanılmaktadır.³⁸

Verimlilik, "talep edilen bir üründe oluşan katma değeri üretebilme becerisi" olarak da tanımlanmaktadır.³⁹ İki tip verimlilik ölçüsü bulunmaktadır:⁴⁰

- Çıktının toplam girdilere oranlanması ile elde edilen toplam faktörlü verimlilik,
- Çıktının tek tek girdilere oranlanması ile kısmi verimlilik

Ölçümde sadece bir girdi kullanılmışsa kısmi verimlilik, bütün girdiler işlemlere dahil edilmiş ise de toplam faktörlü verimlilikten bahsedilir.⁴¹

³⁶ Joseph Prokopenko, **Üretkenlik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı**, Çev.: Olcay Baykal Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No. 476, 2005, s. 19

³⁷ Bülent Kobu, **Üretim Yönetimi**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2003, s. 674

³⁸ Melih Baş ve Ayhan Artar, **a.g.e.**, s. 39

³⁹ Hasan Gürak, **Küreselleşme Nereye Götürüyor? Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Verimlilik ve Gelir Dağılımı**, (Çevrimiçi) <http://econwpa.repec.org/eps/get/papers/0312/0312001.pdf>, 21.02.2016

⁴⁰ Melih Baş, Ayhan Artar, **a.g.e.**, s. 37

⁴¹ Zuhail Yırtızoğlu ve Yılmaz Kılıçaslan, "Structural Change and Productivity in the Service Sector of Turkey", **EconWorld2016@Barcelona**, 01-03 February 2016, Barcelona, Spain, s. 3

1.2.3.1 Kısmi Verimlilik

Kısmi verimlilik oranları üretim faaliyetleri sonucu elde edilen çıktının, her bir girdi faktörüne oranlanması ile edilmektedir. Girdinin türüne bağlı olarak emek verimliliği ve sermaye verimliliğinden bahsedilebilmektedir.

Üretim faaliyetine dahil olan tüm girdilerin oranları ayrı ayrı toplam çıktı ile karşılaştırılabildiğinden kısmi verimlilikler hangi girdiye ne oranda müdahale edilmesi gerektiğini belirleyen göstergeler olup, belirli bir üretim faaliyetinde ortaya çıkan toplam verimliliğin ölçüsü olarak değerlendirilmemelidirler.⁴² Çünkü kısmi verimlilik göstergeleri, işletmenin durumunu ve verimliliğini tam bir bütün olarak yeterince iyi ifade edememektedir.⁴³

Kısmi verimlilik oranlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Hammadde verimlilik oranı= Brüt Üretim Değeri / Hammadde Harcamaları
- İşgücü verimlilik oranı= Brüt Üretim Değeri / İşçi Ücretlerinin Toplamı veya
İşgücü verimlilik oranı= Brüt Üretim Değeri / Çalışan Sayısı
- Enerji verimlilik oranı = Brüt Üretim Değeri / Enerji Harcamaları
- Sermaye verimlilik oranı = Satışlar / Toplam Varlıklar

1.2.3.2 Toplam Faktörlü Verimlilik

Verimliliklerde yapılacak iyileştirmeler herhangi bir ekonomideki üretim miktarlarını da büyük ölçüde etkileyeceği için “ekonominin tüm etkinliğindeki değişimi doğru ve tam bir şekilde sağlayacak bir göstergeye gereksinim duyulduğu ortaya çıkmaktadır.” Bu da ancak üretimde kullanılan tüm girdilerdeki bileşik verimlilik değişimlerinin ölçülmesi ile mümkün olmaktadır.⁴⁴

⁴² Erol Taymaz, Ebru Voyvoda, Kamil Yılmaz, “Türkiye imalat sanayiinde yapısal dönüşüm, üretkenlik ve teknolojik değişme dinamikleri”, **ERC Working Papers in Economics 08/04**, Kasım 2008, s. 20

⁴³ Yasin Çakırel, v.d., “Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Staj Yaptıkları Büroların Ergonomi-Verimlilik İlişkisi Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Büro Yönetimi Özel Sayısı, 1, 2013, s. 27

⁴⁴ Ahmet Haşim Köse, **Büyüme ve Verimlilik**, Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi, 1992, s. 43

Toplam faktörlü verimlilik, kısmi verimliliğin aksine, toplam çıktının üretime katılan girdi faktörlerine oranlanması ile hesaplanmaktadır. Toplam faktörlü verimlilik düzeyi girdilerden ne kadar yoğun ve etkin şekilde yararlanıldığını göstermektedir.⁴⁵

$$\text{Toplam Faktörlü Verimlilik} = \frac{\text{Toplam Net Getiri (Çıktı)}}{\text{Toplam Üretim Masrafı}}$$

Toplam faktör verimliliği, üretime katkıda bulunan tüm faktörlerin etkisini dahil ettiği için uzun dönemde verimlilik düzeyini ve değişimin yönünün saptaması yanında değişimin nedenleri ile alakalı bilgiler vermektedir.⁴⁶ Ancak gelişmekte olan ülkelerde üretimde kullanılan girdi ve sonrasında elde edilen çıktı miktarlarını ölçmedeki sıkıntılar ile düzgün verilerin olmaması toplam verimlilik faktörünün ölçülmesini zorlaştırmaktadır.⁴⁷

Verimlilik, özellikle imalat sanayi sektöründe performansı belirleyen en önemli göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir.⁴⁸

1.2.4 Büyüme

İşletmelerin davranış ve faaliyetleri üzerinde önemli derecede etkili olan ekonomik amaçlarından biri olan büyüme, “hacim artışını veya nicelik olarak gelişmeyi” ifade etmektedir. Büyümeyi işletmelerin faaliyet alanlarına göre değişkenlik gösteren aşağıdaki faktörlerde meydana gelen artışlar olarak yorumlamak mümkündür.⁴⁹

- Satış miktarı/satış tutarı,
- Üretim miktarı,
- Çalışan sayısı,
- Harcanan enerji tutarı,
- Öz kaynaklar,
- Yatırım toplamı,
- Kullanılan hammadde/makine sayısı,

⁴⁵ Diego Comin, **Total Factor Productivity**, New York University and NBER: New York, s. 1

⁴⁶ Yasin Çakırel, v.d., **a.g.e**, s. 26

⁴⁷ Erol Taymaz, Ebru Voyvoda ve Kamil Yılmaz, **a.g.e.**, s. 21

⁴⁸ Li Xiaohong, David J. Hamblin, “The impact of performance and practice factors on UK manufacturing companies' survival”, **International Journal of Production Research**, 2003, Vol. 41, No. 5, s. 963-979

⁴⁹ Ömer Dinçer, **Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**, 3. Baskı, İz Yayıncılık, 1994, s. 75

- Pazar payı,
- Ürün çeşitliliği

Bahsedilen bu faktörlerden herhangi birindeki artış o değişkene ait büyüme olarak ifade edilmektedir. Ancak her hacim artışı büyüme olarak nitelendirilemez, bunun yanında nitelik olarak da gelişme sağlanmalıdır. İşletmeler için nitelik ölçütü; kullanılan teknolojinin düzeyi, yönetim tarzı, çalışan ve diğer kaynakların kapasite ve yeteneği, hissedarların sayısı olarak ele alınabilmektedir.⁵⁰ İşletmenin yapısının temeli olan maddi ve beşeri faktörlerin kalitesinin iyileştirilmesi, işletmenin daha verimli hale gelmesini sağlayacaktır.⁵¹ Büyüme sağlandıkça işletme faaliyetlerini genişletecek ve işletmenin içyapısı da değişecektir.

İşletmelerin faaliyetlerine devam edebilmeleri, rakipleri ile rekabet edebilmeleri konusunda büyüme önemli bir faktördür. Bu sayede işletme çevre baskılarına karşı koyup, rekabetçi ortama daha iyi uyum sağlayabilmektedir. Yani, işletme büyüme hedefi doğrultusunda ilerledikçe çevresini daha iyi tanıma fırsatı bulacak ve sahip olunan düzeni sürdürmek yerine, gelecekteki değişim ve yeniliklere uyum sağlayabilecektir.⁵²

Büyüme ve kârlılık üzerine literatürde birçok çalışma bulunmakla birlikte farklı görüş ve araştırma sonuçları göze çarpmaktadır. Lee (2009) 7000 Amerikan şirketi üzerinde yaptığı çalışmada işletme büyüklüğünün kârlılığı açıklamada önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmektedir.⁵³ Özgülbaş ve diğerleri (2006) İstanbul Menkul Kıymetler Borsa'sında yer alan şirketlerin 2000-2005 yılları arasındaki verilerini incelemiş ve büyük ölçekli işletmelerin, küçük ölçekli işletmelere oranla daha yüksek performansa sahip olup daha kârlı olduğu sonucuna varmışlardır.⁵⁴ Benzer sonuçlar Johnson (2007) İzlanda'da yaptığı çalışmada da karşımıza çıkmaktadır.⁵⁵ Buna karşın Kaen ve Bauman (2010) Amerikan imalat sanayii'nde yer alan şirketlerin 1987-2002

⁵⁰ Ömer Dinçer, **a.g.e.**, s. 75

⁵¹ Erol Eren, **İşletmelerde Stratejik Planlama ve Yönetim 3. Baskı**, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1990, s. 87

⁵² **a.e.**, s. 88

⁵³ Johnson Lee, "Does Size matter in Firm Performance? Evidence from U.S Public Firms", **International Journal of the Economics of Business**, 2009, Vol. 16, No. 2, s. 200

⁵⁴ Nermin Özgülbaş, Ali Serhan Koyuncugil, Fikriye Yılmaz, "Identifying the Effect of Firm Size on Financial Performance of SMEs", **The Business Review**, Vol. 6, No. 1, 2006, s. 165

⁵⁵ Bjarni Jónsson, Does the size matter? The relationship between size and profitability of Icelandic firms, **Bifrost Journal of Social Science**, 2007, Vol. 1, s. 51

yıllarındaki verilerini incelemiş ve büyük ölçeklilik ile kârlılık arasında negatif bir ilişki saptamışlardır.⁵⁶

İşletmelerin büyüme oranları; satışlardaki büyüme, dönem kârındaki büyüme, öz sermayedeki büyüme, toplam varlıklardaki büyüme ve hisse başına düşen kârdaki büyüme olarak hesaplanabilmektedir.⁵⁷ Gelişmiş ülkelerde göreceli olarak düşük bir büyüme yeterli olmaktadır, enflasyonun yüksek olduğu ülkelerde büyüme oranlarının daha yüksek olması gerekmektedir.⁵⁸

1.2.4.1 Satışlarda Artış

Satışlardaki büyümenin yeterli olup olmadığını ölçmek için işletmenin bulunduğu sektörün ortalama artışı ile karşılaştırma yapılmaktadır. Satışlardaki artışı cari fiyatlarla şu şekilde hesaplayabiliriz.⁵⁹

$$\Delta S = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} \times 100$$

ΔS = Net satışlardaki yüzdelik artış (cari fiyatlar ile)

S_t = t dönemindeki net satış tutarı (cari fiyatlarla)

S_{t-1} = t – 1 dönemindeki net satış tutarı (cari fiyatlarla)

Enflasyonun ve fiyat artışının daha hızlı gerçekleştiği ülke ve ekonomilerde cari oranlar kullanılarak hesaplanan artış oranları doğru sonuçlar vermeyeceği için satış tutarlarının, fiyat artış hızı göz önünde bulundurularak düzeltilmesi gerekmektedir.⁶⁰

$$\Delta S_r = \frac{1 + \Delta S}{1 + \Delta F} - 1$$

ΔS_r = t – 1 dönemine ait satışlardaki reel artış oranı

ΔF = t – 1 dönemine ait fiyatlardaki artış oranı

⁵⁶ Fred R. Kaen, Hans D. Bauman, Firm Size Employees and Profitability in U.S Manufacturing Industries, **Social Science Research Network**, 2003, (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=382402>, 22.02.2016

⁵⁷ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 531

⁵⁸ Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, 11. Baskı, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2015, s. 526

⁵⁹ **a.e.**, s. 526

⁶⁰ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 532

1.2.4.2 Dönem Kârında Artış

Dönem kârında cari fiyatlarla artış oranı aşağıdaki gibi hesaplanmakta ancak, yine enflasyona dayalı fiyat artış etkisinden arındırmak için düzeltme yapılması gerekmektedir.⁶¹

$$\Delta K = \frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} \times 100$$

ΔK = Dönem Kârındaki yüzde artış (cari fiyatlar ile)

K_t = Dönem Kârı (cari fiyatlarla)

K_{t-1} = Bir önceki Dönem Kârı (cari fiyatlarla)

Fiyat artış etkisinden arındırılmış dönem kârındaki artış da:

$$\Delta K_r = \frac{1 + \Delta K}{1 + \Delta F} - 1$$

ΔK_r = Bir önceki döneme göre kârdeki reel artış oranı

1.2.4.3 Öz Sermaye Artışı

İncelenen dönemdeki öz sermaye artışı cari fiyatlarla:

$$\Delta \ddot{O} = \frac{\ddot{O}_t - \ddot{O}_{t-1}}{\ddot{O}_{t-1}} \times 100$$

$\Delta \ddot{O}$ = Öz sermayede yüzde artış (cari fiyatlar ile)

$\ddot{O}_t$ = Öz sermaye tutarı (cari fiyatlarla)

$\ddot{O}_{t-1}$ = Bir önceki öz sermaye tutarı (cari fiyatlarla)

Diğer artış oranlarındaki gibi reel olarak artışı hesaplamak için bir yıllık ortalama fiyat artış hızı ile düzeltmek öz sermaye artışı için doğru değildir. Reel öz sermaye artışının hesaplanabilmesi için tüm bilanço kalemlerinin fiyat artışlarına göre düzeltilmesi gereklidir.⁶²

⁶¹ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 532

⁶² **a.e.**, s. 533

1.2.4.4 Varlık Artışı

Firmadaki varlık artışı yine cari fiyatlar ile:

$$\Delta V = \frac{V_t - V_{t-1}}{V_{t-1}} \times 100$$

ΔV = Varlık tutarındaki yüzde artış (cari fiyatlar ile)

V_t = Varlık tutarı (cari fiyatlarla)

V_{t-1} = Bir önceki varlık tutarı (cari fiyatlarla)

Öz sermayedeki reel artış hesabında gibi varlıklarda da bir yıllık ortalama fiyat artışına göre düzeltme yapmak hataya sebebiyet vermektedir. Bu yüzden her bir varlık kaleminin hangi tarihte firmanın varlık tutarına dahil edildiğinin bilinmesi ve tarih esas alınarak düzeltmeler yapılması gerekmektedir.⁶³

1.3 İşletmelerin Performansını Etkileyebilecek Faktörler

İşletmelerin performans göstergelerinden bahsettikten sonra, performansa olumlu ya da olumsuz etkisi olacağı düşünülen finansal oranlar, yenilik, kalite, büyüklük (pazar payı), ihracat ve sermaye yoğunluğu gibi faktörler açıklanacaktır.

1.3.1 Finansal Oranlar

İşletmelerin faaliyetlerinin ortaya çıkardığı finansal sonuçlar finansal tablolar ile ölçülür ve değerlendirilir. Bir işletmenin varlıklarının, borçlarının ve öz sermayesinin, işletmenin değerinin en iyi şekilde belirlenmesi ve yönetimi, finansal tabloların iyi okunması, anlaşılması ve yorumlanmasını gerektirir. Finansal analiz, bilanço ve gelir tablosunda yer alan ve her biri işletmenin farklı boyutlarını yansıtan rakamlardan, anlamlı finansal oranlar oluşturmak amacıyla özet bilgiler çıkarmak işlemidir.⁶⁴

Bu çalışmada kullanılacak finansal oranlar, gelir tablosu ve bilançodan elde edilerek oluşturulan oranlardır. Gelir tablosu ve bilançoda yer alan kalemlerin birbirlerine

⁶³ a.e., s. 533

⁶⁴ Cudi Tuncer Gürsoy, a.g.e., s. 59

oranlanması ile hesaplanan oranlar işletmelerin performanslarını finansal açıdan ölçmek için kullanılan en önemli sayısal değişkenlerdir.

Finansal tablolarda birçok kalemin olduğu göz önüne alındığında, bu kalemlerin birbiriyle karşılaştırılmasıyla çok fazla sayıda oran elde edilebilmektedir. Birbirleri ile çoğu zaman ilişkili olan bu çok sayıdaki orandan işletmenin mali durumunu en iyi yansıtanların kullanılması gerekmektedir. İşletmenin finansal durumunu incelerken, o işletmenin likidite durumunu, finansman şeklini, karlılığını, varlıklarını ne ölçüde etkin kullandığını ortaya koyan oranların hesaplanması gerekmektedir.⁶⁵

Finansal oranlar bilanço ve gelir tablosu gibi mali tablolarda yer alan kalemleri daha anlaşılır ve karşılaştırılabilir hale getirmede yardımcı olmaktadır. Örneğin farklı büyüklüklerdeki şirketlerin kârlılıkları tek başlarına anlam ifade etmeyebilir, ancak işletme sahipleri tarafından sağlanan kaynağın birim başına düşen kârı anlamına gelen kârın öz sermayeye oranı farklı büyüklükteki şirketlerin birbirleri ile kıyaslanmalarına imkân vermektedir.

Finansal oranlar yorumlanırken aşağıdaki farklı yollar izlenebilmektedir:⁶⁶

- Anlamli olduğu farklı sektörler, şirketler ve geçmiş deneyimlere göre kabul edilmiş, genel geçerliliği olan değerler ile kıyaslama (örneğin işletmenin cari oranının 2 olması işletmenin kısa vadeli borç ödeme gücünün yeterli olduğunu göstermektedir)
- Birbirleri ile ilişkili olan finansal oranların beraber yorumlanması ve böylece daha anlamlı sonuçların elde edilmesi
- İşletmenin performansını geçmiş yıllardaki aynı oranlar ile karşılaştırılması
- İşletmenin aynı endüstri kolundaki rakiplerinin oranları ile kıyaslanması

Geleneksel finansal analizde bir firmanın geçmişteki performansını değerlendirmek için firmanın finansal tabloları beş açıdan analiz edilmektedir:⁶⁷

- Likidite Oranları,
- Mali Yapı Oranları ya da Finansal Kaldıraç

⁶⁵ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 430

⁶⁶ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 430-432

⁶⁷ Adem Çabuk ve İbrahim Lazol, **Mali Tablolar Analizi**, Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2010, s. 207

- Faaliyet Oranları,
- Kârlılık Oranları,
- Borsa Performans Oranları'dır.

Likidite, faaliyet ve mali yapı oranı öncelikli olarak riski, kârlılık oranları getiriye, borsa performans oranları ise hem riski hem de getiriye ölçmektedirler.⁶⁸

1.3.1.1 Likidite Oranları

Likidite oranları genel olarak işletmelerin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü göstermektedir. İşletmeler kârlı olmalarına rağmen, özellikle kısa vadeli borçlarını ödemede sıkıntıya düşebilmektedirler. Çünkü kısa vadeli borçlar işletmenin sağladığı kârlardan değil, borç vadesinde mevcut likit varlıklarla (dönen varlıklar) ödenmektedirler.⁶⁹ Burada dönen varlıktan kastedilen, işletmenin nakit olarak elinde tuttuğu veya nakde çevrilebilir değerleri ile bir yıldan kısa vadeli alacaklar ve stok kalemleridir.

Likidite oranları, işletmelerin likiditesi açısından dönen varlıkların ne kadar yeterli olduğunu saptayan oranlardır. Beklenmedik piyasa şartlarında işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilme becerisini gösteren likidite oranları, işletmelere borç verenler açısından çok önemlidir.⁷⁰ Tekbaş ve diğerlerine (2015) göre kısa vadeli kreditorlerin yani bankaların en fazla önem verdiği oran grubudur.

İşletmelerin kısa vadeli borçlarının karşılanma derecelerinin hesaplanmasında *Cari Oran*, *Asit-Test Oranı* ve *Nakit Oran* olmak üzere üç farklı oran kullanılmaktadır.

1.3.1.1.1 Cari Oran

En çok kullanılan ve referans gösterilen likidite oranlarından biri olan cari oran, tüm likit varlıkları tüm kısa süreli borçlarla karşılaştırmaktadır.

⁶⁸ Lawrence J. Gitman, Chad J. Zutter, **Principles of Managerial Finance**, 13th Edition, Boston, Prentice Hall Publishing, 2011, s. 70

⁶⁹ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 92

⁷⁰ Barış Ilgaz, **Oran Analizleri**, (Çevrimiçi) <http://www.bilgaz.net/dosyalar/OranAnalizi.pdf>, 10.06.2015

Cari oran, işletmelerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için gerekli olan dönen varlıkların kısa vadeli borçlara bölünmesi ile hesaplanmaktadır.⁷¹

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Cari oran temel olarak, işletme sermayesinin yeterliliğini ve borç ödeyebilme kapasitesini göstermektedir.

Cari oran ile, işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücü ve dönen varlıklarının ne ölçüde yeterli olduğu ortaya konulur.⁷² Bu anlamda cari oran oldukça belirleyici bir ölçü olarak kabul edilmektedir.

Genel olarak, cari oranın 2 olmasının yeterli olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile dönen varlıkların, kısa süreli borçların iki katı olması işletmenin likidite sorunu olmadığını göstermektedir. Cari oranın 2'nin çok üzerinde olması durumunda da işletmenin elinde verimli kullanılmayan, atıl durumda olan dönen varlıkların olduğu ifade edilmektedir.⁷³ Cari oranı 1'den az olan işletmelerin dönen varlıkların oldukça düşük olduğuna işarettir. Bu durumda işletmenin günlük finansal işlemlerini zorlukla ve likidite kısıtlılığı içinde yürüttüğünü göstermektedir.⁷⁴

Cari oranın yüksek olması her zaman iyi olarak değerlendirilmelidir. Cari oranın düşük olması işletme sermayesi ihtiyacı yüksek olan, bir başka ifadeyle alacak tahsil süresi uzun olan ve çok fazla stok bulundurmak zorunda olan işletmeler için daha fazla tehlike oluşturmaktadır.⁷⁵

Aslında önemli olan dönen varlıkların mutlak büyüklüğü değil, nakde dönüşüm hızıdır. Örneğin; stokların aşırı yüksek olması cari oranı arttırmaktadır ancak bahsedilen stoklar kısa süre içinde nakde çevrelemiyorsa, işletme kısa vadeli borçlarını ödemede sıkıntıya düşebilmektedir.⁷⁶

⁷¹ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 100

⁷² Şerafettin Sevim, **Mali Tablolar Analizi**, Kütahya, Ekspres Matbaası, 2003, s. 219

⁷³ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 476

⁷⁴ Atilla Gönenli, **İşletmelerde Finansal Yönetim**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1988, s. 78

⁷⁵ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **a.g.e.**, s. 124

⁷⁶ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 101

1.3.1.1.2 Asit-Test Oranı

Dönen varlıklar içinde en düşük likiditeye sahip olan varlıklar stoklardır. Stokların zamanında ve olması değerinde nakde çevrilememesi durumunda, vadesi gelen borçların ödenmesi problem teşkil edebilmektedir. Cari oranda tüm dönen varlıklar hesaplama dahil edildiğinden işletmenin durumu genel olarak saptanabilmekte ve bazen yeterli sonuç elde edilememektedir. Böyle durumlarda daha hassas olan asit-test oranı ya da diğer adıyla “likit oran” kullanılmaktadır.⁷⁷ Cari oran “stokların dönen varlıklar içerisinde likiditesi en düşük kalem” olduğunu göz ardı etmektedir, bu durum ancak asit-test oranı ile daha net şekilde gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle Asit-Test oranı cari oranın tamamlayıcısı niteliğindedir.

Gürsoy’a (2014) göre asit-test oranının cari orandan farkı, likiditesi en az olan stoklar ve diğer dönen varlıklar kalemlerinin payda yer almasıdır. Aslında asit-test oranı ile görülmek istenen: “Firma stoklarını satamasa bile kısa süreli borçlarını ödeyebilecek midir?” sorusuna cevap bulabilmektir.

Asit-test oranı dönen varlıklardan stokların çıkarılması ile elde edilen değerlerin kısa vadeli borçlara bölünmesi ile hesaplanmaktadır⁷⁸:

$$\text{Asit – Test Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Ancak işletmenin stoklar gibi hızlıca paraya çeviremeyeceği kalemler de mevcut olabilir. Bu gibi durumlarda dönen varlıklardan stokları çıkarmak yerine dönen varlıklar içindeki hızlıca paraya çevrilebilecek kalemleri toplayarak da sonuca gidilmektedir. Bu haliyle işletmenin hızlıca paraya çevirebileceği kaynaklar olarak; hazır değerler, menkul kıymetler ve kısa vadeli alacaklar olacağından, bu kalemlerin toplamı kısa vadeli borçlara bölünecektir. Bu haliyle asit-test oranı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.⁷⁹

⁷⁷ Metin Coşkun, “Finansal Analiz”, Ed: Nurhan Aydın, **Finansal Yönetim**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2004, s. 49

⁷⁸ Göktuğ Cenk Akkaya, Erhan Demireli, “Analitik Hiyerarşi Süreci İle Kredi Derecelendirme Analizi Üzerine Bir Model Önerisi”, **Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 19, Sayı 1, 2010, s. 319-335

⁷⁹ Süleyman Yükçü, v.d., **Finansal Yönetim**, İzmir, Vizyon Yayınları, 1999, s. 387-388

$$\text{Asit – Test Oranı} = \frac{\text{Hazır Değerler} + \text{Menkul Kıymetler} + \text{Kısa Vadeli Alacaklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Ülkemizde işletmeler finansmanda genellikle kısa süreli kaynakları kullandıklarından, likidite oranları Batı ülkelerine göre daha düşüktür. Asit-test oranının genel olarak 1 olması yeterli olarak kabul edilmiştir, ancak Türkiye’deki işletmelerde 0,65-0,80 arasındaki değerler normal karşılanmaktadır.⁸⁰

Bu oranın istenilen düzeyde olması işletmenin kısa vadeli borçlarını nakit ve nakde kolay çevrilebilen kaynaklarla karşılayabileceğini göstermektedir. Asit-test oranı beklenen düzeyinin altında olduğunda işletmenin kötü bir tablo çizdiğini düşünmek doğru olmayabilir. Stok devir hızı yüksek bir işletme, kısa vadeli borçlarını kolayca nakde çevirebilecektir. Tam tersi bir durumda yani, asit-test oranı beklenen düzeyde olup alacak devir hızı düşük veya düşme eğilimi gösteren bir işletmenin kısa vadeli borçlarını karşılamada sıkıntılarla karşılaşabileceği göz önünde tutulmalıdır.

1.3.1.1.3 Nakit Oran

Asit-test oranında kolayca nakde çevrilebilecek kalemler ve kısa vadeli alacaklar göz önünde bulundurulmaktadır. Alacakların tahsil edilemediği durumda, işletmenin kısa vadeli borçlarının ne kadarını ödemeye yeterli kaynağı olduğunu ölçen orana nakit oranı adı verilmektedir.⁸¹ Likidite oranları içinde en hassas nakit orandır.

Nakit oran işletmenin en kötü senaryodaki gücünü gösteren orandır. İşletmenin, hem stoklarını kolayca nakde çeviremediği, hem de kısa vadeli alacaklarını tahsil edemediği durumda kısa vadeli borçlarını ödeyebilme yeteneğinin ölçüsüdür. Nakit oran dönen varlıklardan kısa vadeli alacaklar ve stokların çıkarılması ile elde edilen değer kısa vadeli borçlara bölünmesi ile hesaplanmaktadır:

$$\text{Nakit Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - (\text{Kısa Vadeli Alacaklar} + \text{Stoklar})}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

⁸⁰ Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 47

⁸¹ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 102

ya da nakit veya nakde kolay çevrilebilecek menkul kıymetlerin kısa vadeli borçlara bölünmesi ile hesaplanabilir:

$$\text{Nakit Oran} = \frac{\text{Hazır Değerler} + \text{Serbest Menkul Değerler}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Nakit oran, işletmenin acil para durumunu ölçmesi nedeniyle, cari oran ve asit-test oranına göre daha duyarlı bir ölçüm yapmaktadır. Bu sebeple, birinci derece likidite oranı olarak da adlandırılmaktadır.⁸²

Akdoğan ve Tenker'e (2001) göre bu oranın 0.20'nin altına düşmemesi gerekmektedir, aksi halde işletmenin maddi olarak sıkıştığı ve işletmenin yeni para kaynakları bulması gerektiği belirtilmektedir. Ancak bu oranın çok yüksek olması da, işletmenin nakit fazlası olduğunu ve bunları verimli olarak değerlendiremediğini gösterdiği için, olumlu bir durum olarak kabul edilmemektedir.

1.3.1.2 Finansal (Mali) Yapı Oranları

Mali yapı oranları işletmenin varlıklarının finansmanının hangi düzeyde borçlanma ile yapıldığını ölçen oranlardır.⁸³ Başka bir ifadeyle, finansmandaki dış kaynakların miktarını belirleyen oranlardır. İşletme dışından gelen sermaye ile öz sermaye arasındaki ilişkiyi gösteren mali yapı oranları, işletmenin doğru şekilde finanse edilip edilmediği ya da kredi sağlayanların yeterince kendilerini emniyet alıp almadığı sorularına cevap vermektedir.

Finansal kaldıraç, borçlanmanın kârlılık üzerindeki etkisi anlamına gelmektedir. Kârlılık üzerinde olumlu etkisi olan borçlanmada aşırılığa gidilmesi hissedarların finansal riskini arttırmaktadır. Borçlanma derecesi işletmelerin mevcut borç yükünün ne kadar olduğunu göstermede büyük önem taşımaktadır.⁸⁴

İşletmenin borçlanma derecesi finansal kaldıraç oranları olarak bilinen borç oranı, toplam borç ile öz sermaye oranı, uzun vadeli borçların oranı ve faizlerin karşılanma

⁸² Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2001, s. 614

⁸³ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **a.g.e.**, s. 124

⁸⁴ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 90

oranı ile ölçülmektedir. Bu oranlar işletmelerde borçlanmanın olumlu ve olumsuz etkilerini dengeleyici bir finansal yapıya sahip olup olmadığını gösterir.

1.3.1.2.1 Toplam Borç/Toplam Varlıklar (Kaldıraç) Oranı

Kaldıraç oranı olarak da literatürde geçen bu oran, işletme varlıklarının ne kadarının dış kaynaklarla finanse edildiğini gösterir. Toplam borcun toplam varlıklara bölünmesi ile elde edilen bu oran için finansal kaldıraç denilmesinin nedeni, işletmelerin ortakları ve işletmeye kredi verenlerin beklentilerinin ters düzeyde olmasındandır. İşletme ortakları kaldıraç oranının belirli bir düzeye kadar yüksek olmasını isterken, kredi verenler ise düşük olmasını beklemektedirler. Ortaklar açısından bu miktar sermaye maliyetinin en az olduğu düzeydir.⁸⁵

Kaldıraç oranı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:⁸⁶

$$\text{Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Toplam Borçlar}}{\text{Toplam Varlıklar}}$$

Gelişmiş ülkelerde kaldıraç oranının 0.50'nin altında olması beklenirken, gelişmekte olan ülkelerde 0.70'lere kadar çıkmaktadır.⁸⁷

Kaldıraç oranının giderek artması şirketin iflas riskini yükseltmektedir ve oranın artış göstermesi olumsuz bir gelişmedir. Borç kullanmanın maliyeti olmakta ve anapara ile ona ait faizin geri ödenmesi şirkete yükümlülükler getirmektedir. Eğer şirketin kârlılığı istikrarsızsa ya da azalan bir eğim gösteriyorsa, yüksek kaldıraç oranı şirketi iflasla karşı karşıya bırakabilir.⁸⁸

⁸⁵ Metin Coşkun, **a.g.e.**, s.51

⁸⁶ Arindam Banerjee, Anupam De, "Determinants of Corporate Financial Performance Relating to Capital Structure Decisions in Indian Iron and Steel Industry: An Empirical Study", **Paradigm**, Vol. 18, No. 1, 2014, s. 35-50

⁸⁷ Metin Coşkun, **a.g.e.**, s.51

⁸⁸ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., **a.g.e.**, s. 125

1.3.1.2.2 Toplam Borç/Öz Sermaye (Borçlanma) Oranı

Borçlanma oranı, işletmenin tüm borçlarının öz sermayesi ile karşılaştırılması amacıyla kullanılmakta ve işletmenin toplam borçlarının öz sermayeye bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Borçlanma Oranı} = \frac{\text{Toplam Borçlar}}{\text{Öz Sermaye}}$$

Bu oran şirketin her 1 birimlik öz sermayesine karşılık kaç birimlik toplam borcu olduğunu göstermektedir. Bu sebeple borçlanma oran finansal yapının bileşimi hakkında da bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. Borçlanma oranı ne kadar yüksekse, işletmenin iflas riski de o derecede yüksek olmaktadır. Artan borçlanma oranı özellikle istikrarlı olmayan bir kâr trendi ile gözlemleniyorsa, bu durum işletme için finansal olarak önemli problemler yaratabilmektedir.⁸⁹

Borçlanma, işletmenin mali bağımsızlık derecesini göstermekte, birden büyük olması kredi verenlerin işletme sahiplerine kıyasla o işletmeye daha fazla yatırımda bulunmuş olduğu anlamına gelmektedir. Aynı zamanda işletmenin borçlarının yüksekliğinden kaynaklı ağır bir faiz yükü altında bulunduğunu ve alacaklıların kâr marjının düşük olduğunu da göstergesidir.⁹⁰

1.3.1.2.3 Öz Sermaye/Toplam Varlık Oranı

Bu oran işletmenin sahip olduğu varlıkların ne kadarının işletme ortakları tarafından karşılandığının göstergesidir. Bu oranın yüksek olması işletmenin iflas riskini düşürmekte ve oranın artış trendinde olması olumlu bir gelişme olarak yorumlanmaktadır.⁹¹ Oranın yüksek olması işletmenin uzun vadeli borçlarını ve bu borçlara ait faizleri ödemede güçlük çekme olasılığının düşük olduğunu göstermektedir.

⁸⁹ a.e., s. 125

⁹⁰ Öztin Akgüç, a.g.e., s. 480

⁹¹ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., a.g.e., s. 125

$$\text{Öz Sermaye/TV Oranı} = 1 - \text{Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Öz Sermaye}}{\text{Toplam Varlıklar}}$$

Kaldıraç oranının 1'den çıkarılması ile de hesaplanabilen bu oran öz sermayenin, toplam varlık içindeki payını göstermektedir.

1.3.1.2.4 Kısa Vadeli Borçlar/Toplam Varlık Oranı

Bu oran, varlıkların finansmanında yararlanılan kısa vadeli dış kaynakların miktarını vermektedir.

$$\text{KVB/TV Oranı} = \frac{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}{\text{Toplam Varlık}}$$

Genelde sanayi işletmelerinde oranın 0.30'dan fazla olmaması beklenmektedir. Özellikle duran varlıkların, kısa vadeli yabancı kaynaklarla finanse edilmesi hiç istenmemektedir. Böyle bir durumda işletmenin net çalışma sermayesi sıfırın altında olacağından, işletme faaliyetlerini sürdürürken dış kaynak sağlayanların baskısı ile karşılaşacaktır.⁹²

Ticaret ve hizmet sektöründe faaliyet göstermekte olan işletmelerde bu oran, sanayi işletmelerine göre daha yüksek olmaktadır.⁹³

1.3.1.2.5 Uzun Vadeli Borçlar/Toplam Varlık Oranı

Bu oran aktiflerin finansmanında yararlanılan uzun vadeli dış kaynakların miktarını vermektedir.

$$\text{UVB/TV Oranı} = \frac{\text{Uzun Vadeli Borçlar}}{\text{Toplam Varlık}}$$

⁹² Nalan Akdoğan ve Nejat Tenker, **a.g.e.**, s. 621

⁹³ Metin Coşkun, **a.g.e.**, s. 51

Sanayi işletmelerinde duran varlıkların toplam varlıklar içindeki oranı daha büyük olduğundan, bu oranın yüksek çıkması normaldir.⁹⁴ Ayrıca uzun vadeli borçlanma, işletmenin kredi değerliliğinin yüksek olduğunu da gösterebilmektedir.⁹⁵

Uzun vadeli kredi kullanımı yıllık faiz yükünü artıracığından, işletme hissedarlarının kâr payları azalacak ve işletme ekonominin durgunluğa girdiği dönemlerde borç taksitlerini ödemede güçlüğü düşecektir. Satışları istikrarlı olan ve uzun zamandır aynı sektörde faaliyet gösteren piyasa payı yüksek firmalar ile sermaye yoğun teknoloji kullanan ya da büyük hacimli yeni yatırımlara yönelen firmalarda oranın yüksekliği kabul edilebilmektedir.⁹⁶

1.3.1.2.6 Toplam Finansal Borçlar/Toplam Borç Oranı

Toplam borçlar içinde en riskli olan borç, yüksek maliyetinden dolayı finansal borçlardır. Diğer borçlar finansal borçlara göre ya daha düşük ya da tamamen maliyetsiz borçlardır.⁹⁷ Bu nedenle işletmenin yükümlü olduğu borçların finansal olma oranı da önem kazanmaktadır.

$$\text{TFB/TB Oranı} = \frac{\text{Toplam Finansal Borçlar}}{\text{Toplam Borçlar}}$$

1.3.1.2.7 Maddi Duran Varlıklar/Öz Sermaye Oranı

Maddi duran varlıkların -arazi, bina, tesis, araç, cihaz vb.- finansmanında öz sermayeden hangi oranda faydalandığını göstermektedir. Bu oran 1 olduğunda bütün maddi duran varlıkların işletmenin kendi öz sermayesinden ödendiği anlaşılmaktadır. Oran 1'den büyükse duran varlıkların bir kısmının kısa vadeli yabancı kaynaklardan finanse edildiğini göstermekte, ve öz sermaye kârlılığını düşürdüğü için istenilen bir durum olmamaktadır.⁹⁸

⁹⁴ a.e., s. 51

⁹⁵ Öztin Akgüç, a.g.e, s. 483

⁹⁶ a.e., s.39

⁹⁷ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., a.g.e., s. 126

⁹⁸ Metin Coşkun, a.g.e., s. 52

$$\text{MDV/Öz Sermaye Oranı} = \frac{\text{Maddi Duran Varlıklar}}{\text{Öz Sermaye}}$$

1.3.1.3 Faaliyet Oranları

İşletmeler faaliyetlerini sürdürebilmek için dönen ve duran varlıklara önemli miktarlarda yatırım yapmaktadırlar. Faaliyet oranları, görece olarak daha az varlıkla daha fazla iş hacmi (satış) gerçekleştirmek anlamına gelen varlık kullanım etkinliğini ölçmektedirler.⁹⁹ Faaliyet oranları işletmelerin kaynaklarını ne kadar verimli kullandığını ölçen oranlardır, bu oranlar farklı varlık hesaplarında satış ve yatırım derecelerinin kıyaslamalarını içermektedirler.¹⁰⁰

Çalışma durumu analizlerinde, işletme varlıklarının kullanım etkinliği analiz edilmektedir. Bunun için girdi ve çıktılar arasında anlamlı ilişkiler kurulmaya çalışılmaktadır. Verimlilik hesabında varlık ve kaynak unsurlarının belirli bir dönemde kaç kez devredildiğini gösteren devir hızları kullanılmaktadır. Burada amaç, girdi özelliğindeki varlık ve kaynak başına, işletmenin elde ettiği çıktının yeterliliğinin ortaya konmasıdır.¹⁰¹

Faaliyet oranları,¹⁰²

- (i) bilanço kalemlerini birbirlerine bölünmesi, yani belli andaki bir tutarın diğer bir tutara bölünmesi yoluyla,
- (ii) dönemsel bir tutarı belli bir andaki tutara örneğin bilanço kalemlerinin gelir tablosu kalemlerine bölünmesi yoluyla,
- (iii) dönemsel bir tutarın dönemsel bir tutara bölünmesi yoluyla da hesaplanmaktadır.

1.3.1.3.1 Alacak Devir Hızı

İşletmenin alacaklarının nakde dönüşme hızını gösteren alacak devir hızı, aynı zamanda işletmenin alacaklarını tahsil etme becerisini ve likiditesini de

⁹⁹ Cudi Tuncer Gürsoy, **a.g.e.**, s. 90

¹⁰⁰ Fred Weston, Eugene Brigham, **Essentials of Managerial Finance**, 5th Edition, USA, The Dryden Press, 1979, s. 71

¹⁰¹ Aydın Karapınar, Figen Ayıkoğlu Zaif, **a.g.e.**, s.168-169

¹⁰² Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 430-432

göstermektedir. İşletmenin alacakları uygun süre içinde tahsil edilebildiği sürece likiditesi yüksek değerler olarak kabul edilmektedir.¹⁰³

Alacak devir hızı, yani dönüşüm çabukluğu satışların alacaklara bölünmesi ile hesaplanmaktadır:

$$\text{Alacak Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Ticari Alacaklar}}$$

Alacak devir hızı, bir dönemde müşteriye kaç kere satış yapıldığını ve/veya satışlardan oluşan alacak stokunun kaç kez tahsil edildiğini göstermektedir. Alacak devir hızından yararlanarak alacakların ortalama kaç günde tahsil edildiği de, bir yılın 360 gün olduğu düşünülürse, aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.¹⁰⁴

$$\text{Ortalama Tahsilat Süresi} = \frac{360}{\text{Alacak Devir Hızı}}$$

Alacak devir hızında gözlenen yükselme, işletmenin aynı düzeydeki bir iş hacmi için daha az finansmana gereksinim duyduğunu, yani daha az işletme sermayesini alacaklara bağladığını gösterdiğinden, genellikle olumlu bir gelişme olarak yorumlanmaktadır.¹⁰⁵

1.3.1.3.2 Stok Devir Hızı

Bir işletmedeki stokların nakde çevrilebilme hızını ortaya koymakta aynı zamanda bir işletmedeki stokların dönem içerisinde kaç kez yenilendiğini de göstermektedir.¹⁰⁶ Bu oran ürünlerin hangi hızda satabildiğinin bir göstergesidir.¹⁰⁷

Stok devir hızı, satışların maliyetinin ortalama stok tutarına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Ortalama stoklar ise dönem başında ve sonundaki stokların aritmetik ortalaması alınarak bulunabilmektedir:

¹⁰³ a.e., s. 44500

¹⁰⁴ Aydın Karapınar ve Figen Ayıkoğlu Zaif, a.g.e., s. 172

¹⁰⁵ Öztin Akgüç, a.g.e., s. 502

¹⁰⁶ Metin Coşkun, a.g.e., s. 53

¹⁰⁷ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., a.g.e., s. 128

$$\text{Stok Devir Hızı} = \frac{\text{Satışların Maliyeti}}{\text{Ortalama Stoklar}} = \frac{\text{Satışların Maliyeti}}{(\text{Dönem Başı Stoklar} + \text{Dönem Sonu Stoklar})/2}$$

Stokların devir hızındaki artış, genel olarak stokların daha etkin bir biçimde yönetildiğini göstermektedir. Diğer koşullar aynı kalmak üzere, stok devir hızının yükselmesi, hem işletmenin daha fazla kâr etmesine imkân sağlamaktadır, hem de belirli bir iş hacmine ulaşmak için finansman gereksinimini azaltmaktadır. Yani işletme stok devir hızı arttıkça stoklara daha az kaynak ayırabilecek ve daha etkili olabilecektir.¹⁰⁸

Stok devir hızının yavaş olmasının veya yavaşlama eğilimi göstermesinin, stok maliyetlerinin yükselmesi, işletmenin finansman gereksiniminin artması, stokta bulunan malların çeşitli nedenlerle (tüketici zevklerinde değişme, fiziki özelliklerin ve kalitenin bozulması, kullanım süresinin dolması, daha iyi rakip malların ortaya çıkması) satış olanağını yitirme olasılığının fazlalaşma gibi riskleri bulunmaktadır.¹⁰⁹

1.3.1.3.3 Öz Sermaye Devir Hızı

Bir işletmenin sermayesini ne ölçüde verimli kullanıldığını gösteren öz sermaye devir hızı işletmenin belirli bir dönemdeki net satışlarının öz sermayesine bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Öz Sermaye Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Öz Sermaye}}$$

Öz sermaye devir hızı, değişik yorumlara yol açabilecek oranlardan biridir. Öz sermaye devir hızının yüksek olması; işletmenin sermayesini ekonomik ve etkin biçimde kullandığı gösterebileceği gibi, firmanın öz sermayesinin yetersiz oluşunun ve işletmenin finansmanında geniş ölçüde yabancı kaynaklardan yararlanmasının bir sonucu da olabilmektedir.¹¹⁰ Bu durumda işletmenin mali yapısını incelemek gerekmektedir. İşletmenin öz sermayesi yeterli ise, öz sermaye devir hızı yüksek olan bir işletmenin sermayesini etkin şekilde kullandığı sonucu çıkarılabilmekte; aksi

¹⁰⁸ Öztin Akgüç, a.g.e., s. 492

¹⁰⁹ a.e., s. 492-293

¹¹⁰ a.e., s. 508

durumda ise işletmenin büyük ölçüde yabancı kaynaklarla finanse edildiğini ve öz sermayesinin yetersiz olduğunu göstermektedir.

İşletmeler büyüdükçe finansman politikalarının daha dikkatli bir şekil aldığı görülmektedir. Büyük ve eski işletmelerdeki öz sermaye devir hızı, küçük ve yeni işletmelere göre genellikle daha yavaş olmaktadır.¹¹¹

1.3.1.3.4 Aktif Devir Hızı

Aktif devir hızı, işletmelerin sahip oldukları varlıklar ile ortaya koyduğu satış hacmini gösteren orandır. Bu oran varlıklara yüksek miktarda yatırım olup olmadığını, bir başka ifadeyle işletmelerin aktif büyüklüklerinin gereksiz yere büyütülüp büyütülmediğini göstermektedir.

Net satış tutarının varlık toplamına başka bir deyişle işletmeye yapılan yatırım tutarına bölünmesi ile elde edilen aktif devir hızı, bir işletmede sermaye yoğun teknoloji kullanımının bir göstergesi ya da varlık kullanımında bir etkinlik ölçüsü olarak yorumlanabilmektedir.¹¹²

$$\text{Aktif Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Toplam Aktifler}}$$

Aktif devir hızı işletmenin varlıklarının verimliliğini gösterdiğinden dolayı, bu oranın yüksek çıkması arzulanan bir durumdur.

1.3.1.3.5 Dönen Varlıklar Devir Hızı

Dönen varlıklar devir hızı, işletmelerin faaliyetlerini yürütebilmeleri için gereken en az miktarda dönen varlıkları ile ortaya koyulan satış hacmini ölçen orandır. Satışların yükselmesiyle beraber ticari alacakların artmasından dolayı, dönen varlıklar devir hızı da şirketlerin satışlarının artmasıyla beraber artış eğilimine girmektedirler.

$$\text{Dönen Varlıklar Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Dönen Varlıklar}}$$

¹¹¹ Feruh Çömlekçi, **Muhasebe Denetimi ve Mali Analiz**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2004, s. 241

¹¹² Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 507

Dönen varlıklar devir hızının yavaşlaması işletmenin net satışlarına oranla dönen varlıklarına daha fazla yatırım yaptığını göstermektedir. Bunun sonucunda da işletmenin kârlılığı olumsuz şekilde etkilenmektedir.¹¹³

1.3.1.3.6 Maddi Duran Varlıklar Devir Hızı

Bu oran, işletmelerde aylak üretim kapasitesi olup olmadığını araştırmak için kullanılan bir ölçü olmakla beraber, duran varlıklara yapılan yatırımın tutarının da göstergesidir.

$$\text{Maddi Duran Varlıklar Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Maddi Duran Varlıklar}}$$

İşletmenin satış miktarı ile duran varlıkları arasındaki ilişkiyi inceleyerek, yapılan sabit varlık yatırımlarını haklı kılacak miktarda satış gerçekleşip gerçekleşmediğini ölçmektedir. Bu oranın düşük olması, yapılan yatırımı karşılayacak satış yapılamadığını, çok yüksek olması da işletmenin yatırımlarının yetersizliğini gösterebilmektedir.¹¹⁴

1.3.2 Yenilik

Yenilik performans boyutlarından biri olmakla birlikte; düşüncenin üretilmesi, AR-GE faaliyetleri vasıtasıyla ürün, hizmet veya süreçlerdeki gelişme ile mevcut ürün ve hizmetler için yeni müşteriler ve pazarlar bulmak olarak açıklanabilmektedir.¹¹⁵ Bununla birlikte yeniliğin rekabeti arttıran en önemli etkenlerden biri olarak görülmesi ve faydalarının herkes tarafından kabul edilmesine rağmen hala tam olarak anlaşılabilmiş değildir.¹¹⁶ Çünkü yenilik işlem, ürün, yönetim gibi birçok alanın değiştirilmesi anlamına gelen meşakkatli bir süreçtir.

Büyüme, sürdürülebilir performans, uzun dönemdeki başarı ve piyasada var olabilmek için yenilik bir zorunluluktur ve bunları gerçekleştirebilmek için Nijssen ve

¹¹³ a.e., s. 508

¹¹⁴ Mehmet Şükrü Tekbaş, v.d., a.g.e., s. 129

¹¹⁵ Melih Baş ve Ayhan Artar, a.g.e., s. 39

¹¹⁶ Andy Neely, v.d., "A framework for analysing business performance, firm innovation and related contextual factors: Perceptions of managers and policy makers in two European regions", **Integrated Manufacturing Systems**, Vol. 12, No. 2, 2001, s.114–124

Frambach'a (2000) göre firmalar yeniliğin stratejik seçim yerine stratejik zorunluluk olduğunu kabul etmek durumunda kalmışlardır.¹¹⁷

Neely ve Hii (1998)¹¹⁸ büyüme ve şirket performansı ile ilgili yaptıkları literatür araştırmasında yenilik ve buna bağlı olarak araştırma ve geliştirme (AR-GE) araştırmalarının ileri dönem satışları arttırdığı, yenilikçi firmaların daha yüksek pazar paylarına ulaşabildiğini ve buna bağlı olarak da daha yüksek büyüme oranı ve kârlar sağladıklarını ileri sürmüşlerdir.

Bütün bu bilgiler ışığında yeniliğin işletme performansına büyük etkisi olmasına rağmen, yeniliğin birçok boyuta sahip olmasından dolayı ölçümü oldukça zordur.

1.3.3 Kalite

Kalite kavramının temelinde işletmelerin en düşük olası maliyetle, en yüksek kalitede ürün veya hizmet üretmesi bulunmaktadır. Bazıları ise, bu kavramı daha da basitleştirerek; kalitenin "bedava" olduğunu ve kaliteyi iyileştirmenin her zaman maliyet tasarrufuyla sonuçlandığını belirtmişlerdir.¹¹⁹

Amerikan Kalite Vakfı'nın araştırmasına göre Toplam Kalite Yönetimi (TQM) girişimleri anlamlı finansal faydalar ortaya koymamışlardır.¹²⁰ Ancak bu araştırmanın tersini destekleyen çalışmalar da yapılmıştır. Hendrick ve Singhal (1996) kalite ödüllerinin duyurulduğu zamanlarda, işletmelerin hisse senetlerinde pozitif yönlü normal olmayan artışlar görüldüğünü ileri sürmüşlerdir.¹²¹ Anderson ve diğerleri

¹¹⁷ Edwin J. Nijssen, Ruud T. Frambach "Determinants of the Adoption of New Product Development Tools by Industrial Firms", **Industrial Marketing Management**, Vol. 29, s. 121-131

¹¹⁸ Andy Neely, Jasper Hii, "Innovation and business performance: a literature review." **The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge**, 1998, s. 1-65

¹¹⁹ Philip B. Crosby, **Quality is Still Free: Making Quality Certain in Uncertain Times**, New York, McGraw-Hill, 1995, s. 165

¹²⁰ American Quality Foundation, **Best Practices Report: An Analysis of Management Practices That Impact Performance**, Cleveland, Ernst & Young, 1992

¹²¹ Kevin B. Hendricks and Vinod R. Singhal, "Quality Awards and Market Value of the Firm: An empirical Investigation", **Management Sciences**, Vol. 42, No. 3, 1996, s. 415-436

(1997) ise kalitenin müşteri memnuniyeti ile doğrudan ilişkili ve memnuniyetin doğal sebebi olduğunu belirtip gelecekteki getirileri arttırdığını ifade etmişlerdir.¹²²

Müşterilerin beklentileri doğrultusunda ürünleri ve hizmetleri düzenleyerek ve iş süreçlerinin bütün aşamalarında kaliteye odaklanarak işletmeler kaliteli çıktı üretilir verimliliği ve dolayısı ile kârlarını arttırabilirler.¹²³

Akdeniz ve Durmaz'a (1998) göre kaliteyi ölçmenin birçok yolu vardır:

1. İmalat Hata Oranı = $\frac{\text{Yeniden İşlenen Miktar}}{\text{Toplam Üretilen Miktar}}$
2. Müşteri İade Oranı = $\frac{\text{İade Edilen Miktar}}{\text{Satılan Miktar}}$
3. Ortalama Hata Sayısı = $\frac{\text{Toplam Hata Sayısı}}{\text{İncelenen Ürün Sayısı}}$

1.3.4 Pazar Payı

Çok boyutlu performans ölçüm araçlarından biri olan dengeli başarı göstergesi (balanced scorecard) yöntemine göre performansın müşteri boyutu da bulunmaktadır. Uygur'a (2009) göre müşteri boyutu, işletmenin rekabet edeceği müşteri ve pazar kesimlerini ve bu hedef kesimlerde işletmenin göstereceği performansın ölçülerini ortaya koymaktadır. Müşteri boyutlarından biri olan pazar payı, işletmenin bulunduğu sektördeki satış yüzdesi olarak da ifade edilebilir:

$$\text{Pazar Payı} = \frac{\text{İşletmenin Satışları}}{\text{Sektör Satışları}}$$

Pazar payı büyük olan işletmeler rakiplerine kıyasla ölçek ekonomisi, pazar gücü ve yönetim kalitesinden dolayı kârlılık açısından avantajlı durumda olmaktadır.¹²⁴

¹²² Eugene W. Anderson, Fornell Claes, Donald R. Lehmann, **Customer Satisfaction, Productivity and Profitability: Differences Between Goods and Services**, Marketing Science, 1997, s. 129-145

¹²³ Vijay R. Kannani Keah Choon Tan, "Just in time total quality management and supply chain management: understanding their linkages and impact of business performance", **Omega The International Journal of Management Science**, Vol. 3, 2005, s. 153

¹²⁴ Robert D. Buzzell, Bradley T. Gale, Ralph G.M. Sultan, "Market Share—A Key to Profitability", **Harvard Business Review**, 1975 (January-February), s. 54

Venkatraman ve Prescott'un (1990) pazar payı ve kârlılık ile ilgili yapmış oldukları çalışma da bu görüşleri doğrulamaktadır.

1.3.5 İhracat

Birçok işletme yönetimi artan rekabet ve iç pazardaki doygunluktan ya da iç pazardaki sınırlı kaynaklardan dolayı dış pazarlara açılmayı hedeflemektedir.¹²⁵ İhracat sayesinde işletmeler, yurtiçindeki krizlere rağmen dış pazardaki artan talep dolayısıyla performansını yükseltebilmektedirler.¹²⁶

Birçok çalışma ihracat yapan işletmelerin istihdam, satışlar, işgücü verimliliği, sermaye yoğunluğu gibi performans göstergelerinde ihracata başlamadan evvel bile hiç ihracat yapmayan rakiplerine kıyasla daha iyi verilere sahip olduğunu göstermiştir.¹²⁷ Bu nedenden ötürü ihracata başlayabilmek için işletmelerin kendi organizasyonları içinde iyileştirmelere gitmeleri gerekmektedir. Bu iyileştirmeler doğal olarak işletmenin performansını olumlu yönde etkileyeceklerdir. Bu çalışmada ihracat göstergesi olarak firmaların toplam satışlar içindeki ihracat satışları oranı kullanılacaktır.

1.3.6 Sermaye Yoğunluğu

Sermaye yoğunluğu fazla olan işletmelerde sermaye devir hızlarının artırımı zor olmakta ve kârlılık oranları düşük seyretmektedir, bunun nedeni ise sermaye yatırımlarının verimsiz kullanılması ve kapasite düşüklüğüdür.¹²⁸ Genel olarak tesis ve ekipmandan oluşan sermaye varlıkları, yatırımdan yeterli getiriye elde etmek için uzun dönem planlı ve amacından sapmayan kullanıma ihtiyaç duymaktadırlar.¹²⁹ Bu tipteki işletmeler için tutarlı ve uygun stratejiler geliştirilmez ise sermaye yoğun

¹²⁵ Robert G. Cooper, J. Kleinschmidt Elko, "The impact of export strategy on export sales performance", **Journal of International Business Studies**, 1985, Vol. 15, s. 38

¹²⁶ Mustafa Yurdakul, Yusuf Tansel İç, "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt 18, Sayı 1, 2003, s. 5

¹²⁷ Alberto E. Isgut, "What's Different About Exporters? Evidence from Colombian Manufacturing", **The Journal of Development Studies**, Vol. 37, No. 5, 2001, s. 59

¹²⁸ Ömer Dinçer, **a.g.e.**, s. 200

¹²⁹ C. Ched Miller, Laura B. Cardinal, "Strategic planning and firm performance: A synthesis of more", **Academy of Management Journal**, Vol. 37, No. 6, 1994, s. 1451

işletmelerin uzun dönem giderleri artmakta ve kârlılık oranları düşmektedir. Ancak uygun stratejiler ve teknolojik avantaj sayesinde sermaye yoğun şirketler rakiplerine oranla daha verimli olmaktadır.

Sermaye yoğunluğu göstergesini ölçen¹³⁰;

- Sermaye/Çalışan Sayısı,
- Maddi Duran Varlıklar/Çalışan Sayısı
- Makine Teçhizat/Çalışan Sayısı,
- Toplam Varlık/Çalışan Sayısı gibi birçok oran olmakla birlikte bu çalışmada toplam varlığın çalışan sayısına oranı kullanılacaktır.

¹³⁰ Zühal Akal, **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 2002, s. 53

BÖLÜM 2. İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİNDE KULLANILAN İSTATİSTİK YÖNTEMLER

İşletmelerin başarılı olmaları yatırımcılar, çalışanlar, tüketiciler, sektör ve ülke ekonomileri için büyük önem taşımaktadır. Bilindiği gibi başarı ve performans birden fazla gösterge ile saptanabildiği gibi, birden fazla da faktöre bağlıdır. Bu konuda yapılacak bir çalışmada doğal olarak çok değişkenli istatistik yöntemlerden yararlanmak gerekmektedir. Sayıları çok fazla olan bu yöntemlerden en uygun veya uygunlarını seçmek için amacın ne olduğunun saptanması söz konusudur.

Kuşkusuz amaç, performansı etkileyen faktörlerin saptanması ve performans arttırmak için hangi faktörlerle politika belirlenmesi gerektiğini ortaya koymaktır. Bu amaç için ilk akla gelen Regresyon ve Korelasyon Analizi'dir. Ancak hem performans göstergesi, hem performansı etkileyen değişken sayısı birden fazla olduğu için bağımlı değişkenlerin aralık veya oran incelenebildiği Kanonik Korelasyon Analizi (CCA) veya birden fazla olan performans göstergesini tek bir kategorik değişken olarak ele alıp Lojistik Regresyon Analizi (LRA) uygulanabilir ve sonuçlar karşılaştırılarak daha rasyonel yorumlar yapılarak kararlar alınabilir.

Diğer taraftan, yine çalışmanın amacına uygun iki yöntem Kümeleme Analizi ve Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) seçilmesinin nedeni ise tüm göstergelere göre işletmelerin nasıl gruplara (kümelere) ayrıldığıının saptanması ve kategorik olarak ele alınan bağımsız değişkenlere ait performansın farklı olup olmadığının incelenmesidir.

Kategorik değişkenlere dönüştürülen bağımsız değişkenlere ait performans göstergeleri arasında fark olup olmadığının araştırılmasında kullanılan MANOVA'da farklı bağımsız değişken düzeyindeki işletmelerin performansları arasındaki farklılıklar araştırılarak dört yöntemle bulunan sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

2.1 Kanonik Korelasyon Analizi (CCA)

Hotelling tarafından 1935'te aritmetik hız aritmetik güç ile okuma hızı ve okuma gücü arasındaki ilişkiyi analiz etmek için geliştirilmiş¹ olan Kanonik Korelasyon Analizi, Çoklu Regresyon Analizi'nin genişletilmiş halidir. Kanonik Korelasyon Analizi'nde hem bağımlı ve hem de bağımsız değişken sayısı birden fazladır.

CCA her ikisi de birden fazla sayıda olan bağımlı ve bağımsız değişkenleri kümeleyerek, iki değişken kümesi arasındaki ilişkiyi belirlemek ve ölçmek için kullanılan çok değişkenli bir yöntemdir.² Bağımlı yöntemlerin büyük bir kısmı, CCA'nın özel bir hali olarak karşımıza çıkmaktadır. CCA'daki bağımlı değişken seti tek bağımlı değişkene indirgenseydi, bu durumda çoklu regresyon analizinden bahsedilecek olurdu. ANOVA ve iki gruplu Diskriminant Analizi de çoklu regresyonun özel bir şekli olduğundan bu iki yöntem de doğal olarak CCA'nın özel bir hali olmaktadır. CCA'da bağımlı değişken çoklu grupları temsil eden kukla değişken olursa bu durumda da Çoklu Diskriminant Analizi'ne indirgenmektedir. Son olarak da bağımsız değişkenler çeşitli faktörlerden oluşan grupları gösteriyor ise CCA, MANOVA'ya indirgenmektedir.³

CCA, bağımlı değişkenler (X_p) kümesinin doğrusal kombinasyonu ile bağımsız değişkenler (Y_q) kümesinin doğrusal kombinasyonu arasındaki korelasyonu maksimum yapmayı hedeflemektedir.⁴ Burada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için iki kümenin doğrusal kombinasyonu halinde yazılan yeni değişkenler oluşturulmakta ve bu değişkenler arasındaki korelasyon hesaplanmaktadır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarından elde edilen bu yeni değişkenler kanonik değişken olarak adlandırılmaktadır.⁵

¹ Wolfgang Härdle, Léopold Simar, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 2nd Edition, Berlin, Springer, 2007, s. 321

² Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 6th Edition, New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2007

³ Subhash Sharma, **Applied multivariate techniques**, 1996, New York, Wiley, s. 409

⁴ André Marubayashi Hidalgo, v.d., "Canonical-correlation analysis applied to selection-index methodology in quails", **Livestock Science**, Vol. 169, 2014, s.37

⁵ Mustafa İlhan, v.d., "Ders çalışma becerileri ile akademik risk alma arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon ile incelenmesi", **Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi**, Cilt 3, Sayı 2, 2013, s. 128

Değişken kümeleri arasındaki ilişkinin kanonik değişkenlere dönüştürülüp bu şekilde analiz edilmesi durumu aslında bir boyut indirgeme olarak da ifade edilebilmektedir.⁶ Bunun nedeni p adet X bağımsız ile q adet Y bağımlı değişkeni arasındaki $p \times q$ adet korelasyon yerine değişkenlerin doğrusal kombinasyonu olan daha az sayıdaki kanonik değişkenlerin korelasyonu incelenmesidir.⁷

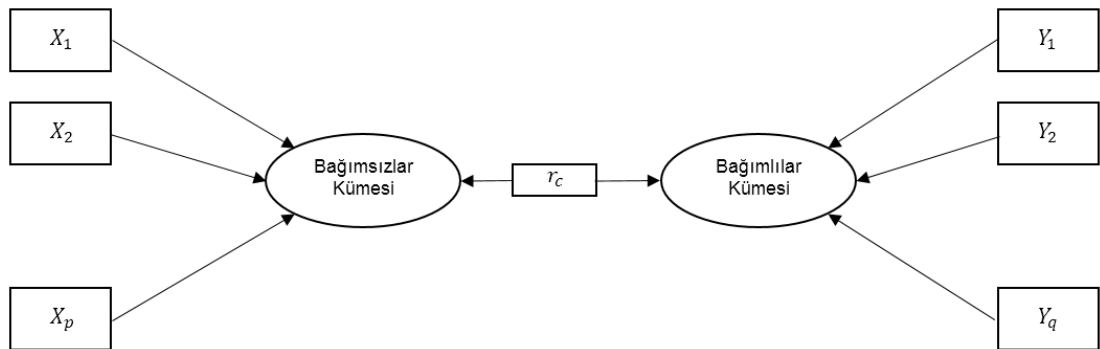
CCA'da elde edilecek en fazla kanonik değişken çifti sayısı, p ile q arasındaki kıyaslamaya göre belirlenmektedir. Oluşacak kanonik değişken çifti sayısı, hangi değişken kümesinde daha az sayıda değişken varsa, o kümedeki değişken sayısına eşittir. Örneğin $p < q$ ise p adet kanonik değişken oluşacaktır.⁸

CCA'da yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler metrik ya da metrik olmayan ölçeklere sahip olabilmekte ve genel formu aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$\underbrace{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_q}_{\text{Metrik/Metrik Olmayan}} = \underbrace{X_1 + X_2 + \dots + X_p}_{\text{Metrik/Metrik Olmayan}}$$

Yukarıdaki matematiksel modelin görsel hali Şekil 2.1'deki gibidir:

Şekil 2.1 Kanonik Korelasyon Modeli



⁶ Xiangrong Yin, "Canonical correlation analysis based on information theory", **Journal of Multivariate Analysis**, Vol.91, No. 2, 2004, s. 162

⁷ Nizamettin Bayyurt, **İşletme Performansı Değerlendirilmesinde Kanonik Korelasyon Analizi**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi (Sayısal Yöntemler), 2004, s. 54

⁸ Mustafa İlhan, v.d., **a.g.e.**, s.129

Örnek verileri ile sırasıyla bağımsız ve bağımlı değişkenler kümesinin doğrusal kombinasyonları olan x^* ve y^* kanonik değişkenleri;

$$\left. \begin{aligned} x_i^* &= a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots a_{ip}x_p \\ y_i^* &= a_{i1}y_1 + a_{i2}y_2 + \cdots a_{iq}y_q \end{aligned} \right\} i = 1, 2, \dots, s$$

şeklinde gösterilebilir. Kanonik korelasyon analizinin amacı kanonik denklemlerdeki a_{ij} ve b_{ij} katsayılarının x_i^* ile y_i^* arasındaki r_{ci} korelasyon katsayısını maksimum yapacak şekilde elde edilmesidir. Kanonik korelasyon katsayısı olarak ifade edilen r_{ci} :

$$r_{ci} = \frac{cov(x_i^* y_i^*)}{\sqrt{var(x_i^*) var(y_i^*)}} = \frac{a' R_{y_i x_i} b}{\sqrt{(a' R_{x_i x_i} a)(b' R_{y_i y_i} b)}}$$

formülü ile basit korelasyon katsayısı ile aynı şekilde hesaplanmaktadır. Kanonik korelasyon katsayısı, kanonik değişken çifti sayısı ile eşittir. Yani burada da p ve q dikkate alınacak; şayet $p = q$ ise p (veya q) kadar, $p \neq q$ ise de az olan kadar kanonik korelasyon elde edilecektir.⁹ Hatta yorumlanacak korelasyon katsayısının sayısı t olarak ifade edilirse, her bir korelasyon katsayısı istatistiki ya da uygulamalı olarak anlamlı olmayacağı için $t \leq \min(p, q)$ olacaktır.¹⁰

x_1^* ve y_1^* ilk kanonik değişkenleri ifade etsin, bu durumda r_{c1} bu kanonik değişkenlere ait maksimum ilişkiyi gösteren kanonik korelasyon katsayısı olacaktır:

$$\begin{aligned} x_1^* &= a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \cdots a_{1p}x_p \\ y_1^* &= b_{11}y_1 + b_{21}y_2 + \cdots b_{1q}y_q \end{aligned}$$

Aynı mantıkla bu durumda ikinci kanonik değişkenler ile kanonik korelasyon sırasıyla, x_2^* , y_2^* ve r_{c2} olacak:

$$\begin{aligned} x_2^* &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots a_{2p}x_p \\ y_2^* &= b_{21}y_1 + b_{22}y_2 + \cdots b_{2q}y_q \end{aligned}$$

⁹ Neyran Orhunbilge, **Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 2010, s. 332

¹⁰ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 396

ve bu işlem $s = \min(p, q)$ olmak üzere i kere tekrarlanacak ve x_s^* , y_s^* ve r_{c_s} adet kanonik değişken çifti ve bunlara ait kanonik katsayı elde edilecektir. Bu kanonik değişkenler oluşturulurken aranan en önemli şart elde edilen doğrusal kombinasyonların diğeriler ile arasında ilişki olmamasıdır. Yani $x_1^* - y_1^*$ ile $x_2^* - y_2^*$ ile $x_s^* - y_s^*$ ve birbirlerinin kombinasyonları arasında düşük korelasyon olması gerekmektedir.¹¹

CCA'nın amaçlarını aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür:¹²

- İki değişken kümesinin birbirlerinden bağımsız olup olmadığını belirlemek,
- İki küme arasında olabilecek ilişkinin derecesini belirlemek,
- Her iki kümede yer alan değişkenlerden, kümeler arasındaki korelasyona en fazla katkıda bulunanları belirlemek,
- Her küme doğrusal bileşenlerinin yani kanonik değişkenlerinin maksimum korelasyona (ilişkiye) sahip olmasını sağlamak, bağımlı ve bağımsız değişken kümesinin her biri için ağırlıkları oluşturmak,
- Bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki ilişkinin yapısını açıklamak

2.1.1 CCA Varsayımları

CCA uygulanmadan önce veri setinin doğrusallık, çoklu doğrusal bağlantı, eşit varyanslılık ve çoklu normalliği sağlayıp sağlamadığının kontrol edilmesi, varsayım ihlali var ise dönüşüm, birim ya da değişkenlerin modelden çıkarılması gibi önlemlerin alınması gerekmektedir.

2.1.1.1 Doğrusallık

Bu varsayım CCA sonuçlarını iki farklı açıdan etkilemektedir. Birincisi herhangi iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının doğrusal bir ilişkiyi baz alarak elde edilmesidir. Şayet ilişki doğrusal değil ise değişkenlerden birine ya da gerekli ise ikisi de dönüşümler aşağıda detaylıca açıklanacak uygulanmalıdır. İkincisi ise, kanonik

¹¹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 333

¹² Joseph F. Hair, v.d., **Multivariate Data Analysis**, 5th Edition, New Jersey, Prentice Hall, 1998, s.446

korelasyonun kanonik değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin kendisi olmasıdır. Başka bir ifade ile kanonik değişkenler arasındaki ilişki doğrusal değil ise bu durumda aralarındaki ilişki kanonik korelasyon ile belirlenemez.¹³

Doğrusallığı saptayabilmek için standardize hatalar ile tahmini bağımlı değişkenin serpilme diyagramı incelenebilir. Bu varsayımdan sapmaların olması durumunda bir veya daha fazla değişkene kareköklü, logaritmik veya hiperbolik dönüşümler uygulanarak modelin doğrusallığı sağlanmalıdır.¹⁴

2.1.1.2 Çoklu Doğrusal Bağlantı

Değişken kümelerinde yer alan değişkenler arasında basit doğrusal bir ilişki olması halinde çoklu doğrusal bağlantı sorunundan bahsedilmektedir. CCA analizinde bağımlı ya da bağımsız değişken kümesinde yer alan değişkenlerin arasında yüksek düzeyde doğrusal ilişki olmaması gerekir. Bunun nedeni ise CCA'da kullanılan korelasyon matrisinin tekil (nonsingular), yani determinantının sıfır olmaması gerekmektedir.¹⁵

Çoklu doğrusal bağlantının düşük düzeyde olması kanonik katsayıların durağan olmasını sağlamaktadır ve bu istenilen bir durumdur. Şayet bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki var ise:¹⁶

- Modele bir değişken eklendiğinde ya da modelden çıkarıldığında kısmi regresyon katsayılarında büyük değişiklikler olur,
- Kısmi regresyon ve korelasyon katsayılarının işaretleri beklenenden farklı çıkabilir,
- Çoklu regresyon katsayısı yüksek olduğu halde önemli değişkenlerin kısmi regresyon katsayılarının standart hataları yüksek çıkarak bu değişkenlerin istatistik olarak anlamsız olmasına neden olur,
- Çoklu korelasyon katsayısı yapay olarak yüksek çıkabilir.

¹³ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, 5th Edition, s.448

¹⁴ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 57

¹⁵ Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**, New York, Springer Media, 2000, s. 199

¹⁶ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 52-53

Aynı küme içindeki değişkenlerde çoklu doğrusal bağlantı olup olmadığı varyans artış faktörü (VIF), tolerans ya da kondisyon indeksi ile belirlenmektedir.

2.1.1.2.1 Varyans Artış Faktörü (VIF)

Küme içinde yer alan her değişken için ayrı ayrı hesaplanmaktadır:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - r_i^2}$$

r_i^2 bağımlı ya da bağımsız değişken kümesinde yer alan i . değişken ile kendi kümesindeki diğer değişkenler arasındaki çoklu korelasyon katsayısıdır. VIF değeri 1'e yaklaştıkça çoklu doğrusal bağlantının az olduğu sonucuna varılır, bu değer 10'dan büyükse çoklu doğrusal bağlantıdan söz edilir.

2.1.1.2.2 Tolerans

Varyans artış faktörünün tersidir. $Tolerans = 1$ olduğunda değişkenler arasında hiç ilişki yoktur, $Tolerans > 0,20$ ise çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığı söylenir.¹⁷

$$Tolerans = \frac{1}{VIF_i} = 1 - r_i^2$$

2.1.1.2.3 Kondisyon İndeksi (Condition Index)

Her değişkene ait özdeğerler kullanılarak hesaplanmaktadır. $CI > 30$ ise yüksek çoklu doğrusal bağlantıdan sözedilir.

$$CI = \sqrt{\frac{\lambda_{i(max)}}{\lambda_{i(min)}}}$$

Yukarıdaki yöntemler ile yapılan hesaplamalarda çoklu doğrusal bağlantı durumu saptanmışsa aşağıdaki çözümlerden biri tercih edilmelidir:¹⁸

1. Çoklu doğrusal bağlantıya sebep olan değişkenin modelden çıkarılması (Şayet bu değişken teorik olarak önemli ve açıklayıcılık gücü fazla ise

¹⁷ a.g.e., s. 54

¹⁸ a.e., s. 56

modelden çıkarılması mümkün olmayacaktır. Bu nedenle diğer çözümler uygulanmalıdır),

2. Örnek büyüklüğünün artırılması,
3. İlişkili olduğu saptanan değişkenlerin mümkünse modele ortalamaları veya toplamaları alınarak birlikte dahil edilmeleri,
4. Taraflı tahminleyen (ridge regression) yönteminin kullanılması,
5. Asal bileşenler yönteminin (principal component analysis) uygulanması.

2.1.1.3 Eşit Varyanslılık (Homoscedasticity)

Eşit varyanslılık varsayımının sağlanmadığı durumlarda değişkenler arasındaki korelasyonlar düşmektedir. Neredeyse bütün kovaryans matrislerin eşitliğini test eden istatistikler normallikten etkilenmektedirler, bu nedenle eşit varyanslılık test edilmeden önce çoklu normalliğin sağlanıp sağlanmadığı test edilmelidir.¹⁹

$H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_k$ (Kovaryans matrisleri eşittir)

$H_1: En az iki kovaryans matrisi birbirlerinden farklıdır.$

Hipotezleri sınanmak amacıyla; Box-M, Levene ve Bartlett Testleri uygulanmaktadır.

2.1.1.3.1 Box-M Testi

Box-M testinin istatistiğini ifade eden M aşağıdaki gibi formüle edilir:²⁰

$$M = df_e \ln|S| - \sum_{i=1}^g df_i \ln|S_i|$$

M istatistiğini χ^2 dağılımına uygun hale getirebilmek için C istatistiği hesaplanmalıdır.

Her grubun örnek hacminin farklı olduğu durumda bu hesaplama;

$$C = 1 - \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p-1)(g-1)} \left(\sum_{i=1}^g df_i^{-1} - df_e^{-1} \right)$$

¹⁹ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 385

²⁰ Carl J. Huberty, Stephen Olejnik, **Applied Manova and Discriminant Analysis**, 2nd Edition, New Jersey, Wiley Publications, 2006, s. 41

Grupların örnek hacimleri eşit ise;

$$C = 1 - \frac{(2p^2 + 3p - 1)(g + 1)}{6(p - 1)(N - g)}$$

formülüyle yapılmaktadır. Burada;

p , bağımlı değişken sayısını,

g , grup sayısını,

N , toplam örnek büyüklüğünü,

df_i , i grubunun serbestlik derecesini ($n_i - 1$),

df_e , hatanın serbestlik derecesini ($\sum df_i = n - g$),

$|S_i|$, i grubuna ait kovaryans matrisini,

$|S|$, hata kovaryans matrisini (SS_w/df_e) göstermektedir.

M ile C istatistiğinin çarpımı $df = \frac{p(p+1)(g-1)}{2}$ serbestlik dereceli χ^2 dağılımına yaklaşmaktadır. Sonuçta elde edilen değerin olasılığı belirlenen anlamlılık düzeyinden büyük ise ($p > \alpha$); kovaryans matrislerinin eşit olduğunu iddia eden H_0 kabul edilir. Aksi durumda, H_0 reddedilirse, gruplara ait kovaryans matrislerinin eşit olmadığı ve MANOVA'nın uygulanamayacağına karar verilir.

Box-M testi çok değişkenli normalliğe duyarlı olmakla birlikte, bazı durumlarda serbestlik derecesi çok yüksek çıkmaktadır.²¹

2.1.1.3.2 Bartlett Homojenlik Testi

Bartlett testi bağımsız değişken(ler) ile açıklanamayan varyans kovaryans matrisinin ortogonal olup olmadığını yani birim matrise eşit olup olmadığını test etmektedir.²² Bartlett testine ait B istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$B = \frac{1}{C} \left[df_e \ln |S| - \sum_{i=1}^g df_i \ln |S_i| \right]$$

²¹ Carl J. Huberty, Stephen Olejnik, **a.g.e.**, s. 42

²² **a.e.**, s. 364

$$C = 1 + \frac{1}{3(g-1)} \left[\sum_{i=1}^g \frac{1}{df_i} - \frac{1}{df_e} \right]$$

B istatistiği $df = p(p-1)$ serbestlik derecesine sahip χ^2 dağılımı göstermektedir. Hesaplanan B istatistiği α anlamlılık düzeyinde $\chi^2_{\alpha;df}$ tablo değerinden küçük ise varyans kovaryans matrisinin ortogonal olmadığı ve değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olduğuna karar verilir. Büyük örneklerde Bartlett testi korelasyonlar düşük dahi olsa anlamlı sonuçlar verdiği için kullanılması tavsiye edilmemektedir.²³

2.1.1.3.3 Levene Testi

Kovaryans matrislerinin eşitliğini araştıran hipotez Box-M testinde olduğu gibi burada da geçerlidir. Levene testinin istatistiği olan W aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:²⁴

$$W = \frac{\sum_{j=1}^g r(\bar{d}_j - \bar{\bar{d}})^2 / (g-1)}{\sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^r (d_{ij} - \bar{d}_j)^2 / (n-g)}$$

$\bar{d}_j$, her grubun aritmetik ortalamadan mutlak farklarının aritmetik ortalaması,

$\bar{\bar{d}}$, grup ayrımı olmadan hesaplanan genel ortalamadan (grand mean) mutlak farkların aritmetik ortalaması,

d_{ij} , her gruptaki birimlerin kendi ortalamasından mutlak farklarını göstermektedir.

W istatistiği $df_1 = g-1$ ve $df_2 = n-g$ serbestlik derecesine sahip F dağılımı göstermektedir.

Levene testinde de $p > \alpha$ ise; H_0 kabul edilmekte ve kovaryans matrislerinin eşit olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bartlett testi verilerin normal ya da normale yakın dağıldığı biliniyorsa daha iyi sonuç vermekteyken, Bartlett testinin alternatifi olan Levene testi veriler normallikten uzak ise daha güçlü (robust) sonuç vermektedir.²⁵ Burada Levene testinin güçlü

²³ a.e., s. 365

²⁴ Neyran Orhunbilge, a.g.e., s. 364

²⁵ Nizamettin Bayyurt, a.g.e., s. 86

olmasından kasıt eş varyanslılık olduğu ve verilerin normal dağılmadığı durumda testin farklı varyanslılık vermemesidir.

2.1.1.4 Normallik

İstatistik yöntemlerin bir çoğunda örneğin çekildiği anakütlenin normal dağılım gösterdiği varsayılmaktadır. Bu varsayımın hipotezleri:

H_0 : Anakütle normal dağılmaktadır.

H_1 : Anakütle normal dağılmamaktadır.

şeklinde olmaktadır. Normallik varsayımı ilgilenilen her bir değişkenin tek tek incelendiği tek değişkenli normallik ve buna ek olarak değişkenlerin kombinasyonlarının da normal dağılım gösterdiğini iddia eden çok değişkenli normallik olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

2.1.1.4.1 Tek Değişkenli Normallik

Tek değişkenli normalliğin araştırılmasında altı farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar; Grafik yöntem, Asimetri ve Basıklık Testleri, Jaque Bera Testi, Ki-Kare Normallik Testi, Kolmogorov-Smirnov Testi ve Shapiro-Wilk Testidir.²⁶ Hepsi de değişkenlerin ayrı ayrı normal dağılıp dağılmadığını test etmektedir.

2.1.1.4.2 Çok Değişkenli Normallik

Kanonik korelasyonlara ait anlamlılık testlerinin uygun sonuçlar verebilmesi için değişken kümelerinden en az birinin çok değişkenli normal dağılım göstermesi gerekmektedir.²⁷ Çok değişkenli normal dağılımın testi için aşağıdaki hipotezlerin sınanması gerekmektedir:

H_0 : Bağımlı (ya da bağımsız) değişken kümesinde yer alan değişkenlerin hepsi birlikte normal dağılım göstermektedir.

H_1 : Normal dağılım göstermemektedir.

²⁶ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 29-34

²⁷ Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, **a.g.e.**, s. 198

Çok değişkenli normallik Mahalanobis uzaklıkları (MD^2) ve χ^2 dağılımı ile test edilmektedir. Hipotezlerin testi için öncelikle MD^2 değeri hesaplanır.

$$MD^2 = (\bar{x}_i - \bar{x}_k)' S^{-1} (\bar{x}_i - \bar{x}_k)$$

χ^2 dağılımına uygun $\chi^2_{\alpha;df}$ ($df = p$) tablo değeri ile hesaplanan MD^2 karşılaştırılarak bağımlı değişkenlerin çok değişkenli normalliğe uygunluğu araştırılır. $MD^2 \leq \chi^2_{\alpha;df}$ ise, H_0 kabul edilerek çok değişkenli normallik varsayımının sağlandığına karar verilir. Aksi halde, varsayımın ihlalinden bahsedilir.

2.1.1.5 Uygun Örnek Büyüklüğü

CCA analizinde kullanılacak veri setindeki birim sayısı ile alakalı birçok farklı yaklaşım bulunmaktadır. Barchikowski ve Stevens (1975), sadece en büyük kanonik korelasyon katsayısı yorumlanacaksa modeldeki değişken sayısının 20 katı kadar birim olması gerektiğini belirtmişlerdir.²⁸ Thorndike (1978) ise değişken sayısının karesinin ya da değişken sayısının 10 katının en az 100 fazlası kadar birim bulunmasını önermiştir.²⁹

2.1.2 CCA'da Varyans Kovaryans Matrisleri

X_p kümesi ve Y_q kümesindeki değişkenlerden oluşan ve ana köşegeninde sırasıyla X_p 'lerin ve Y_q 'ların varyanslarının ve diğer hücrelerde de X_p ve Y_q 'lara ait kovaryansların bulunduğu, varyans kovaryans matrisi S aşağıdaki gibi olacaktır:

$$S = \begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & S_{yy} \end{bmatrix}$$

S_{xx} ($p \times p$)'lik ve S_{yy} ($q \times q$)'luk varyans matrisleri, S_{xy} ise ($q \times p$)'lük ve S_{yx} ise S_{xy} kovaryans matrisinin eşdeğer tersi olup ($p \times q$)'luk bir kovaryans matrisidir. Burada

²⁸ Robert S. Barcikowski, James P. Stevens, "A Monte Carlo study of the stability of canonical correlations, canonical weights and canonical variate-variable correlations", **Multivariate behavioral research**, Vol. 10, No. 3, 1975, s.353-364

²⁹ Robert M. Thorndike, **Correlation Procedures for Research**, New York, Gardner Press, 1978

varyans kovaryans matrislerini daha açık şekilde yazmak istersek S matrisi $((p + q) \times (p + q))$ 'luk bir matris olacaktır:

$$S = \begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & S_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{x_1x_1} & S_{x_1x_2} & \dots & S_{x_1x_p} \\ S_{x_2x_1} & S_{x_2x_2} & \dots & S_{x_2x_p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{x_px_1} & S_{x_px_2} & \dots & S_{x_px_p} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} S_{x_1y_1} & S_{x_1y_2} & \dots & S_{x_1y_q} \\ S_{x_2y_1} & S_{x_2y_2} & \dots & S_{x_2y_q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{x_py_1} & S_{x_py_2} & \dots & S_{x_py_q} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} S_{x_1y_1} & S_{x_2y_1} & \dots & S_{x_py_1} \\ S_{x_1y_2} & S_{x_2y_2} & \dots & S_{x_py_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{x_1y_q} & S_{x_2y_q} & \dots & S_{x_py_q} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} S_{y_1y_1} & S_{y_1y_2} & \dots & S_{y_1y_q} \\ S_{y_2y_1} & S_{y_2y_2} & \dots & S_{y_2y_q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{y_qy_1} & S_{y_qy_2} & \dots & S_{y_qy_q} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

Değişkenler standardize edilirse S matrisi yerine her hücrede korelasyonları gösteren R matrisi ile de çözüm sağlanabilmektedir.

x^* ve y^* olarak tanımlanan kanonik değişken vektörlerinin, orijinal değişkenler olan x ve y ile katsayı vektörleri olan a ve b cinsinden matris gösterimi aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$x^* = xa$$

$$y^* = yb$$

burada x^* ile a $(p \times 1)$ 'lik ve y^* ile b $(q \times 1)$ 'lik vektörlerdir.

Daha önce x^* ve y^* ile hesaplanan r_c korelasyon katsayısını bu dönüşümler ışığında tekrar yazacak olursak:

$$r_c = \frac{cov(xa, yb)}{\sqrt{var(xa)var(yb)}} = \frac{a'S_{xy}b}{\sqrt{(a'S_{xx}a)(b'S_{yy}b)}}$$

Kanonik korelasyonu maksimum yapacak a ve b parametrelerini elde edebilmek için iki farklı yol bulunmaktadır:³⁰

1. Yöntem: r_c korelasyon katsayısının türevinin alınıp sıfıra eşitlenmesidir. Bu durumda u ve v birer fonksiyon olmak üzere herhangi bir oranın türevi $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{uv' - u'v}{v^2}$

³⁰ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 335

olacaktır. Eşitliğin sıfır olması sadece payın sıfır olması ile sağlanabilmektedir. Yani $uv' = u'v$ eşit olacak ve buradan hareketle çözüm gerçekleştirilecektir.

2. Yöntem: Diğer bir çözüm yolu ise kanonik değişkenlerin varyanslarının bire eşitlenerek çözümün sağlanmasıdır. Kanonik değişkenleri birim varyanslı hale getirmedeki amaç bir çeşit maksimizasyon olan bu yönteme kısıt koyarak katsayıların sınırsız büyümesini engellemektir.³¹ Bu durumda;

$$var(x^*) = var(xa) = (a'S_{xx}a) = 1 \quad (1)$$

$$var(y^*) = var(yb) = (b'S_{yy}b) = 1 \quad (2)$$

sağlandığında korelasyon denklemi $r_c = cov(x^*y^*) = cov(xa, yb) = a'S_{xy}b$ halini alacak ve kanonik değişkenlerin korelasyonları ile kovaryansları eşit olacaktır. Bu durumda r_c 'nin maksimum değeri alabilmesi için λ ve γ Langrange çarpanları olmak üzere;³²

$$L = a'S_{xy}b - \lambda (a'S_{xx}a - 1) - \gamma (b'S_{yy}b - 1)$$

olarak Langrange fonksiyonu haline dönüştürülür. Bu fonksiyonun a' ve b' 'ye göre türevleri alınıp sıfıra eşitlendiğinde elde edilen (3) ve (4) numaralı denklemler yukarıdaki koşulları sağlayacaktır.

$$S_{xy}b - \lambda S_{xx}a = 0 \quad (3)$$

$$S_{yx}a - \gamma S_{yy}b = 0 \quad (4)$$

(3) numaralı denklem a' , (4) numaralı denklem b' ile çarpılıp yerlerine konduğunda;

$$a'S_{xy}b - \lambda a'S_{xx}a = 0$$

$$b'S_{yx}a - \gamma b'S_{yy}b = 0$$

³¹ Pei Ling Lai, Colin Fyfe, "Kernel and Nonlinear Canonical Correlation Analysis", **International Journal of Neural Systems**, Vol. 10, No. 5, 2000, s. 365

³² Sıddık Keskin, Abdullah Nuri Özsoy, "Kanonik Korelasyon Analizi ve Bir Uygulaması", **Tarım Bilimleri Dergisi**, Cilt 10, Sayı 1, 2004, s. 68

(1) ve (2) göz önünde bulundurulduğunda, $\lambda = \gamma = a'S_{xy}b = b'S_{yx}a$ olacaktır. Bu durumda (3) ve (4) numaralı denklemler;

$$-\lambda S_{xx}a + S_{xy}b = 0 \quad (5)$$

$$S_{yx}a - \lambda S_{yy}b = 0 \quad (6)$$

halini alacaklardır. (5) ve (6) numaralı eşitlikler matris gösterimi ile;

$$\begin{bmatrix} -\lambda S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & -\lambda S_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = 0$$

olarak yazılabilmektedir. Daha önceden belirtilen şartlara uygun olarak bu matrisin çözümü;

$$\begin{bmatrix} -\lambda S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & -\lambda S_{yy} \end{bmatrix} = 0 \text{ şeklinde olmalıdır.}$$

Matrisin determinanı alınırsa $|S_{xy}S_{yy}^{-1}S_{yx} - \lambda^2 S_{xx}| = 0$ haline gelecektir. Bu durumda amaç λ^2 'nin elde edilmesi olduğundan, eşitlik:

$$|S_{xx}^{-1}S_{xy}S_{yy}^{-1}S_{yx} - \lambda^2 I| = 0 \quad (7)$$

halini alacaktır.

(7)'deki determinant s . dereceden polinomdur ve $\lambda_1^2 \geq \lambda_2^2 \geq \dots \geq \lambda_s^2$ olacak şekilde s adet özdeğere sahiptir. Burada s sayısı bağımlı ve bağımsız değişken kümelerindeki p ve q 'ya bağlıdır ve daha önce de ifade edildiği gibi $s = \min(p, q)$ 'dur.

(7) numaralı denklem kullanılarak $\lambda_1^2, \lambda_2^2, \dots, \lambda_s^2$ hesaplandıktan sonra bu özdeğerlere ait öz vektörler olan $a_1^2, a_2^2, \dots, a_s^2$ ile $b_1^2, b_2^2, \dots, b_s^2$ (1), (2), (5) ve (6) numaralı eşitliklerden yararlanarak elde edilirler.

Kanonik korelasyon katsayısı formülünde istenilen her parametre elde edilerek $r_c = a'S_{xy}b = \lambda$ hesaplanacaktır. (7)'de elde edilen özdeğerlerden en büyük olanın karekökü ($\lambda = \sqrt{\lambda_1^2}$) ilk kanonik korelasyon katsayısı olacaktır. Bu şekilde hesaplanan kanonik değişkenler arasındaki korelasyonlar yani özdeğerler azalan

sıradadırlar. Burada en büyük özdeğer, bağımlı ile bağımsız kanonik değişkenler arasındaki ortak varyansın büyüklüğünü belirtmektedir.³³

2.1.3 CCA Aşamaları

Kanonik korelasyon analizi kanonik fonksiyonların elde edilmesi, kanonik korelasyonların istatistiki anlamlılık testleri, gereksizlik indeksinin hesaplanması ve kanonik değişkenlerin yorumlanması olarak dört aşamadan oluşmaktadır.

2.1.3.1 Kanonik Fonksiyonların Oluşturulması

CCA'da yukarıda bahsedilenler ilk aşama olup, bağımlı ve bağımsız değişkenler iki küme halinde toplanarak, bunları temsil eden ve doğrusal kombinasyonları olan bir ya da birden fazla kanonik değişken çifti oluşturulur. Önceki bölümde anlatıldığı üzere CCA'da oluşturulan fonksiyon sayısı, değişken sayısı daha az olan kümedeki değişken sayısına eşit olmaktadır. Burada elde edilen kanonik değişken çiftleri birbirlerinden bağımsızdırlar.³⁴

Kanonik fonksiyonlar oluşturulduktan sonra bunlara ait değişkenler arasındaki ilişki kanonik korelasyon ile ölçülmektedir. Kanonik korelasyonların karesine kanonik kökler ya da karakteristik kökler adı verilmektedir. Elde edilen kanonik fonksiyonların seçiminde aşağıdaki test ve parametreler ile karar verilmektedir:

2.1.3.2 Kanonik Korelasyon Katsayılarının Anlamlılığı

Kanonik değişkenler ve bunlara ait korelasyonlar yorumlanmadan önce kanonik korelasyonların anlamlılığının istatistik olarak incelenmesi gerekmektedir.³⁵ ρ_{cm}^2 anakütle kanonik korelasyon katsayısını göstermek üzere, bu aşamada test edilmesi gereken hipotez aşağıdaki gibidir:

³³ Fatma Lorcü, Bilge Acar Bolat, "Yaşlara göre ölüm oranları ile sosyo-ekonomik göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt 38, Sayı 2, 2009, s. 128

³⁴ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 339

³⁵ Şeref Kalaycı, **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 5. Baskı, Ankara, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 2010, s. 250

$H_0: \rho_{c_1}^2 = \rho_{c_2}^2 = \dots = \rho_{c_s}^2 = 0$ (q adet bağımlı değişken ile p adet bağımsız değişkenden oluşan kanonik değişkenler arasında korelasyon yoktur.)

$H_1: \rho_{c_1}^2 \neq \rho_{c_2}^2 \neq \dots \neq \rho_{c_s}^2 \neq 0$ (q adet bağımlı değişken ile p adet bağımsız değişkenden oluşan kanonik değişkenler arasında korelasyon vardır.)

Bu hipotezlerin testinde Wilks' Λ , Hotelling T^2 , Pillai's T , ve Roy'un En Büyük Kökü anlamlılık testleri kullanılmaktadır.

2.1.3.2.1 Wilks' Λ Testi

m adet kanonik korelasyon katsayısının testi için hesaplanan Wilks' Λ istatistiği;

$$\Lambda = \prod_{i=1}^s (1 - \lambda_i^2) = \prod_{i=1}^s (1 - r_{c_i}^2)^2$$

Wilks' Λ istatistiğinin anlamlılığı $df = pq$ serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uyan aşağıdaki dönüşümle test edilir:

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{2}(p + q + 1) \right] \ln \Lambda$$

İstenilen α anlamlılık düzeyinde $\chi^2_{\alpha;df}$ tablo değeri ile karşılaştırma yapılır. $\chi^2 > \chi^2_{\alpha;df}$ ise H_0 reddedilecek ve en azından birinci korelasyon katsayısının sıfırdan anlamlı olarak farklı olduğuna karar verilecektir. $\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha;df}$ ise bağımlı ve bağımsız değişken kümesinde ilişki olmadığı anlaşılabacaktır.

$\chi^2 > \chi^2_{\alpha;df}$ olduğunda birinci yani en yüksek korelasyon katsayısının anlamlı olduğuna karar verildiği söylenmişti. Ancak geriye kalan $s - 1$ adet kanonik korelasyonun anlamsız çıkma olası olduğundan bir sonraki Wilks' Λ istatistiği her seferinde en yüksek korelasyon katsayısı analiz dışında bırakılarak hesaplanır ve H_0 kabul edilene kadar bu işlem tekrarlanır. Bu sayede hangi kanonik değişken çiftlerine ait korelasyonların anlamlı olduğu belirlenir.³⁶

³⁶ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 402

2.1.3.2.2 Hotelling's T (Hotelling Lawley Trace) Testi

Aynı hipotez Hotelling's T istatistiği ile de test edilebilmektedir.³⁷

$$V = \sum_{i=1}^s \frac{r_{c_i}^2}{1 - r_{c_i}^2}$$

Bu istatistik $df_1 = (2m + s + 1)$ ve $df_2 = (sN + 1)$ serbestlik dereceli F dağılımına uyduğu için aşağıdaki dönüşüm yapılarak test edilir:

$$F = \frac{2(sN + 1)U}{s^2(2m + s + 1)}$$

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

$$N = \frac{1}{2}(n - q - p - 2) \text{ olarak hesaplanır.}$$

Burada da α anlamlılık düzeyinde $F_{\alpha; df_1; df_2}$ tablo değeri ile karşılaştırma yapılır. $F > F_{\alpha; df_1; df_2}$ ise H_0 reddedilecek ve kanonik korelasyon katsayılarının tümünün sıfırdan anlamlı olarak farklı olduğuna karar verilecektir.

2.1.3.2.3 Pillai's T Testi

Bu istatistik de bütün korelasyon katsayılarının sıfıra eşit olduğunu iddia eden H_0 hipotezini test etmektedir.³⁸

$$T = \sum_{i=1}^s r_{c_i}^2$$

V istatistiği $df_1 = s(2m + s + 1)$ ve $df_2 = s(2N + s + 1)$ serbestlik dereceli F dağılımına uyan aşağıdaki dönüşüm yapılarak test edilir:

$$F = \frac{2(N + s + 1)V}{(2m + s + 1)(s - V)}$$

³⁷ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 343

³⁸ **a.e.**, s. 343

Hotelling's T'deki gibi burada da α anlamlılık düzeyinde $F_{\alpha;df_1;df_2}$ tablo değeri ile karşılaştırma yapılır. $F > F_{\alpha;df_1;df_2}$ ise H_0 reddedilir ve kanonik korelasyon katsayılarının tümünün sıfırdan anlamlı olarak farklı olduğuna karar verilir.

2.1.3.2.4 Roy'un En Büyük Kökü Testi

Wilks' Λ testine alternatif olarak kullanılmaktadır, Roy'un en büyük kökü için Heck's Charts adı verilen tablolardan yararlanılır. Anakütle kanonik korelasyonlarının örnek tahmini olan r_{ci}^2 'yi test etmek için aşağıdaki parametreler hesaplanır:³⁹

$$s = p + 1 - i$$

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

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

Heck's tablosunda yukarıda elde edilen parametrelere ve α anlamlılık düzeyine karşılık gelen $\theta_{\alpha;s;m;\hat{n}}$ kritik değeri ile r_{ci}^2 karşılaştırılır. $r_{ci}^2 > \theta_{\alpha;s;m;\hat{n}}$ ise, i . kanonik korelasyon katsayısının sıfırdan anlamlı olarak farklı olduğu sonucuna varılır. Bu test her bir kanonik değişkene ait korelasyon için tekrar edilir.

2.1.3.3 Gereksizlik İndeksi (Redundancy Index)

Düşük kanonik korelasyon katsayıları büyük örneklerde önemli olabilirken, yüksek kanonik korelasyon katsayıları da her zaman bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu veya asıl değişkenlerdeki varyansın önemli bir kısmının açıklandığını göstermeyebilir. Bunun nedeni ise kanonik korelasyonun, bağımlı ve bağımsız değişkenlerden ziyade, bunlara ait doğrusal bileşenlerin; yani kanonik değişken çiftlerinin ilişkisini maksimize etmesidir.⁴⁰ Gereksizlik indeksi (redundancy index) bir değişken kümesinin diğer değişken kümesinde yer alan değişkenler ile ne ölçüde açıklandığını göstermektedir. Buradaki ilişki bir kümedeki asıl değişkenler ile diğer kümenin kanonik değişkeni arasındadır. Paylaşılan varyansı ifade eden gereksizlik indeksi çoklu doğrusal regresyondaki R^2 'ye karşılık gelmektedir

³⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 344

⁴⁰ M. Suphi Özçomak, v.d., "Çeşitli İklim ve Ürün Verileri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile İncelenmesi", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 26, Sayı 1, 2012, s. 115

ve istatistik olarak yorumları aynıdır.⁴¹ Gereksizlik indeksi sayesinde bağımsız değişken kümesinin bağımlı değişkenlerin varyansını açıklama gücü ölçülebilmektedir.⁴² Gereksizlik indeksi her bir kanonik korelasyon için hesaplanabilmektedir.⁴³ $RI_{y_i^*|x_i^*}$ i. kanonik korelasyonda bağımlı değişkenlerdeki varyansın bağımsız değişkenler ile açıklanan kısmı olsun. Gereksizlik indeksi (RI), iki adımda elde edilir. Öncelikle bağımlı değişkenlerdeki (Y_q) ortalama varyansın (AV), bağımlı kanonik değişken (y_i^*) tarafından paylaşılan kısmı hesaplanır:

$$AV(Y_q|y_i^*) = \frac{\sum_{j=1}^q YY_{ij}^2}{q}$$

Burada YY_{ij} i. bağımlı kanonik değişkende j . bağımlı değişkenin yükünü ifade etmektedir. Gereksizlik indeksi;

$$RI_{y_i^*|x_i^*} = AV(Y_q|y_i^*) \times r_{ci}^2$$

r_{ci}^2 'nin x_i^* ile y_i^* arasındaki açıklanan varyans olduğu durumda, ortalama varyans ile r_{ci}^2 çarpımına eşittir.

Yukarıdaki formüller her bir değişken için ayrı ayrı açıklanan varyansı göstermekte iken, bir değişken kümesinde diğer değişken kümesi ile açıklanan varyans ise toplam gereksizlik indeksi olarak ifade edilmektedir. Y_q değişkenlerinde X_p değişkenleri ile açıklanan toplam varyansı gösteren toplam gereksizlik:⁴⁴

$$TRI_{Y_q|X_p} = \sum_{i=1}^s RI_{y_i^*|x_i^*} = \frac{\sum_{i=1}^s R_{y_i}^2}{s}$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada $R_{y_i}^2$, Y_q kümesindeki i . değişken ile X_p değişkenlerinin tümünün regresyonu sonucu elde edilen çoklu korelasyonun karesidir. Bir başka deyişle toplam gereksizlik her bir Y_q değişkeninin bağımlı, X_p değişkenlerinin ise bağımsız olduğu çoklu regresyon modellerindeki R^2 'lerin ortalamasına eşittir.

⁴¹ Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, **a.g.e.**, s. 212

⁴² Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 340

⁴³ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 405

⁴⁴ **a.e.**, s. 405

2.1.3.4 Kanonik Değişkenlerin Yorumlanması

Kanonik korelasyon katsayıları istatistik olarak anlamlı ve gereksizlik indeksi kabul edilebilir düzeyde ise sonraki aşama kanonik değişkenlerin yorumlanmasıdır. Bu aşamada sadece kanonik korelasyonları istatistik olarak anlamlı değişkenler yorumlanabilmektedir. Yorumların yapılabilmesi için kanonik ilişkideki her asıl (orijinal) değişkenin göreceli önemini belirlemek gerekir. Bu amaçla, kanonik katsayılar, kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler incelenmelidir.

2.1.3.4.1 Kanonik Ağırlıklar

Bu katsayılar çoklu doğrusal regresyondaki regresyon denkleminin elde edilmesini sağlayan regresyon katsayılarına benzemektedirler. Kanonik ağırlıkların işaretlerinin ve büyüklüklerinin incelenmesi gerekmektedir.⁴⁵ En yüksek kanonik korelasyona sahip kanonik değişken çiftleri ve bunlara ait katsayılar diğerlerine kıyasla daha önemlidirler. Bu katsayıların işaretleri kanonik fonksiyonda bu değişkene ait ilişkinin yönünü, büyüklüğü ise değişkenin katkısının boyutunu göstermektedir. Çoklu doğrusal regresyonda olduğu gibi katsayıların büyük olanlarının kanonik fonksiyona katkısı yüksek, küçük olanların ise katkısı nispeten daha düşüktür. Bu katsayıların standardize edilmiş halleri de yine çoklu doğrusal regresyondaki standardize regresyon katsayıları gibi yorumlanabilmektedir.⁴⁶

Asıl değişkene ait kanonik katsayının düşük olması ya ilgili değişkenin kanonik fonksiyonda önemsiz bir katkıya sahip olduğunu ya da çoklu doğrusal bağlantı problemi olduğunu göstermektedir.⁴⁷ Bu nedenle kanonik fonksiyonların yorumunda katsayılar yerine kanonik yükler tercih edilmektedir.

2.1.3.4.2 Kanonik Yükler

Kanonik değişkenler yorumlanırken; genel olarak kanonik değişkenin kendisi ile ait olduğu asıl değişkenlerin her biri arasındaki basit korelasyonları göz önünde bulundurulmakta ve bu basit korelasyonlara da kanonik yükler (canonical loadings)

⁴⁵ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 341

⁴⁶ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 404

⁴⁷ Mark I. Alpert, Robert A. Peterson, "On the Interpretation of Canonical Analysis", **Journal of Marketing Research**, Vol. 9, No. 2, 1972, s. 189

adı verilmektedir.⁴⁸ Kanonik yükler asıl değişkenlerin varyansının kanonik değişkenler ile paylaşılan kısmını göstermektedir.⁴⁹ Başka bir deyişle, kanonik yükler $r_{x^*.x_i}$ ve $r_{y^*.y_i}$ ($i = 1, 2, \dots, s$) ile ifade edilebilir. Yüksek kanonik yük, asıl değişkenin kendi kanonik değişkenine yaptığı katkının güçlü olduğunu göstermektedir.⁵⁰ Değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı yok ise kanonik yükler ile standardize kanonik katsayılar aynı sonucu vermektedirler. Aksi durumda oldukça farklı olmaktadır.⁵¹

2.1.3.4.3 Kanonik Çapraz Yükler

Kanonik çapraz yükler, adından da anlaşılacağı gibi asıl bağımlı değişkenler ile bağımsız kanonik değişken veya asıl bağımsız değişkenler ile bağımlı kanonik değişken arasındaki korelasyon katsayılarıdır.

Kanonik çapraz yükler, kanonik korelasyon katsayısı ile asıl değişkene ait kanonik yükün çarpılması sonucu elde edilmektedir. Başka bir ifadeyle asıl değişkene ait kanonik çapraz yük; bu değişkenin kendisine ait kanonik değişken ile ne kadar ilişkili olduğuna ek olarak kendi kanonik değişkeninin diğer kanonik değişkenle olan ilişkisini de içermektedir.⁵²

Önerilen bu üç teknikten en çok tercih edilen kanonik çapraz yüklerdir, şayet bu mümkün değilse kanonik yükler veya ağırlıkların kullanılmasıdır. Gereksizlik ölçüsü de bir diğer seçenektir.⁵³

⁴⁸ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 404

⁴⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 341

⁵⁰ Fatma Lorcu, Bilge Acar Bolat, **a.g.e.**, s. 128

⁵¹ Nizamettin Bayyurt, **a.g.e.**, s. 121

⁵² Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, **a.g.e.**, s. 223

⁵³ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 341

2.2 Lojistik Regresyon Analizi

Regresyon analizi bilindiği gibi başta sosyal bilimler olmak üzere, ekonometri, pazarlama, bankacılık, sağlık bilimleri gibi birçok alanda en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Regresyon analizi, bazı kaynaklarda ilişki analizi olarak da ifade edilmekle birlikte, her hangi bir bağımlı değişkenin, bir veya birden fazla bağımsız değişkenle arasındaki ilişkinin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede araştırmacılar regresyon analizi ile bağımlı olarak seçilen değişkeni hangi değişken(ler)in ne ölçüde açıkladığını ve etkilediğini ortaya çıkarabilmektedirler.

Literatürde basit regresyon analizi olarak geçen ve bir bağımlı ile bir bağımsız değişkenin doğrusal ilişkisinden oluşan model aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Burada Y ile ifade edilen bağımlı değişkenin X ile gösterilen bağımsız değişken cinsinden yazılması gösterilmektedir. Regresyon denklemindeki β_0 ; sabit değeri (intercept), β_1 ; regresyon denkleminin eğimi (slope) ve ε ; ise denklemin hatasını göstermektedir.

Eğer bağımlı değişken birden fazla bağımsız değişken tarafından açıklanıyorsa, bu durumda eşitliğin sağ tarafına sabit değer ve denklemin hatası aynı kalmak üzere bağımsız değişken sayısı kadar $\beta_i X_i$ ($i = 1, 2, \dots, k$) eklenecek ve artık denklem çoklu doğrusal regresyon denklemine dönüşecektir.

Literatürde ve gerçek hayat problemlerinde ilişkiler ifade edilirken tek bağımsız değişken genel olarak bağımlı değişkenin tamamını açıklayamadığı için birden fazla bağımsız değişkenin kullandığı çoklu doğrusal regresyon analizi tercih edilmektedir. Bu analizin normallik, doğrusallık, hatalar arasında otokorelasyon olmaması (hataların bağımsız olması), eş varyanslılık (homoscedasticity) ve bağımsız değişkenler arasında ilişki olmaması (multicollinearity) gibi beş varsayımı bulunmaktadır.⁵⁴ Bu varsayımların veri setindeki geçerliliklerinin kontrol edilip gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra analiz aşamasına geçilmektedir.

⁵⁴ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 29

Bu varsayımlardan normalliği sağlamak için ilk önce bağımlı değişkenin ölçeğinin uygunluğu araştırılmalıdır. Hem basit, hem de çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin aralık veya oran ölçeğine; yani metrik ölçeğe sahip olması gerekmektedir. Bağımlı değişken kategorik ölçeğe sahip ise normal dağılıma uygunluğundan söz edilemez. Dolayısıyla En Küçük Kareler (LSM) yöntemi kullanarak hataları minimize eden regresyon analizi, bağımlı değişken metrik ölçeğe sahip olmadığında yetersiz kalmaktadır.

Bağımlı değişkenin nominal veya ordinal; yani kategorik olması durumunda regresyon analizine alternatif olarak Lojistik Regresyon Analizi veya Diskriminant Analizi kullanılabilir.

Lojistik Regresyon Analizi ile Diskriminant Analizi birçok benzerlik göstermelerine rağmen, Lojistik Regresyon Analizi, Diskriminant Analizi'nin aksine bağımsız değişkenlerin çoklu normal dağılması ve kategorilerin kovaryans matrislerinin eşit olması varsayımından etkilenmemektedir.⁵⁵

Lojistik Regresyon Analizi çok değişkenli istatistik yöntemlerden biridir ve “Logit Model” olarak da bilinmektedir. Bağımlı değişkenin metrik olmadığı durumlarda, bağımsız değişkenlerle sebep-sonuç ilişkisinin belirlenmesini sağlamaktadır.⁵⁶

Lojistik Regresyon Analizi'nde bağımlı değişkenin iki şıklı (binary), ikiden fazla şıklı nominal (multinomial) ve sıralı (ordinal) olduğu farklı durumlar söz konusudur. İkiden fazla şıklı nominal lojistik regresyon yöntemi, sıralı lojistik regresyon yöntemine benzemekle beraber kategorilerin sıralı ($a > b > c$ gibi) olması şartı bulunmamaktadır.

Lojistik Regresyon Analizi; regresyon analizinin özel bir hali olmakla birlikte, tek bir metrik olmayan (nitel) bağımlı değişken ile birden fazla metrik ya da metrik olmayan bağımsız değişkenin ilişkilerinin tahmini olarak ifade edilebilmektedir.

Bu analizin bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda kullanıldığından bahsedilmişti. Lojistik Regresyon Analizi'nin temel amacı, karar birimlerini yani

⁵⁵ Joseph F. Hair, v.d., **Multivariate Data Analysis**, 7th Edition, London, Pearson Education Ltd., 2009, s. 341

⁵⁶ Ceyda Yerdelen Kaygın, Alper Tazegül, Hakan Yazarkan, “İşletmelerin Finansal Başarılı ve Başarısız Olma Durumlarının Veri Madenciliği ve Lojistik Regresyon Analizi İle Tahmin Edilebilirliği”, **Ege Akademik Bakış**, Cilt 16, Sayı 1, 2016, s. 150

bağımlı değişkeni gruplara ayırarak sınıflamaktır.⁵⁷ Örneğin bir işletmenin büyüklüğünü sayısal değerler yerine küçük/orta/büyük ölçekli, yeni bir ürünün piyasada başarılı/başarısız olması ya da bir şirkette çalışanların sigara içen/içmeyen olarak ayılmasına imkân vermektedir.

Lojistik Regresyon Analizi'nin amacı her bir birimi en doğru şekilde belirlenen kategorilere atayarak, birimlerin yapısını en iyi şekilde ortaya çıkaran modeli oluşturmaktır.⁵⁸

Regresyon Analizi'nde değişkenlere ait değerlerin tahmini LSM yöntemi ile yapılmakta iken, lojistik regresyon analizinde kategoriye ayrılan bağımlı değişkene ait şıkların gerçekleşme olasılıkları maksimum benzerlik (maximum likelihood) yöntemi ile tahmin edilmektedir.⁵⁹

2.2.1 Lojistik Regresyon Modeli

Lojistik Regresyon Analizi'nde bağımlı değişkenin iki şıklı olduğu durumda kukla değişken kullanılarak ilk kategoriye 1 olmak üzere, diğer kategoriye 0 verilmektedir.⁶⁰ Örneğin bağımlı değişken şirkette çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi'nden başarılı/başarısız olmaları gibi iki ayrı kategoriye (gruba) ayrılmış olsun. Başarılı olan çalışanlara 1, eğitimi başarısız sonuçlananlar ise 0 değeri verilecektir. Burada hangi gruba 0 ya da 1 değeri atandığının önemi olmamakla beraber, sadece analiz sonucunun yorumlanması açısından kategorilere yapılan atamalar öncelikle belirtilmelidir.

Lojistik Regresyon Analizi'nin ne şekilde yapıldığını göstermek için Doğrusal Çoklu Regresyon Analizi ile başlamakta fayda vardır. Çoklu regresyonda k kadar bağımsız değişken ve örnek büyüklüğü n olduğunda i . gözlem için regresyon modeli aşağıdaki gibi olacaktır:

⁵⁷ Ramazan Akbulut, Ömer Faruk Rençber, "Veri Zarflama ve Lojistik Regresyon Analizi ile Çimento İşletmelerinde Finansal Performansa Dayalı Etkinliklerin Değerlendirilmesi", **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 3, 2015, s. 93

⁵⁸ Mehmet Aksaraylı, Özge Saygın, "Algılanan Hizmet Kalitesi ve Lojistik Regresyon Analizi ile Hizmet Terchine Etkisinin Belirlenmesi", **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 13, Sayı 1, 2011, s. 24

⁵⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 186

⁶⁰ **a.e.**, s. 186

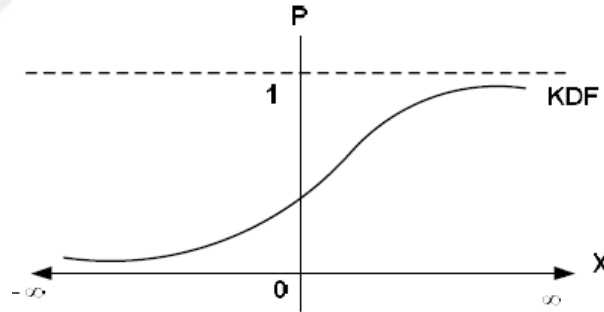
$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki} + e_i$$

Bu fonksiyondan yararlanarak, lojistik regresyondaki bağımlı değişkenin alabileceği değerlerin $[0,1]$ aralığında olması için, bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki eğrisel ilişkiyi gerçekleştiren modelin kullanılması gerekmektedir.⁶¹ β_1 katsayısının işaretine bağlı olarak S veya ters S eğrilerini gerçekleştiren lojistik fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$E(y_i) = P_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki})}$$

Şekil 2.2’de lojistik ilişki gösterilmekte olup asimptotik olarak 0 ve 1 değerlerine yaklaşmaktadır. Bu sayede P_i 0 ve 1 değerlerine ender de olsa yaklaşmakta ancak hiçbir zaman değmemekte ve $(0,1)$ sınırları arasında kalmaktadır. Lojistik regresyonda bu S eğrileri, bir diğer ifade ile *lojistik eğri*, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir.⁶²

Şekil 2.2 Lojistik Eğri – Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



Kaynak: Mehmet Aksaraylı, Özge Saygın, **a.g.e.**, s. 26

Bu fonksiyonun sonucu 0,5’ten büyük ise atama 1 olarak belirlenen kategoriye, 0,5’ten küçük ise 0 olarak belirlenen kategoriye yapılmaktadır.⁶³

⁶¹ Selahattin Yavuz, v.d., “Sıralı Lojistik Regresyon Analizi ile Üniversite Öğrencilerinin Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Erzincan Üniversitesi Örneği”, **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 15, Sayı 1, 2014, s. 99

⁶² Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 345

⁶³ Ramazan Akbulut, Ömer Faruk Rençber, **a.g.e.**, s. 94

Lojistik regresyon atamanın hangi gruba yapılacağını bu olasılıklar dahilinde gerçekleştirmektedir ve bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişki odds (tekler) ile açıklanmaktadır. Burada;

$$\text{Tekler (odds)} = \frac{P_i}{1 - P_i} = e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki}}$$

şeklinde hesaplanmakta olup, bir olayın gerçekleşme olasılığı olan P_i , gerçekleşmeme olasılığı ise $1 - P_i$ 'dir. Örneğin; İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi'nden başarılı olan çalışanları 1 olarak atadığımız durumda, P_i 1'lerin (başarılıların) olasılığı veya toplamını göstermekte iken, $1 - P_i$ ise 0'ların (başarısızların) olasılığı veya toplamıdır. Eğitimi başarı ile geçen çalışan sayısı 30, başarısız olanlar ise 10 olduğunu varsayılırsa, başarılı olma olasılığı $P_i = \frac{30}{40} = 0,75$, başarısız olma olasılığı ise $1 - P_i = \frac{10}{40} = 0,25$ olacaktır. Tekler hesaplandığında $\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{0,75}{0,25} = 3$ sonucu elde edilecek olup, çalışanların başarılı olma olasılığının başarısız olma olasılığından 3 kat fazla olacağını görülmektedir. Bu durumun tersi de geçerli olmaktadır; başarısız olma olasılığı, başarılı olma olasılığının 1/3'üdür.

Odds (tekler) oranı aslında bir olayın gerçekleşme (P_i) ile gerçekleşmeme ($1 - P_i$) olasılıklarının oranıdır. Tekler oranı 1'den büyükse olay yüksek olasılıkla (başarılı olma durumu), 1'den küçük ise de düşük olasılıkla (başarısız olma durumu) gerçekleşecektir.⁶⁴

Olasılığın koşulu olan $[0,1]$ aralığında yer alabilme durumu tekler hesaplanarak $[0; +\infty)$ değerleri arasında tanımlılık oluşturulmaktadır. Tekler oranı hesaplandıktan sonra, oranın doğal logaritması (logit) alınarak değişkenin $(-\infty; +\infty)$ arasında sürekli olması sağlanmaktadır.⁶⁵ Bağımlı değişkene ait hesaplanmış olan tekler doğal logaritma ($\ln$) olarak tanımlanır:

$$\ln(\text{tekler}) = \log\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki}$$

Lojistik regresyon modelindeki bağımsız değişkenlere ait katsayılar *logit* değerinin bağımlı değişken olarak belirlenmesi ile tahmin edilmektedir. Bu şekilde tekler'in

⁶⁴ Mehmet Aksaraylı, Özge Saygın, **a.g.e.**, s. 25

⁶⁵ Ceyda Yerdelen Kaygın, Alper Tazegül, Hakan Yazarkan, **a.g.e.**, s. 151

logaritmasını alınarak, doğrusal olmayan ilişki *logit* fonksiyonu ile doğrusal hale getirilmektedir.

Logit fonksiyonuna ait eşitliğin sağ tarafı doğrusal çoklu regresyona birebir benzemekle birlikte, burada binom dağılımı söz konusudur ve denklemdaki parametrelerin tahmini regresyondaki gibi gerçekleştirilemez.⁶⁶

Tablo 2.1 İki Kategorili Bağımsız Değişken ile Logit Hesaplaması

Olasılık	Tekler (Odds)	Ln Tekler (Logit)
0	0	Hesaplanamaz
0,1	0,111	-2,197
0,3	0,428	-0,847
0,5	1	0
0,7	2,333	0,847
0,9	0	2,197
1	Hesaplanamaz	Hesaplanamaz

Kaynak: Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 350

Tablo 2.1 [0,1] aralığında farklı olasılık değerlerine karşılık tekleri ve bu teklere ait logit değerlerini göstermektedir. Bu sayede logit değeri ile istenildiği zaman [0,1] aralığındaki olasılık değerlerine dönüştürülebilen, hem pozitif hem de negatif değere sahip olabilen metrik değişken yaratılmakta ve lojistik regresyon modelinde bağımlı değişken olarak yer almaktadır.⁶⁷ Model denkleminde de görüleceği üzere bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusal olmasına rağmen; olasılıklar ile bağımlı değişken (*logit*) arasındaki ilişki doğrusal değildir.⁶⁸

2.2.2 Lojistik Regresyon Modelinin Katsayı Tahmini

Daha önce de bahsedildiği gibi basit ya da çoklu doğrusal regresyon analizinde en uygun regresyon denklemini belirlemek için; gerçekleşen ve tahmini değerler arasındaki farkın kareleri toplamını en aza indiren yöntem olan LSM kullanılmaktadır.

⁶⁶ Viv Bewick, Liz Cheek, Jonathan Ball, "Statistics review 14: Logistic regression", **Critical Care**, Vol. 9, 2005, s. 112

⁶⁷ **a.e.**, s. 346

⁶⁸ Şeref Kalaycı, **a.g.e.**, s. 281

Lojistik regresyon modelinin doğrusal olmayan dönüşümler ile oluşturulmasından dolayı, bu yöntem LSM yerine; modeldeki katsayılar belirlenirken, en benzer tahminler göz önünde bulundurmaktadır. Bu nedenle lojistik regresyon analizinde LSM'nin temel varsayımlarından olan normallik, doğrusallık ve eş varyanslılık ön şartı aranmamaktadır. Maksimum benzerlik yöntemi olarak bilinen bu işlemler dizisinde bağımlı değişkene ait kategorilerin gerçekleşme olasılıkları, en çok benzeyene atanması şeklinde ilerlemektedir.

LSM yerine maksimum benzerlik yönteminin kullanılmasından dolayı, lojistik regresyon modelinin katsayılarının doğruluğunun yorumlanması farklı şekillerde olmaktadır.⁶⁹

Maksimum benzerlik yöntemi ile katsayı tahmininde, örnek büyüklüğü n olduğunda i . gözlem için olasılık:

$$P(y_i|x_i) = P_i^{y_i}(1 - P_i)^{1-y_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

şeklinde olacaktır. Burada her bir gözlem birbirinden bağımsız olduğundan dolayı y_i 0 veya 1 değerini alacaktır. Bu olasılık fonksiyonunu bütün örnek için;

$$\begin{aligned} L(y|x) &= \prod_{i=1}^n P(y|x) = \prod_{i=1}^n P_i^{y_i}(1 - P_i)^{1-y_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \left[\frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki}}} \right]^{y_i} \left[\frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki}}} \right]^{1-y_i} \end{aligned}$$

denklemini ile gösterilebilmektedir. Maksimum benzerlik yöntemi; bağımsız değişkenlere ait katsayılar olan β 'ların tahminini, bağımlı değişkenin olabilirliğini en fazla olacak şekilde yapmaktadır. Yukarıdaki denklemler ile ifade edilecek olursa, $L(y|x, \beta)$ benzerlik fonksiyonunu maksimum yapacak β katsayılar vektörünün bulunması gerekmektedir.

$$\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji}$$

⁶⁹ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 346

olarak ifade edilsin, bu durumda log benzerlik fonksiyonu ise;

$$\ln L = LL = \sum_{i=1}^n y_i \left(\frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}} \right) + \sum_{i=1}^n (1 - y_i) \left(\frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}} \right)$$

olarak şekillenmektedir. β parametrelerinin en iyi şekilde tahmini LL 'in maksimize edilmesi ile yapılabileceği için bu yöntem maksimum benzerlik adı verilmektedir.⁷⁰

2.2.3 Lojistik Regresyon Modelinin Anlamlılık Testleri

Basit veya çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişken(ler)e ait β katsayılarının doğruluğunun yorumlanmasında tahminlerdeki sapmaları (varyans) ölçen belirlilik katsayısına (R^2) benzer olarak lojistik regresyon analizinde Cox-Snell R^2 , Nagelkerke R^2 katsayıları kullanılmaktadır. Modelin uygunluğu için ise; Wald Testi, Benzerlik Oran Testi ($-2LL$), Hosmer Lemeshow Uygunluk Testi ve Omnibus Testi yapılmaktadır.⁷¹

2.2.3.1 Benzerlik Oran Testi

Modelin anlamlılığını test eden benzerlik oran testi; benzerlik fonksiyonunun kullanılmasıyla tahmin edilen ve gözlenen modelin kıyaslanmasında, sapma olarak adlandırılan aşağıdaki denklemden yararlanılmaktadır:

$$D = -2 \log \left[\frac{\text{sabit terimi içeren modelin maksimum benzerliği}}{\text{bütün bağımsız değişkenleri içeren modelin maksimum benzerliği}} \right]$$

ya da bir başka ifade ile;

$$D = -2 \log \frac{L_0}{L_1} = -2 [\log(L_0) - \log(L_1)] = -2(LL_0 - LL_1)$$

L_0 =sabit içeren (başlangıç) fonksiyonun maksimum değeri,

L_1 =tam benzerlik fonksiyonunun maksimum değerini göstermektedir.

⁷⁰ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 190

⁷¹ **a.e.**, s. 191-194

Benzerlik oran testinde modele ait hiçbir bağımsız değişken olmadan benzerlik fonksiyonun en iyi değeri ile bağımsız değişkenler girdikten sonraki maksimum benzerliği karşılaştırılarak, bağımsız değişkenlerin katkısı ortaya çıkarılmaktadır.

Basit ve çoklu doğrusal regresyondaki F testine karşılık gelen logaritmik benzerlik (LL) katsayısının -2 çarpılmasının nedeni $-2LL$ değişkeninin χ^2 (ki-kare) dağılımına sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

$-2LL$ katsayısı modelin verilmiş katsayılar ile ne ölçüde iyi tahmin yaptığını göstermektedir. Burada başlangıçta modelde sabit terim varken benzerliğin en fazla olduğu değer bulunacak, sonrasında ise her bir bağımsız değişken modele sıra ile eklendiğinde benzerlik değerindeki düşmeler hesap edilecektir. $-2LL$ değeri ne kadar düşük ise model o ölçüde uygun olacaktır. Çünkü modelin verileri tam olarak yansıtması durumunda L değeri 1, dolayısıyla da L 'nin logaritmasının alındığı $-2LL$ değeri de 0 olacaktır.

Benzerlik oran testinde $-2LL$ değeri χ^2 dağılımı gösterdiği için; modelin uygunluğu k modeldeki parametre sayısı olmak üzere $k - 1$ serbestlik derecesi (df) ile χ^2 dağılımına uymaktadır.⁷² Burada,

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \text{ (model anlamlı değil)}$$

$$H_1: \text{En az biri sıfırdan farklı (model anlamlı)}$$

hipotezleri araştırılmaktadır. $\chi^2_{\alpha, df} < \chi^2$ ise $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ reddedilir ve modelin uygun olduğu sonucuna varılır.

2.2.3.2 Wald Testi

Benzerlik oran testi modelin uygunluğunu ölçerken, her bir bağımsız değişkene ait β_i parametrelerinin anlamlılığını ölçen Wald testi ile değişkenleri ayrı ayrı değerlendirme imkânı doğmaktadır. Lojistik regresyonda Wald testi klasik regresyondaki t testine karşılık kullanılmaktadır.

Klasik regresyonda β_i katsayılarının anlamlı olarak 0'dan farklı olması bahsedilen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu ifade

⁷² Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 193

etmektedir. Lojistik regresyonda ise dönüşümler ile ortaya çıkarılan ve bağımlı değişken olan *logit* değişkeninde Tablo 3.1’de gösterildiği gibi 0 değeri teklerde 1’e, olasılıklarda ise 0,5’e tekabül etmektedir. Olasılığın 0,5’e eşit olması iki kategorili değişken için her iki gruba da eş olasılık ile ait olduğunu yani; bahsedilen bağımsız değişkenin grup üyeliği tahmininde etkisi olmadığını göstermektedir.⁷³

Wald istatistiği, eğim parametresi β_i ’nin maksimum benzerlik tahmini ile bu tahminin standart hatasının oranı olarak hesaplanmaktadır:

$$t = \frac{\beta_i}{\hat{S}_{\beta_i}}$$

t istatistiği standart normal dağılıma (Z) sahiptir ve bu nedenle normal rassal bir değişkenin karesi, 1 serbestlik dereceli χ^2 rassal değişkenine eşit olacağından, Wald istatistiği aşağıdaki biçimde de ifade edilebilir.⁷⁴

$$\chi^2 = \left(\frac{\beta_i}{\hat{S}_{\beta_i}} \right)^2$$

Burada,

$H_0: \beta_i = 0$ (değişken anlamlı değil)

$H_1: \beta_i \neq 0$ (değişken anlamlı)

hipotezleri araştırılmaktadır. $\chi_{\alpha,1}^2 < \chi^2$ ise $H_0: \beta_i = 0$ reddedilir ve parametrenin anlamlı olduğu sonucuna varılır.

Wald istatistik değeri, standart hatalar ile hesaplama yaptığı için, buradaki β_i , lojistik regresyon katsayıları, mutlak değer olarak büyüdükçe standart hatalarda aşırı derecede büyüyeceğinden, hipotez testinin yanlış sonuç vermesine neden olmaktadır. Böyle bir durumda W^2 değeri yapay olarak azalacağından H_0 ’nin kabul edilme olasılığı artmaktadır.

⁷³ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 353

⁷⁴ Ayşe Oğuzlar, “Lojistik Regresyon Analizi Yardımıyla Suçlu Profilin Belirlenmesi”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 19, Sayı 1, 2005, s. 24

Küçük örnekler söz konusu olduğunda Wald testinin güvenilirliği şüpheli olmaktadır, böyle durumlarda benzerlik oran testinin kullanılması daha uygundur.⁷⁵

2.2.3.3 Hosmer-Lemeshow Uygunluk Testi

Hosmer-Lemeshow testi tahmini olasılıkların, gözlemlenen olasılıklara uygunluğunu ölçmekte olup, bütün gözlemlerin tahmini riske göre sıralanarak, bu sıralanmış veriyi desillere (10'luk grup) ayırmakta ve her bir desilin içinde ne kadar çıktı olduğunu belirlemektedir.⁷⁶ Risk desilleri olarak adlandırılan 10 eşit büyüklükteki grubun istatistik değeri:

$$C = \sum_{j=1}^G \frac{(O_j - E_j)^2}{n_j p_j [1 - p_j]}$$

olarak hesaplanmaktadır. Burada, $G = 10$ desil sayını,

O_j : j . risk desilindeki gözlenen çıktı sayısı,

E_j : j . risk desilindeki beklenen çıktı sayısı,

n_j : j . risk desilindeki gözlem sayısı,

p_j : j . risk desilindeki ortalama beklenen olasılığını ifade etmektedir.

Model uygun ise 1 değeri olan birimler yüksek desil grubuna, 0 değeri olanlar ise düşük desil grubuna yerleştirilecektir. Bu sağlanmazsa modelin uygunluğundan söz edilemez.

H_0 : Gözlenen ve beklenen frekanslar arasında anlamlı fark yoktur (model uygundur).

H_1 : Gözlenen ve beklenen frekanslar arasında anlamlı fark vardır (model uygun değildir).

C istatistiği $G - 2 = 8$ serbestlik dereceli χ^2 dağılımı göstermekle beraber $\chi^2_{\alpha,8} > \chi^2$ ise H_0 kabul edilir ve modelin uygun olduğu sonucuna varılır.

⁷⁵ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 192

⁷⁶ Andrew A. Kramer, Jack E. Zimmerman, "Assessing the calibration of mortality benchmarks in critical care: The Hosmer-Lemeshow test revisited", **Critical Care Medicine**, Vol. 35, 2007, s. 2052

2.2.3.4 Cox-Snell ve Nagelkarke R^2

Klasik regresyondaki R^2 , bağımlı değişkene ait açıklanan varyansı göstermekte bir başka ifade ile regresyon modelinin açıklanma miktarını ifade etmektedir ve 1 olduğunda (%100 açıklanan varyans) en yüksek sonucu vermektedir. Lojistik regresyonda ise bağımlı değişken kategorik olduğundan, varyans bu değişkenin olasılık dağılıma bağlı olmaktadır. Örneğin iki kategoriye sahip bağımlı değişken ile analiz yapıldığında, kategorilerin frekanslarının eşit olması durumunda (1. kategori %50, 2. kategori %50) bağımlı değişkenin varyansı en fazla %25 olacaktır. Bu nedenlerden dolayı regresyondaki R^2 ile lojistik regresyonda çıkarım yapmak doğru sonuçlar vermemektedir.⁷⁷

Cox ve Snell (1989)'in lojistik regresyon için R^2 benzeri işlev gören ve kendi adını verdikleri benzerlik esasına dayanan katsayı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:⁷⁸

$$\text{Cox - Snell } R^2 = 1 - \left[\frac{-2LL_0}{-2LL_1} \right]^{2/n}$$

Burada n gözlem sayısını ifade etmekle birlikte, Cox-Snell R^2 katsayısı başlangıç modeli ile doymuş modelin maksimum benzerliklerinden yararlanmaktadır. Ancak bu katsayının genel olarak 1'den küçük olması ve negatif değerler almasından dolayı yorumu oldukça zordur.

Bu sorunu ortadan kaldırmak için Cox-Snell R^2 'de ufak değişiklik yapmak suretiyle Nagelkarke R^2 geliştirilmiştir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:⁷⁹

$$\text{Nagelkarke } R^2 = \frac{\text{Cox - Snell } R^2}{\max(\text{Cox - Snell } R^2)} = \frac{1 - \left(\frac{-2LL_0}{-2LL_1} \right)^{2/n}}{1 - (-2LL_1)^{2/n}}$$

Bu sayede Nagelkarke R^2 değeri $[0,1]$ aralığında değer almakta, yorumlanması kolay, birimlerden ve n gözlem sayısından bağımsız olmaktadır. Nagelkarke R^2 , Cox-Snell

⁷⁷ Şeref Kalaycı, **a.g.e.**, s. 293

⁷⁸ David R. Cox, Joyce E. Snell, **The Analysis of Binary Data**, 2nd Edition, London, Chapman and Hall, 1989, s. 208

⁷⁹ Nico J. Nagelkerke, "A Note on a General Definition of the Coefficient of Determination", **Biometrika**, Vol. 78, No. 3, 1991, s. 692

R^2 'den daima daha yüksek ancak klasik regresyondaki R^2 'den daha düşük sonuç vermektedir.

2.2.4 İki'den Fazla Kategorili (Multinomial) Bağımlı Değişken ile Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik Regresyon Analizi'nde buraya kadar anlatılan modeller iki kategorili bağımlı değişken olması durumunu içermekteydiler. Bağımlı değişkenin ikiden fazla kategoriye sahip olması durumunda; n bağımlı değişkene ait kategori sayısını göstermekte iken P_i ($i = 1, 2, \dots, n$) fonksiyonları farklı şekilde hesaplanmaktadır. Örneğin; işletme performanslarının düşük/orta/yüksek olması durumunda hangi değişkenlerden etkilendiğinin araştırılması ikiden fazla kategorili bağımlı değişken ile lojistik regresyon analizi ile mümkün olmaktadır.

Bu gibi durumlarda kategoriler için hesaplanan *logit* fonksiyonları her bir kategorinin gerçekleşme olasılığının son kategorinin gerçekleşme olasılığına bölünmesi ve doğal logaritmasının alınması ile oluşturulur.⁸⁰

İşletme performansı gibi üç kategoriye sahip bağımlı değişken olması durumunda $P_{\text{düşük}}$, P_{orta} ve $P_{\text{yüksek}}$ gibi üç farklı duruma ait gerçekleşme olasılıkları hesaplanmalıdır. Daha genel bir ifade ile bunları P_1 , P_2 ve P_3 olarak tanımlarsak lojistik model her *logit* için aşağıdaki doğrusal ilişkiye sahip olacaktır:⁸¹

$$\ln(P_1/P_3) = \beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j$$

$$\ln(P_2/P_3) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j$$

k 'nın modeldeki bağımsız değişken sayısını gösterdiği durumda, β_0^* ve β_j^* ilk logit fonksiyonuna β_0 ve β_j ise ikinci *logit* fonksiyonuna ait katsayılardır. Başka bir ifade

⁸⁰ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 201

⁸¹ **a.e.**, s. 201

ile kategori sayısına bağılı olarak oluşturulan her *logit* fonksiyonundaki sabit de dahil olmak üzere bütün parametreler birbirlerinden farklı olacaklardır.

İki kategorili (binomial) bağımlı değişkene sahip lojistik regresyon analizindeki gibi maksimum benzerlik yöntemi ile parametreler tahmin edilir⁸² ve elde edilen parametreler ile P_1 , P_2 ve P_3 gerçekleşme olasılıkları hesaplanır:

$$P_1 = \frac{e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j}}{1 + e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j} + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}}$$

$$P_2 = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j} + e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j}}$$

$$P_3 = 1 - (P_1 + P_2)$$

Her kategori için gerçekleşme oranları ve parametreler tahmin edildikten sonra aynı binomial lojistik regresyonda olduğu gibi; önce benzerlik oran testi ile modelin anlamlı olup olmadığı, anlamlı ise Wald testi ile bağımsız değişkenlere ait β_j 'ler tek tek incelenerek hangilerinin anlamlı katkısı olduğu ve son olarak da Cox-Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 katsayıları ile lojistik regresyon modelinin açıklayıcılığı ortaya konmalıdır.

⁸² Jonathon Starkweather, Amanda Kay Moske, **Multinomial logistic regression**, 2011, (Çevrimiçi) <http://www.readbag.com/unt-rss-class-jon-benchmarks-mlr-jds-aug2011>, 22.08.2016

2.3 Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA)

Varyans analizi (ANOVA) iki veya daha fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığının test edilmesini sağlayan ve yaygın olarak kullanılan istatistik bir yöntemdir. Varyans analizi, metrik bir bağımlı değişkenin varyansını (değişkenliğini), metrik olmayan iki veya ikiden fazla kategoriye sahip tek bağımsız değişkenli (tek yönlü ANOVA), iki bağımsız değişkenli (ikiyönlü ANOVA) veya ikiden fazla bağımsız değişkenli (çok yönlü ANOVA) ile ortaya koymakta ve n kadar bağımsız değişkenin olduğu durumda matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$Y_1 = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

$\downarrow$ Metrik (aralık/oran ölçeği) $\downarrow$ Metrik Olmayan (nominal ölçek)

ANOVA'daki genel hedef bağımlı değişkendeki değişikliğe neden olan grupsal farkların önem derecesini ve etkilerinin büyüklüğünü ortaya koymaktır. Örneğin mühendislik, tıp, avukatlık gibi çeşitli meslek gruplarının aldıkları maaşlar arasında anlamlı fark olup olmadığı ve şayet varsa hangi gruplar arasında fark olduğu (Post-Hoc testi ile) ve hangi meslek grubunun daha az/daha çok kazandığı (ortalamalar kıyaslanarak) ANOVA ile test edilebilir.

Karmaşık problemlerde tek bir bağımsız değişken ile yapılan analizler yeterli olmamakta ve birden çok bağımsız değişkeni içeren modeller ile farklılıkların araştırılması gerekmektedir. Bu durumda her bir bağımlı değişken için tek tek varyans analizi uygulanması çözümü karmaşıktır ve hatanın artmasına neden olmaktadır.

Eğer aynı bağımsız değişken(ler)in kategorileri düzeyinde birden fazla bağımlı değişken için veri varsa ya da gözlem yapıldıysa ve bu bağımlı değişkenlerdeki değişimin kaynağı eşanlı olarak incelenmek isteniyorsa çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) uygulamak daha etkin sonuç vermektedir.⁸³ MANOVA eşitliğin sağ tarafı aynı kalmak suretiyle ANOVA'dan farklı olarak, birden fazla bağımlı değişkene sahip modeller üzerinde analiz imkânı vermektedir. MANOVA'da bir veya daha fazla

⁸³ Aydın Ünsal, "Çok Değişkenli Tek Faktör Varyans Analizi ve Bir Uygulama", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 2, 2000, s. 7

bağımsız değişkenin en az iki bağımlı değişken üzerindeki anlamlı etkisi araştırılmaktadır. m adet bağımlı, n ($n = 1$ de olabilmektedir) adet bağımsız değişkenin olduğu durumda MANOVA'nın matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\underbrace{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_m}_{\text{Metrik (aralık/oran ölçeği)}} = \underbrace{X_1 + X_2 + \dots + X_n}_{\text{Metrik Olmayan (nominal ölçek)}}$$

ANOVA'da tek bir bağımlı değişken için bağımsız değişkene ait gruplar arasındaki ortalamalarının eşitliği test edilirken, bu analizin çok değişkenli uzantısı olan MANOVA'da birden çok bağımsız değişkenin grupları arasındaki ortalama vektörlerinin eşitliği test edilmektedir.⁸⁴ Çok değişkenli varyans analizi ile tek değişkenli varyans analizinin hipotezleri arasındaki temel fark Şekil 2.3'teki gibidir:

Şekil 2.3 ANOVA-MANOVA Arasındaki Hipotez Farkları

ANOVA	MANOVA
$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ Sıfır hipotezi bütün grup ortalamalarının eşit olduğunu iddia etmektedir.	$H_0: \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \\ \vdots \\ \mu_{p1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \\ \vdots \\ \mu_{p2} \end{bmatrix} = \dots = \begin{bmatrix} \mu_{1k} \\ \mu_{2k} \\ \vdots \\ \mu_{pk} \end{bmatrix}$ Sıfır hipotezi bütün grup ortalama vektörlerinin eşit olduğunu iddia etmektedir. $\mu_{pk} = p.$ değişkenin $k.$ grubunun ortalaması

2.3.1 MANOVA Türleri

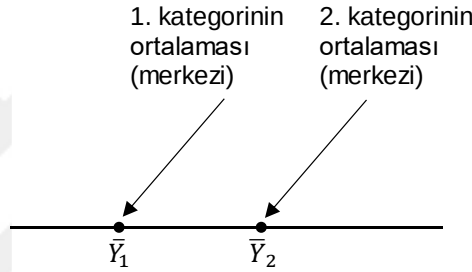
Çok değişkenli varyans analizi ile aşağıdaki üç farklı durum için model kurulup çözüm üretilmektedir:

⁸⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 374

2.3.1.1 İki Kategorili Bir Bağımsız Değişken ve Bir Bağımlı Değişken ile MANOVA

İki kategorili tek bağımsız değişken ve bir bağımlı değişkenin olması halinde MANOVA, ANOVA gibi davranarak bağımsız değişkenin kategorileri arasındaki anlamlı farkı ortaya koymaya çalışacaktır. Bu durumda Şekil 2.4'te görüldüğü gibi bağımsız değişkenin kategorilerine ait ortalamalar tek boyutlu uzayda nokta olarak temsil edilmektedirler.⁸⁵

Şekil 2.4 İki Kategorili Bir Bağımsız ve Bir Bağımlı Değişken için Merkezler



Eğer bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi var ise, bu durumda grup ortalamalarını gösteren $\bar{Y}_i$ 'ler birbirinden farklı olacaklardır. Bu iki grubun farklılıkları Öklid uzaklığı ile ölçülebildiği gibi daha çok tercih edilen Mahalanobis uzaklığı ile de ölçülebilmektedir.⁸⁶ Merkezler arasındaki Mahalanobis uzaklığı büyüdükçe Y bağımlı değişkenine ait grupların farkı da büyüyecektir. MANOVA'nın iki kategorili bir bağımsız ve bir bağımlı değişken içeren bu özel türünün aslında ANOVA yöntemi, hatta bağımsız iki gruplu t -testi kullanılarak çözümü mümkündür.⁸⁷

⁸⁵ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 343

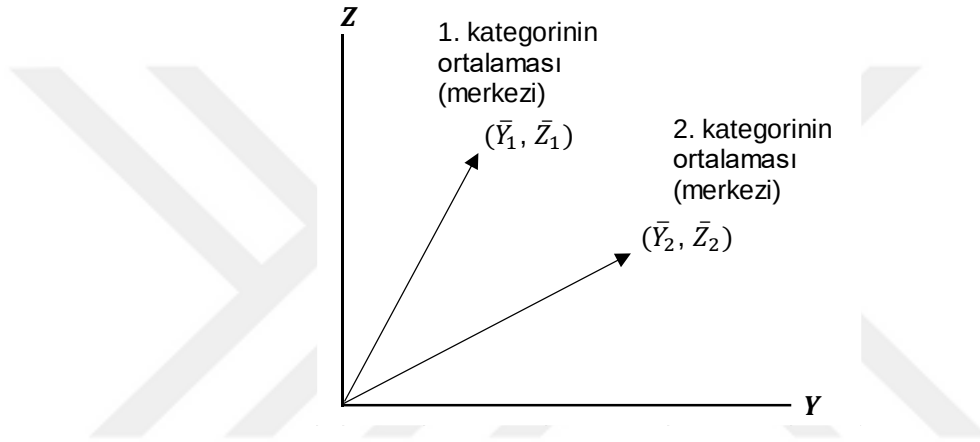
⁸⁶ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 359

⁸⁷ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 343

2.3.1.2 İki Kategorili Bir Bağımsız Değişken ve Birden Fazla Bağımlı Değişken ile MANOVA

İki kategoriye sahip bağımsız bir değişkenin etkisinin ölçüleceği Y ve Z şeklinde iki adet bağımlı değişken olduğunda; $(\bar{Y}_1, \bar{Z}_1)$ ve $(\bar{Y}_2, \bar{Z}_2)$ bu iki grubun merkezi olacaklardır.

Şekil 2.5 İki Kategorili Bir Bağımsız ve Birden Fazla Bağımlı Değişken için Merkezler



Şekil 2.5'te gösterildiği gibi her iki grubun da merkezi iki boyutlu uzayda vektör ya da nokta olarak temsil edilmektedir. Burada da bu iki merkez arasındaki uzaklık Mahalanobis uzaklığı ile ölçülmekte ve bu uzaklık arttıkça gruplararası farklılıkların ortaya çıkması söz konusu olacaktır. p adet değişken olduğu durumda yukarıdaki gibi yine bağımsız değişken iki kategoriye sahip olacağı için iki ayrı merkez p -boyutlu uzayda temsil edilecek ve bu iki merkez arasındaki uzaklığın sıfırdan farklı olup olmadığı incelenecektir.⁸⁸

2.3.1.3 Birden Fazla Bağımsız Değişken ve p Adet Bağımlı Değişken ile MANOVA

Birden fazla bağımsız değişken ve p adet bağımlı değişken ile MANOVA ile gerçek hayat problemlerindeki çok değişkenli modellerden çıkarımlar yapıp sonuçlar elde etmek mümkündür. Örneğin; çalışanların yaş grubu ve eğitimdeki öğretme metotlarının, çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi'nin sonunda yapılan sınavdan

⁸⁸ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 344

aldıkları puanlar ve iş performansları üzerindeki etkilerinin araştırılması bu başlık altındaki MANOVA ile yapılmaktadır.

Biri iki kategoriye, diğeri ise üç kategoriye sahip bağımsız değişkenlerin iki bağımlı değişken üzerindeki etkisi ölçülmek istenirse her kategoriye ait hücreler için Y ve Z cinsinden ortalamalar Tablo 2.2'deki gibi yazılacaktır:

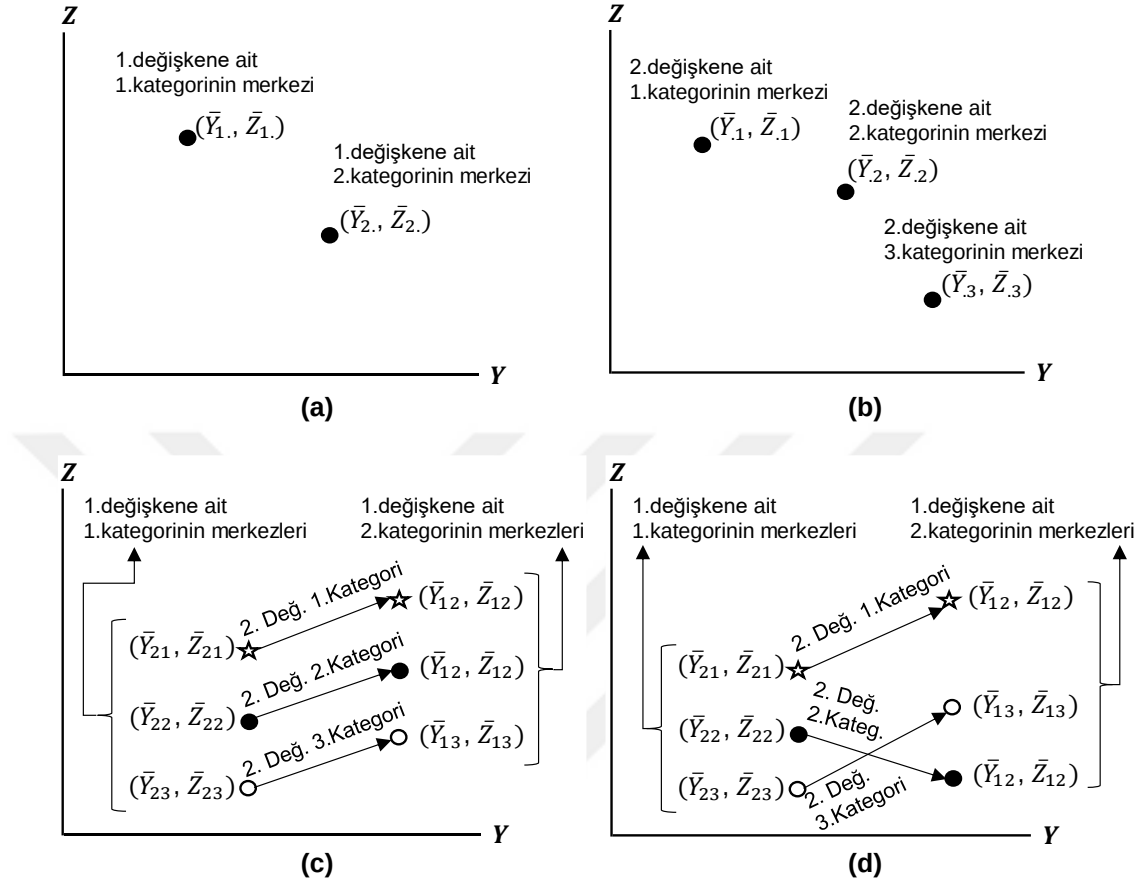
Tablo 2.2 Hücrelerin Ortalamaları

1. Bağımsız Değişken	2. Bağımsız Değişken			Ortalama
	1. Kategori	2. Kategori	3. Kategori	
1. Kategori	$\bar{Y}_{11}$	$\bar{Y}_{12}$	$\bar{Y}_{13}$	$\bar{Y}_{1.}$
	$\bar{Z}_{11}$	$\bar{Z}_{12}$	$\bar{Z}_{13}$	$\bar{Z}_{1.}$
2. Kategori	$\bar{Y}_{21}$	$\bar{Y}_{22}$	$\bar{Y}_{23}$	$\bar{Y}_{2.}$
	$\bar{Z}_{21}$	$\bar{Z}_{22}$	$\bar{Z}_{23}$	$\bar{Z}_{2.}$
Ortalama	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2}$	$\bar{Y}_{.3}$	$\bar{Y}_{..}$
	$\bar{Z}_{.1}$	$\bar{Z}_{.2}$	$\bar{Z}_{.3}$	$\bar{Z}_{..}$

Tablo 2.2'de 1. ve 2. bağımsız değişkenlerin her ikisinin de ilk kategorilerine ait bütün gözlemlerin Y ve Z bağımlı değişkenlerine göre ortalaması $\bar{Y}_{11}$ ve $\bar{Z}_{11}$ olmaktadır, 1. bağımsız değişkenin ilk kategorisinin genel ortalamaları ise $\bar{Y}_{1.}$ ve $\bar{Z}_{1.}$ olarak hesaplanmaktadır. Tablodaki diğer ortalamalar da aynı şekilde yorumlanabilmektedir.

Şekil 2.6 (a) ve (b) bağımsız değişkenlere ait temel etkinin (main effect) grafik gösterimidir, burada modeldeki her iki bağımsız değişkenin tüm kategorilerinin etkileri yer almaktadır. Başka bir deyişle, 1. değişkene ait her iki kategorinin ve 2. değişkene ait her üç kategorinin tüm gözlemlerinin ortalamaları gösterilmektedir. Bu ortalamalar o gruba ait merkezler olarak da ifade edilebileceği için Şekil 2.6 (a) ve (b)'de bağımsız değişkenlere ait kategorilerin merkezleri arasındaki uzaklıklar yer almaktadır. MANOVA ile bu uzaklıkların anlamlı olup olmadığını ortaya koyarak gruplararası farklar incelenmektedir.

Şekil 2.6 Birden Fazla Bağımsız ve 2 Bağımlı Değişken ile MANOVA



Şekil 2.6 (c) ve (d) ise sırasıyla etkileşim (interaction) olmaması ve olması durumlarını göstermektedir. Etkileşim durumu, modelde birden fazla bağımsız değişken olması halinde ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.6 (c)'deki gibi gösterilen bağımsızlar arasında 1. *değişken* $\times$ 2. *değişken* etkileşimi olmaması durumunda yıldız sembolü ile gösterilen noktaların ikisi de 2. değişkenin 1. kategorisine ait ortalamalardır. Bunlardan bir tanesi 1. değişkenin 1. kategorisini, diğeri de 1. değişkenin 2. kategorisini göstermektedir. İçi dolu ve boş yuvarlak ile gösterilen ortalamalar da aynı şekilde yorumlanabilir. Burada önemli olan durum doğruların birbirlerine paralel gitmesidir, yani 2. bağımsız değişken hiçbir durumda 1. bağımsız değişkenin yönünde değişikliğe yol açmamaktadır. 2. bağımsız değişkenin her üç kategorisinde de 1. bağımsız değişkenin 2. kategorisi daha yüksek ortalamalar vermektedir.

1. bağımsız değişken ile 2. bağımsız değişken arasında Şekil 2.6 (d)'deki gibi etkileşim olduğunda doğrular paralel gitmeyecektir. Buradaki etkileşimin derecesi ve hangi kategoriler arasında etkileşim olduğu grafikte paralel olarak seyretmeyen

doğrulardan belirlenmektedir. Grafik gösterime ek olarak istatistik analizler de etkileşim olup olmadığını ortaya koymaktadırlar.

2.3.2 MANOVA'daki Varyans-Kovaryans Matrisleri

MANOVA modellerinde varyans-kovaryans matrisleri oluşturulduktan sonra bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ortaya koyacak testler uygulanmaktadır.⁸⁹ Varyans-kovaryans matrislerini oluşturabilmek adına bağımlı değişkenlere ait kareler toplamının; açıklanan (SS_w) ve açıklanamayan (SS_B) kareler toplamı şeklinde bölünerek hesaplanması gerekmektedir.

r 'nin satır sayısını ve c 'nin sütun sayısını gösterdiği durumda bağımsız değişken ile açıklanamayan kareler toplamı aşağıdaki gibidir:

$$SS_w = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (y_{ij} - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (z_{ij} - \bar{z})^2$$

Burada y değişkeninde bağımsız değişken ile açıklanamayan kareler toplamı;

$$SS_w(y) = (y_{11} - \bar{y}_{.1})^2 + (y_{21} - \bar{y}_{.2})^2 \dots$$

z değişkenindeki açıklanamayan kareler toplamı;

$$SS_w(z) = (z_{12} - \bar{z}_{.2})^2 + (z_{22} - \bar{z}_{.2})^2 \dots$$

Son olarak y ve z değişkenlerinde bağımsız değişken ile açıklanamayan kareler toplamı (CP_w : *cross product*) da;

$$CP_w(y)(z) = \sum_{i=1}^r (y_{i1} - \bar{y}_{.1})(z_{i2} - \bar{z}_{.2})$$

Eşitliklerine göre hesaplanır.

Bağımsız değişkenle tek tek y , z bağımlı değişkenleri ve her ikisinin birlikte açıklanan kareler toplamlarını sırasıyla ifade eden $SS_B(y)$, $SS_B(z)$ ve $CP_B(y)(z)$ aşağıdaki gibidir:

⁸⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 361

$$SS_B(y) = r_1(\bar{y}_{11} - \bar{y})^2 + r_2(\bar{y}_{21} - \bar{y})^2 \dots$$

$$SS_B(z) = r_1(\bar{z}_{11} - \bar{z})^2 + r_2(\bar{z}_{21} - \bar{z})^2 \dots$$

$$CP_B(y)(z) = r_1(\bar{y}_{11} - \bar{y})(\bar{z}_{12} - \bar{z}) + r_1(\bar{y}_{21} - \bar{y})(\bar{z}_{21} - \bar{z}) \dots$$

Bağımsız değişkenin iki gruplu olması durumunda ana köşegende y ve z değişkenlerine ait varyans, diğer köşegende ise her iki değişkene ait kovaryanslar bulunmak üzere (2×2) 'lik varyans-kovaryans matrisleri her iki bağımlı değişken için ayrı ayrı aşağıdaki gibi oluşturulur:⁹⁰

$$\begin{bmatrix} SS_w(z) & CP_w(y)(z) \\ CP_w(y)(z) & SS_w(y) \end{bmatrix} / r - 1 = \begin{bmatrix} S_z^2 & Cov(y, z) \\ Cov(y, z) & S_y^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} SS_w(y) & CP_w(y)(z) \\ CP_w(y)(z) & SS_w(z) \end{bmatrix} / r - 1 = \begin{bmatrix} S_y^2 & Cov(y, z) \\ Cov(y, z) & S_z^2 \end{bmatrix}$$

Varyans-kovaryans matrisleri yukarıdaki gibi elde edildikten sonra ise MANOVA'nın varsayımları bu matrisler kullanılarak test edilmektedir.

2.3.3 MANOVA'nın Varsayımları

Çok değişkenli varyans analizi ile elde edilen sonuçların geçerli olabilmesi için üç önemli varsayım bulunmaktadır:⁹¹

- Gözlemlerin bağımsız olması,
- Varyans-kovaryans matrislerinin her grup için eşit olması,
- Bağımlı değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma uyması.

Bu varsayımların test edilmesi için birden çok yöntem bulunmaktadır.

⁹⁰ a.e., s. 362

⁹¹ Joseph F. Hair, v.d., a.g.e., s. 388

2.3.3.1 Gözlemlerin Bağımsızlığı

En sık karşılaşılan varsayım ihlali gözlemlerin bağımsız olmamasından, yani her gruba ait gözlemlerin diğer herhangi gruptan bağımsız olarak yapılmamasından kaynaklanmaktadır.⁹²

Bu varsayımı hiçbir test kesin olarak belirleyememesine rağmen, araştırmacı bütün olası etkileri göz önünde bulundurmalı ve eğer herhangi bir sorun ile karşılaşırse düzeltme yoluna gitmelidir. Gözlemlerin bağımlılığından şüphe duyulması halinde bir başka çözüm yolu ise yapılan testlerdeki anlamlılık düzeyinin ($\alpha \leq 0,01$) düşük tutulmasıdır.⁹³

2.3.3.2 Varyans-Kovaryans Matrislerinin Eşitliği

Çok değişkenli varyans analizinde bağımsız değişkenin her bir grubunda ayrı ayrı yer alan bağımlı değişkene ait değerlerin farkları araştırılmaktadır. Her grubun içindeki bağımlı değişkenlerin anlamlı olarak birbirlerinden farklı olup olmadıkları bu gruplara ait kovaryans matrislerinin eşitliğinin testi ile mümkün olmaktadır. Şayet gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunursa, bu durumda bağımsız değişkene ait grupların bağımlı değişken üzerinde etkisi olduğundan bahsedilebilir.

Yukarıda bahsedilen farklılığın araştırılması;

$H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_k$ (Kovaryans matrisleri eşittir, gruplararası anlamlı fark yoktur)

H_1 : *En az iki kovaryans matrisi birbirlerinden farklıdır.* (Gruplararası anlamlı fark bulunmaktadır)

Varyans kovaryans matrislerinin eşitliğini iddia eden H_0 Box-M, Levene ve Bartlett testleri ile sınanmaktadır. Daha önce CCA bölümünde bu testler detaylıca anlatılmıştır. (**Bknz.** Bölüm 2.1.1.3)

⁹² a.e., s. 388

⁹³ a.e., s. 389

2.3.3.3 Çok Değişkenli Normallik

MANOVA'nın son varsayımı bağımlı değişkenlerin çok değişkenli normal dağılımı ile alakalıdır. Burada çok değişkenli normal dağılım ifadesi, birden fazla değişkenin birlikte normal dağılımı anlamına gelmektedir.⁹⁴

Veri setinin çok değişkenli normal anakütleden gelip gelmediğini değerlendirmek için birçok test ve grafik yöntem önerilmiştir. Bunlarda bir tanesi her bir değişken için ayrı ayrı tek değişkenli normalliğin kontrol edilmesidir.⁹⁵ Ancak tek değişkenli normalliğin sağlanması, veri setinin çok değişkenli normal olduğunu garanti etmemektedir.⁹⁶

Veri setinin çok değişkenli normal dağılıp dağılmadığı, bağımsız değişken(ler)in kategorilerinde bulunan bağımlı değişkenlerin hepsi birlikte normal dağıldığı iddia eden H_0 hipotezinin sınanması ile ortaya konulmaktadır. Mahalanobis uzaklıkları (MD^2) ve χ^2 dağılımı ile test edilmekte olup, CCA'da detaylıca açıklanmıştır. (Bknz. Bölüm 2.1.1.4.2)

Çok değişkenli normallik varsayımının sağlanmamasının, MANOVA hipotez testlerindeki p –değerleri üzerinde çok kısıtlı bir etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak bu varsayımın aksine, varyans-kovaryans matrislerinin eşitliğinin ihlali durumunda p –değerlerinde büyük farklılıklar oluşmaktadır.⁹⁷ Çok değişkenli normallik varsayımının ihlal edilmesi temel olarak Box-M testinin sonuçlarını etkilemekle birlikte, bu sorun çoğu durumda değişkenlere dönüşümler uygulanarak çözülebilmektedir.⁹⁸ Burada normalliğin sağlanması için pozitif asimetri varsa değişkenlere karekök ($\sqrt{x}$), logaritmik ($\log x$) veya hiperbolik ($\frac{1}{x}$) dönüşümler, negatif asimetri varsa tüm değerler en büyükten çıkarılıp 1 ilave edildikten sonra bu dönüşümler uygulanabilir.⁹⁹

⁹⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 390

⁹⁵ Alvin C. Rencher, **Methods of Multivariate Analysis**, 2nd Edition, New York, Wiley Publication, 2002, s. 92

⁹⁶ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 390

⁹⁷ Carl J. Huberty, Stephen Olejnik, **a.g.e.**, s. 138

⁹⁸ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 390

⁹⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 39

2.3.4 MANOVA Modeli ve İstatistik Testleri

MANOVA için model oluşturulup; gözlemlerin bağımsızlığı, varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği ve çok değişkenli normallik varsayımlarına ait testler yapıldıktan ve kurulan modelin uygun olduğuna karar verildikten sonra bu modelde yer alan bağımsız değişkenlerin kategorilerine göre oluşan gruplararası anlamlı farkların olup olmadığı araştırılmaktadır.

Modelin çok değişkenli testinde yaygın olarak kullanılan dört yöntem bulunmaktadır ve aşağıda detaylıca incelenecek olan bu yöntemlerin hepsinde de aynı hipotezler test edilmektedir. j (grup sayısı) kadar ortalama vektörünün tümünde yer alan p (bağımlı değişken sayısı) kadar ortalamaların birbirlerinden farkı olup olmadığını test eden hipotez aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \begin{pmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{12} \\ \vdots \\ \mu_{1p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_{21} \\ \mu_{22} \\ \vdots \\ \mu_{2p} \end{pmatrix} = \dots = \begin{pmatrix} \mu_{j1} \\ \mu_{j2} \\ \vdots \\ \mu_{jp} \end{pmatrix}$$

H_1 : En az iki ortalama herhangi bir değişken için farklıdır.

Örneğin; $\mu_{22} \neq \mu_{42}$ olması durumunda H_0 hipotezi reddedilecek ve bağımsız değişkene ait en az iki grup arasında anlamlı fark olduğu sonucuna varılacaktır.

Hipotezleri birbirlerinin aynısı olan bu dört teste ait istatistiğin hesaplanmasında da açıklanamayan toplam kareler matrisinin tersi ile açıklanan toplam kareler matrisinin çarpımına ait aşağıdaki matrisin özdeğerleri (λ_i) kullanılmaktadır:¹⁰⁰

$$[SS_w^{-1}][SS_B]$$

Yukarıdaki matris, A matrisi olarak ifade edilir ise; A matrisine ait özdeğerler birim matris kullanılarak oluşturulan aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır:

$$|A - \lambda I| = 0$$

¹⁰⁰ Subhash Sharma, a.g.e., s. 348

A matrisinden, λ katsayısının birim matris ile çarpımının farkı alınarak elde edilen matrisin determinantı sıfıra eşitlenir. Sonrasında ise matematiksel işlemler ile denklemin kökleri olan özdeğerler hesaplanmaktadır.

2.3.4.1 Pillai's T (Pillai's Trace) Testi

Bartlett ve Pillai tarafından ortaya konan H_0 hipotezinin test edilmesine imkân veren bu istatistik aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$T = \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_i}{1 + \lambda_i}$$

Burada $s = \min(p, k)$ ve $k = g - 1$ olarak alınır. Bir başka ifade ile değişken sayısı ile grup sayısının bir eksiğinden hangisi daha küçük ise o kadar sayıda özdeğer oluşacaktır.

Pillai's T, aşağıdaki dönüşüm ile $df_1 = s(2m + s + 1)$ ve $df_2 = s(2n^* + s + 1)$ serbestlik derecesine sahip F dağılımına uygun hale gelmektedir.¹⁰¹

$$F = \left(\frac{2n^* + s + 1}{2m + s + 1} \right) \frac{T}{s - T}$$

Burada; $n^* = \frac{n-g-p-1}{2}$ ve $m = (|p - k|) - 1/2$ şeklinde hesaplanmaktadır.

2.3.4.2 Wilks' Λ Testi

Wilks tarafından 1932 yılında ortaya atılan bu istatistik aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\Lambda = \prod_{i=1}^s \frac{1}{1 + \lambda_i}$$

Wilks' Λ istatistiği de aşağıdaki dönüşüm ile $df_1 = pk$ ve $df_2 = rt - 2u$ serbestlik derecesine sahip F dağılımına uygun hale gelmektedir.¹⁰²

¹⁰¹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 366

¹⁰² Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 366-367

$$F = \left[\frac{(1 - \Lambda^{1/t})}{\Lambda^{1/t}} \right] \frac{rt - 2u}{pg}$$

Dönüşümdeki parametreler;

$$k = g - 1,$$

$$r = (n - g) - (p - k + 1)/2,$$

$$u = (pk - 2)/4,$$

$$t = \begin{cases} \sqrt{(p^2 g^2 - 4)/(p^2 + g^2 - 5)}, & p^2 k^2 - 5 > 0 \\ 1, & p^2 k^2 - 5 \leq 0 \end{cases}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

2.3.4.3 Hotelling's T (Hotelling Lawley Trace) Testi

Üçüncü test istatistiği Hotelling–Lawley çizgisi olarak da bilinen Hotelling's T aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$V = \sum_{i=1}^s \lambda_i$$

Bu istatistik değeri de dönüşüm ile $df_1 = s(2m + s + 1)$ ve $df_2 = 2(sn^* + 1)$ serbestlik derecesine sahip F dağılımına uygun hale gelmektedir.¹⁰³

$$F = \frac{2(sn^* + 1)T}{s^2(2m + s + 1)}$$

2.3.4.4 Roy'un En Büyük Kökü Testi

Roy tarafından ortaya konulan bu istatistikte en büyük özdeğere sahip matris hesaplamalarda kullanılmaktadır:

$$\theta = \frac{\lambda_{max}}{1 + \lambda_{max}}$$

¹⁰³ a.e., s. 367

θ istatistiği de dönüşüm ile $r = \max(p, k)$ olduğu, $df_1 = r$ ve $df_2 = n - g - r + k$ serbestlik derecesine sahip F dağılımına uygun hale gelmektedir.¹⁰⁴

$$F = \frac{\lambda_{\max}(n - g - r + k)}{r}$$

Gruplararasıdaki ortalamanın anlamlı olarak farklı olup olmadığını ortaya koyan bu dört test için ayrı ayrı dönüşümleri yapılarak F dağılımına uygun hale getirilmişlerdir ki bu sayede istenilen α anlamlılık düzeyinde $F_{\alpha; df_1, df_2}$ tablo değeri ile karşılaştırma imkânı ortaya çıkmıştır. Tablo değerini aşan yukarıdaki dört teste ait her F istatistiği sonucunda H_0 reddedilecek ve farkların anlamlı olduğu sonucuna varılacaktır.

Bu dört test istatistiğinden hangisinin tercih edilmesi gerektiği oldukça önemli bir konu olmakla birlikte, aşağıda belirtildiği gibi durumların değişmesi seçilen istatistiği de değiştirmektedir.¹⁰⁵

- Yeterli örnek büyüklüğü var, gözlemler bağımsız, kovaryans matrisleri eşit ve çok değişkenli normallik sağlanıyor, ayrıca hücre büyüklükleri (cell size) yaklaşık olarak eşit ise Pillai's T veya Wilks' Λ tercih edilmeli,
- Örnek sayısının azalması, eşit olmayan hücre büyüklüklerinin olması ve kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımının ihlal edilmesi halinde de Pillai's T kullanılmalı,
- Araştırmacı bütün varsayımların kesin olarak sağlandığından emin ve bağımlı değişkenlerin her biri tek bir boyutu ölçüyor ise bu durumda da Roy'un en büyük kökü daha güçlü bir alternatif olmaktadır.

Birçok durumda bütün bu istatistikler benzer sonuçlar vermekle birlikte, çelişkili durumlarda yukarıda belirtilen koşullara göre seçim yapılmalıdır.

¹⁰⁴ a.e., s. 367

¹⁰⁵ Joseph F. Hair, v.d., a.g.e., s. 394

2.3.5 MANOVA Modelinin Etki Büyüklüğü

MANOVA modeli yukarıda belirtilen testler ile sınıandıktan sonra bağımlı değişkenin grupları arasında anlamlı farklılıklar olduğu ortaya çıkar ise, bu farklılığın hangi değişkenlerden kaynaklandığının bulunması gerekmektedir.¹⁰⁶

Etki büyüklüğü, bağımsız değişken(ler)in bağımlı değişkenleri ne ölçüde açıkladığının ya da etkilediğini bir göstergesidir.

Tek değişkenli etki büyüklüğü ilgilenilen bağımlı değişken, çok değişkenli etki büyüklüğü ise modeldeki tüm bağımlı değişkenler için birlikte söz konusu olmaktadır.¹⁰⁷

2.3.5.1 Tek Değişkenli Etki Büyüklüğü

Tek değişkenli etki büyüklüğü ölçen birçok istatistik olmakla birlikte, en çok kullanılanlardan birisi T^2 ve F -oranı ile alakalı olan Mahalanobis uzaklık ölçüsüdür (MD^2).¹⁰⁸ Bir diğeri olan ve daha sık kullanılanı ise gruplararası toplam kareler (SS_B) ile toplam karelerin (SS_T) oranı ile hesaplanan Kısmi Eta Kare (η^2)'dir.¹⁰⁹

$$\eta^2 = \frac{SS_B}{SS_B + SS_W + SS_E} = \frac{SS_B}{SS_T}$$

η^2 regresyondaki belirlilik katsayısı (R^2) ile aynı şekilde yorumlanabilmektedir ve bağımlı değişken üzerindeki toplam varyansın ne kadarının ilgilenilen bağımsız değişken ya da birden fazla bağımsız değişkenin etkileşimi (interaction) tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu katsayının bir diğeri avantajı ise $[0,1]$ aralığında değişmesi ve 1'e yaklaştıkça toplam varyansın önemli bir bölümünün bağımsız değişkenin grupları arasındaki farklardan kaynaklandığını göstermektedir.

$$\eta^2 = \frac{Fxd f_B}{Fxd f_1 + df_w}$$

¹⁰⁶ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 348

¹⁰⁷ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 367

¹⁰⁸ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 348

¹⁰⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 367

η^2 , yukarıdaki dönüşüm ile df_B 'nın gruplararası ve df_W 'nin grup içi serbestlik derecesini gösterdiği F dağılımına uygun hale gelmektedir.¹¹⁰

2.3.5.2 Çok Değişkenli Etki Büyüklüğü

Çok değişkenli etki büyüklüğü iki grubun merkezleri yani ortalamaları arasındaki farklılık ile ortaya çıkmaktadır ve MD^2 bu şekilde hesaplama yaptığı için çok değişkenli etki büyüklüğünü ölçmede de kullanılmaktadır. Uzaklık fazla ise etki büyüklüğü de fazla olacaktır.¹¹¹

Çok değişkenli etki büyüklüğünü ölçen başka bir ölçü ise çoklu kısmi eta karedir ($\eta_{çoklu}^2$). Daha önce bahsedilen Wilks' Λ , ilgilenen değişken ile alakalı olmayan yani onun dışındaki bütün varyansların toplam varyansa oranı olarak ifade edilmektedir. Bu durumda Λ birden çıkarılırsa, elde edilen sonuç bu değişken ile alakalı varyansların toplam varyansa oranını verecektir.¹¹²

$$\eta_{çoklu}^2 = 1 - \Lambda$$

2.3.6 MANOVA Modelinde Anlamlı Farkların Saptanması

Varyans analizindeki amaç, gruplararası bağımlı değişken açısından anlamlı fark olup olmadığının test edilmesi, bunların büyüklüklerinin araştırılması ve son olarak anlamlı fark var ise, bu farkın hangi bağımsız değişken kategorilerinden kaynaklandığını bulmaktır.

3.2.4'te yer alan testlerin hepsi;

$$H_0: \begin{pmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{12} \\ \vdots \\ \mu_{1p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_{21} \\ \mu_{22} \\ \vdots \\ \mu_{2p} \end{pmatrix} = \dots = \begin{pmatrix} \mu_{j1} \\ \mu_{j2} \\ \vdots \\ \mu_{jp} \end{pmatrix}$$

Hipotezini araştırmakla beraber, hiç birisi H_0 'ın reddi durumunda şayet grup sayısı ikiden fazla ise farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı hakkında bilgi vermemektedir. Farklılığın kaynağını bulmak için Tukey tarafından ortaya atılan

¹¹⁰ Subhash Sharma, **a.g.e.**, s. 349

¹¹¹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 368

¹¹² Carl J. Huberty, Stephen Olejnik, **a.g.e.**, s. 63

gerçekten anlamlı fark (honestly significant difference-HSD) istatistiği hesaplanarak tüm gruplar arasındaki farklar bu değerle karşılaştırılmak suretiyle anlamlı olup olmadıkları sonucuna varılır.¹¹³

$$HSD = q_{\alpha} = \frac{\sqrt{\text{Açıklanamayan Varyans}}}{n} = \frac{\sqrt{SS_E/(n - k)}}{n}$$

q_{α} Tukey HSD Testi tablosunda; α anlamlılık düzeyi, hatanın serbestlik derecesi ve grup (ortalama) sayısına göre yer alan değerdir. Tukey testindeki hipotezler bağımsız değişkenlere ait her bir grubun ortalamaları arasında ayrı ayrı fark olup olmadığını ölçmektedir:

$$H_0: \mu_{11} - \mu_{21} = 0 \quad H_0: \mu_{12} - \mu_{22} = 0 \quad H_0: \dots - \dots = 0 \quad H_0: \mu_{1p} - \mu_{jp} = 0$$

Bu nedenle HSD değeri her bir ortalama çifti (c) için ayrı ayrı $c(c - 1)/2$ kadar hesaplanmalı ve hesaplanan her HSD kendisine ait ortalama farkı ile karşılaştırılmalıdır. Örneğin; $|\mu_{11} - \mu_{21}| \geq HSD_{\mu_{11}, \mu_{21}}$ ise aradaki fark anlamlı, aksi durumda fark anlamsızdır. Bu işlem her ortalama çifti için yapılmalıdır.

¹¹³ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 368-369

2.4 Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi birimlerin anlamlı homojen alt gruplarda yani kümelerde toplanmasını sağlayan ve bu şekilde her bir alt grubun karakteristik özelliklerinin yorumlanmasına olanak sağlayan çok değişkenli istatistik yöntemlerden biridir.¹¹⁴ Bazı durumlarda, veri setini homojen özellik gösteren gruplara ayırmak en iyi çözüm olmaktadır. Bu sayede aynı kümede yer alan birimlerin özellikleri, diğer kümelerde yer alanlardan daha fazla benzerlik göstermekte ve küme elemanları hakkında genel yorum yapılabilmekte ve diğer diğer kümelerle farklar ortaya çıkarılabilmektedir.

Kümeleme analizi; birimleri değişkenler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanarak homojen gruplara bölmek ve her gruba ait özellikleri tanımlamak amacıyla kullanılır.¹¹⁵ Bu sayede gözlenen tüm birimler ait oldukları küme içinde homojen, diğer kümelerde yer alan birimlerle ise önemli şekilde farklılıklar göstermektedirler.¹¹⁶

Eğer büyük veri setleri daha az sayıda birimi barındıran gruplar olarak anlamlı şekilde özetlenebilirse, her bir alt grup verideki benzerlik ya da farklılıklar üzerine az ve öz tanımlama imkânı verebilmektedir.¹¹⁷

Kümeleme analizi Pazar araştırması, astronomi, psikiyatri, hava tahmini, arkeoloji, coğrafya, biyoenformatik ve genetik, gibi çeşitli disiplinlerde kullanılmaktadır.¹¹⁸

Kümeleme analizi, genel olarak dört ana amaca yönelik sonuçlar üretmektedir:¹¹⁹

- n sayıda birimi p farklı değişkenin belirlenen özelliklerine göre kendi içinde homojen ve kendi aralarında heterojen alt gruplara (kümelere) ayırmak,
- p sayıda değişkeni, n sayıda birimde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı düşünülen kümelere ayırmak ve ortak yapıları ortaya koymak,

¹¹⁴ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 473

¹¹⁵ Yıldız Teknik Üniversitesi, *Kümeleme Analizi*, (Çevrimiçi)
www.ist.yildiz.edu.tr/dersler/dersnotu/Kum-Analiz.doc, 01.06.2016

¹¹⁶ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 473

¹¹⁷ Brian S. Everitt, v.d., **Cluster Analysis**, 5th Edition, London, Wiley Publications, 2011, s. 13

¹¹⁸ **a.e.**, s. 9-13

¹¹⁹ Laurence G.Grimm, Paul R. Yarnold, **Reading and Understanding More Multivariate Statistics**, Washington, American Psychological Association, 2000, s. 153

- Birimleri ve değişkenleri birlikte ele alarak; n birimi p değişkene göre ortak özellikli kümelerle ayırmak,
- Birimleri, p sayıdaki değişken için saptanan değerlere göre, izledikleri biyolojik ve tipolojik sınıflamayı ortaya koymak.

Homojen kümeler oluşturmada, kümeleme analizi üç temel araştırma sorusuna yanıt vermektedir:¹²⁰

1. Taksonomi Tanımlaması: Veri içindeki doğal grupların belirlenmesi
2. Veri Basitleştirme: Birimlerin tek tek analizi yerine, benzer birimlere ait grupların incelenerek profillerin çıkarılması
3. İlişki Tanımlaması: Kümeleme analizi ile basitleştirilen yapı sayesinde birimler tek tek incelendiğinde belli olmayan ilişkilerin ortaya çıkması

Kümeleme analizinin çalışma mantığını altı aşamada göstermek mümkündür:¹²¹

1. Araştırmanın amacının belirlenmesi,
2. Araştırma tasarımı: örnek büyüklüğünün yeterli olup olmaması, aykırı değerlerin saptanması, birim benzerliklerinin ölçümü ve eğer gerekliyse verinin standardizasyonu
 - a. Benzerlik ölçüsünün seçilmesi: Küme değişkenlerinin metrik veya metrik olmamasına göre belirlenir.
 - i. Metrik veriye durumlarında yakınsama ve örüntü dikkate alınarak Öklid Uzaklığı, Mahalanobis Uzaklığı ya da Korelasyon Katsayısı kullanılır.
 - ii. Metrik olmayan veride ise birliktelik benzerliği ölçümleri kullanılır.
 - b. Gerekli olan durumlarda benzerlikler hesaplanmadan önce değişkenlerin standardizasyonu yapılmaktadır.
3. Kümeleme analizinin varsayımlarının test edilmesi: Örnek büyüklüğünün temsil gücü ile çoklu doğrusal bağlantının yeterli düzeyde olması gerekmektedir.

¹²⁰ Joseph F. Hair, v.d., a.g.e., s. 517

¹²¹ a.e., s. 516-528

4. Kümeleme algoritmasının seçimi: İlerleyen bölümlerde detaylıca bahsedilen hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemlerden hangilerinin kullanılacağına belirlenmesi
5. Oluşturulan kümelerin yorumlanması: küme merkezlerinin incelenmesi ve küme içinde yer alan birimlerin özelliklerine göre küme isimlerinin belirlenmesi
6. Küme sonuçlarının geçerliliğinin test edilmesi: Bulunan sonuçların anakütleyi temsil edip etmediğinin belirlenmesi

2.4.1 Kümeleme Analizinin Varsayımları

Kümeleme analizi diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin aksine gözlem kümesinin yapısal karakteristiğini ölçen nesnel bir yöntemdir ve aslında istatistiksel kaynaktan ziyade güçlü bir matematiksel özellik barındırmaktadır. Bu yüzden diğer çok değişkenli yöntemlerde oldukça önemli olarak bilinen normallik, doğrusallık ve eşvaryanslılık varsayımları kümeleme analizi için çok önemli değildir. Bunların dışında kümeleme analizi örneğin temsil gücü ve çoklu doğrusal bağlantı varsayımlarına tabiidir.¹²²

Araştırmaların çok az kısmında tamsayım yani anakütle ile analiz yapılmaktadır, bu nedenle araştırmacının örnek alırken seçtiği gözlemlerin anakütleyi iyi temsil edip etmediğinden emin olması gerekmektedir, aksi durumda kümeleme analizi geçerli sonuçlar vermemektedir. Kümeleme analizinin başarılı sonuç vermesi iyi bir örnek seçimine bağlıdır.¹²³

Diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerde çoklu doğrusal bağlantı istenmeyen bir durum olup bu durumun giderilmesi ile analizler yapılmakta iken kümeleme analizindeki etkisi tamamen farklıdır. Kümeleme analizinde değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olması istenmektedir.¹²⁴ Bu sayede değişkenler birimleri gruplara ayırıcı özelliğe sahip olacaklardır.¹²⁵

¹²² Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 526

¹²³ Şeref Kalaycı, **a.g.e.**, s. 358

¹²⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 526

¹²⁵ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 477

2.4.2 Kümeleme Analizinde Uzaklık Ölçüleri

Benzerlik kavramı kümeleme analizi için oldukça önem teşkil etmektedir. Burada benzerlik ölçüsü her birim çifti için; araştırmacı tarafından belirlenen değişkenlere göre sahip oldukları değerlerin benzerliğinin hesaplanmasıdır. Bu şekilde her gözlem bir diğeri ile karşılaştırılarak benzerlik ölçüleri bulunur ve en çok benzeyen gözlemler aynı grup (kümede) yer alırlar.

Çeşitli özelliklerine göre birimler arası benzerlikler birçok farklı şekilde ölçülebilmektedirler. Ancak kümeleme analizinde korelasyon ölçüleri, uzaklık ölçüleri ve birliktelik ölçüleri olmak üzere üç yöntem daha sık kullanılmaktadır. Korelasyon ve uzaklık ölçüleri metrik verilere, birliktelik ölçüleri ise metrik olmayan verilere uygundur.¹²⁶

2.4.2.1 Korelasyon Ölçüleri

Burada değişkenlerin korelasyonundan ziyade her bir birimin birbirleri ile korelasyonu hesaplanarak ne ölçüde benzer oldukları ortaya çıkarılmaktadır. Yüksek korelasyon katsayısına sahip olan birimler belirlenen değişkenlere göre benzer özellik sergilemektedirler, bir başka ifade ile örüntüleri birbirlerine uygundur. Düşük korelasyon katsayısı da benzerliğin olmadığını işaret etmektedir.

Korelasyonlar, değişkenlerin gözlemlerine ait büyüklüklerden ziyade bu gözlemlerin her bir değişken çifti için kendi aralarındaki karşılaştırmaları vermektedir. Kümeleme analizinin en çok uygulandığı alanlarda genellikle gözlemlerin büyüklüklerine önem verilmektedir, bu nedenle kümeleme analizinde korelasyon ölçüleri ender olarak kullanılmaktadır.¹²⁷

¹²⁶ a.e., s. 521

¹²⁷ Şeref Kalaycı, a.g.e., s. 355

2.4.2.2 Uzaklık Ölçüleri

Birçok çok değişkenli istatistik yöntemde benzerliği tanımlamak için yaygın olarak kullanılan ölçü korelasyon olmasına rağmen kümeleme analizinde bu durum uzaklık ölçüleri lehinde değişmektedir.¹²⁸

Benzerlik ölçüleri tek boyutlu veya çok boyutlu olarak yapılabilmektedir. Örneğin Türkiye'deki üniversiteleri (birim) gruplamak istersek; üniversitenin imajı, konumu, kampüs koşulları, akademik kadrosu gibi boyutları (değişken) göz önünde bulundurularak çok boyutlu uzayda her bir üniversitenin birbiri ile benzerlikleri saptanabilmektedir. Bütün uzaklık ölçülerinde uzaklık değerleri benzerlik ile ters orantılıdır, yani uzaklık ne kadar az ise benzerlik o ölçüde fazla, uzaklık değeri fazla ise bu gözlemler arasındaki benzerlik de az olmaktadır.

2.4.2.2.1 Öklid (Euclide) Uzaklığı

Uzaklık ölçüsü denildiğinde ilk akla gelen ve düz çizgi uzaklığı olarak da bilinen Öklid uzaklığı çok boyutlu uzayda geometrik uzaklıktır. p boyut için Öklid uzaklığı;

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

şeklinde hesaplanır. Burada,

d_{ij} : i. ve j. birimin birbirine olan uzaklığı

x_{ik} : i. birimin k. değişken değeri

x_{jk} : j. birimin k. değişken değeri

$i = 1, \dots, n$ ve $j = 1, \dots, n$ ve $k = 1, \dots, p$ olarak tanımlanmakla birlikte n birim sayısını, p ise değişken sayısını ifade etmektedir.¹²⁹

¹²⁸ a.e., s. 355

¹²⁹ Hüseyin Tatlıdil, **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz**, Ankara, Ziraat Matbaacılık, 2002, s. 332

2.4.2.2.2 Minkowski Uzaklığı

Öklid dışında kullanılan bir diğer uzaklık ölçüsü de Minkowski uzaklığıdır.

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{1/q}$$

Minkowski uzaklığı $q = 2$ için Öklid uzaklığına, $q = 1$ için ise aşağıda değinilecek olan City-Block (Manhattan) uzaklığına eşit olacaktır. Minkowski uzaklığı genel bir uzaklık ölçüsü, Öklid ve City-Block (Manhattan) uzaklıkları ise Minkowski'nin özel bir durumudur.¹³⁰

2.4.2.2.3 City-Block (Manhattan) Uzaklığı

City-Block uzaklık ölçüsü Öklid uzaklığına benzemekle birlikte, birimler arasındaki mutlak uzaklıkların toplamını alarak hesaplayan bir uzaklık ölçüsüdür.

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|$$

Kümeleme analizinin aşamalarında da yer alan algoritma seçimi oldukça önemli bir karardır. Kümeleme analizinde birimlerin benzerliklerine göre gruplanması için kullanılan çok sayıda algoritma bulunmaktadır. Bu algoritmalar genel olarak hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.¹³¹

2.4.2.2.4 Mahalanobis Uzaklığı

Kümeleme analizinde kullanılan uzaklık ölçülerinden biri de doğrudan birleştirme yapan Mahalanobis uzaklık ölçüsüdür.¹³² Mahalanobis uzaklığı değişkenlerin arasında ilişki olması durumunda, değişkenlerin ikili olarak varyans ya da korelasyonu

¹³⁰ Michael R. Anderberg, **Cluster Analysis for applications**, New York, Academic Press, 1973, s. 101

¹³¹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 473

¹³² Şenol Çelik, "Kümeleme analizi ile sağlık göstergelerine göre Türkiye'deki illerin sınıflandırılması", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt 14, Sayı 2, 2013, s. 180

hesaplayarak benzerlikleri belirlemektedir. i ve j gözlemleri arasındaki Mahalanobis uzaklığı;

$$Md_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j)}$$

Şeklinde hesaplanmaktadır. Burada,

S , $p \times p$ boyutunda örnek kovaryans matrisi,

x_i , i gözlemini,

x_j , j gözlemini göstermektedir.

Mahalanobis uzaklığının avantajı aykırı gözlemleri de hesaplamalara dahil edebilmesidir.

Daha önce de bahsedildiği gibi kümeleme analizi gözlemleri ya da değişkenleri kendi içlerinde homojen ancak kendi aralarında heterojen kümelere ayırmaktadır, kümeleme yapılırken bu yöntemler izledikleri yaklaşımlara göre aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri olarak iki temel gruba ayrılmaktadırlar.¹³³

2.4.3 Hiyerarşik (Aşamalı) Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri (hierarchical clustering methods), n kadar birime ait veri setinde en fazla $n - 1$ adet küme kararı veren ve gözlemleri hiyerarşik ya da ağaç benzeri yapıya göre kümeleyen yöntemlerdir.¹³⁴ Hiyerarşik kümeleme yöntemleri veri hakkında birçok bilgi sunmakta olup, bu bilgiler veri seti bölünüp kümeler iç içe geçmiş sıralar ile oluştuğuça açığa çıkmaktadır. Bu yöntemlerde ağaç benzeri ilişki dendogramlarla gösterilmektedir.¹³⁵ Aslında hiyerarşik yöntemler; kümeleme algoritmaları kullanarak tekrarlı kümeleme süreçleri ile çok birimli kümeler arasındaki benzerliği ortaya çıkarmaktadırlar. Bu yöntemler tek birimli kümelerden başlayarak bütün birimleri içeren son durumdaki tek bir kümeyi adım adım oluşturmaktadırlar. Bu

¹³³ Kazım Özdamar, **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi**, 5. Baskı, Eskişehir, Kaan Kitabevi, 2004, s. 293

¹³⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 529

¹³⁵ Renato Cordeiro de Amorim, Vladimir Makarenkov, Boris Mirkin, "A-Wardpβ: Effective hierarchical clustering using the Minkowski metric and a fast k-means initialisation", **Information Sciences**, Vol. 370–371, 2016, s. 344

sayede de araştırmacı her bir düzeydeki küme birleşmelerini inceleme ve yorumlama fırsatına sahip olmaktadır.¹³⁶

Hiyerarşık kümeleme yöntemleri kendi içinde toplamalı hiyerarşık (agglomerative hierarchical clustering) ve bölmeli hiyerarşık (divisive hierarchical clustering) kümeleme olarak iki ana başlıkta toplanmaktadır.¹³⁷

Toplamalı hiyerarşık kümeleme yönteminde veri setindeki her birim kendi başına bir küme olarak kabul edilir ve sonrasında da adım adım birbirlerine en çok benzeyenler aynı kümenin içinde toplanır. Bu işlem tek bir küme oluşuncaya kadar devam etmektedir. Bölmeli hiyerarşık yöntemler de toplamalı yöntemlerin tersine; başlangıçta bütün birimleri tek bir kümede toplanmakta, sonra küme içindeki en farklı gözlemler teker teker kümeden ayrılarak yeni kümeler oluşturulmaktadır.¹³⁸

Hiyerarşık yöntemlerde küme sayısı yaklaşık olarak önceden bilinmemektedir, bu sayede hiyerarşık kümeleme yöntemi ile incelenen veri setindeki gizli ilişkileri matematik yöntemler ile ortaya çıkarma imkânı oluşmaktadır.

Hiyerarşık kümeleme yöntemlerinin önemli özelliklerinden biri de benzerlik ağacı oluştururken bir önceki aşamaya ait çözümün, bir sonraki aşamadaki çözüm ile iç içe geçmesidir. Şekil 2.7'deki 8 gözlemlili veri seti için oluşturulan dendogramdan (ağaç grafiğı) görüldüğü üzere altıncı aşamadaki iki kümeli çözüm, yedinci aşamada birleşerek tek bir kümeye dönüşmektedir. Bu şekilde hangi aşamada hangi kümelerin birleştiğı ya da ayrıldığı gözlenebilmektedir.¹³⁹

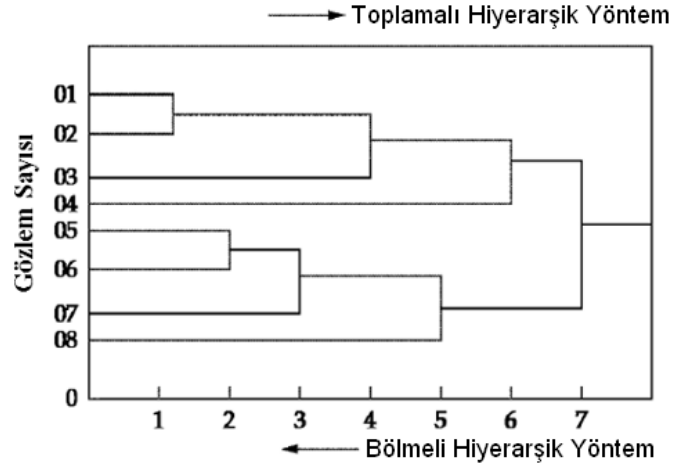
¹³⁶ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 532

¹³⁷ Lawrence Hubert, "Approximate Evaluation Techniques for the Single-Link and Complete-Link Hierarchical Clustering Procedures", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 69, No. 347, 1974, s. 700

¹³⁸ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 529

¹³⁹ **a.e.**, s. 530

Şekil 2.7 Hiyerarşik Kümelemeyi Gösteren Dendogram



Kaynak: Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 530

Buradaki dendogramdan toplamalı hiyerarşik yöntemin gözlemleri birleştirerek tek küme yaratmaya çalışması, bunun tersi olan bölmeli hiyerarşik yöntemin ise bütün gözlemleri içeren tek bir kümeyi her adımda bölerek ayrı kümeler oluşturması da görülebilmektedir.

Hiyerarşik kümeleme yöntemlerini kendi içinde beş ayrı gruba ayrılmaktadır:¹⁴⁰

1. Tek Bağlantı Yöntemi (Single-linkage method)
2. Tam Bağlantı Yöntemi (Complete-linkage method)
3. Ortalama Bağlantı Yöntemi (Average linkage method)
4. Merkezi Yöntem (Centroid method)
5. Ward Yöntemi

2.4.3.1.1 Tek Bağlantı Yöntemi

En yakın komşuluk olarak da bilinen tek bağlantı yöntemi en sık kullanılan kümeleme yöntemlerinden birisidir. En kısa uzaklık esasına dayanmakta olup birbirlerine en çok benzeyen, matematik olarak en yakın iki birimi birleştirerek ilk aşama gerçekleştirilmektedir. Sonrasında ise ya bu oluşturulan çekirdek kümeye en yakın

¹⁴⁰ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 473

birimi de ekleyerek kümeyi genişletmekte, ya da başka en yakın iki gözlemi birleştirerek yeni bir küme oluşturulmaktadır.¹⁴¹

Minimum uzaklıklara dayanan bu yöntemde her bir birimin bulunduğu yakınlık matrisi incelenerek oluşturulan bu küme benzer gözlemlerin gelmesi ile genişletilir veya bu kümeye uymayan gözlemler yeni küme oluşturulur. Bu işlem tüm gözlem ya da birimler kümelerine atanıp bitinceye kadar sürdürülür.¹⁴²

n_A kadar birim barındıran A kümesi ile n_B adet birime sahip B kümesinin uzaklık cinsinden ilişkisi:¹⁴³

$$d_{k(A,B)} = \min\{d(x_{Ai}, x_{Bj})\}$$
$$i = 1, 2, \dots, n_A \quad j = 1, 2, \dots, n_B$$

Burada;

$d_{k(A,B)}$, A ve B kümelerinin uzaklığını,

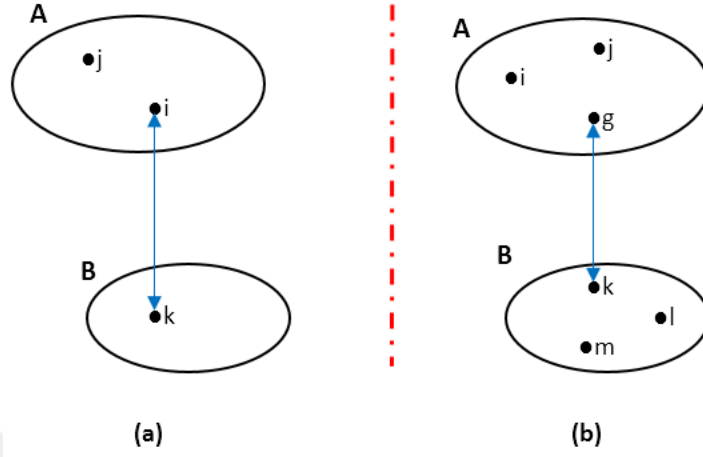
$d(x_{Ai}, x_{Bj})$, A kümesinin i . birimi ile B kümesinin j . birimi arasındaki uzaklığı göstermektedir.

¹⁴¹ Şeref Kalaycı, **a.g.e**, s. 359

¹⁴² Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 474

¹⁴³ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, **Explanatory Data Analysis with Matlab: Computer Science and Data Analysis Series**, Chapman & Hall/CRC Press, London, 2005, s. 131

Şekil 2.8 Tek Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık

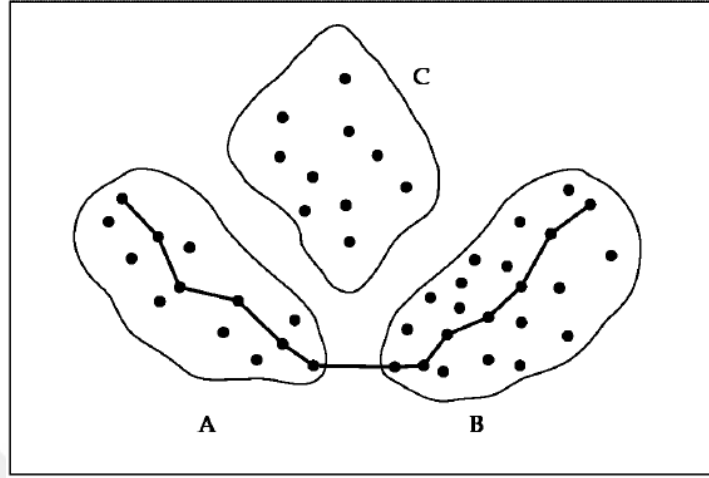


Şekil 2.8 (a)'da tek bağlantı yöntemi kullanıldığında i ve j birimlerinden oluşan A kümesi ile k biriminden oluşan B kümesi arasındaki uzaklık; i ve k birimlerinin uzaklığına eşit olmaktadır. Şekil 2.8 (b)'de ise g , i ve j birimlerini içeren A kümesi ile k , l ve m birimlerini içeren B kümesi arasındaki uzaklık da g ve k birimleri arasındaki uzaklığa eşittir.

Tek bağlantı yönteminde farklı kümeler birleştirileceği zaman bu kümelere ait en yakın noktalar göz önünde bulundurularak kümeler birleştirilmektedir. Ancak farklı kümeler içinde bulunan en yakın gözlemlere göre birleştirme yapmak uzun ve yılan benzeri zincirler oluşturmaktadır. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi veri setindeki gözlemler A, B ve C şeklinde üç ayrı küme olarak gruplanmış olsun. Tek bağlantı yöntemi bir sonraki aşamada hangi iki kümeyi birleştireceğine bu kümelerin her birine ait birimlerden en yakın olanlara göre seçim yapmaktadır. Buna göre A ve B kümelerinin uç noktaları (gözlemleri) birbirlerine daha yakın oldukları için yöntem A ve B kümelerini birleştirerek yeni bir küme oluşturmaktadır. Ancak kümelerin homojenliği açısından A ya da B kümesi ile C kümesinin birleştirilmesi daha uygun olmaktadır.¹⁴⁴

¹⁴⁴ Joseph F. Hair, v.d., a.g.e., s. 531

Şekil 2.9 Tek Bağlantı Yönteminin Dezavantajı



Kaynak: Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 531

Şekil 2.9 tek bağlantı yönteminin temel dezavantajı olan ve yukarıda gözlenen, uzun zincir benzeri yapıyı göstermektedir.

2.4.3.1.2 Tam Bağlantı Yöntemi

En uzak komşuluk olarak da bilinen tam bağlantı yöntemi; tek bağlantı yöntemine benzemekle beraber, burada kümelerin benzerlikleri hesaplanırken her bir kümenin içindeki birimlere ait en büyük uzaklıklar göz önünde bulundurulmaktadır.¹⁴⁵

Bu yöntemde de yine n_A kadar birim barındıran A kümesi ile n_B adet birime sahip B kümesinin uzaklık cinsinden ilişkisi:¹⁴⁶

$$d_{k(A,B)} = \max\{d(x_{Ai}, x_{Bj})\}$$

$$i = 1, 2, \dots, n_A \quad j = 1, 2, \dots, n_B$$

Burada;

$d_{k(A,B)}$, A ve B kümelerinin uzaklığını,

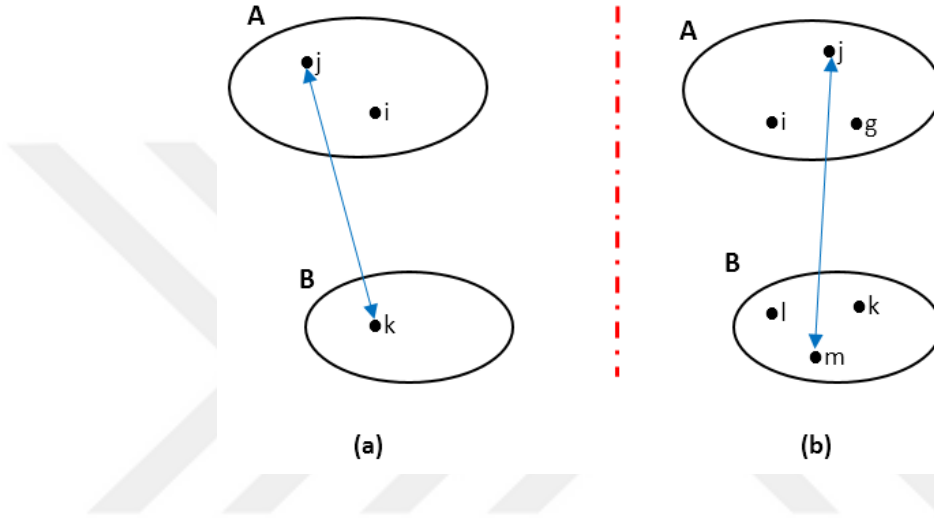
¹⁴⁵ **a.e.**, s. 531

¹⁴⁶ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, **a.g.e.**, s. 131

$d(x_{Ai}, x_{Bj})$, A kümesinin i . birimi ile B kümesinin j . birimi arasındaki uzaklığı göstermektedir.

Şekil 2.10 incelendiğinde bu kez tek bağlantı yönteminin tam tersi olacak şekilde kümeler arasındaki uzaklıklar, en uzak birimlere göre belirlenmektedir.

Şekil 2.10 Tek Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık



Şekil 2.10 (a)'da tam bağlantı yöntemi ile i ve j birimlerinden oluşan A kümesi ile k birimden oluşan B kümesi arasındaki uzaklık; j ve k birimlerinin uzaklığına eşit olmaktadır. Şekil 2.10 (b)'de ise g , i ve j birimlerini içeren A kümesi ile k , l ve m birimlerini içeren B kümesi arasındaki uzaklık da j ve m birimleri arasındaki uzaklığa eşittir. Şekil 2.9 ve Şekil 2.10 karşılaştırıldığında tam bağlantı yönteminde yeni uzaklıklar belirlenirken tek bağlantı yönteminin aksine, küme içerisindeki birimler arasındaki maksimum uzaklık dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, tam bağlantı yöntemi, tek bağlantı yöntemindeki zincirleme sorununu ortadan kaldırmaktadır.

2.4.3.1.3 Ortalama Bağlantı Yöntemi

Önceki bölümlerde detaylı açıklanan tek bağlantı ve tam bağlantı yöntemlerindeki uç değerler dikkate alınarak kümelerin benzerliğini hesaplamak yerine; ortalama bağlantı yönteminde küme içindeki her birimin ortalamasını alınarak, diğer küme içindeki birimlerin ortalaması ile kümelerin benzerliği bulunmaktadır. Bu sayede ortalama bağlantı yönteminde en yakın ve en uzak çiftler gibi küme içindeki aykırı değerler ile

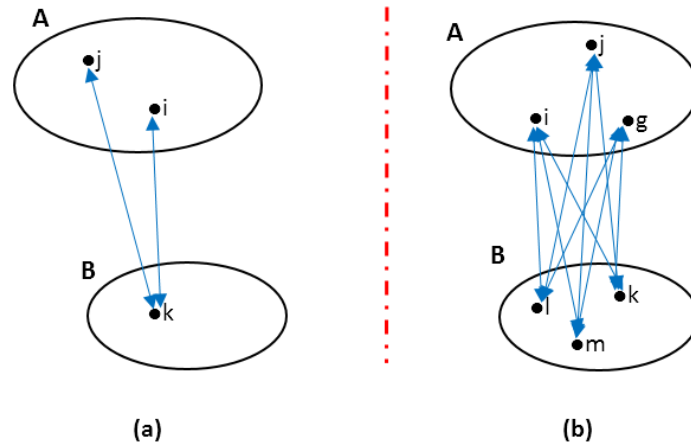
benzerlikler hesaplanmamakta ve bu yöntem ile oluşturulan kümelerin uç değerlerden daha az etkilenmesi sağlanmaktadır.¹⁴⁷

Her biri sırasıyla n_A ve n_B adet birimden oluşan A ve B kümeleri arasındaki uzaklık aşağıdaki gibi olmaktadır:¹⁴⁸

$$d_{k(A,B)} = \frac{1}{n_A \times n_B} \sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_B} d(x_{Ai}, x_{Bj})$$

Şekil 2.11, A ve B kümeleri için ortalama bağlantı yöntemine göre uzaklıkların ne şekilde hesaplandığını grafik olarak göstermektedir. Şekil 2.11 (a)'ya göre i ve j birimlerinden oluşan A kümesi ile k biriminden oluşan B kümesinin arasındaki uzaklık; i ve k 'nin uzaklığı ile j ve k 'nin uzaklığının ortalamasına eşittir. Şekil 2.11 (b) ise A ve B kümelerinin her birinin üçer birim içermesi durumundaki uzaklığın nasıl hesaplanacağını göstermektedir. Bu durumda her birimin diğer kümede yer alan tüm birimler ile uzaklıklarının ortalaması A ve B kümesinin uzaklığını verecektir.

Şekil 2.11 Ortalama Bağlantı Yöntemi ile İki Küme Arasındaki Uzaklık



Ortalama bağlantı yöntemi düşük küme içi varyansa sahip kümeleri birleştirme ve sonucunda da yaklaşık olarak grup içi eş varyanslı kümeler oluşturma eğilimindedir.¹⁴⁹

¹⁴⁷ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 531

¹⁴⁸ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, **a.g.e.**, s. 132

¹⁴⁹ **a.e.**, s. 132

Ortalama bağlantı yöntemi, tek bağlantı ve tam bağlantı yöntemlerinin bir nevi uzlaşık (compromise) sonucunu verdiği için dolayı alternatif olarak gösterilmektedir.¹⁵⁰

2.4.3.1.4 Merkezi Yöntem

Merkezi yöntemde (centroid method) her kümenin ya da grubun içindeki birimlerin ortalama değerlerinin kümenin merkezi olduğu varsayılmaktadır.¹⁵¹ Bu durumda iki kümenin benzerlikleri her ikisinin de merkezlerinin arasındaki uzaklık olmaktadır. Merkezi yöntemde küme içine her yeni giren birim ya da iki ayrı kümenin birleşmesi ile birlikte oluşan yeni kümenin merkezi değişmekte ve tekrar hesaplanmaktadır.¹⁵²

Kümeler arasındaki uzaklığın merkezi yöntem ile hesaplanması:¹⁵³

$$d_{k(A,B)} = d(\bar{x}_A, \bar{x}_B)$$

Burada $\bar{x}_A$ ve $\bar{x}_B$ sırası ile A ve B kümelerinin içindeki birimlerin ortalamasını yani kümelerin merkezini ifade etmektedir.

Merkezi yöntem fen bilimlerinde oldukça yaygın kullanılan bir yöntem olmakla birlikte çoğunlukla karmaşık ve yorumlaması güç sonuçlar üretmektedir. Bu durum genellikle; bir küme çiftinin merkezleri arasındaki uzaklığın daha önceki aşamalarda birleşmiş başka bir küme çiftinin merkezlerinin uzaklığından daha az olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır.¹⁵⁴

¹⁵⁰ Lawrance Hubert, **a.g.e.**, s. 702

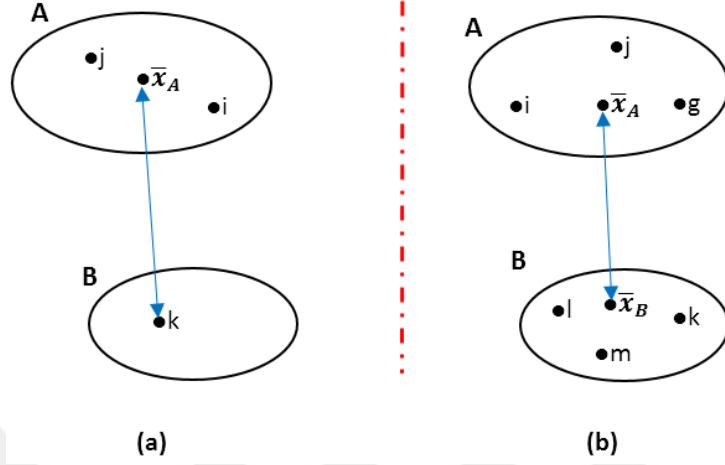
¹⁵¹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 474

¹⁵² Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 532

¹⁵³ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, **a.g.e.**, s. 132

¹⁵⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 532

Şekil 2.12 Merkezi Yöntem ile İki Küme Arasındaki Uzaklık



Şekil 2.12'nin her iki durumunda (a ve b) da görüldüğü üzere, kümelerin birimlerinin ortalama değerleri alınarak bir $\bar{x}_K$ yani küme merkezi hesaplandıktan sonra küme çiftlerinin uzaklıkları bu merkezlere göre belirlenmektedir. Şekil 2.12 (b)'deki gibi herhangi bir küme B kümesine benzer şekilde tek birime sahip ise; kümenin merkezini bulmak için ortalama almak yerine, o tek birim (k) kümenin merkezi olarak kabul edilmektedir.

Diğer hiyerarşik kümeleme yöntemlerinin aksine merkezi yöntemde kümelerin bağlantı uzaklıkları monoton olarak artmamaktadır; bir başka ifade ile kümelerin birleşmesi sürecinde herhangi bir adımda hesaplanan küme bağlantı uzaklığı daha önceki adımda elde edilen uzaklıktan daha fazla olmak zorunda değildir, daha az olabilmektedir.¹⁵⁵ Merkezi yöntemin, ortalama bağlantı yöntemi ile birlikte, diğer hiyerarşik yöntemlerden üstünlüğü uç değerlerden daha az etkilenmesidir.¹⁵⁶

2.4.3.1.5 Ward Yöntemi

Ward yönteminde diğer hiyerarşik yöntemlerdeki gibi tek bir benzerlik ölçüsü yerine küme çifti içindeki birimlerin bütün değişkenler göz önünde bulundurularak küme içi kareler toplamı hesaplanmaktadır. Ward yönteminin amacı, sahip olunan kümenin bütün birimleri ile veri setinde bunların dışında bulunan küme(ler)in ya da ayrıık halde bulunan birim(ler)in hangisi toplam kareleri en az arttırıyorsa bununla birleştirme

¹⁵⁵ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 474

¹⁵⁶ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 532

işlemini yapmaktır.¹⁵⁷ Ward yöntemi toplamalı hiyerarşik yaklaşımı kullanarak, her bir iterasyonda iki kümeyi kümeler arası varyans en az olacak şekilde birleştirmektedir.¹⁵⁸

Ward yönteminde A ve B kümeleri arasındaki uzaklıklar aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.¹⁵⁹

$$d_{k(A,B)} = \frac{n_A \times n_B \times d_{AB}^2}{n_A + n_B}$$

Burada d_{AB}^2 A ve B kümeleri arasındaki uzaklığın merkezi yöntem ile hesaplanmış halidir.

Kareler toplamı doğrudan birim sayısı ile orantılıdır, bu yüzden kareler toplamını minimize etmeyi hedefleyen Ward yönteminin de az sayıda birime sahip kümeleri birleştirme eğilimi vardır. Buna ek olarak eğer araştırmacı ortaya çıkmasını istediği kümelerin yakın sayıda birim içermesini bekliyorsa bu yöntem oldukça elverişlidir. Çünkü Ward yönteminin benzer sayılarda birimler içeren kümeler oluşturma gibi yanlı bir eğilimi bulunmaktadır.¹⁶⁰

2.4.4 Hiyerarşik (Aşamalı) Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri gibi ağaç benzeri yapı ile kümelemeyi adım adım yapmayan hiyerarşik olmayan yöntemler, önceden küme sayısının yaklaşık olarak bilindiği durumlar için oldukça uygundur. Bu sayede önceden belirlenen küme sayısına bağlı olarak birimler bu kümelere atanmakta ve hiyerarşik yöntemlerdeki gibi birimleri ilişkilerine göre adım adım kümeleme işlemi olmadığından çok fazla birime sahip veri setlerinde daha hızlı sonuç vermektedir.¹⁶¹ Ancak bu yöntemleri kullanabilmek için veri setinin yapısı hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.

¹⁵⁷ a.e., s. 532

¹⁵⁸ Renato Cordeiro de Amorim, Vladimir Makarenkov, Boris Mirkin, a.g.e., s. 344

¹⁵⁹ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, a.g.e., s. 133

¹⁶⁰ Joseph F. Hair, v.d., a.g.e., s. 532

¹⁶¹ a.e., s. 533

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde araştırmacının veri seti hakkında ön bilgisi olmalıdır ve veri setinin tahminen hangi sayıda anlamlı gruba bölüneceğini bilmesi gerekmektedir.¹⁶²

Hiyerarşik olmayan yöntemlerde birimler öncelikle alt gruplara ayrılmakta, sonrasında ise en uygun grup içi (within-groups) homojenliği ve gruplararası (between-groups) heterojenliği sağlayıncaya kadar birimlerin farklı gruplara atanması yinelenmektedir.¹⁶³ Hair ve diğerleri (2009) hiyerarşik olmayan yöntemlerin işleme mantığının öncelikle *küme tohumu* belirlemek sonrasında ise birimleri bunlara atama şeklinde olduğundan bahsetmişlerdir.¹⁶⁴ Burada küme tohumu kavramı her bir kümenin başlangıç noktası olarak belirtilmiş olup araştırmacı tarafından önceden tanımlanmış ve yahut rassal şekilde seçilmiş birimlerden oluşmakta ve literatürde küme merkezi olarak da tanımlanmaktadır. Küme tohumu yani, seçilmiş birimlerin merkez olarak kabul edildiği bu süreçte ikinci adım ise; kalan bütün birimleri küme tohumlarına benzerliklerine göre atamak ve en uygun çözüme iterasyonlar ile ulaşmaktır. Yukarıda bahsedildiği gibi bu küme tohumlarının sayısı önceden belirlenmektedir. Orhunbilge (2010) de bütün birimlerin kurala uygun olarak kümelere atanmaması halinde ilk adıma dönülmesi; yani küme merkezlerinin tekrar belirlenmesi gerektiğini ifade etmektedir.¹⁶⁵

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri önceden belirlenmiş olan küme sayısına göre veri setindeki birimleri etkili şekilde bölmeye karşın, başlangıçta küme tohumu (merkezi) olması için seçilen birimlerin rassal olması ya da araştırmacı tarafından seçilmesi bu yöntemlerin dezavantajıdır.¹⁶⁶ Çünkü başlangıçta belirlenen küme merkezlerine bağlı olarak kümeleme algoritmaları farklı sonuçlar verebilmektedirler.

Birçok farklı tipte hiyerarşik olmayan kümeleme tasarımları bulunmaktadır. Bunlar ardışık eşik (sequential threshold) yaklaşımı, paralel eşik (parallel threshold)

¹⁶² Şenol Çelik, **a.g.e.**, s. 182

¹⁶³ Lee Belbin, "The use of non-hierarchical allocation methods for clustering large sets of data", **Aust Computer Journal**, Vol. 19, No. 1, 1987, s. 32

¹⁶⁴ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 532

¹⁶⁵ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 475

¹⁶⁶ Mark S. Aldenderfer, Roger K. Blashfield, **Cluster Analysis**, 15th Edition, Sage Publications, Beverly Hills, 1984, s. 88

yaklaşımı ve optimum ayırma (optimum partitioning) yaklaşımı olarak ifade edilmektedirler.¹⁶⁷

- Ardışık eşik yaklaşımında, seçilen başlangıç değeri ile oluşturulan kümeye, önceden belirlenmiş bir eşik uzaklığı çerçevesinde uygun tüm birimler dahil olur. Kalan birimler için yeni bir küme merkezi seçilir ve bu işlem bütün birimler bir gruba dahil olana kadar devam eder. Herhangi bir birim bir gruba girince sonraki aşamalara dahil edilmez.
- Paralel eşik yaklaşımı da, bir öncekine benzemektedir ancak burada birden fazla küme merkezi aynı anda seçilir ve birimler yine başlangıç uzaklığına en yakın değere atanır. Burada eşik değeri kümelere daha fazla ya da az birim dahil edilmesi aşamasında ayarlanabilmektedir.
- Optimum ayırma yaklaşımı ise paralel eşikteki gibi birden fazla küme merkezi seçerek bütün birimleri ayrı takımlar halinde en yakın kümeye yerleştirmektedir.

Bahsedilen üç yaklaşım da benzer sonuçlar verdiği için, bir tanesinin kullanılması yeterli olmaktadır.¹⁶⁸

Hiyerarşik olmayan yöntemlerde en çok kullanılanı k -ortalama yöntemidir, bu çalışmada da bu yöntem detaylı açıklanacaktır.

2.4.4.1 K -Ortalama Yöntemi

Yukarıda bahsedilen ardışık eşik yaklaşımı, paralel eşik yaklaşımı ve optimum ayırma yaklaşımlarının hepsi k -ortalama olarak bilinen kümeleme yöntemine aittir. K -ortalama algoritmaları, hiyerarşik olmayan yaklaşımlardaki gibi birimleri önce araştırmacı tarafından belirlenen sayıda kümeye ayırarak, birimlerin bütün kriterler karşılanana kadar iteratif olarak bu kümelere atanmasını sağlamaktadır.¹⁶⁹ Buradaki kriterler küme içinde yer alan birimler arasında uzaklığı en aza indirmek, kümeler arasındaki uzaklığı ise olabildiğince fazla tutmaktır.

¹⁶⁷ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 476

¹⁶⁸ Şeref Kalaycı, **a.g.e.**, s. 360

¹⁶⁹ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 534

Martinez ve Martinez (2005)'e göre açıklanan kareler toplamını (ESS) en aza indirmeyi amaçlayan k -ortalama yönteminin adımları aşağıdaki gibi olmaktadır:¹⁷⁰

1. K küme sayısının belirlenmesi,
2. Araştırmacı tarafından ya da rassal olarak seçilen başlangıç kümelerinin merkezlerinin tanımlanması,
3. Her birimin ve kümenin birbirleri ile olan uzaklıklarının hesaplanması,
4. Bütün birimlerin en yakın kümeye atanması,
5. Birimler atandıktan sonra her kümenin merkezlerinin (ortalamalarının) tekrar hesaplanması
6. Açıklanan kareler toplamında hiçbir azalma olmayana kadar 3, 4 ve 5. adımların tekrarlanması

K -ortalama yönteminde ESS'yi en aza indirecek bu adımların uygulanmasında bahsedilen iterasyon sayısı ve yakınsama kriteri (convergence criterion) önem kazanmaktadır. Tatlıdil (2002)'e göre iterasyon sayısının en fazla 10 olması, ve yakınsamanın da 0 ile 1 arasında olacak şekilde ESS'yi an aza indirmesi gerekmektedir. ESS azaldıkça kümeler daha güvenilir sonuçlar vermektedir.¹⁷¹

Bahsedilen hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan bütün yöntemler göz önünde bulundurulduğunda hangisinin tercih edilmesi gerektiği konusunda kesin bir şey söylemek mümkün değildir. Hiyerarşik yöntemler araştırmacıya veri seti hakkında bilgi vermesi ve araştırılan konu hakkında daha önceden ortaya çıkmamış yapıları sunması açısından oldukça önemlidirler. Ancak veri setindeki birim sayısının artması, kümelere atamada kullanılan benzerlik matrisinin çok büyük boyutlara ulaşmasına ve dolayısıyla hesaplamaların karmaşık hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle hiyerarşik olmayan yöntemlerden k -ortalamalar yöntemi daha fazla tercih edilmektedir. Şayet araştırmacı konu hakkında yeterli bilgiye sahipse hiyerarşik olmayan yöntemlerin daha iyi sonuçlar vereceği algısı hakimdir. Başka bir görüş de öncelikle hiyerarşik yöntemlerin uygulanması ve yaklaşık küme sayısının ve küme

¹⁷⁰ Wendy L. Martinez, Angel R. Martinez, **a.g.e.**, s. 137

¹⁷¹ Hüseyin Tatlıdil, **a.g.e.**, s. 360

merkezlerinin veri setine göre belirlenmesi, buradan elde edilen küme sayısı ile de hiyerarşik olmayan yöntemlerin uygulanmasıdır.¹⁷²

2.4.5 Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme analizi yöntemlerindeki en temel sorulardan biri olan örnek veri yapısını en iyi temsil edebilecek küme sayısının belirlenmesi için birçok yaklaşım ortaya atılmıştır.

Maalesef en uygun küme sayısını veren açık ve net bir yöntem bulunmamaktadır.¹⁷³

Bu yaklaşımlardan en çok kullanılanı birim sayısının yarısının karekökünü alarak küme sayısına karar vermektir.¹⁷⁴

$$k = \left(\frac{n}{2}\right)^{1/2}$$

Burada k küme sayısını, n ise veri setindeki birim sayısını ifade etmektedir. Bu yöntem az birime sahip veri setlerinde iyi sonuçlar vermekteyken, birim sayısı arttıkça uygun sonuçlar üretememektedir.

Başka bir yaklaşım ise küme sayısı, grup içi kareler matrisi olan W ile bağlantılı şekilde hesaplanabilmektedir. Mariott (1991) tarafından önerilen bu yöntemde amaç en küçük M sayısını verecek k küme sayısını hesaplamaktır.¹⁷⁵

$$M = k^2 |W|$$

$$W = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j) (X_{ij} - \bar{X}_j)'$$

Burada n_j j. kümedeki birim sayısını, X_{ij} j. kümedeki i. birim değerini ve $\bar{X}_j$ ise j. kümenin örnek ortalama vektörünü göstermektedir.

¹⁷² Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 476

¹⁷³ Dursun Delen, Martin D. Crossland, "Seeding the survey and analysis of research literature with text mining", **Expert Systems with Applications**, Vol. 34, No. 3, 2008, s. 1717

¹⁷⁴ Şenol Çelik, **a.g.e.**, s. 183

¹⁷⁵ Şenol Çelik, **a.g.e.**, s. 183

Küme sayısı hesaplandıktan sonra kullanılacak algoritma ile elde edilen küme yapısının geçerliliğinin test edilmesi de bir diğer önemli aşamadır. Bu sayede araştırmacı kendi veri seti için bulduğu sonuçların güvenilir olduğunu ve anakütle için de benzer sonuçlar verebileceğini, genelleştirme yapılarak kümelemenin geçerli olduğunu iddia edebilecektir. Burada en çok kullanılan yöntem çapraz geçerlilik (cross validation) olarak bilinen; veri setini iki ayrı gruba bölerek her biri için kümeleme analizi yapıp sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Hair ve diğerlerine göre (2009) birimlerin kümelere atanması ile ilgili olarak başlangıç ataması ile son çözüm kıyaslandığında; birimlerin %10'undan azı başka bir kümeye atanmış ise oldukça kararlı (stable) sonuç elde edildiği, bu atama %10 ile %20 arasında ise kararlı sonuç ve son olarak %20 ile %25 arasında geçiş ataması olmuş ise de biraz kararlı sonuç elde edildiği ifade edilmektedir.¹⁷⁶

¹⁷⁶ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 540

BÖLÜM 3. İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ

3.1 Performans Değişkenlerinin Seçimi

Çalışmada; Borsa İstanbul'da yer alan ve imalat sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin performans göstergeleri ve performansı etkileyeceği düşünülen faktörler açısından 2014 yılına ait verileri incelenmiştir. Araştırma, imalat sanayi sektöründe yer alan 188 işletme ile yapılmıştır.

İşletme performans göstergeleri ile performansı etkileyen birçok farklı değişken olduğundan dolayı hangisinin daha iyi temsil edileceğini bulmak için aynı grupta yer alan değişken ve göstergeler açısından 188 işletme ayrı ayrı sıralanıp, sonrasında da Spearman Sıra Korelasyonları (SRC) hesaplanarak bu değişkenler açısından fark olup olmadığı incelenmiştir.

Likidite oranları olarak belirlediğimiz aynı amaçla kullanılan performans göstergeleri cari oran, nakit oran ve asit-test oranının SRC sonuçları Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Cari oran ve asit-test oranı için 0,001 anlamlılık düzeyinde birbirleri ile yüksek derecede ilişkili olması likidite oranının bu iki değişkenden herhangi biri ile temsil edilebileceğini göstermektedir. Bu çalışmada işletmelerin likidite oranı için cari oran ile asit-test oranının ortalaması alınarak etkilerinin birlikte modelde yer almasına karar verilmiştir.

Tablo 3.1 Likidite Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri

	Cari Oran	Nakit Oran	Asit-Test Oranı
Cari Oran	1,000	0,576 p=0,000	0,930 p=0,000
Nakit Oran	0,576 p=0,000	1,000	0,601 p=0,000
Asit-Test Oranı	0,930 p=0,000	0,601 p=0,000	1,000

Mali yapı oranları olarak ele alınan kaldıraç oranı, borçlanma oranı ve öz sermaye/toplam varlık oranı için de işletmeler ayrı ayrı sıralandıktan sonra SRC Tablo 3.2'deki gibi ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu üç ölçüt de 0,001 anlamlılık

düzeyinde birbirleri ile yüksek derecede ilişkili sonuç vermiştir. Ancak kaldıraç oranı ile öz sermaye/toplam varlık oranı birbirlerinin tamlayanı olduğu için, bir başka ifade ile toplamı 1 olduğu için birbirlerinin yerlerine kolaylıkla geçebilmektedirler. Bu nedenle bu oranlardan birinin kullanılması yeterli olmaktadır. Bu çalışmada kaldıraç ve borçlanma oranlarının ortalamasının alınıp mali yapı oranı olarak modele dahil edilmesine karar verilmiştir.

Tablo 3.2 Mali Yapı Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri

	Kaldıraç Oranı	Borçlanma Oranı	Öz sermaye/Toplam Varlık Oranı
Kaldıraç Oranı	1,000	0,995 p=0,000	0,995 p=0,000
Borçlanma Oranı	0,995 p=0,000	1,000	1,000 p=0,000
Öz sermaye/Toplam Varlık Oranı	0,995 p=0,000	1,000 p=0,000	1,000

İşletme performansını etkileyeceği düşünülen faaliyet oranları ele alınmış, Tablo 3.3’de görüldüğü gibi, sadece aktif devir hızı ve öz sermaye devir hızına ait sıralamaların Spearman Sıra Korelasyonları’nın anlamlı olarak ilişkili olduğu saptanmıştır. Ancak öz sermaye devir hızının yüksek olması ya işletme sermayesinin etkin şekilde kullanıldığını ya da dış borçların yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumda bu göstergenin tek başına yorumlanması anlamlı sonuç vermeyecek ve analizde kullanılması halinde yanlış yorumlara sebep olabilecektir. Bu nedenle işletmelerin faaliyet oranı değişkeni için sadece aktif devir hızı modele dahil edilmiştir.

Faaliyet oranlarından olan alacak devir hızı ve stok devir hızı ise imalat sanayii’nde farklı alt sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin alacaklarının tahsil süreleri ve ellerindeki stokları nakde çevirme sürelerinin farklılık göstermesinden dolayı, bu oranlara ait kıyaslamaların doğru şekilde yapılamayacağından tercih edilmemiştir.

Tablo 3.3 Faaliyet Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri

	Aktif Devir Hızı	Öz sermaye Devir Hızı
Aktif Devir Hızı	1,000	0,708 p=0,000
Öz sermaye Devir Hızı	0,708 p=0,000	1,000

İşletmelere ait büyüme oranları içinde aynı adımlar uygulanmış ve varlıklardaki büyüme ile öz sermayedeki büyüme Tablo 3.4’de görüldüğü gibi 0,001 anlamlılık düzeyinde SRC’ye göre ilişkili sonuç vermiştir. Varlıklardaki ve öz sermayedeki büyümenin ortalamasının modele büyüme değişkeni olarak girmesine karar verilmiştir. Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi büyüme ölçütlerinden her biri hesaplandıktan sonra enflasyonun etkisinden arındırılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) Tüketici Fiyat Endeksi’ne (TÜFE)’ ye göre enflasyon oranı 2014 yılı için %10,25 olarak açıklanmış olup enflasyondan arındırılmada bu oran kullanılmıştır.

Tablo 3.4 Büyüme Oranları için Spearman Sıra Korelasyonu Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri

	Varlıklardaki Büyüme	Öz Sermayedeki Büyüme	Dönem Kârındaki Büyüme
Varlıklardaki Büyüme	1,000	0,786 p=0,000	0,222 p=0,002
Öz Sermayedeki Büyüme	0,786 p=0,000	1,000	0,256 p=0,000
Dönem Kârındaki Büyüme	0,222 p=0,002	0,256 p=0,000	1,000

İşletmelerin, kârlılık ölçütü olarak “Net Kâr Marjı”, piyasa performans ölçütü olarak “Piyasa Değeri/Defter Değeri Oranı”, verimlilik göstergesi olarak “Toplam Faktörlü Verimlilik Oranı”, sermaye yoğunluğu için işletmenin “Toplam Varlık/Çalışan Sayısı Oranı”, ihracat ölçütü olarak “İhracat/Toplam Satışlar Oranı”, büyüklüğünü gösteren pazar payı ölçütü olarak ise “İşletmenin Satışları/Sektör Satışları Oranı” kullanılmıştır.

AR-GE giderlerinin toplam giderler içindeki payı işletmenin yeni ürün ve teknoloji üretme amacının önemli bir göstergesi olmakla birlikte işletmenin yeniliğe ne oranda önem verdiğini göstermektedir. Bu yüzden AR-GE giderleri işletme performansını

etkileyebilecek bir değişken olarak düşünülmüş ancak araştırma dahilindeki işletmelerin büyük bir çoğunluğunun AR-GE giderleri olmamasında dolayı yenilik değişkeni olarak düşünülen AR-GE harcamalarının toplam harcamalar içindeki oranı analize dahil edilememiştir.

Performans göstergelerine ve performansı etkileyen faktörlere ait değişkenlerin seçimi yapıldıktan sonra, analizlerde kullanılacak değişkenler ile 188 imalat sanayi işletmesinde çok değişkenli aykırı değerlerin olup olmadığı Mahalanobis Uzaklıkları hesaplanarak χ^2 dağılımına göre test edilmiştir. Bunun sonucunda, aykırı gözlem değerlerine sahip 13 işletme analizden çıkartılmış ve bütün analizlere 175 işletme ile devam edilmiştir.

3.2 Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi ve Sonuçları

Kanonik korelasyon analizi, doğrusallık, çoklu doğrusal bağlantı, eşit varyanslılık ve çok değişkenli normallik varsayımına dayanan çok değişkenli istatistik yöntemidir. CCA, değişken kümeleri içinde çoklu doğrusal bağlantı problemi ile karşılaşılması durumunda kanonik ağırlıklar yerine, kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler ile yorum imkânı sağlamaktadır. Eşit varyanslılık sağlanması halinde değişkenler arasındaki korelasyon artmakta, ancak CCA farklı varyanslı değişkenlere de uygulanabilmektedir. Çok değişkenli normallik CCA analizinde katı bir varsayım olmamakla birlikte sağlanamadığı durumda tek değişkenli normalliğin yeterli olabileceği ileri sürülmektedir. Normalliğin orijinal değişkenler için sağlanmaması durumunda logaritmik, hiperbolik, kareli veya kareköklü dönüşümler ile veriler normal dağılıma yaklaştırılabilmektedir.

3.2.1 CCA'da Normallik Varsayımının Testi

Modelde yer alan büyüme, kârlılık, piyasa performansı, verimlilik, mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, ihracat oranı ve pazar payı değişkenleri için öncelikle çok değişkenli normallik araştırılmıştır. Çok değişkenli normalliğin testinde kullanılan Mardia istatistiğine göre, veri setinin hem çarpıklık ($\hat{\gamma}_{1,p} = 185,282$ $p = 0,000$) hem de basıklık ($\hat{\gamma}_{2,p} = 295,362$ $p = 0,000$) ölçütlerine

göre çok değişkenli normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.¹⁷⁷ Bu nedenle de tek değişkenli normallik için %5 anlamlılık düzeyinde çarpıklık, basıklık, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri yapılmış ve yine değişkenlerin hiçbirinin normal dağılmadığı görülmüştür (**Bknz:** Ek-1). CCA'daki normallik varsayımı katı bir koşul olmaktan ziyade analizin geçerliliğini arttırmaktadır.¹⁷⁸ Bu nedenle analize orijinal veriler ile devam edilmiştir.

3.2.2 CCA'da Çoklu Doğrusal Bağlantı Testi

Çoklu doğrusal bağlantı, aynı kümede yer alan değişkenlerin yüksek doğrusal ilişki içinde olması durumudur ve CCA'da bu tercih edilmemektedir. Bu varsayım için, VIF, Tolerans ve Kondisyon İndeksleri kontrol edilmiş ve VIF değerlerinin 1'e yakın, Tolerans'ın 0,20'den büyük, Kondisyon İndeksinin de 30'dan oldukça küçük olduğu görülmüştür (**Bknz:** Ek-2). Böylece bu varsayım ile ilgili herhangi bir problem olmadığı sonucuna varılmıştır.

3.2.3 CCA'da Örnek Birim Sayısı

CCA için literatürde yer alan farklı birim sayısı hesaplamaları göz önünde bulundurulduğunda veri setinde bulunan 175 işletme yeterli olmaktadır.

3.2.4 CCA Sonuçları

CCA'da Büyüme (Varlıklardaki ve Öz Sermayedeki Büyümenin ortalaması), Kârlılık (Net Kâr Marjı), Piyasa Performansı (Piyasa Değeri ile Defter Değeri Oranı) ve Verimlilik (Toplam Faktörlü Verimlilik) değişkenleri bağımlı, Mali Yapı Oranı (Kaldıraç Oranı ve Borçlanma Oranı Ortalaması), Likidite Oranı (Cari Oran ve Asit-Test Oranı Ortalaması), Faaliyet Oranı (Aktif Devir Hızı), Sermaye Yoğunluğu (Toplam Varlık/Çalışan Sayısı Oranı), İhracat (İhracat Satışlarının Toplam Satışlara Oranı) ve

¹⁷⁷ Selçuk Korkmaz, Dinçer Göksölük, Gökmen Zararsız, "MVN: an R package for assessing multivariate normality", **R Journal**, Vol. 6, No. 2, 2014, s. 152

¹⁷⁸ Aaron French, Sally Chess, Steve Santos, "Canonical Correlation & Principal Components Analysis", **Online@SFSU San Francisco State University**, 2002, (Çevrimiçi) <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/pca/ccandpca.htm>, 26.09.2016

Pazar Payı ise bu performans göstergelerini etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenleri temsil etmektedir.

Tablo 3.5 modeldeki değişkenlerin Pearson Korelasyon Katsayılarını içermekte ve her bir değişken için ilk satır korelasyon, ikinci satır ise anlamlılık düzeyini göstermektedir. Tablo incelendiğinde büyüme ile kârlılık ($p = 0,001$) ve verimlilik ($p = 0,005$) arasında anlamlı pozitif, büyüme ile mali yapı oranı arasında ise ($p = 0,003$) anlamlı negatif ilişki gözlenmektedir. Kârlılık ile verimlilik ($p = 0,000$), likidite oranı ($p = 0,006$) ve faaliyet oranı ($p = 0,018$) arasında anlamlı pozitif ilişki varken, sermaye yoğunluğu ($p = 0,000$) arasında ise anlamlı negatif ilişki bulunmaktadır. Verimliliğin birçok değişkenle anlamlı ilişkide olduğu saptanmış olup, bu değişkenlerden büyüme ($p = 0,005$), kârlılık ($p = 0,000$), likidite oranı ($p = 0,009$) ve pazar payı ($p = 0,035$) ile pozitif, mali yapı oranı ($p = 0,018$), sermaye yoğunluğu ($p = 0,002$) ve ihracat ($p = 0,045$) ile negatif ilişki gösterdiği anlaşılmaktadır. Diğer bir performans değişkeni olan piyasa performansı ile mali yapı oranı ($p = 0,018$), faaliyet oranı ($p = 0,032$) ve ihracat oranı ($p = 0,042$) arasında da anlamlı pozitif ilişki söz konusudur. Faaliyet oranı da yukarıda belirtilen performans değişkenlerine ek olarak ihracat oranı ($p = 0,009$) ile pozitif, sermaye yoğunluğu ($p = 0,017$) ile de negatif ilişkiye sahiptir.

Tablo 3.5 Değişkenlere Ait Pearson Korelasyon Katsayıları ve Anlamlılık Düzeyleri

	Büyüme	Kârlılık	Piyasa Performansı	Verimlilik	Mali Yapı Oranı	Likidite Oranı	Faaliyet Oranı	Sermaye Yoğunluğu	İhracat	Pazar Payı
Büyüme	1	0,244**	0,033	0,213**	-0,227**	0,074	0,010	-0,054	0,069	-0,059
		0,001	0,660	0,005	0,003	0,329	0,891	0,477	0,366	0,438
Kârlılık		1	0,114	0,350**	-0,122	0,205**	0,179*	-0,816**	0,079	0,057
			0,134	0,000	0,107	0,006	0,018	0,000	0,296	0,458
Piyasa Performansı			1	0,120	0,204**	0,080	0,162*	-0,050	0,154*	0,064
				0,113	0,007	0,294	0,032	0,514	0,042	0,404
Verimlilik				1	-0,178*	0,200**	-0,056	-0,247**	-0,156*	0,155*
					0,018	0,008	0,461	0,001	0,039	0,041
Mali Yapı Oranı					1	-0,391**	0,034	-0,036	0,140	0,079
						0,000	0,655	0,636	0,065	0,301
Likidite Oranı						1	-0,028	-0,055	-0,125	-0,049
							0,717	0,466	0,100	0,515
Faaliyet Oranı							1	-0,181*	0,198**	0,131
								0,017	0,009	0,083
Sermaye Yoğunluğu								1	-0,124	0,026
									0,103	0,731
İhracat									1	0,002
										0,974
Pazar Payı										1

** 0,01 anlamlılık düzeyinde korelasyon anlamlıdır.

* 0,05 anlamlılık düzeyinde korelasyon anlamlıdır.

Tablo 3.6’da birinci yani en büyük kanonik korelasyonun anlamlılığını test eden Wilks’ λ , Hotelling’s T , Pillai’s T ve Roy’un en büyük köküne ait değerler ve anlamlılık düzeyleri yer almaktadır. Tabloya göre, 4 adet bağımlı ve 6 adet bağımsız değişkenden oluşan kanonik değişkenler arasında anakütlede ilişki olmadığının iddia edildiği H_0 hipotezi bütün testlerde $p = 0,000$ olduğundan reddedilerek kanonik değişkenler arasındaki ilişkinin en az birinin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3.6 Kanonik Korelasyon Testleri

Test Adı	Test Değeri	Yaklaşık F Değeri	Serbestlik Derecesi (df)	Hatanın Serbestlik Derecesi	p -değeri
Pillai Testi	1,005	9,392	24	672	0,000
Hotelling Testi	3,015	20,538	24	655	0,000
Wilks Testi	0,201	14,014	24	576,83	0,000
Roy’un En Büyük Kökü	0,730	s=4	m=0,5	$\hat{n}=81,5$	

Tablo 3.7’de kanonik korelasyon katsayıları yer almaktadır. Kanonik fonksiyonlar bağımlı kanonik değişkenler ile bağımsız kanonik değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermekte ve kanonik korelasyon katsayıları ile ölçülmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi bağımlı ve bağımsız değişken kümesinin hangisinde daha az sayıda değişken var ise o sayıda kanonik fonksiyon elde edilmektedir. 4 adet bağımlı değişken olduğundan ($p = 4 < q = 6$) bağımlı ve bağımsız kanonik değişken arasındaki ilişkiyi gösteren 4 adet de kanonik fonksiyon üretilmiştir. x_1^* ve y_1^* kanonik değişkenlerine ait kanonik korelasyon ($R_1 = 0,854$) en yüksek anlamlı ($p = 0,000$) sonucu vermektedir. Bu korelasyonun karesi ise bağımsız değişkenlerin birlikte, tüm bağımlı değişkenlerin %73’ünü ($R_1^2 = 0,73$) açıkladığını göstermektedir.

Tablo 3.7 Kanonik Değişken Çiftlerinin Korelasyon Katsayıları

Kanonik Değişkenler (x_i^*, y_i^*)	Özdeğer	Kanonik Korelasyon	Kanonik Korelasyonun Karesi	Wilks λ Değeri	p -değeri
1	2,698	0,854	0,730	0,201	0,000
2	0,201	0,409	0,167	0,745	0,000
3	0,088	0,284	0,081	0,894	0,016
4	0,028	0,166	0,027	0,973	0,197

Tablo 3.7’de yer alan ikinci kanonik değişken çifti x_2^* ve y_2^* ’ye ait korelasyon da anlamlı ($p = 0,000$) olmakla birlikte daha düşük bir korelasyon ($R_2 = 0,409$) içermektedir. Aynı şekilde üçüncü değişken çiftine (x_3^*, y_3^*) kanonik korelasyon da anlamlı ($p = 0,016$) ancak diğer ikisinden daha düşük korelasyona ($R_3 = 0,284$) sahiptir. Son olarak dördüncü (x_4^*, y_4^*) kanonik değişkenlerin korelasyonu anlamlı olmadığı için ($p = 0,197$) bu kanonik değişken çifti yorumlanmaz.

Bağımlı ve bağımsız değişken kümelerindeki değişkenler ile bunlara ait kanonik değişkenlerin yorumlanmasında kanonik ağırlıklar kullanılmaktadır.¹ Standardize kanonik ağırlıklar ise ortalaması 0’a, standart sapması da 1’e eşit olan ağırlıklar ile kanonik değişkenleri tanımlayabilmektedir. Tablo 3.8’e göre anlamlı ve en yüksek korelasyona sahip birinci kanonik değişken çiftinin bağımlı kanonik değişkeni (y_1^*) ile bağımlı değişken kümesindeki Büyüme, Kârlılık, Piyasa Performans ve Verimlilik arasındaki ilişki aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$y_1^* = -0,163 * \text{Büyüme} + 1,015 * \text{Kârlılık} - 0,067 * \text{Piyasa Performans} + 0,051 * \text{Verimlilik}$$

İkinci ve üçüncü kanonik değişken çiftlerinin ilişkisi de anlamlı korelasyona sahip olduğu için y_2^* ve y_3^* değişkenlerine ait standardize kanonik yükler de yorumlanabilmektedir. Ancak birinci kanonik fonksiyonun korelasyonu daha yüksek olduğundan, buna gerek duyulmamıştır.

Tablo 3.8 Bağımlı Değişken Kümesi için Standardize Kanonik Ağırlıklar

	y_1^*	y_2^*	y_3^*	y_4^*
Büyüme	-0,163	0,248	0,726	-0,685
Kârlılık	1,015	-0,218	0,234	0,235
Piyasa Performansı	-0,067	-0,800	-0,258	-0,557
Verimlilik	0,051	0,635	-0,786	-0,385

Tablo 3.9 ise bağımsız değişken kümesi için standardize kanonik ağırlıkları göstermektedir. Burada da sadece x_1^* kanonik değişkeninin yorumlanması yeterli olmakta ve bağımsız değişkenler ile aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

¹ Şeref Kalaycı, a.g.e., s. 251

$$x_1^* = -0,115 * \text{Mali Yapı Oranı} + 0,139 * \text{Likidite Oranı} + 0,017 * \text{Faaliyet Oranı} - 0,970 \\ * \text{Sermaye Yoğunluğu} - 0,030 * \text{İhracat Oranı} + 0,122 * \text{Pazar Payı}$$

Tablo 3.9 Bağımsız Değişken Kümesi için Standardize Kanonik Ağırlıklar

	x_1^*	x_2^*	x_3^*	x_4^*
Mali Yapı Oranı	-0,115	-0,803	-0,585	0,289
Likidite Oranı	0,139	-0,280	-0,457	-0,730
Faaliyet Oranı	0,017	-0,428	0,159	-0,162
Sermaye Yoğunluğu	-0,970	-0,058	-0,019	-0,300
İhracat	-0,030	-0,390	0,527	-0,462
Pazar Payı	0,122	0,158	-0,589	-0,278

Standardize kanonik ağırlıklar daha önce de belirtildiği gibi çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu yüzden Tablo 3.10 ve Tablo 3.11'de yer alan kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler daha çok tercih edilmektedir.

Tablo 3.10 Kanonik Yükler

	Bağımlı Kanonik Değişkenler			
	y_1^*	y_2^*	y_3^*	y_4^*
Büyüme	0,093	0,303	0,608	-0,728
Kârlılık	0,985	-0,026	0,106	-0,131
Piyasa Performansı	0,049	-0,074	-0,302	-0,599
Verimlilik	0,363	0,515	-0,580	-0,515

	Bağımsız Kanonik Değişkenler			
	x_1^*	x_2^*	x_3^*	x_4^*
Mali Yapı Oranı	-0,128	-0,748	-0,373	0,494
Likidite Oranı	0,236	0,090	-0,268	-0,750
Faaliyet Oranı	0,194	-0,493	0,182	-0,205
Sermaye Yoğunluğu	-0,970	0,116	-0,082	-0,191
İhracat	0,060	-0,544	0,534	-0,326
Pazar Payı	0,083	0,050	-0,591	-0,249

Kanonik yükler, asıl değişkenlerin kendi kanonik değişkenleri ile arasındaki basit doğrusal korelasyondur ve kanonik değişkene en fazla katkısı yapan değişkenin belirlenmesine olanak sağlarlar. Tablo 3.10'un bağımlı değişkenler kısmında büyüme, kârlılık, piyasa performansı ve verimlilik ile bu değişkenlerin doğrusal kombinasyonu olan bağımlı kanonik değişken arasındaki korelasyonlar yer almaktadır. Bütün bağımlı değişkenler kanonik değişken ile pozitif ilişki göstermektedirler. Birinci bağımlı kanonik değişken olan y_1^* ile en yüksek korelasyona sahip değişken kârlılıktır ($R = 0,985$), bu yüzden bağımlı değişken kümesinin en önemli değişkeni kârlılıktır. Bunu sırasıyla verimlilik ($R = 0,363$), büyüme ($R = 0,093$) ve piyasa performansı ($R = 0,049$) izlemektedir. Korelasyonlar incelendiğinde kanonik değişken üzerinde kârlılık ve verimliliğin önemli katkısının olduğu, ancak piyasa performansı ve büyümenin ise önemli bir katkısının olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.10'un bağımsız değişkenler ile ilgili sonuçlarına göre bağımsız değişkenlerin doğrusal kombinasyonu olan bağımsız kanonik değişken ile en yüksek korelasyona sermaye yoğunluğu ($R = -0,970$) sahiptir. İlişkilerin yönü incelendiğinde sermaye yoğunluğu ve mali yapı oranının kanonik değişken ile negatif ilişki, bunlar dışındaki bağımsız değişkenlerin ise pozitif ilişkide olduğu görülür. İlişkilerin boyutuna göre ise en önemli değişken sermaye yoğunluğu olmakla birlikte, likidite oranı ($R = 0,236$) ve faaliyet oranının da ($R = 0,194$) anlamlı katkılarının olduğu sonucuna varılır. Ancak, mali yapı oranının da ($R = -0,128$) pazar payı ($R = 0,083$) ve ihracatın ($R = 0,060$) kanonik değişken üzerinde önemli katkıya sahip değildirler.

Burada hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin işaretlerinin yönü birbirleri ile olan ilişkilerinin yönünü de göstermektedir. Bir başka ifade ile bağımlı değişken kümesindeki bütün değişkenlerin pozitif korelasyona sahip olmaları birbirleri ile de pozitif yönde ilişkili olduğunu ortaya koyar. Bağımsız değişkenlerde ise sermaye yoğunluğu ve mali yapı oranları birbirleri ile pozitif ilişki göstermekte iken, aynı kümede bulunan diğer bağımsız değişkenler ile negatif ilişkiye sahiptirler.

Kanonik çapraz yükler bağımlı kanonik değişken ile bağımsız değişken kümesinde yer alan asıl değişkenlerin ilişkisini veya bağımsız kanonik değişken ile bağımlılar

kümesinde bulunan asıl değişkenlerin ilişkisini göstermektedir.² Tablo 3.11’de bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait kanonik çapraz yükler yer almaktadır.

Tablo 3.11 Kanonik Çapraz Yükler

	Bağımsız Kanonik Değişkenler			
	x_1^*	x_2^*	x_3^*	x_4^*
Büyüme	0,080	0,124	0,172	-0,121
Kârlılık	0,842	-0,011	0,030	-0,022
Piyasa Performansı	0,042	-0,030	-0,086	-0,099
Verimlilik	0,310	0,211	-0,165	-0,085

	Bağımlı Kanonik Değişkenler			
	y_1^*	y_2^*	y_3^*	y_4^*
Mali Yapı Oranı	-0,110	-0,306	-0,106	0,082
Likidite Oranı	0,201	0,037	-0,076	-0,124
Faaliyet Oranı	0,166	-0,202	0,052	-0,034
Sermaye Yoğunluğu	-0,828	0,048	-0,023	-0,032
İhracat	0,051	-0,223	0,152	-0,054
Pazar Payı	0,071	0,021	-0,168	-0,041

Kanonik çapraz yükler de incelendiğinde x_1^* bağımsız kanonik değişkenine en fazla katkısı olan bağımlı değişken kârlılık ($R = 0,842$) olmuştur. Sonrasında ise sırasıyla verimlilik ($R = 0,310$), büyüme ($R = 0,080$) ve piyasa performans ($R = 0,042$) gelmiştir. Performans için hem kanonik hem de kanonik çapraz yükler açısından kârlılık ve verimlilik önemli değişkenler olarak görünmektedir.

y_1^* bağımlı kanonik değişkeni ile bağımsız değişkenlerin kanonik çapraz yüklerinde ise kanonik yükler de olduğu gibi yine sermaye yoğunluğunun katkısı en büyük olmuştur. y_1^* ile sermaye yoğunluğu ve mali yapı oranı ters yönlü, diğer bağımsız değişkenler ise aynı yönlüdür. Kanonik çapraz yüklere göre y_1^* ile ilişkileri diğer

² Ömer C. Bilgin, Ebru Emsen, Michael E. Davis, “An Application of Canonical Correlation Analysis to Relationships between the Head and Scrotum Measurements in Awassi Fat Tailed Lambs”, **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Vol. 2, No. 6, 2003, s. 345

değişkenlere oranla yüksek olan sermaye yoğunluğu ($R = -0,828$) ve likidite oranı ($R = 0,201$) performansı etkileyeceği düşünülen değişkenler olmuştur.

Açıklanan varyans oranı, kanonik değişkenlerin kendi kümelerinde açıkladığı kısmı göstermektedir ve bağımlı (veya bağımsız) kümedeki her bir kanonik değişkene ait kanonik yüklerin karelerinin ortalamasıdır.³ x_1^* kanonik değişkenine ait açıklanan varyans oranı %17,7'dir:

$$\frac{(-0,128)^2 + (0,236)^2 + (0,194)^2 + (-0,970)^2 + (0,060)^2 + (0,083)^2}{6} = 0,177$$

Aynı hesaplamalar ile y_1^* kanonik değişkenine ait açıklanan varyans oranı %27,9'dür:

$$\frac{(0,093)^2 + (0,985)^2 + (0,049)^2 + (0,363)^2}{4} = 0,279$$

Gereksizlik indeksi, kanonik korelasyonların bağımlı ve bağımsız değişkenlerin açıklanan varyansı ortaya koyamamasından dolayı hesaplanmaktadır. Daha önceden de bahsedildiği gibi gereksizlik indeksi bağımlı veya bağımsız değişken kümesinin diğer kümenin kanonik değişkeni tarafından açıklanan varyansının ortalamasını vermektedir. Gereksizlik indeksi, kanonik değişkenin açıklanan varyans oranı ile kanonik korelasyon katsayısının karesinin çarpımından elde edilmektedir. Bu durumda gereksizlik indeksi yardımıyla bağımsız kanonik değişkenin bağımlı değişkenlerde açıkladığı varyans %20,3 ($0,279 * 0,730 = 0,203$) olarak hesaplanır.

Modelde birinci kanonik korelasyon dışındaki kanonik korelasyonların da bulunduğu gereksizlik indeksleri Tablo 3.12'de yer almaktadır.

³ M. Suphi Özçomak, Murat Gündüz, "Borsa Performans Oranları ve Diğer Finansal Oranlar Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 16, Sayı 1, 2012, s. 464

Tablo 3.12 Gereksizlik İndeksi Sonuçları

Kanonik Korelasyon ($x_i^* - y_i^*$)	Bağımlı Değişken Kümesi			
	Açıklanan Varyans Oranı	Kümülatif Açıklanan Varyans Oranı	Kanonik R^2	Gereksizlik İndeksi
1	0,279	0,279	0,730	0,203
2	0,091	0,369	0,167	0,015
3	0,202	0,571	0,081	0,016
4	0,293	0,864	0,027	0,008

Burada performans bağımlı değişken kümesinde açıklanan varyans oranındaki katsayılar kanonik değişkenlere ait ortalama açıklama paylarını göstermektedir. Sayfa 125’de de bahsedildiği gibi birinci kanonik değişken varyansın %27,9’unu açıklarken, ikinci kanonik değişken %9,1’ini, üçüncü ve dördüncü kanonik değişkenler de sırasıyla %20,2 ve %29,3’ünü açıklamaktadır. Dolayısıyla bağımlı kanonik değişkenlerin kendi kümelerinde açıkladıkları varyans oranı %86,4’tür. Gereksizlik indeksleri incelendiğinde ise birinci kanonik korelasyon için performans bağımlı değişken kümesindeki varyasyonun %20,3’ü bağımsız değişken kümesinde yer alan mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, ihracat oranı ve pazar payı değişkenleri ile açıklanabildiğini gösterir. Birinci kanonik değişken en yüksek gereksizlik indeksine sahiptir ve bağımlı değişken kümesindeki varyansı açıklamada en etkili kanonik değişkendir. Tablodan elde edilen değerlerle toplam gereksizlik indeksi hesaplandığında;

$$TRI_{Y|X} = 0,203 + 0,015 + 0,016 + 0,008 = 0,242 \text{ olarak bulunur.}$$

Dolayısıyla bağımlı değişken kümesindeki varyasyonun %24,2’ü bağımsız değişken kümesi tarafından açıklanabilmektedir. Bunun da büyük bir kısmı olan %83,7’si (0,203/0,243) birinci kanonik değişken çiftine aittir.

CCA sonucunda elde edilenleri özetlemek gerekirse, bağımlı ve bağımsız kanonik değişkenler arasındaki kanonik korelasyon ($R_c = 0,854$) oldukça yüksek sonuç vermiştir. Bağımlı kanonik değişken üzerinde en yüksek etkiye sahip, dolayısıyla en önemli performans değişkeni kârlılık olmakla beraber, verimlilik de önemli bir değişken olarak saptanmıştır. Büyüme ve piyasa performansının ise işletme performansı üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Performansı etkileyeceği

düşünülen faktörlerden en güçlü etkiye sahip olanı, ters yönlü olarak sermaye yoğunluğudur, bu faktörü sırasıyla likidite oranı ve faaliyet oranı izlemektedir. İhracat oranı, pazar payı ve mali yapı oranının ise güçlü bir etkisi saptanmamıştır.

3.3 Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları

Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin kategorik olması gerektiği, bağımsızların ise kategorik ya da metrik ölçeklerde olabileceği önceki bölümlerde açıklanmıştı. Aykırı değerlere sahip işletmeler analiz dışında bırakıldığında BİST’de yer alan 175 imalat sanayii işletmesinin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılacak olan kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyüme değişkenleri metrik ölçeğe sahip 4 ayrı değişkendir. Lojistik regresyon analizinde bir adet kategorik bağımlı değişken modelde kullanılacağından, bahsedilen bu değişkenlere hem veri setinde yer alan işletmelerin değerleri hem de literatürdeki bilgiler ışığında dönüşümler uygulanmıştır. Bu sayede 4 performans değişkeni tek bir kategorik değişken şekline aşağıdaki gibi dönüştürülmüştür. (Aralığa ait değerlerin ayırıcı olarak virgül kullanıldığından, basamak ayırıcı olarak nokta kullanılmıştır.)

- Kârlılığı ölçen net kar marjı göstergesi için;
 - < 0 olan işletmeler: 1 (düşük kârlılık)
 - $[0, 0.1)$ olan işletmeler: 2 (orta düzeyde kârlılık)
 - ≥ 0.1 olan işletmeler: 3 (yüksek kârlılık)
- Verimliliği ölçen toplam faktörlü verimlilik göstergesi için;
 - < 1.2 olan işletmeler: 1 (düşük verimlilik)
 - $[1.2, 1.4)$ olan işletmeler: 2 (orta düzeyde verimlilik)
 - ≥ 1.4 olan işletmeler: 3 (yüksek verimlilik)
- Piyasa performansını ölçen PD/DD göstergesi için;
 - < 1 olan işletmeler: 1 (düşük piyasa performansı)
 - $[1, 2)$ olan işletmeler: 2 (orta düzey piyasa performansı)
 - ≥ 2 olan işletmeler: 3 (yüksek piyasa performansı)
- Büyüme ölçen varlıklardaki ve öz sermayedeki büyümenin ortalaması için;
 - < -0.07 olan işletmeler: 1 (düşük büyüme)
 - $[-0.07, 0)$ olan işletmeler: 2 (orta düzeyde büyüme)
 - ≥ 0 olan işletmeler: 3 (yüksek büyüme)

Tablo 3.13 dönüşümler uygulandıktan sonra bağımlı değişkenlerin kategorilerinin (düşük/orta/yüksek) sıklıklarını göstermektedir. Kârlılık ölçütünde; 82 işletme ile en çok orta düzeyde kârlılığa, sonrasında yüksek kârlılığa (51) ve son olarak da düşük kârlılığa (42) sahip işletmeler gelmektedir. Verimliliğe göre işletmeleri sınıflandırdığında 67 işletmenin düşük verimliliğe sahip olduğunu, 62'sinin orta ve 46'sının da yüksek verimlilik ile faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. Piyasa performansına ait kategoriler benzer sayıda işletme içermekle beraber burada da 67 işletme orta, 55 işletme düşük ve 53 işletme yüksek piyasa performans göstergesine sahiptir. İşletmelerin büyüme göstergesi olarak modele dahil edilen, bir yıl öncesine oranla varlıklarında ve sermayesindeki değişimin ortalaması incelendiğinde 83 işletmenin yüksek düzeyde, 48 işletmenin düşük ve 44 işletmenin de orta düzeyde büyüme gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 3.13 Dönüşüm Sonrası Bağımlı Değişkenlere ait Kategorilerin Sıklık ve Yüzdeleri

Bağımlı Değişken	Kategori	Sıklık	Yüzde
Kârlılık (N=175)	1 (düşük)	42	%24
	2 (orta)	82	%46,9
	3 (yüksek)	51	%29,1
Verimlilik (N=175)	1 (düşük)	67	%38,3
	2 (orta)	62	%35,4
	3 (yüksek)	46	%26,3
Piyasa Performansı (N=175)	1 (düşük)	55	%31,4
	2 (orta)	67	%38,3
	3 (yüksek)	53	%30,3
Büyüme (N=175)	1 (düşük)	48	%27,4
	2 (orta)	44	%25,1
	3 (yüksek)	83	%47,4

4 performans göstergesini kategorik hale getirdikten sonra, bu değişkenlerin her bir işletme için ağırlıklı ortalamaları alınarak yeni ve tek bir bağımlı değişken üretilmiştir. 4 performans değişkenine ait ağırlıklar CCA'da bağımlı kanonik değişkene en fazla etkisi olan kârlılık (0,35), sonrasında daha az etkisi olan verimlilik (0,25) ile etkileri sınırlı olan piyasa performansı (0,20) ve büyüme (0,20) şeklinde verilmiştir. Bu aşamadan itibaren modelde bağımlı değişken olarak kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyüme göstergelerinin hepsinin etkisini içeren tek bir ortak değişken olacaktır. Tablo 3.14 bahsedilen bağımlı değişkenin kategorilerinin sıklıklarını ve bunlara ait yüzdeleri göstermektedir. Performansı ifade eden bu değişkene göre 31

işletme düşük, 105 işletme orta ve 39 işletme de yüksek düzeyde performansa sahiptir.

Tablo 3.14 Lojistik Regresyon Analizinde Bağımlı Değişkenin Kategorilerine ait Sıklık ve Yüzdelere

	Kategori	Sıklık	Yüzde
Performans (N=175)	1 (düşük)	31	%17,7
	2 (orta)	105	%60
	3 (yüksek)	39	%22,3

Lojistik regresyon analizinde önceki bölümlerde de ifade edildiği gibi maksimum benzerlik yöntemi kullanıldığından LSM'ye ait normallik, eş varyanslılık ve doğrusallık gibi varsayımlar yoktur. Analizde önkoşul olarak bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olmaması ve gözlemlerin bağımsız olması gerekmektedir. EK-2'de bağımsız değişkenlere ait çoklu doğrusal bağlantı test sonuçları yer almakla birlikte VIF, Tolerans ve Kondisyon İndeksi incelendiğinde bu varsayımın sağlandığı görülmüştür.

Analizde bağımlı değişken olarak yukarıda bahsedilen performans değişkeni ile mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yapısı, ihracat oranı ve pazar payından oluşan 6 bağımsız değişken kullanılacaktır. Bağımsız değişken olarak belirlenen ve performansı etkileyeceği düşünülen değişkenlerin tümü metrik ölçeğe sahiptir.

Analiz yapılmadan önce model oluşturulurken bütün bağımsız değişkenlerin ana etkilerine (main effects) ek olarak değişkenlerin birbirleri ile ikili etkileşimlerini (interactions) içeren farklı kombinasyonlarının da modelde etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Farklı stepwise yöntemleri denenmiş (forward entry, backward elimination, forward stepwise, backward stepwise) ve hepsi ile aynı sonuçlar elde edilmiş ve bu nedenle her adımda anlamlı olan değişkenin modele girdiği ve anlamlı değişken kalmayınca kadar işlemin sürdürüldüğü forward entry yöntemi tercih edilmiştir.

Bilindiği gibi lojistik regresyon modelinde öncelikle log benzerlik testi yapılır. Bu test modele ait hiçbir bağımsız değişken olmadan benzerlik fonksiyonunun en iyi değeri ile bağımsız değişkenler girdikten sonraki maksimum benzerliği karşılaştırılarak,

bağımsız değişkenlerin katkısı ortaya çıkarmaktadır. Tablo 3.15 incelendiğinde -2LL değeri modelde sadece sabit ile 331,678 iken 6 bağımsız (açıklayıcı) değişkenden anlamlı olan mali yapı oranı, pazar payı, ihracat ve likidite oranı modele girdiğinde 269,131'e düşmektedir. Diğer açıklayıcı değişkenler olan faaliyet oranı ve sermaye yoğunluğu ise anlamlı olmadıkları ($p \geq 0,05$) için modelde yer almamaktadırlar.

Başlangıç modeline ait benzerlik değerinin son modele oranlanmasıyla hesaplanan χ^2 değeri de 62,548 gibi büyük bir değer almıştır. Bu durumda bağımsız değişkenlerin katkılarının olmadığını iddia edildiği H_0 hipotezi reddedilerek ($p = 0,000$), modelde yer alan bağımsız değişkenlerden en az birinin açıklayıcılığa sahip olduğu ve modelin anlamlı olduğu sonucuna varılır.

Tablo 3.15 Log Benzerlik Testi

	-2Log Benzerlik	χ^2 Değeri	df	p -değeri
Başlangıç Modeli	331,678			
Son Model	269,131	62,548	8	0,000

Lojistik regresyondaki bağımsız değişkenlerin uyum iyiliğini ölçen ve χ^2 dağılımı gösteren Pearson ($\chi^2 = 283,203$, $p = 0,989$) ve Deviance ($D = 269,131$, $p = 0,998$) istatistikleri sonucunda da verilerin modele uygun olduğu ve gözlenen frekanslarla tahmini frekanslar arasında fark olmadığı sonucuna varılır.

Klasik regresyon analizindeki R^2 'nin benzerleri olarak lojistik regresyonda kullanılan Cox ve Snell R^2 0,301 ve Nagelkarke R^2 ise 0,354 olarak bulunmuştur. Bu R^2 benzerleri klasik regresyondaki R^2 'den daha küçük değerler vermektedirler. Bu durumda lojistik regresyon modelinden elde edilen sonuçların daha zayıf olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır.

Tablo 3.16 Benzerlik Oranı Testleri

	Model Uyum Değeri	χ^2 Değeri	df	p -değeri
Sabit	271,135	2,004	2	0,367
Pazar Payı	288,351	19,220	2	0,000
Likidite Oranı	276,505	7,374	2	0,025
Mali Yapı Oranı	284,209	15,078	2	0,001
İhracat	281,765	12,634	2	0,002

Tablo 3.16 modele giren her bağımlı değişkenin etkilerini benzerlik oran testleri ile göstermektedir. Burada her bir değişken için ayrı ayrı, değişkenlerin etkilerinin olmadığı iddia edildiği H_0 hipotezi araştırılmaktadır. Tablo incelendiğinde performansı etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenlerden pazar payı ($p = 0,000$), likidite oranı ($p = 0,025$), mali yapı oranı ($p = 0,001$) ve ihracat oranının ($p = 0,002$) işletme performansı üzerinde anlamlı etkiye sahip oldukları görülür. Performansı etkileyeceği düşünülen sermaye yoğunluğu ve faaliyet oranı ise istatistik olarak anlamlı olmadıkları için modele dahil edilmemişlerdir.

Düşük/Orta/Yüksek Performans olarak tanımlanan performans değişkeninin kategorilerine ait parametre tahminleri, Wald değerleri ve her birine ait p-değerleri Tablo 3.17'deki gibidir. Analizin başında düşük performans kategorisi referans alındığı için bu değişkene ait tahminler tabloda yer almamaktadır. Bu sonuçlara göre hem orta düzeyde performans hem de yüksek performans gösteren işletmeler için pazar payı, mali oranı ve ihracata ait katsayılar istatistik olarak anlamlı çıkmıştır. Likidite oranı ise orta düzeyde performans gösteren işletmeler için anlamsız, yüksek performans gösteren işletmeler için anlamlıdır.

Orta düzeyde performans için pazar payı, mali yapı oranı ve ihracat oranına ait Wald istatistik değerleri ve anlamlılık düzeyleri sırasıyla 35,941 ($p = 0,005$), -0,605 ($p = 0,014$) ve 3,925'dir ($p = 0,002$). Yüksek performans gösteren işletmeler için de modele giren bütün değişkenlere ait Wald değerleri sırasıyla 29,684 ($p = 0,027$), 0,705 ($p = 0,003$), -1,360 ($p = 0,002$) ve 3,226 ($p = 0,026$) olarak bulunmuştur.

Tablo 3.17 Parametre Tahminleri ve Wald Testi Sonuçları

	Performans	B	Standart Hata	Wald Değeri	df	p-değeri	Exp(B)
ORTA	Sabit	-0,236	0,693	0,115	1	0,734	
	Pazar Payı	35,941	12,873	7,795	1	0,005	4,063E+15
	Likidite Oranı	0,415	0,327	1,609	1	0,205	1,514
	Mali Yapı Oranı	-0,605	0,246	6,046	1	0,014	0,546
	İhracat	3,925	1,270	9,551	1	0,002	50,652
YÜKSEK	Sabit	-0,935	0,799	1,371	1	0,242	
	Pazar Payı	29,684	13,379	4,923	1	0,027	7,792E+12
	Likidite Oranı	0,705	0,337	4,373	1	0,037	2,024
	Mali Yapı Oranı	-1,360	0,434	9,827	1	0,002	0,257
	İhracat	3,226	1,446	4,977	1	0,026	25,184

Lojistik regresyon analiziyle tahmin yaparken Tablo 3.17'deki değişkenler ve bunlara ait katsayılar kullanılarak her bir kategorinin gerçekleşme olasılığı hesaplanmaktadır. Bu durumda herhangi bir işletmeye ait bağımsız değişkenlerden faydalanarak işletmenin orta düzeyde performans gösterme olasılığının hesaplanması aşağıdaki gibi olacaktır:

$$P_{ORTA} = \frac{e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j}}{1 + e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j} + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}}$$

Burada $\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j$ orta düzeyde performans gösteren işletmelere ait regresyon denklemi, $\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j$ ise yüksek performans gösteren işletmelere ait regresyon denklemidir.

Herhangi bir işletmenin yüksek veya düşük performans kategorisine girme olasılıkları da aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$P_{YÜKSEK} = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j k_j} + e^{\beta_0^* + \sum_{j=1}^k \beta_j^* k_j}}$$

$$P_{DÜŞÜK} = 1 - (P_{ORTA} + P_{YÜKSEK})$$

Tablo 3.17'de düşük performansa ait katsayılar ve bunların testleri yer almamaktadır, bunun nedeni bu kategorinin referans alınarak sonuçların hesaplanmasıdır. Düşük performans kategorisine girme olasılığı da hesaplanırken elde veri olmadığından diğer iki kategorinin olasılık toplamının 1'den çıkarılması ile elde edilmektedir. Burada seçilen referans kategorisinin herhangi bir önemi olmamakta, olasılıkları hangi kategori referans verilirse verilsin aynı çıkmaktadır.

Veri seti alfabetik olarak sıralandığında Acıpayam Selüloz San. Tic. A.Ş. (ACSEL) ilk işletmedir. İlk işletmenin ait mali yapı oranı ve ihracat oranı verileri ile bunlara ait lojistik regresyon parametre tahminleri Tablo 3.18'deki gibidir:

Tablo 3.18 ACSEL İşletmesine ait Parametre Tahminleri ve Gerçek Değerler

	B (ORTA)	B (YÜKSEK)	Gözlenen Değerler
Sabit	-0,236	-0,935	
Pazar Payı	35,941	29,684	0,004
Likidite Oranı	0,415	0,705	0,682
Mali Yapı Oranı	-0,605	-1,360	1,021
İhracat	3,925	3,226	0,300

ACSEL'in gerçek verilerini ve modelin parametre tahminlerini kullanarak bu işletmenin düşük, orta ve yüksek performans kategorilerine girme olasılıklarının hesaplamak gerekirse;

$$P_{ORTA} =$$

$$= \frac{e^{-0,236+35,941*0,004+0,415*0,682-0,605*1,021+3,925*0,3}}{1 + e^{-0,236+35,941*0,004+0,415*0,682-0,605*1,021+3,925*0,3} + e^{-0,935+29,684*0,004+0,705*0,682-1,360*1,021+3,266*0,3}} = \frac{e^{0,751}}{1 + e^{0,751} + e^{-0,756}} = 0,59$$

$$P_{YÜKSEK} =$$

$$= \frac{e^{-0,935+29,684*0,004+0,705*0,682-1,360*1,021+3,266*0,3}}{1 + e^{-0,935+29,684*0,004+0,705*0,682-1,360*1,021+3,266*0,3} + e^{-0,236+35,941*0,004+0,415*0,682-0,605*1,021+3,925*0,3}} = \frac{e^{-0,756}}{1 + e^{-0,756} + e^{0,751}} = 0,13$$

$$P_{DÜŞÜK} = 1 - (0,59 + 0,13) = 0,28 \text{ olacaktır.}$$

ACSEL'in göstergeleriyle yapılan hesaplamalar ile düşük performans grubuna girme olasılığı %28, orta performans grubunda olma olasılığı %59 ve yüksek performans grubunun olasılığı ise %13 çıkmıştır. Bu durumda işletmenin lojistik regresyon modeline göre orta düzeyde performans gösterdiği anlaşılmaktadır. Lojistik regresyon analizi burada sadece ACSEL için elle hesaplanarak gösterilen olasılık hesaplamasını bütün işletmeler için yapmakta ve işletmeleri en yüksek olasılığa sahip kategoriye atamaktadır.

İşletmelere ait performans kategorilerinde gözlenen ve tahmini atamalar Tablo 3.19'da verilmiştir. Toplamda model tarafından yapılan atamaların %64'ü doğrudur. Sınıflama tablosuna göre düşük performansa sahip 31 işletmenin 13'si (%41,9), orta

düzy performans gösteren 105 işletmenin 93'ü (%88,6) ve son olarak da yüksek performansa sahip 39 işletmenin 6'sı (%15,4) model tarafından doğru gruba atanmıştır.

Tablo 3.19 Lojistik Regresyon Sınıflama Tablosu

Gözlenen	Tahmini			Doğru Atama Yüzdesi (%)
	Düşük	Orta	Yüksek	
Düşük	13	17	1	41,9
Orta	6	93	6	88,6
Yüksek	0	33	6	15,4
Genel Yüzde (%)	10,9	81,7	7,4	64,0

Genel atama yüzdesinin biraz düşük olmasının nedeni, modelde yer alan bağımsız değişkenlerin sadece 2'sinin istatistik olarak anlamlı olmayıp model dışında kalması ve geriye kalan Pazar Payı, Likidite Oranı, Mali Yapı Oranı ve İhracat Oranı'nın performansı yeterince açıklayamamasından kaynaklanmaktadır. Cox ve Snell R^2 ile Nagelkarke R^2 'nin düşük çıkmaları da bunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Lojistik Regresyon Analizi sonucunda elde edilenleri özetlersek; performans göstergeleri olan kârlılık, verimlilik, büyüme ve piyasa performansının hepsinin etkisini içeren bağımlı ve kategorik performans değişkeni oluşturulmuş ve performansı düşük, orta ve yüksek düzeydeki işletmeler olmak üzere tanımlanmıştır. Performansı etkileyeceği düşünülen faktörlerden ihracat oranı, pazar payı, mali yapı oranı ve likidite oranının performans üzerinde etkilerinin olduğu saptanmıştır. Bahsedilen bu değişkenler, işletmelerin performans düzeyini belirlemektedir. Mali yapı oranı haricindekilerin performansla aynı yönlü, borçlanma düzeyini gösteren mali yapı oranının ise performansla ters yönlü etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bunlara ek olarak, lojistik regresyon modelinin işletmeleri performanslarına göre gruplamadaki başarı oranı incelendiğinde, modelin orta düzey performans gösteren işletmeleri oldukça iyi (%88,6) atadığı gözlenmiştir. Modele göre düşük performansa sahip işletmelerin doğru atama oranı %41,9 ve yüksek performans gösterenlerin ise %15,4 olduğu görülmüştür.

3.4 MANOVA Varsayımlarının Testi ve Sonuçları

ANOVA iki veya daha fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığının test edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu çalışmada olduğu gibi birden fazla bağımlı değişken bulunması durumunda ise bağımsız değişkenlerin etkisi araştırılmak istendiğinde MANOVA kullanılmaktadır. Bu sayede 4 performans değişkeni göz önünde bulundurularak mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, ihracat oranı ve pazar payı olmak üzere 6 adet performansı etkileyeceği düşünülen değişkenin gruplararası farklılıkları gözlemlenecektir. MANOVA'da bağımsız değişkenlerin kategorik, bağımlıların ise nümerik olması gerektiği için veri setinde performansı etkileyeceği düşünülen bağımsız değişkenlerin kategorik hale dönüştürülmesi gerekmektedir.

Modelde mali yapı oranını oluşturan göstergelerden biri olan kaldıraç oranının literatürde gelişmekte olan ülkelerde 0,70'in altında olması normal kabul edilmektedir.⁴ Aynı şekilde borçlanma oranının da 1 civarında olması öz sermayenin yeterliliğini gösterirken, daha yüksek olması işletmelerin finansal problemler yaşamasına sebebiyet vermektedir.⁵ Kaldıraç ve borçlanma oranlarının ortalaması olan mali yapı oranının yüksek olması istenilen bir durum değildir, bu nedenle 0,70 ve altında olan işletmeler yüksek, üstünde olanlar ise düşük olarak sınıflandırılacaktır.

Daha önce de bahsedildiği gibi likidite oranı olarak; cari oran ve asit test oranının ortalaması kullanılmıştı. Bu iki oran da göz önünde bulundurularak, 175 işletme içinden likidite oranı 1,35 ve altında olanlar düşük düzey, üstünde olanlar ise yüksek düzey olarak gruplandırılacaktır.

Aktif devir hızı olarak modelde yer alan faaliyet oranı ise 0,90 ve altında olan işletmeler düşük düzey, üstünde olanlar ise yüksek düzey olarak sınıflandırılacaktır.

İşletmelerin çalışan başına ne kadar varlığa sahip olduğunu ifade eden sermaye yoğunluğu değişkeni de 500.000 TL/kişi ve altında olan işletmeler düşük, (500.000 TL-1.000.000TL)/kişi olanlar orta, son olarak da 1.000.000 TL/kişi ve üstünde olanlar ise sermaye yoğunluğu yüksek işletmeler olarak tanımlanacaktır.

⁴ Metin Coşkun, **a.g.e.**, s.51

⁵ Mali Tablolar Analizi – 2, (Çevrimiçi), <http://muhasibeciyorumluyor.com/mali-tablolar-analizi-2/>, 12.10.2016

İşletmelerin cari yıldaki toplam satışlarının, bulunduğu alt sektör içindeki oranının göstergesi olan pazar payı değişkeni de 0,005 ve altında olanlar düşük pazar payına sahip, 0,005 ile 0,05 arasında olanlar orta düzeyde ve son olarak da 0,05 ve üzeri olanlar yüksek pazar payına sahip işletmeler olarak tanımlanmaktadır.

İşletmelerin ihracatının toplam satışlara oranını ifade eden ihracat oranı da 0,10 ve altında olanlar düşük ihracat oranı, 0,10 ile 0,40 arasındakiler orta düzeyde ihracat ve son olarak da 0,40 ve üstünde olan işletmeler yüksek performansa sahip işletmeler olarak sınıflandırılacaktır.

3.4.1 MANOVA'nın Varsayımları

MANOVA'da çok değişkenli normallik varsayımı, yani bağımlı değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarının normal dağılması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada yer alan veriler normallik varsayımını sağlayamamaktadır. Şayet büyük örnek ile çalışılıyorsa Hair ve diğerleri (2009) bu varsayıma uygunluğun önemli bir olumsuz etkisinin olmadığını, sadece Box-M testinde problem yarattığından bahsetmişlerdir.⁶

MANOVA'da aynı zamanda bağımlı değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı bulunmaması gerekmektedir. EK-2'de yer alan VIF, Tolerans ve Kondisyon İndeksleri incelendiğinde veri setinde herhangi bir çoklu doğrusal bağlantı problemi olmadığı görülmektedir.

MANOVA için yeterli büyüklükte bir örnek büyüklüğüne gereksinim duyulmaktadır. Her bir hücre için önerilen minimum gözlem sayısı 20 olarak kabul edilmektedir. Şayet bu sağlanamıyorsa en azından her bir hücredeki gözlem sayısı analize giren bağımlı değişken sayısından büyük olmalıdır.⁷ Hücrelerdeki gözlem sayısı arttıkça analizin istatistik açıdan da gücü artmaktadır.

Bu çalışmada, Tablo 3.20'de ifade edildiği gibi kategorik değişkene dönüştürülen bağımsız değişkenlere ait grupların içindeki gözlem sayısı (işletme sayısı) hem analizde yer alan bağımlı değişken sayısından hem de her hücre için gerekli en az gözlem sayısı olan 20'den fazladır.

⁶ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 390

⁷ Joseph F. Hair, v.d., **a.g.e.**, s. 388

Tablo 3.20 Değişken Gruplarına ait Gözlem Sayıları

Mali Yapı Oranı (Kategorik)	Düşük	85
	Yüksek	90
Likidite Oranı (Kategorik)	Düşük	85
	Yüksek	90
Faaliyet Oranı (Kategorik)	Düşük	98
	Yüksek	77
Sermaye Yoğunluğu (Kategorik)	Düşük	70
	Orta	65
	Yüksek	40
Pazar Payı (Kategorik)	Düşük	63
	Orta	73
	Yüksek	39
İhracat (Kategorik)	Düşük	67
	Orta	67
	Yüksek	41

MANOVA'daki bir diğer önemli varsayım ise bağımsız değişkenlerin grupları arasındaki kovaryans matrislerinin eşitliğidir. Kovaryans matrislerinin eşit olduğunun iddia edildiği H_0 hipotezi Box's M ve Levene testleri ile araştırılmaktadır.

Tablo 3.21 Box-M Testi

Box-M	29,306
F Değeri	1.833
$df(1)$	10
$df(2)$	528,901
p –değeri	0,052

Tablo 3.22 Levene Testi

	F Değeri	$df(1)$	$df(2)$	p –değeri
Büyüme	1,218	97	77	0,185
Kârlılık	0,966	97	77	0,567
Piyasa Performansı	0,724	97	77	0,934
Verimlilik	1,163	97	77	0,246

Hem Box-M hem de Levene testinde %95 güven aralığında H_0 kabul edilmekte ve kovaryans matrislerinin eşit olduğu sonucuna varılmaktadır. Box-M genel olarak

model için eşitliği göstermekteyken Levene testinde her bir bağımlı değişken tek tek incelenmektedir. Tablo 3.22'den de anlaşılabacağı üzere bütün bağımlı değişkenlerin varyansları bağımsız değişkenlerin grupları arasında eşittir.

Bu testlere ek olarak bağımsız değişkenler ile açıklanamayan varyans kovaryans matrisinin birim matrise eşit olup olmadığını sınavan Bartlett testi de bulunmaktadır.⁸ Tablo 3.23'e göre varyans kovaryans matrisi ortogonaldir ($p = 0,000$) ve değişkenler birbirleri ile ilişkilidir.

Tablo 3.23 Bartlett Testi

Benzerlik Oranı	0,000
Yaklaşık χ^2 değeri	1013,917
df	9
p-değeri	0,000

MANOVA için gerekli varsayımlar sağlandıktan sonra modelin tahmini ve uygunluğunun incelenmesi gerekmektedir.

3.4.2 MANOVA Sonuçları

Bu çalışmada işletmelerin performans göstergeleri olan kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyümenin performansı etkileyebilecek faktörlerin grupları (düşük/orta/yüksek) açısından istatistik olarak anlamlı farklılıklarının olup olmadığı incelenecektir. Bu farklılıkların anlamlı olup olmadığı Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's T ve Roy'un en büyük kökü testi ile değerlendirilebilir.

⁸ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 364

Tablo 3.24 Çok Değişkenli Testler

		Test Değeri	F Değeri	df	Hata df	p – Değeri	η^2
Mali Yapı Oranı (Kategorik)	Pillai's Trace	0,067	2,905	4	162	0,023	0,067
	Wilks' Lambda	0,933	2,905	4	162	0,023	0,067
	Hotelling's Trace	0,072	2,905	4	162	0,023	0,067
	Roy's Largest Root	0,072	2,905	4	162	0,023	0,067
Likidite Oranı (Kategorik)	Pillai's Trace	0,024	1,017	4	162	0,400	0,024
	Wilks' Lambda	0,976	1,017	4	162	0,400	0,024
	Hotelling's Trace	0,025	1,017	4	162	0,400	0,024
	Roy's Largest Root	0,025	1,017	4	162	0,400	0,024
Faaliyet Oranı (Kategorik)	Pillai's Trace	0,066	2,847	4	162	0,026	0,066
	Wilks' Lambda	0,934	2,847	4	162	0,026	0,066
	Hotelling's Trace	0,070	2,847	4	162	0,026	0,066
	Roy's Largest Root	0,070	2,847	4	162	0,026	0,066
Sermaye Yoğunluğu (Kategorik)	Pillai's Trace	0,102	2,186	8	326	0,028	0,051
	Wilks' Lambda	0,900	2,189	8	324	0,028	0,051
	Hotelling's Trace	0,109	2,192	8	322	0,028	0,052
	Roy's Largest Root	0,084	3,408	4	163	0,010	0,077
Pazar Payı (Kategorik)	Pillai's Trace	0,124	2,700	8	326	0,007	0,062
	Wilks' Lambda	0,876	2,766	8	324	0,006	0,064
	Hotelling's Trace	0,141	2,832	8	322	0,005	0,066
	Roy's Largest Root	0,137	5,566	4	163	0,000	0,120
İhracat (Kategorik)	Pillai's Trace	0,102	2,195	8	326	0,028	0,051
	Wilks' Lambda	0,898	2,232	8	324	0,025	0,052
	Hotelling's Trace	0,113	2,269	8	322	0,023	0,053
	Roy's Largest Root	0,108	4,401	4	163	0,002	0,097

Çok değişkenli testler adı verilen bu dört testte de bağımlı değişkenlerin aldığı değerlerin her grupta eşit olduğunun iddia edildiği H_0 hipotezi sınanmaktadır. Tablo 3.24 incelendiğinde; her 4 testte de likidite oranı ($p = 0,400$) dışındaki bağımsız değişkenlerin grupları arasındaki performans ortalamalarının birbirlerinden anlamlı olarak farklı ($p < 0,05$) olduğu görülmektedir. Bu testlerden Pillai's Trace en güçlü test olarak önerilmektedir.⁹ Bu nedenle kısmi η^2 'ler (eta kare) bu teste göre yorumlanacaktır. Kısmi η^2 değeri her bir bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarının bağımsız değişkenler ile açıklandığını göstermektedir. Tablo 3.24 incelendiğinde gruplararası anlamlı farkları bulunan bağımsız değişkenlere ait bütün etki büyüklüklerinin %5-6 civarında olduğu görülmektedir. Örnek vermek gerekirse

⁹ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 366

mali yapı oranına ait çok değişkenli testlerde; işletmelerin mali yapısının düşük ya da yüksek düzeyde olması onların performansını oluşturan kârlılıkları, verimlilikleri, büyümeleri ve piyasa (BİST) performanslarını etkilemektedir (Pillai's Trace, $p = 0,023$). Mali yapılarının düzeyine göre bu performans göstergeleri değişim göstermektedir, ancak mali yapının etkisi %6,7'lik sınırlı bir etkidir. Modelde 6 adet bağımsız değişken bulunduğu ve her birinin 2 ya da 3 kategorisi olduğu için tek tek incelendiklerinde sınırlı etkilerinin olması normaldir. Çok değişkenli testlerin hepsi 4 bağımlı performans değişkenindeki değişimlerin 6 bağımsız değişkenden kaynaklanıp kaynaklanmadığını ve ne kadarının bunlar tarafından açıklandığını göstermektedir.

MANOVA modeli anlamlı bulunduktan sonra, modeli bağımsız değişken sayısı kadar ANOVA modeli haline dönüştürerek yorumlamak ve her bir bağımlı değişkendeki değişimleri incelemek gerekmektedir. Tablo 3.25'te ayrı ayrı ANOVA sonuçları yer almaktadır ve $p < 0,05$ olan etkiler istatistik olarak anlamlıdır. Performans değişkenleri model bazında ele alındığında bağımsız değişken kategorilerinin büyüme ($p = 0,534$) ve piyasa performansı ($p = 0,115$) üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bir başka ifade ile herhangi bir bağımsız değişkenin yüksek ya da düşük olması büyüme ve piyasa performansını etkilememekte, ancak verimlilik ($p = 0,000$) ve kârlılık ($p = 0,003$) üzerinde anlamlı etkisi olmaktadır. Bağımsız değişkenlerin etkisinin büyüklüğünü kıyaslamak için tablodaki F değerleri, p –değerleri ya da bunlardan türetilen kısmi η^2 'ler kullanılmakta ve hepsi de aynı sonucu vermektedir. Bu durumda daha büyük F değeri ve kısmi η^2 ya da daha küçük p –değerine sahip olan verimliliğin üzerindeki etkileri kârlılığa oranla daha fazladır. 6 bağımsız değişken verimliliğin toplam varyansının %18,1'ini ve kârlılığın toplam varyansının da %13,7'sini açıklamaktadır.

Tablo 3.25 Performans Değişkenleri Arası Etki Testleri

		Kareler Toplamı	df	Ort. Kareler	<i>F</i> Değeri	<i>p</i> – Değeri	η^2
Model	Büyüme	0,218	9	0,024	0,892	0,534	0,046
	Kârlılık	6,999	9	0,778	2,916	0,003	0,137
	Piyasa Performans	38,843	9	4,316	1,614	0,115	0,081
	Verimlilik	1,522	9	0,169	4,065	0,000	0,181
Mali Yapı Oranı (Kategorik)	Büyüme	0,012	1	0,012	0,443	0,507	0,003
	Kârlılık	1,470	1	1,470	5,513	0,020	0,032
	Piyasa Performans	3,385	1	3,385	1,266	0,262	0,008
	Verimlilik	0,256	1	0,256	6,151	0,014	0,036
Likidite Oranı (Kategorik)	Büyüme	0,036	1	0,036	1,329	0,251	0,008
	Kârlılık	0,202	1	0,202	0,758	0,385	0,005
	Piyasa Performans	5,127	1	5,127	1,917	0,168	0,011
	Verimlilik	0,083	1	0,083	1,993	0,160	0,012
Faaliyet Oranı (Kategorik)	Büyüme	0,016	1	0,016	0,600	0,440	0,004
	Kârlılık	0,058	1	0,058	0,217	0,642	0,001
	Piyasa Performans	15,747	1	15,747	5,888	0,016	0,034
	Verimlilik	0,148	1	0,148	3,555	0,061	0,021
Sermaye Yoğunluğu (Kategorik)	Büyüme	0,004	2	0,002	0,081	0,923	0,001
	Kârlılık	1,550	2	0,775	2,956	0,058	0,034
	Piyasa Performans	4,183	2	2,091	0,782	0,459	0,009
	Verimlilik	0,351	2	0,175	4,213	0,016	0,049
Pazar Payı (Kategorik)	Büyüme	0,009	2	0,005	0,170	0,844	0,002
	Kârlılık	2,255	2	1,128	4,229	0,016	0,049
	Piyasa Performans	2,379	2	1,189	0,445	0,642	0,005
	Verimlilik	0,587	2	0,293	7,056	0,001	0,079
İhracat (Kategorik)	Büyüme	0,097	2	0,049	1,794	0,170	0,021
	Kârlılık	1,596	2	0,798	2,993	0,053	0,035
	Piyasa Performans	10,205	2	5,103	1,908	0,152	0,023
	Verimlilik	0,076	2	0,038	0,915	0,403	0,011
Hata	Büyüme	4,472	165	0,027			
	Kârlılık	43,999	165	0,267			
	Piyasa Performans	441,299	165	2,675			
	Verimlilik	6,863	165	0,042			
Toplam	Büyüme	4,721	175				
	Kârlılık	51,000	175				
	Piyasa Performans	1084,58	175				
	Verimlilik	300,770	175				

Daha detaylı olarak her bir bağımsız değişkenin etkisi incelenirse;

- Mali yapı oranının düşük ya da yüksek olması kârlılık ($p = 0,002$) ve verimlilik ($p = 0,014$) açısından farklılık yarattığı,
- Faaliyet oranının düşük ya da yüksek olması piyasa performansı ($p = 0,016$) üzerinde etkili olduğu,
- Düşük, orta ya da yüksek sermaye yoğunluğuna sahip işletmelerden en az bir grubun kârlılık ($p = 0,058$) ve verimlilik ($p = 0,016$) açısından diğer gruplardan farklı olduğu,
- Düşük, orta ya da yüksek pazar payına sahip işletmelerden en az bir grubun yine kârlılık ($p = 0,016$) ve verimlilik ($p = 0,001$) açısından diğerlerinden farklı olduğu
- İhracatın toplam satışları oranı düşük, orta ya da yüksek işletmelerden en az bir grubun kârlılık ($p = 0,053$) açısından diğerlerinden farklı olduğu söylenebilir.

MANOVA, bağımsız değişkenlerin grupları arasında performans değişkenlerinin anlamlı olarak farklılık gösterip göstermediklerini belirtse de, bulunan farklılıkların hangi gruptan kaynaklandığının saptanması gerekir. Bu nedenle, bağımsız değişkenlerde (ikiden fazla grup varsa) hangi grupların bağımlı değişkenlerde farklılığa sebep olduğunun ve hangi grubun daha az (ya da çok) performansa sahip olduğun araştırılmalıdır.

Gruplararası farklılığın kaynağı Post-Hoc testleriyle ortaya çıkarılmaktadır. Bu test her bir grubun ortalamalarını ikili olarak kıyaslayarak hangi grupların ortalamalarının anlamlı olarak farklı olduğunu belirler ve her bağımlı değişken için ayrı ayrı uygulanır. Birçok Post-Hoc testi bulunmakla birlikte bu çalışmada, varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı sağlandığından, Tukey HSD (gerçekten anlamlı fark) testi kullanılmış ve bu test ile anlamlı farklar saptanmıştır.

Modelde mali yapı ve faaliyet oranları iki kategoriden oluştuğu için bu bağımsız değişkenlerden kaynaklı farklılar için Post-Hoc testi yapılmasına gerek yoktur, çünkü her iki grubunda farklılık gösterip göstermediğini MANOVA ortaya çıkarmaktadır. Bu

nedenle üç gruba sahip pazar payı, sermaye yoğunluğu ve ihracat oranı için Post-Hoc testi yapılmıştır. Tablo 3.26’da bu üç bağımsız değişkenin grupları arasında anlamlı fark saptanan bağımlı değişkenlere ait karşılaştırmalar gösterilmektedir, anlamlı olmayanlara ($\alpha > 0,10$) tabloda yer verilmemiştir. (Güven aralığı %90 olan ikili karşılaştırmalara yer verilmiştir.)

Tablo 3.26 Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma

		Pazar Payı		Ortalama Farkları ($i - j$)	Standart Hata	$p -$ Değeri
		i	j			
Verimlilik	Düşük	Orta		-0,117	0,037	0,002
		Yüksek		-0,156	0,046	0,001
Kârlılık	Düşük	Orta		-0,231	0,094	0,015
		Yüksek		-0,303	0,117	0,011

		Sermaye Yoğunluğu		Ortalama Farkları ($i - j$)	Standart Hata	$p -$ Değeri
		i	j			
Verimlilik	Düşük	Orta		0,090	0,037	0,015
		Yüksek		0,114	0,045	0,013
Kârlılık	Yüksek	Düşük		-0,248	0,115	0,032
		Orta		-0,241	0,109	0,028

		İhracat		Ortalama Farkları ($i - j$)	Standart Hata	$p -$ Değeri
		i	j			
Kârlılık	Düşük	Orta		-0,169	0,091	0,066
		Yüksek		-0,243	0,108	0,026
Piyasa Performans	Düşük	Orta		-0,550	0,289	0,059
Büyüme	Düşük	Yüksek		-0,063	0,035	0,069

Tukey HSD testi sayesinde hangi grupların daha yüksek ya da daha düşük olduğu saptanmaktadır. Bu durumda;

- Pazar payları düşük olan işletmeler hem orta, hem de yüksek pazar payına sahip olanlara oranla daha düşük verimlilik düzeyine sahiptirler. Orta ve yüksek pazar payına sahip işletmelerin verimlilikleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

- Düşük pazar payına sahip işletmelerin kârlılığı için de verimlilik ile aynı şeyler söylenebilir, yani bu işletmelerin kârlılığı da orta ve yüksek pazar payına sahip işletmelere oranla daha azdır.
- Sermaye yoğun çalışan işletmeler ki bunlar orta ve yüksek sermaye yapısına sahip olanlardır, sermaye yoğunluğu düşük olan işletmelere göre daha düşük verimlilik oranı ile faaliyet göstermektedirler. Ancak orta ve düşük sermaye yoğunluğu için anlamlı bir verimlilik farkı bulunmamaktadır.
- Yüksek sermaye yoğunluğuna sahip işletmeler düşük ve orta gruba göre daha düşük karlılığa sahiptirler. Orta ve düşük sermaye yoğunluğuna sahip işletmelerin kârlılık açısından anlamlı farklılıkları bulunmamaktadır.
- İhracat oranı düşük olan işletmelerin orta ve yüksek düzeyde ihracat yapan işletmelere oranla kârlılıkları daha azdır. Ancak orta ve yüksek düzeyde olanların arasında anlamlı kârlılık farkı saptanmamıştır.
- İhracat oranı düşük olanlar orta düzeyde ihracat yapanlara oranla daha düşük piyasa performansına sahip olmaktadır.
- İhracatı düşük olan işletmeler ile yüksek olanlar arasında büyüme açısından anlamlı fark görülmektedir ve yüksek ihracat oranına sahip işletmelerin büyümeleri de daha fazladır.

3.5 Kümeleme Analizi Sonuçları

Bilindiği gibi kümeleme analizi birimlerin homojen alt gruplarda yani kümelerde toplanmasını sağlayan ve bu şekilde her bir alt grubun karakteristik özelliklerinin yorumlanmasına imkân veren çok değişkenli istatistik yöntemlerden biridir. Bu yöntemin amacı birimlerin sahip oldukları özelliklerden yararlanarak benzerliklerini ortaya çıkarmak ve buna göre de doğru şekilde kategorize etmektir.

İşletmelerin gruplandırılması iki farklı şekilde yapılmıştır. Öncelikle kümeleri performans göstergelerine göre, sonrasında performansı etkileyeceği düşünülen faktörlere göre kümeleme analizi yapılmıştır.

3.5.1 Performans Göstergeleri ile Kümeleme Analizi Sonuçları

İşletmelerin performans değişkeni olarak belirlenen kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyüme değişkenleri bakımından benzer veya farklı profil gösterip göstermediklerinin incelenmesinde kümeleme analizinden yararlanılmıştır.

Çalışmada öncelikle işletmelerin performans düzeyleri açısından kümelenmeleri amaçlandığı için performans değişkenleri analize dahil edilmişlerdir. Bu durumda da analiz 4 değişkene göre kümeleme yapmaktadır. Daha önceki yöntemlerde aykırı değerlerin tespiti için bütün değişkenler (toplamda 10 adet) kullanılarak Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve χ^2 dağılımına göre anlamsız ($p \leq 0,05$) olan işletmeler aykırı değer kabul edilerek analiz dışına çıkartılmıştı. Kümeleme analizinde ise işletmeleri performanslarına göre kümelere ayırmak hedeflendiğinden 4 adet performans değişkeni kullanılarak yeniden Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve bu durumda da 17 işletme aykırı değer olarak bulunmuş ve analize 171 işletme ile devam edilmiştir.

Kümeleme analizi veri setine ait özelliklerin yapısını kantitatif olarak ortaya çıkarmakta ve bu nedenle de istatistik özellikten ziyade matematik özellikler taşımaktadır. Matematik temelli analiz olmasından dolayı normallik, doğrusallık ve eşit varyanslılık varsayımları çok az önem taşımaktadır.¹⁰

Kümeleme analizinde iki birim arasındaki uzaklığın hesaplanmasında birçok yöntem olduğundan bahsedilmişti, çalışmadaki veriler metrik olduğu için en çok kullanılan uzaklık ölçüsü olan Öklid uzaklığının karesi esas alınmıştır. Hatırlanacağı gibi kümeleme analizi; küme sayısının önceden bilinmediği ve verinin yapısına göre küme sayısını belirleyen, daha önceden gözlenmemiş ilişkileri ortaya çıkaran hiyerarşik yöntemler ve küme sayısı hakkında ön bilginin bulunduğu hiyerarşik olmayan yöntemler olmak üzere iki başlık altında incelenmekteydi. Bunlara ek olarak SPSS paket programında küme sayısının önceden bilinmediği durumlarda Akaike Bilgi Kriteri (Akaike's Information Criterion-AIC) veya Bayes Bilgi Kriteri 'ne (Bayesian Information Criterion-BIC) göre Öklid veya log-benzerlik (log-likelihood) ile uzaklıkları kümeleri belirleyen ve veri seti içindeki görülmeyen doğal grupları araştırma olanağı sunan "İki Aşamalı Kümeleme" seçeneği de bulunmaktadır. Bu çalışmada bahsedilen

¹⁰ Neyran Orhunbilge, **a.g.e.**, s. 476

bu üç yöntem ayrı ayrı kullanılarak hepsinin avantajlarından yararlanılması hedeflenmiştir.

Hiyerarşik yöntemler kullanılarak veri setinin yapısı ortaya konulmuş ve en ideal küme sayısının bulunması için toplanma (agglomeration) tablosu incelenmiştir. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri içinde en çok kullanılan ve kümelere ait birim sayılarının birbirlerine yakın çıkmasını sağlayan Ward yöntemi kullanılmıştır. Çünkü bu yöntem kareler toplamını minimize ederek az sayıda birim içeren kümeleri birleştirme eğilimine sahiptir.

Toplamalı hiyerarşik kümeleme yöntemlerinin hepsinde ilk kümenin oluşması aşamasında uzaklıklarına göre birbirine en çok benzeyen işletmeler bir araya gelir ve sonraki aşamalarda bir diğer işletme ya da başka işletmelerin oluşturduğu yeni bir küme eklenir. Bu sayede bir küme oluştuktan sonra ayrılmaz ya giderek büyür ya da başka kümelere eklenir.¹¹ Ward yöntemine ait toplanma tablosu incelendiğinde kümelerin arasındaki uzaklık katsayıları göz önünde bulundurularak her aşama gözlemlenmiştir. Burada bu katsayıların herhangi bir aşamadan diğerine geçerken büyük artış göstermesi en uygun küme sayısının kaç olabileceği hakkında bilgi vermektedir. Toplanma tablosuna göre 3 kümenin uygun olabileceği görülmüştür. Yine de iki, üç ve dört küme oluşturulması durumunda kümelere ait işletme sayılarının ne şekilde olacağı tek tek incelenmiştir.

Tablo 3.27 Ward Yöntemi ile Oluşturulan Kümelere Ait İşletme Sayıları

	4'lü Küme	3'lü Küme	2'li Küme
1. Küme	9	23	23
2. Küme	63	63	148
3. Küme	85	85	-
4. Küme	14	-	-

Tablo 3.27'de farklı küme sayıları olması durumunda Ward yöntemine göre her bir kümeye ait işletme sayıları yer almaktadır. 4 kümeli çözüm oluştuğunda ilk ve son kümelerin diğerlerine oranla oldukça az sayıda işletme içerdikleri görülmektedir. 3 kümeli çözüm olması halinde (4'lü kümedeki) ilk ve son kümelerin birleşerek tek bir küme haline geldiği açıkça ortadadır. Son olarak işletmeleri 2 küme halinde gruplayan

¹¹ Şenol Çelik, **a.g.e.**, s. 184

çözümde ise 3'lü kümede yer alan ikinci ve üçüncü kümeler birleşerek yeni bir küme oluşturmuşlardır.

Hem toplanma tablosu hem de farklı küme sayısı senaryoları incelendiğinde 3 kümeli çözüme ait işletme sayılarının 2'li ve 4'lü kümeye oranla daha anlamlı olduğu görülmektedir. Çünkü uygun olmadığı düşünülen her iki çözümde de oluşan kümelerin birim sayıları orantısız boyuttadır.

Hiyerarşik yöntem olan Ward yöntemi ile en uygun küme sayısı üç olarak belirlendikten sonra hiyerarşik olmayan *K*-ortalama yöntemi kullanılarak 3 kümeli çözüm gerçekleştirilmiştir. Son olarak da uzaklık ölçüsü olarak log-benzerlik ve Schwarz Bayes kriteri ile iki aşamalı kümeleme yöntemi kullanılmış ve bu kümeleme yöntemine göre de 3 kümeli sonuç ortaya çıkmıştır. Tablo 3.28'de bu üç ayrı yöntem ile elde edilen 3 kümeli çözümlere ait birim sayılarını görülmektedir.

Tablo 3.28 Kümeleme Yöntemlerine göre Kümelere Ait İşletme Sayıları

Kümeleme Yöntemi	1. Küme	2. Küme	3. Küme
Ward Yöntemi	23	63	85
<i>K</i> -Ortalama	15	45	111
İki Aşamalı	18	64	89

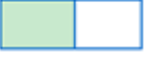
Her üç yöntemde işletmelerin ait olduğu kümeler EK-4'te detaylı şekilde gösterilmektedir. İki aşamalı kümeleme analizinde her bir kümenin grafikleri EK-5 ve EK-6'da yer almaktadır. Bununla birlikte Rousseeuw (1987) tarafından önerilen ve her birimin kendi kümesine uygunluğundan yola çıkarak modelin uygunluğunu ölçen Silhoutte indeksi¹² de 0,6 değeri ile iyi olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.29'a göre iki aşamalı kümeleme ile oluşan kümelerin performans değişkenleri açısından ortalamaları, işletmelerin ne şekilde gruplandırıldığı hakkında bilgi verebilir. İki aşamalı kümeleme yöntemi gruplama işleminde öncelikli olarak piyasa performansını temel almıştır ve kümelemeyi en çok etkileyen değişken budur. Kümelerin piyasa performansı ortalaması 1., 2. ve 3. küme olmak üzere sırasıyla 5,08,

¹² Peter J. Rousseeuw, "Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis", **Journal of Computational and Applied Mathematics**, Vol. 20, 1987, s.53-65

1,72 ve 1,44'tür. Verimlilik de kümelere ayırmada önemli bir değişken olmakla birlikte her bir küme için ortalaması sırasıyla 1,30, 1,46 ve 1,17'dir.

Tablo 3.29 İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile Küme Ortalamaları

Cluster Label	1. Küme	2. Küme	3. Küme
Size	 10,5% (18)	 37,4% (64)	 52,0% (89)
Inputs	Piyasa Performans 5,08	Piyasa Performans 1,72	Piyasa Performans 1,44
	Verimlilik 1,30	Verimlilik 1,46	Verimlilik 1,17
	Kârlılık -0,13	Kârlılık 0,15	Kârlılık 0,00
	Büyüme -0,04	Büyüme 0,11	Büyüme -0,05

Kârlılık piyasa performansı ve verimliliğe oranla kümelemede daha az etkiye sahip olmakla birlikte her bir kümenin kârlılık ortalamaları da sırasıyla -0,13, 0,15 ve 0,00 olarak hesaplanmıştır. Büyüme ise kümelerin oluşturulmasında en az etkiye sahip değişkendir ve her bir kümeye ait ortalama büyüme değerleri de sırasıyla -0,04, 0,11 ve -0,05 olarak hesaplanmıştır.

Ortaya çıkan bu üç kümeyi genel olarak yorumlandığında;

- 1. Küme'nin en karakteristik özelliği piyasa performansı ortalamasının diğer kümelere oranla oldukça yüksek olmasıdır. Bu kümede yer alan 18 işletmenin verimlilikleri orta düzeyde olmakla birlikte, kârlılıkları diğer kümelere göre en düşük düzeydedir. Kümelere ayırmada az etkiye sahip değişken olan büyüme ise bu kümede yer alan işletmelerde negatiftir, bir başka ifade ile 1. Küme'deki işletmeler bir önceki yıla göre ortalama olarak küçülmüşlerdir.
- 2. Küme'de yer alan 64 işletmenin ortak özellikleri ise verimlilik, kârlılık ve büyüme açısından diğer gruplardan daha yüksek olmalarıdır. Dikkat edilirse sadece bütün kümeler içinde bu kümenin kârlılığı ve büyümesi pozitifdir.

Piyasa performansı dışında bu kümede yer alan işletmelerin hepsi genel anlamda yüksek düzeyde performansa sahiptirler.

- 3. Küme'yi oluşturan 89 işletme ise piyasa performansı, verimlilik ve büyüme açısından en düşük düzeye sahiptirler. Kârlılık ise diğer iki gruba göre orta düzeydedir, başka bir ifade ile 1. Küme'nin negatif, 2. Küme'nin pozitif olan kârlılığı, bu kümede sıfır olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kümelerde yer alan işletmelerin performanslarını bu dört ayrı performans değişkeninin tümünü dikkate alarak değerlendirilecek olursa;

- ✓ 2. Küme'de yüksek performansa sahip işletmeler,
- ✓ 1. Küme'de orta düzeyde performansa sahip işletmeler
- ✓ 3. Küme'de ise düşük performansa sahip işletmeler yer aldığı söylenebilir.

3.5.2 Performansı Etkileyen Faktörler ile Kümeleme Analizi Sonuçları

İşletmelerin, performansı etkileyen faktörler göz önünde bulundurularak gruplara ayrılmasında mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, pazar payı ve ihracat oranı değişkenleri kullanılarak kümeleme analizi yapılmıştır.

İşletmelerin performansını etkileyen faktörler açısından kümelenmeleri amaçlandığı için yukarıda ifade edilen 6 değişken ile Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve χ^2 dağılımına göre anlamsız ($p \leq 0,05$) olan 13 işletme aykırı değer kabul edilerek analiz dışına çıkartılmış, 174 işletme ile kümeleme analizi yapılmıştır.

Ward yöntemi ile en uygun küme sayısı üç olarak belirlendikten sonra hiyerarşik olmayan *K*-ortalama yöntemi kullanılarak da 3 kümeli çözüm gerçekleştirilmiştir. Son olarak uzaklık ölçüsü log-benzerlik ile iki aşamalı kümeleme yöntemi kullanılmış ve bu kümeleme yöntemine göre de 3 kümeli sonuç ortaya çıkmıştır. Tablo 3.30'da bu üç ayrı yöntem ile elde edilen 3 kümeli çözümlere ait birim sayılarını görülmektedir.

Tablo 3.30 Performansı Etkileyen Faktörler ile Kümelere Ait İşletme Sayıları

Kümeleme Yöntemi	1. Küme	2. Küme	3. Küme
Ward Yöntemi	31	65	78
K-Ortalama	21	69	84
İki Aşamalı	40	60	74

Her üç yöntemde işletmelerin ait olduğu kümeler EK-7’de detaylı şekilde gösterilmektedir. Bununla birlikte modelin uygunluğunu ölçen Silhoutte indeksi de 0,3 değeri ile uygun olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.31 Performansı Etkileyen Faktörlere Göre İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile Küme Ortalamaları

Cluster Label	1. Küme	2. Küme	3. Küme
Size	 23,0% (40)	 34,5% (60)	 42,5% (74)
Inputs	Pazar Payı 0,09	Pazar Payı 0,02	Pazar Payı 0,02
	Aktif Devir Hızı 0,97	Aktif Devir Hızı 1,20	Aktif Devir Hızı 0,62
	Sermaye Yoğunluğu 1.228.284,55	Sermaye Yoğunluğu 379.419,20	Sermaye Yoğunluğu 746.901,14
	İhracat 0,26	İhracat 0,40	İhracat 0,11
	Mali Yapı Oranı 1,65	Mali Yapı Oranı 0,68	Mali Yapı Oranı 0,73
	Likidite Oranı 2,07	Likidite Oranı 1,76	Likidite Oranı 1,62

Tablo 3.31’e göre iki aşamalı kümeleme yöntemi gruplama işleminde öncelikli olarak piyasa performansı temel almıştır ve en çok etkileyen değişken işletmelerin piyasa performansıdır. Sonrasında ise önemli değişkenler olarak aktif devir hızı, sermaye yoğunluğu ve ihracat oranı gelmektedir. Mali yapı oranı ve likidite oranı ise işletmelerin

kümelere ayrılmasında diğ er değişkenlere g ore daha az etkiye sahip olarak ortaya  ıkmıştır.

K umeleme analizi hem performans g ostergeleri, hem de performansı etkileyen fakt orler olarak iki farklı şekilde veri setine uygulanmış ve ortaya  ıkan k ume yapıları incelendiğinde işletmeler benzer şekillerde k umelere ayrılmışlardır. Bu sebeple, işletmelerin performans  l   m  i in se ilen her iki değişken grubunun birbiri ile ilişki i inde oldukları s ylenebilmektedir.



SONUÇ

İşletmelerin rekabet avantajı sağlamaları ve piyasada var olabilmeleri, her şeyden önce bulundukları durumu değerlendirmeleri ve sürekli olarak iyileştirmeleri ile mümkündür. Performans terimi, genel olarak planlanmış ve belli bir amacı olan etkinliğin sonucunda kantitatif ya da kalitatif olarak elde edilen çıktıyı tanımlamak için kullanılır. İşletmelerin kuruluş amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirdiklerini tespit etmek adına performanslarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

İşletmelerin performanslarını değerlendirebilmeleri için, öncelikle performanslarını ölçmeleri gerekmektedir. Performans, tanımı itibariyle çok geniş bir alanda yorumlanabilmektedir; bu nedenle literatürde birçok farklı performans göstergeleri ortaya konmuştur. Performans, müşteri, süreç ve finans gibi kavramlar olmak üzere birçok farklı boyuttan oluşmaktadır. Bu çalışmada objektif ve nicel değerler taşıdığından performansın finans boyutu ele alınmış ve bu amaçla BİST’de yer alan işletmelerin her cari dönemde açıkladıkları bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler kullanılmıştır.

Finansal performans denilince ilk akla gelen kârlılık, aynı zamanda işletmelerin temel kuruluş sebebi olmasına rağmen tek başına yeterli olmamaktadır. İşletmelerin büyümeleri ve pazar paylarını arttırmaları da her zaman iyi sonuçlar vermemekte ve kontrolsüz büyümeler işletmeleri iflasa sürükleyebilmektedir. Aynı zamanda, sermaye yoğunluğu fazla olan işletmeler de, rakiplerine oranla daha verimsiz faaliyet gösterme eğilimindedirler. İşletmelerin hisse senetlerinin çok işlem görmesi ve halka açılması performans açısından önemli bir etkiye sahip olsa da, bazı durumlarda borsadaki bu büyümeler yapay olabilmektedir.

Yukarıda sayılan nedenlerden ötürü finansal performansın birçok açıdan ele alınması ve bu farklı göstergelerin performansa olan etkilerinin birlikte incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, alanında uzman kişilere danışılarak ve literatürdeki araştırmalardan yararlanılarak; kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyümenin performansı tanımlayan değişkenler; mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı,

sermaye yoğunluğu, ihracat oranı ve pazar payının ise performansı etkileyen değişkenler olarak seçilmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı, çok değişkenli istatistik yöntemlerin birbirlerine benzer sonuçlar verip vermediğinin araştırılarak, bulguların geçerliliğini ortaya koymaktır. Bu sebeple işletme performansının ölçümünde dört farklı çok değişkenli yöntem uygulanmış ve her bir yöntemin sonuçlarını birbirleri ile karşılaştırma imkânı elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemlerden üç tanesi bağımlılık içeren; yani performansı etkileyen faktörleri ve bunların etkileme derecelerini ortaya koyan yöntemlerdir. Bağımlılık içeren yöntemler olarak Kanonik Korelasyon Analizi (CCA), Lojistik Regresyon Analizi ve MANOVA kullanılmıştır. Diğer yöntem ise literatürde içsel bağımlılık içeren yöntem olarak nitelendirilen ve işletmeleri performanslarına göre gruplayan Kümeleme Analizidir.

Üçüncü bölümde, daha önce açıklanan bu gösterge ve değişkenlerin kendi grupları içindeki ilişkileri Spearman Sıra Korelasyonu ile incelenerek modelde yer alacak değişkenler seçilmiştir. Buna göre, performans göstergeleri olarak; kârlılık için net kâr marjı, verimlilik için toplam faktörlü verimlilik, piyasa performansı için piyasa değeri ile defter değerinin oranı ve büyüme için varlıklardaki ve öz sermayedeki büyümenin ortalamasının kullanılmasına karar verilmiştir. Performansı etkileyen değişkenler olarak ise; mali yapı oranı için kaldıraç oranı ve borçlanma oranının ortalaması, faaliyet oranı için aktif devir hızı, likidite oranı için cari oran ve asit-test oranının ortalaması, sermaye yoğunluğu için toplam varlıkların çalışan sayısına oranı, ihracat oranı için ihracatın toplam satışlara oranı ve pazar payı için de işletmenin satışlarının sektörün toplam satışlarına oranının kullanılmasına karar verilmiştir. Sonrasında, performans değerlendirmesinde kullanılan dört çok değişkenli yöntemin varsayımları, testleri ve yorumlanmaları ele alınmıştır. Son olarak üçüncü bölümde ise bahsedilen bu yöntemler ile BİST’de yer alan imalat sanayii işletmelerinin performans değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Veri setinde bulunan 188 imalat sanayii işletmesinin 2014 yılı faaliyet raporları incelenmiş ve Mahalanobis uzaklıklarına göre aykırı olarak bulunan 13 işletme analize dahil edilemediği için 175 işletme ile analizler yapılmıştır.

Birden fazla performans değişkeninin bağımlı, performansı etkileyen değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak modele dahil eden Kanonik Korelasyon Analizi yapılmıştır. Dolayısıyla kârlılık, verimlilik, piyasa performansı ve büyümeden oluşan bağımlılar kümesi ile mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, ihracat ve pazar payından oluşan bağımsızlar kümesi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. CCA'nın kullanılmasındaki amaç; hem her iki küme arasındaki ilişkiyi gözlemlemek, hem de her küme içindeki orijinal değişkenlerin katkısını ortaya çıkararak çok yönlü bir analiz yapmaktır. Performans üzerinde politika belirlemek için, hangi faktörlerin önemli olduğunu bu yöntemle saptamak mümkün olmaktadır.

4 bağımlı ve 6 bağımsız değişken ile yapılan CCA'da ortaya çıkan 4 kanonik fonksiyondan ilk üçü anlamlı çıkmıştır. Bu durumda oluşan 3 ayrı kanonik korelasyon da yorumlanabilmekte, ancak ilk kanonik fonksiyon içlerinde en yüksek korelasyona sahip olduğundan, sadece birinci kanonik fonksiyona ait sonuçların yorumlanması gerekli ve yeterli görülmüştür. Bağımlı değişken kümesi ile bağımsız değişken kümesi arasındaki birinci kanonik korelasyon oldukça yüksek ($R_1 = 0,854$) sonuç vermiş ve performansı etkileyen değişkenlerin performansın %73'ünü ($R_1^2 = 0,73$) açıkladığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, seçilen faktörlerin performansı açıklamakta güçlü olduğunun bir göstergesidir.

Bağımlı kanonik değişkenle en yüksek korelasyona sahip değişken kârlılık olarak bulunmuş, dolayısıyla performans değerlendirilmesinde en önemli değişkenin kârlılık olduğu sonucuna varılmıştır. Verimlilik de kârlılıktan sonra bu grupta önemli bir değişken olmakla birlikte, piyasa performansı ve büyümenin performans üzerinde güçlü etkisi bulunmamıştır. Ayrıca performans değişkenlerinin tümünün aynı yönde ve pozitif etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

Performansı etkileyeceği düşünülen bağımsız kanonik değişkene en güçlü etkiyi ters yönlü olarak sermaye yoğunluğu sağlamıştır. Bunu da sırasıyla likidite oranı ve faaliyet oranı izlemektedir. İhracat oranı ve pazar payının aynı yönlü, mali yapı oranının ise ters yönlü olmak üzere güçlü olmayan etkisi vardır.

Performans değerlendirilmesinde en önemli değişken olarak ortaya çıkan kârlılık ile sermaye yoğunluğu arasında çok güçlü olan ters yönlü bir ilişki bulunmuştur. Buna göre, çalışan başına düşen yatırım miktarı yüksek olan işletmelerin kârlılık oranının, diğerlerine göre daha düşük olduğu söylenebilir. Aynı zamanda, kârlılığın üzerinde

likidite oranı ve faaliyet oranının da pozitif etkilerinin olduğu görülmüştür. Bu durumda kısa vadeli borçlarını ödeme gücü yüksek olan ve kaynaklarını etkin kullanan işletmelerin kârlılıklarının da daha yüksek olduğu söylenebilir. Performans değerlendirmesinde, bir başka önemli değişken olan verimliliği; sermaye yoğunluğu, mali yapı oranı ve ihracat ters yönde, pazar payı ve likidite oranı da aynı yönde etkilemektedir.

Kümeleme analizi, diğer kullanılan analizlerin aksine, veri setinin özellikleri hakkında bilgi vermektedir ve performans değişkenleri kullanılarak işletmeleri gruplara ayırmak için uygulanmıştır. Kümeleme analizinin bu çalışmada kullanılış amacı, işletmeleri performans düzeyi açısından en uygun sayıdaki gruba ayırabilmektir. Buradan elde edilen performans kümeleri sayesinde, lojistik regresyon analizi için fikir sahibi olunmuştur. Bu analiz, işletmeleri performanslarına göre 3 kümeye ayırmanın en uygun olduğunu ortaya koymuştur. Bu sebeple, lojistik regresyonda işletmeler düşük düzeyde, orta düzeyde ve yüksek düzeyde performans gösteren işletmeler olarak sınıflandırılmıştır.

Lojistik regresyon analizi öncesinde, performans değişkenlerinin tümü tek bir kategorik (düşük/orta/yüksek) değişkene dönüştürülmüş ve analizde, performansı etkileyeceği düşünülen mali yapı oranı, likidite oranı, faaliyet oranı, sermaye yoğunluğu, ihracat oranı ve pazar payının etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak, işletmelerin kısa vadedeki borçlarını ödeme gücünün, varlıkları ve öz sermayeleri ile orantılı borçlanma miktarlarının, sektör içindeki büyüklüklerinin ve ihracat oranlarının performans düzeylerini etkilediği görülmüştür.

MANOVA sonucunda ise; işletmelerin varlıkları ve öz sermayeleri ile orantılı olan borçlanma miktarının, işletme büyüklüklerinin ve çalışan başına düşen yatırım miktarlarının (sermaye yoğunluğu), kârlılık ve verimliliği etkilediği görülmüştür. CCA'yı destekleyen bu sonuçlara göre, borçlanma miktarı fazla olan işletmelerin faizlerle alakalı ek yüklerden dolayı, kârlılıklarında ve verimliliklerinde azalma olduğu söylenebilir. Ayrıca, pazar payları yüksek veya orta düzeyde olan işletmelerin daha çok üretim yaptıkları, birim başına maliyetleri azalttıkları ve artan rekabetten dolayı daha kaliteli üretim yaptıkları için, kârlılıkları ve verimliliklerinin de yüksek olduğu görülmüştür. MANOVA sonucunda, sermaye yoğunluğu yüksek ya da orta düzeyde olan işletmelerin düşük olanlara oranla daha az verimli olduğu ve daha düşük kârlılık gösterdiği saptanmıştır. Buradan, yüksek sermaye maliyetlerinin, işletmelerin

kaçınması gereken bir durum olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bunlara ek olarak, işletmelerin ihracat odaklı çalışmalarının, kârlılıklarını, borsa performanslarını ve büyümelerini olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Yukarıda görüldüğü üzere, istatistik analizlerin tümü aynı veri setini farklı yönlerden inceleme imkânı sunmuştur. Bu sayede işletme performansını genel olarak hangi faktörlerin etkilediği, etki düzeyleri, ya da düşük/orta/yüksek performans düzeylerinde, bu faktörlerin hangi grup üzerinde etkili oldukları ortaya konmuştur.

Genel bir yorum yapmak gerekirse, Kanonik Korelasyon Analizi ile işletme performansı olarak kârlılık ve verimlilik, performansı etkileyen faktörler olarak da sermaye yoğunluğu ve likidite oranı önemli değişkenler olarak saptanmıştır. Kümeleme Analizi ile hem performans göstergeleri, hem de performansı etkileyen faktörler için ayrı ayrı yapılan kümeleme sonucunda işletmelerin 3 kümede toplandığı ve benzer işletmelerin aynı kümelere atandığı ortaya çıkmıştır. Bu durumda, Lojistik Regresyon Analizi'nde kullanılacak performans değişkeni de 3 kategorili olarak elde edilmiş ve işletmelerin herhangi bir kategoriye atanmasında sırasıyla; pazar payı, mali yapı oranı, ihracat oranı ve likidite oranının etkili olduğu saptanmıştır. Performansı etkileyen faktörlerin kategorileri arasında performans açısından fark olup olmadığını araştırmak için kullanılan MANOVA sonucunda ise likidite oranı dışındaki tüm faktörlerin etkilerinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada yatay kesit verileri ile çalışılmış, başka bir deyişle, işletmelerin tek bir yıldaki durumları incelenmiştir. İlerideki çalışmalarda işletmelerin birden fazla yıldaki finansal durumlarını gösteren zaman serisi analizlerinden özellikle panel veri analizi kullanılabilir. Bu sayede işletmelerin yıllar bazındaki değişimlerini incelenme olanağı da doğabilir. Ayrıca performansın birçok boyutu olmasından kaynaklı, bu çalışmada ele alınan finans boyutuna ek olarak, organizasyonel performans değerlendirme kriterleri ya da müşteri bazında performans kriterleri de modele eklenip, daha geniş bir açıdan işletme performansı incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Akal Z.: **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 2002
- Akbulut, R., Rençber, Ö.F.: “Veri Zarflama ve Lojistik Regresyon Analizi ile Çimento İşletmelerinde Finansal Performansa Dayalı Etkinliklerin Değerlendirilmesi”, **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 3, 2015, s. 91-103
- Akdeniz, H.A., Durmaz, F.: “Verimliliğin genel performans üzerindeki yansımalarının uygulaması”, **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 13, Sayı 2, 1998, s. 85-99
- Akdoğan, N., Tenker, N.: **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2001
- Akgüç, Ö.: **Finansal Yönetim**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 1998
- Akgüç, Ö.: **Mali Tablolar Analizi**, Genişletilmiş 15. Baskı, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2013
- Akkaya, G.C., Demireli, E.: “Analitik Hiyerarşi Süreci İle Kredi Derecelendirme Analizi Üzerine Bir Model Önerisi”, **Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 19, Sayı 1, 2010, s. 319-335
- Aksaraylı, M., Saygın, Ö.: “Algılanan Hizmet Kalitesi ve Lojistik Regresyon Analizi ile Hizmet Terchine Etkisinin Belirlenmesi”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2011, Cilt 13, Sayı 1, s. 21-37
- Aktaş, H.: “İşletme Performansının Ölçülmesinde Parametrik Olmayan Bir Yaklaşım”, **Yönetim ve Ekonomi**, Cilt 8, Sayı 1, 2001, s. 163-176
- Aldenderfer, M.S., Blashfield., R.K.: **Cluster Analysis**, 15th Edition, Sage Publications, Beverly Hills, 1984

- Alpert, M.I., Peterson, R.A.: "On the Interpretation of Canonical Analysis", **Journal of Marketing Research**, Vol. 9, No. 2, 1972, s. 187-192
- Amorim, R.C., Makarenkov, V., Mirkin B.: "A-Wardpß: Effective hierarchical clustering using the Minkowski metric and a fast k-means initialisation", **Information Sciences**, Vol. 370-371, 2016, s. 343-354
- Anderberg, M.R.: **Cluster Analysis for applications**, New York, Academic Press, 1973
- Anderson, E.W., Claes F., Lehmann, D.R.: "Customer Satisfaction, Productivity and Profitability: Differences Between Goods and Services", **Marketing Science**, Vol. 58, 1997, s. 129-145
- Arat E., Çetin, A.: **Finansal Durum Tabloları Analizi**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, 2011
- Banerjee, A., De, A.: "Determinants of Corporate Financial Performance Relating to Capital Structure Decisions in Indian Iron and Steel Industry: An Empirical Study", **Paradigm**, Vol. 18, No. 1, 2014, s. 35-50
- Baş, M., Artar, A.: **İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, Ankara, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 1991
- Bayyurt, N.: **İşletme Performansı Değerlendirilmesinde Kanonik Korelasyon Analizi**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi (Sayısal Yöntemler), 2004
- Belbin, L.: "The use of non-hierarchical allocation methods for clustering large sets of data", **Aust Computer Journal**, 1987, Vol. 19, No. 1, s. 32-41
- Berk, N.: **Finansal Yönetim**, 11. Baskı, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2015
- Bewick, V., Cheek, L., Ball, J.: "Statistics review 14: Logistic regression", **Critical Care**, Vol. 9, 2005, s. 112-118

- Bilgen, B.: "Performans Ölçüm Sistemlerinin İncelenmesi", **İstanbul: II. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı**, 2001
- Bilgin, Ö.C., Emsen, E., Davis, M.E.: "An Application of Canonical Correlation Analysis to Relationships between the Head and Scrotum Measurements in Awassi Fat Tailed Lambs", **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Vol. 2, No. 6, 2003, s. 343-349
- Buzzell, R.D., Gale, B.T., Sultan, R.G.M.: "Market Share—A Key to Profitability", **Harvard Business Review**, 1975, s. 53-99
- Bülbül, H., Güleş, H.K.: "Türk Sanayi İşletmelerinde İleri İmalat Teknolojileri Kullanımı ve Performansa Etkisi", **ODTÜ Gelişme Dergisi**, Vol. 31, No. 1, 2004, s. 1-42
- Carton, R.B., Hoofer, C.W.: **Measuring Organizational Performance**, Massachusetts, Edward Elgar Publishing, 2006
- Comin, D.: **Total Factor Productivity**, New York University and NBER: New York, 2006
- Cooper, R., G., Elko J., K.: "The impact of export strategy on export sales performance", **Journal of International Business Studies**, Vol. 15, 1985, s. 37-55
- Coşkun, A.: "Büyük Sanayi İşletmelerinde Kurumsal Performans Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları", **Muhasebe ve Denetim Bakış**, Temmuz 2006, s. 119-136
- Coşkun, M.: "Finansal Analiz", Editör. Nurhan Aydın, **Finansal Yönetim**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2004
- Cox, D.R., Snell, J.E.: **The Analysis of Binary Data**, 2nd Edition, London, Chapman and Hall, 1989
- Crosby, P.B.: **Quality is Still Free: Making Quality Certain in Uncertain Times**, New York, McGraw-Hill, 1995

Çakırel, Y., Özdemir Karaca, P.,
Aydiner Çakırel Ö., Çakır, İ.:

“Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Staj Yaptıkları Büroların Ergonomi-Verimlilik İlişkisi Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2013, Sayı 1, s. 23-40

Çelik, Ş.:

“Kümeleme analizi ile sağlık göstergelerine göre Türkiye’deki illerin sınıflandırılması”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt 14, Sayı 2, 2013, s.175-194

Çömlekçi, F.:

Muhasebe Denetimi ve Mali Analiz, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2004

Delen, D., Crossland, M.D.

“Seeding the survey and analysis of research literature with text mining”, **Expert Systems with Applications**, Vol. 34, No. 3, 2008, s. 1707-1720

Dinçer, Ö.:

Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası, 3. Baskı, İstanbul, İz Yayıncılık, 1994

Eren, E.:

İşletmelerde Stratejik Planlama ve Yönetim, 3. Baskı, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1990

Everitt, B.S., Landau, S., Leese, M., Stahl, D.

Cluster Analysis, 5th Edition, London, Wiley Publications, 2011

Gitman, L.J., Zutter, C.J.:

Principles of Managerial Finance, 13th Edition, Boston, Prentice Hall Publishing, 2011

Goodman, P., Pennings, J.:

New perspectives on organizational effectiveness, San Francisco, Jossey-Bass Publisher, 1977

Gönenli, A.:

İşletmelerde Finansal Yönetim, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1988

Graham, J., Smart, S.B.:

Introduction to Corporate Finance: What Companies Do, 3rd Edition, USA, South-Western Cengage Learning, 2010

Gürsoy, C.,T.:

Finansal Yönetim İlkeleri, İstanbul, Doğuş Üniversitesi Yayınları, 2007

Hair, J.F., Anderson, R.E., Tahtam R.L., Black W.C.

Multivariate Data Analysis, 5th Edition, New Jersey, Prentice Hall, 1998

- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E.: **Multivariate Data Analysis**, 7th Edition, London, Pearson Education, 2009
- Hansen, G.S., Wernelrfelt, B.: "Determinants of firm performance:The Relative Importance of Economic and Organizational Factors", **Strategic Management Journal**, Vol. 10, No. 5, 1989, s. 399-411
- Hendricks K., B., Singhal, V., R.: "Quality Awards and Market Value of the Firm: An emprical Investigation", **Management Sciences**, Vol. 42, No. 3, 1996, s. 415-436
- Hidalgo, A.M., da Silva, L.P., Mota, R.R., Martins, E.N: "Canonical-correlation analysis applied to selection-index methodology in quails", **Livestock Science**, Vol. 169, 2014, s. 35-41
- Hogue, Z., Mia, L., Alam, M.: "Market Competition, Computer-Aided Manufacturing and Use of Multiple Performance Measures: An Empirical Study", **British Accounting Review**, Vol. 33, 2001, s. 23-45
- Hubert, L.: "Approximate Evaluation Techniques for the Single-Link and Complete-Link Hierarcihal Clustering Procedures", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 69, No. 347, 1974, s. 698-704
- Huberty, C.J., Olejnik, S.: **Applied Manova and Discriminant Analysis**, 2nd Ed., New Jersey, Wiley Publications, 2006
- Härdle, W., Simar, L.: **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 2nd Edition, Berlin, Springer, 2007
- İlhan, M., Çetin, B., Öner Sünkür, M., Yılmaz, F.: "Ders çalışma becerileri ile akademik risk alma arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon ile incelenmesi", **Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi**, Cilt 3, Sayı 2, 2013, s. 123-146
- Isgut, A.E.: "What"s Different About Exporters? Evidence from Colombian Manufacturing", **The Journal of Development Studies** , Vol. 37, No. 5, 2001, s. 57-82

- Jonsson, B.: "Does the size matter? The relationship between size and profitability of Icelandic firms", **Bifrost Journal of Social Science**, Vol. 1, 2007, p. 43–55
- Johnson, R.A., Wichern D.W.: **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 6th Ed., New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2007
- Kabadayı, E.T.: "İşletmelerdeki Üretim Performans Ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli İyileştirme ile İlişkisi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Sayı 6, 2002, s. 61-75
- Kalaycı, Ş.: **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 5. Baskı, Ankara, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 2010
- Kannan, V.R., Tan, K.C.: "Just in time total quality management and supply chain management: understanding their linkages and impact of business performance", **Omega The International Journal of Management Science**, Vol. 3, 2005, p. 153-162
- Kaplan, R.S., Norton, D.: "The balanced scorecard-measures that drive performance", **Harvard Business Review** (January-February), 1992, s. 71-79
- Kaplan, R.S., Norton, D.P.: **The Balanced Scorecard-Translating Strategy into Action**, Boston, MA: Harvard Business School Press, 1996
- Karapınar, A., Ayıkoğlu Zaif, F.: **Finansal Analiz**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2009
- Keskin, S., Özsoy, A.N.: "Kanonik Korelasyon Analizi ve Bir Uygulaması", **Tarım Bilimleri Dergisi**, Cilt 10, Sayı 1, 2004, s. 67-71
- Kobu, B.: **Üretim Yönetimi**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2003
- Korkmaz, S., Göksölük, D., Zararsız, G.: "MVN: an R package for assessing multivariate normality", **R Journal**, Vol. 6, No. 2, 2014, s. 151–162
- Köse, A., H.: **Büyüme ve Verimlilik**, Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi, 1992

- Kramer A.A, Zimmerman, J.E.: "Assessing the calibration of mortality benchmarks in critical care: The Hosmer-Lemeshow test revisited", **Critical Care Medicine**, Vol. 35, 2007, s. 2052-2056
- Lai, P.L., Fyfe, C.: "Kernel and Nonlinear Canonical Correlation Analysis", **International Journal of Neural Systems**, Vol. 10, No. 5, 2000, s. 365-377
- Lee, J.: "Does Size matter in Firm Performance? Evidence from U.S Public Firms", **International Journal of the Economics of Business**, Vol. 16, No. 2, 2009, s. 189–203
- Lorcu, F., Acar Bolat, B.: "Yaşlara göre ölüm oranları ile sosyo-ekonomik göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt 38, Sayı 2, 2009, s. 124-133
- Marriott, F.H.C.: "Practical problems in a method of cluster analysis", **Biometrics**, 1971, s. 501-514
- Martinez, W.L., Martinez, A.R.: **Explanatory Data Analysis with Matlab: Computer Science and Data Analysis Series**, Chapman & Hall/CRC Press, London, 2005
- Martinsons, M., Davison, R., Tse, D.: "The Balanced Scorecard: A Foundation for the Strategic Management of Information Systems", **Decision Support Systems**, Vol. 25, 1999, s. 71-88
- McGarigal, K., Cushman, S., Stafford, S.: **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**, Neew York, Springer Media, 2000
- Miller, C.C., Cardinal, L.B.: "Strategic planning and firm performance: A synthesis of more", **Academy of Management Journal**, Vol. 37, No. 6, 1994, s. 1449-1665
- Nagelkerke, N.J.: "A Note on a General Definition of the Coefficient of Determination", **Biometrika**, Vol. 78, No. 3, 1991, s. 691-692
- Neely, A.: **Business Performance Mesurement**, Cambridge, Cambridge University Press, 2002

Neely, A., Filippini, R., Forza C.,
Vinelli, A., Hii, J.:

"A framework for analysing business performance, firm innovation and related contextual factors: Perceptions of managers and policy makers in two European regions", **Integrated Manufacturing Systems**, Vol. 12, No. 2, 2001, s. 114-124

Neely, A., Hii, J.:

"Innovation and business performance: a literature review." **The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge**, 1998, s. 1-65

Neely, A., Richards, A.H., Mills,
J.F., Platts, K.W., Bourne, M.C.S.:

"Designing performance measures: a structured approach", **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 17, No. 11, 1997, s. 1131-53

Nijssen, E.J., Frambach R.T.:

"Determinants of the adoption of new product development tools by industrial firms", **Industrial Marketing Management**, Vol. 29, 2000, s. 121-131

Oğuzlar, A.:

"Lojistik Regresyon Analizi Yardımıyla Suçlu Profilin Belirlenmesi", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 19, Sayı 1, 2005, s. 21-35

Orhunbilge, N.:

Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 2010

Otley, D.:

Measuring Performance: The Accounting Perspective, **Business Performance Management: Theory and Practice**, Ed.: Andy Neely, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, s. 3-21

Özçomak, M.S., Gündüz, M.

"Borsa Performans Oranları ve Diğer Finansal Oranlar Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 16, Sayı 1, 2012, s. 453-466

Özçomak, M.S., Gündüz, M.,
Demirci, A., Yakut, E.:

"Çeşitli İklim ve Ürün Verileri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile İncelenmesi", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 26, Sayı 1, 2012, s. 111-121

- Özdamar, K.: **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi**, 5. Baskı, Eskişehir, Kaan Kitabevi, 2004
- Özgülbaş, N., Koyuncugil, A.S., Yılmaz, F.: "Identifying the Effect of Firm Size on Financial Performance of SMEs", **The Business Review**, Vol. 6, Issue 1, 2006, s. 162-167
- Parker, C.: "Performance Measurement", **Work Study**, Vol. 49, No. 49, 2000, s. 63-66
- Prokopenko, J.: **Üretkenlik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı**, Çev.: Olcay Baykal v.d., Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 2005
- Rencher, A.C.: **Methods of Multivariate Analysis**, 2nd Ed., New York, Wiley Publication, 2002
- Rousseuw, P.J.: "Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis", **Journal of Computational and Applied Mathematics**, Vol. 20, 1987, s.53-65
- Barcikowski, R.S., Stevens, J.P.: "A Monte Carlo study of the stability of canonical correlations, canonical weights and canonical variate-variable correlations", **Multivariate behavioral research**, Vol. 10, No. 3, 1975, s.353-364
- Sevim, Ş.: **Mali Tablolar Analizi**, Kütahya, Ekspres Matbaası, 2003
- Sharma, S.: **Applied Multivariate Techniques**, New York, Wiley, 1996
- Soto J.L.P., Lachaux, J.P., Baillet, S., Jerbi K.: "A multivariate method for estimating cross-frequency neuronal interactions and correcting linear mixing in MEG data, using canonical correlations", **Journal of Neuroscience Methods**, Vol. 271, 2016, s. 169-181
- Tatlıdil, H.: **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz**, Ankara, Ziraat Matbaacılık, 2002
- Taymaz, E., Voyvoda E., Yılmaz K.: "Türkiye imalat sanayiinde yapısal dönüşüm, üretkenlik ve teknolojik değişme dinamikleri", **ERC Working Papers in Economics**, 08/04, November 2008

Tekbaş, M.Ş., Seval, B., Köse, A.,
Kıyılar, M., Sarıkovanlık, V.

Finansal Yönetim ve Mali Analiz, İstanbul,
Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim
Kuruluşu (SPL) Lisanslama Sınavları
Çalışma Kitapları, Ders Kodu: 1007, 2015

Tetik, S.:

“İşletme Performansını Belirlemede Veri
Zarflama Analizi”, **Celal Bayar Üniversitesi
İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi**, Cilt
10, Sayı 2, 2003, s. 221–229

Thorndike, R.M.:

Correlation Procedures for Research,
New York, Gardner Press, 1978

Ünsal, A.:

“Çok Değişkenli Tek Faktör Varyans Analizi
ve Bir Uygulama”, **Gazi Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**,
Cilt 2, 2000, s. 1-21

Venkatraman, N., Presscott J.E.:

“The Market Share–Profitability
Relationship: Testing Temporal Stability
across Business Cycles”, **Journal of
Management**, Vol. 16, No. 4, 1990, s. 783-
805

Weston, F., Brigham, E.:

Essentials of Managerial Finance, 5th
Edition, USA, The Dryden Press, 1979

Xiaohong, L., Hamblin, D.J.:

“The impact of performance and practice
factors on UK manufacturing companies'
survival”, **International Journal of
Production Research**, Vol. 41, No. 5, 2003,
s. 963-979

Yavuz, S., Deveci, M., Karabulut,
T., Şentürk, E.:

“Sıralı Lojistik Regresyon Analizi ile
Üniversite Öğrencilerinin Memnuniyetini
Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Erzincan
Üniversitesi Örneği”, **C.Ü. İktisadi ve İdari
Bilimler Dergisi**, Cilt 15, Sayı 1, 2014, s. 95-
114

Yerdelen Kaygın, C., Tazegül, A.,
Yazarkan, H.:

“İşletmelerin Finansal Başarılı ve Başarısız
Olma Durumlarının Veri Madenciliği ve
Lojistik Regresyon Analizi İle Tahmin
Edilebilirliği”, **Ege Akademik Bakış**, Cilt 16,
Sayı 1, 2016, s.147-159

- Yıldız, S.: “Entelektüel Sermayenin İşletme Performansına Etkisi: Bankacılık Sektöründe Bir Araştırma”, **Anadolu University Journal of Sciences**, Cilt 11, Sayı 3, 2011, s. 11-28
- Yin, X.: “Canonical correlation analysis based on information theory”, **Journal of Multivariate Analysis**, Vol.91, No. 2, 2004, s. 161-176
- Yırtısoğlu Z., Kılıçaslan, Y.: “Structural Change and Productivity in the Service Sector of Turkey”, **EconWorld2016@Barcelona**, 01-03 February 2016, Barcelona, Spain
- Yurdakul, M., İç, Y.T.: “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt 18, Sayı 1, 2003, s. 1-18
- Yükçü, S., Durukan, B., Özkol, E., Yücel, T., Baklacı, H.: **Finansal Yönetim**, İzmir, Vizyon Yayınları, 1999
- Zerenler, M.: “Performans Ölçüm Sistemleri Tasarımı ve Üretim Sistemlerinin Performansının Ölçümüne İlişkin Bir Araştırma”, **Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Sayı 1, 2005, s. 1-36

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

- French, A., Chess, S., Santos, S.: "Canonical Correlation & Principal Components Analysis", **Online@SFSU San Francisco State University**, 2002, (Çevrimiçi) <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/pca/ccandpca.htm>, 26.09.2016
- Gürak, H.: **Küreselleşme Nereye Götürüyor? Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Verimlilik ve Gelir Dağılımı**, (Çevrimiçi) http://econwpa.repec.org/eps/get/papers/0312/03120_01.pdf, 21.02.2016
- Ilgaz, B. **Oran Analizleri**, (Çevrimiçi) <http://ilkerbulat.com/Icerik/Ders/OranAnalizi.pdf>, 10.06.2015
- Kaen, F.R., Bauman, H.D.: "Firm Size, Employees and Profitability in U.S Manufacturing Industries", **Social Science Research Network**, 2003, <http://ssrn.com/abstract=382402>, 14.03.2015
- Neely A., Hii. J.: "Innovation and business performance: a literature review", 1998, (Çevrimiçi) www.cranfield.ac.uk/som/cbp, 25.02.2015
- Starkweather, J., Moske, A.K.: "Multinomial logistic regression", 2011, (Çevrimiçi) <http://www.readbag.com/unt-rss-class-jon-benchmarks-mlr-jds-aug2011>, 22.08.2016

EKLER

EK-1: Tek Değişkenli Normallik Testi

Büyüme için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	p -değeri	Karar
Çarpıklık	5,551	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	4,716	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,127	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,931	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Kârlılık için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	p -değeri	Karar
Çarpıklık	-59,386	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	364,952	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,322	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,248	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Piyasa Performansı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	p -değeri	Karar
Çarpıklık	9,470	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	13,188	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,191	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,809	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

EK-1: Devam

Verimlilik için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	4,460	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	7,578	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,103	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,936	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Mali Yapı Oranı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	13,953	0,000	Normal dağılım göstermektedir.
Basıklık	21,8318	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,202	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,714	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Likidite Oranı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	12,241	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	19,722	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,184	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,799	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Faaliyet Oranı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	7,613	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	6,222	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,140	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,892	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

EK-1: Devam

Sermaye Yoğunluğu için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	47,469	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	227,417	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,338	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,258	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

İhracat Oranı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	5,538	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	0,219	0,827	
Kolmogorov-Smirnov	0,156	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,870	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

Pazar Payı için Normallik Testi ($\alpha=0,05$)

Testin Adı	Test Değeri	<i>p</i> -değeri	Karar
Çarpıklık	19,1294	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Basıklık	41,865	0,000	
Kolmogorov-Smirnov	0,298	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.
Shapiro-Wilk	0,554	0,000	Normal dağılım göstermemektedir.

EK-2: Çoklu Doğrusal Bağlantı Testi

Bağımlı Değişkenler için

	Tolerans	VIF
Büyüme	0,921	1,086
Kârlılık	0,843	1,186
Piyasa Performans	0,976	1,025
Verimlilik	0,854	1,171

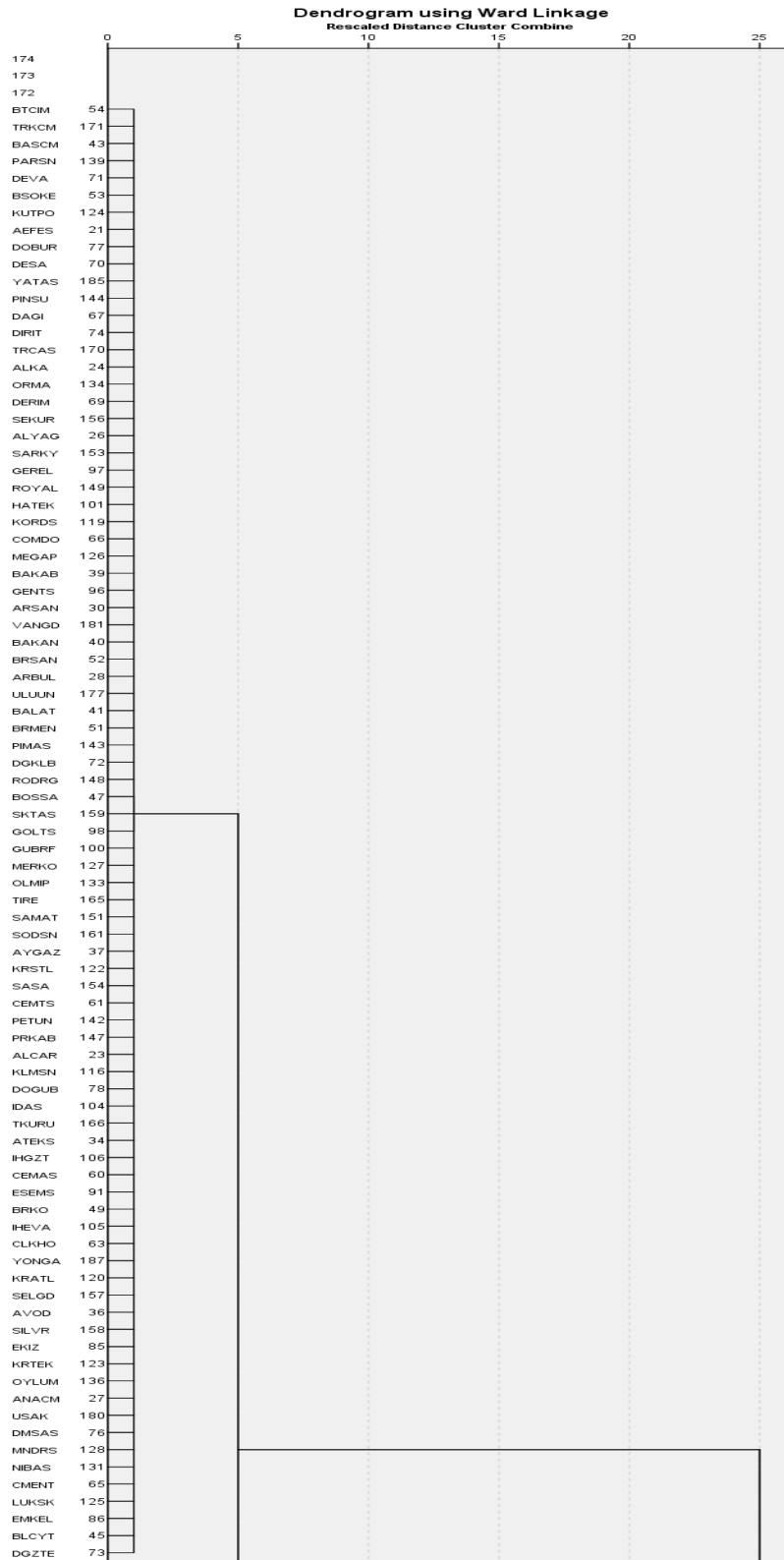
	Özdeğer	Kondisyon İndeksi
1	2,675	1,000
2	1,219	1,481
3	0,753	1,885
4	0,341	2,802
5	0,012	14,812

Bağımsız Değişkenler için

	Tolerans	VIF
Mali Yapı Oranı	0,611	1,637
Likidite Oranı	0,787	1,271
Faaliyet Oranı	0,652	1,534
Sermaye Yoğunluğu	0,953	1,049
İhracat Oranı	0,923	1,084
Pazar Payı	0,963	1,039

	Özdeğer	Kondisyon İndeksi
1	4,262	1,000
2	0,939	2,130
3	0,710	2,450
4	0,512	2,887
5	0,377	3,362
6	0,133	5,669
7	0,066	8,011

EK-3: Performans Göstergeleri için Ward Yöntemi Kullanarak Oluşturulan Dendogram



EK-4: Performans Değişkenleri ile Çeşitli Kümeleme Yöntemlerine Göre Oluşan 3'lü Kümeler

Ward Yöntemi					
<u>1. Küme</u>	<u>2. Küme</u>		<u>3. Küme</u>		
ACSEL	ADANA	JANTS	AEFES	DIRIT	PINSU
ASLAN	ADEL	KAPLM	ALCAR	DMSAS	PRKAB
ATPET	AKCNS	KARSN	ALKA	DOBUR	RODRG
BFREN	ALKIM	KARTN	ALYAG	DOGUB	ROYAL
BRISA	ARCLK	KATMR	ANACM	EKIZ	SAMAT
BURVA	ASCEL	KNFRT	ARBUL	EMKEL	SARKY
CCOLA	ASUZU	KRDMD	ARSAN	ESEMS	SASA
EGEEN	BAGFS	MRDIN	ATEKS	GENTS	SEKUR
EMNIS	BANVT	NUHCM	AVOD	GEREL	SELGD
FMIZP	BOLUC	OZBAL	AYGAZ	GOLTS	SILVR
FRIGO	BRKSN	OZRDN	BAKAB	GUBRF	SKTAS
FROTO	BUCIM	PENGd	BAKAN	HATEK	SODSN
IZOCM	BURCE	PETKM	BALAT	IDAS	TIRE
KENT	CELHA	PNSUT	BASCM	IHEVA	TKURU
KONYA	CIMSA	RTALB	BLCYT	IHGZT	TRCAS
MRSHL	CMBTN	SANFM	BOSSA	KLMSN	TRKCM
OTKAR	DENCM	SAYAS	BRKO	KORDS	ULUUN
POLTK	DITAS	SNPAM	BRMEN	KRATL	USAK
TBORG	DURDO	TARAF	BRSAN	KRSTL	VANGD
TTRAK	DYOBY	TATGD	BSOKE	KRTEK	YATAS
TUKAS	EGGUB	TMPOL	BTCIM	KUTPO	YONGA
ULKER	EGPRO	TMSN	CEMAS	LUKSK	
ULUSE	EGSER	TOASO	CEMTS	MEGAP	
	ERBOS	TUCLK	CLKHO	MERKO	
	EREGL	UMURB	CMENT	MNDRS	
	ERSU	UNYEC	COMDO	NIBAS	
	GEDZA	VESBE	DAGI	OLMIP	
	GOODY	VESTL	DERIM	ORMA	
	HEKTS	VKING	DESA	OYLUM	
	HZNDR	YBTAS	DEVA	PARSN	
	IZFAS	YUNSA	DGKLB	PETUN	
	IZMDC		DGZTE	PIMAS	

EK-4: Devam

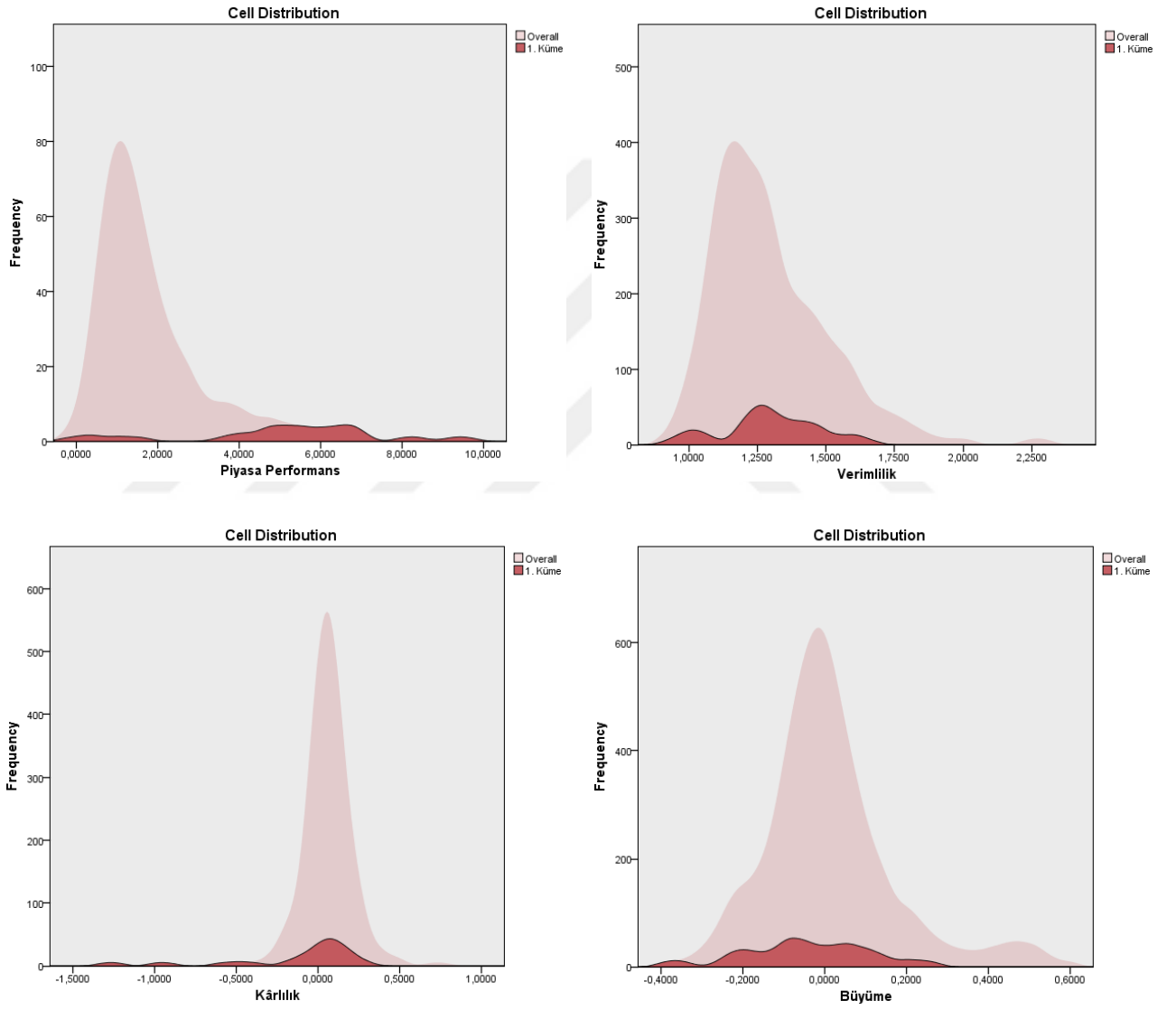
K-Ortalama Yöntemi					
<u>1. Küme</u>	<u>2. Küme</u>		<u>3. Küme</u>		
ACSEL	ADANA	JANTS	AEFES	DIRIT	OLMIP
ASLAN	ADEL	KAPLM	ALCAR	DMSAS	ORMA
BFREN	AKCNS	KARSN	ALKA	DOBUR	OYLUM
BRISA	ALKIM	KARTN	ALYAG	DOGUB	PARSN
BURVA	ARCLK	KATMR	ANACM	EGGUB	PENG D
EGEEN	ASCEL	KONYA	ARBUL	EGPRO	PETKM
EMNIS	ATPET	MRDIN	ARSAN	EGSER	PETUN
FMIZP	BAGFS	MRSHL	ASUZU	EKIZ	PIMAS
IZOCM	BANVT	OZBAL	ATEKS	EMKEL	PINSU
KENT	BOLUC	OZRDN	AVOD	ERBOS	PRKAB
OTKAR	BRKSN	PNSUT	AYGAZ	EREGL	RODRG
TTRAK	BURCE	POLTK	BAKAB	ERSU	ROYAL
TUKAS	CCOLA	SANFM	BAKAN	ESEMS	RTALB
ULKER	CIMSA	SNPAM	BALAT	GEDZA	SAMAT
ULUSE	DITAS	TARAF	BASCM	GENTS	SARKY
	DURDO	TBORG	BLCYT	GEREL	SASA
	DYOB Y	TMPOL	BOSSA	GOLTS	SAYAS
	FRIGO	TMSN	BRKO	GUBRF	SEKUR
	FROTO	TOASO	BRMEN	HATEK	SELGD
	GOODY	TUCLK	BRSAN	HEKTS	SILVR
	HZNDR	UNYEC	BSOKE	IDAS	SKTAS
	IZFAS	VESBE	BTCIM	IHEVA	SODSN
	IZMDC		BUCIM	IHGZT	TATGD
			CELHA	KLMSN	TIRE
			CEMAS	KNFRT	TKURU
			CEMTS	KORDS	TRCAS
			CLKHO	KRATL	TRKCM
			CMBTN	KRDMD	ULUUN
			CMENT	KRSTL	UMURB
			COMDO	KRTEK	USAK
			DAGI	KUTPO	VANGD
			DENCM	LUKSK	VESTL
			DERIM	MEGAP	VKING
			DESA	MERKO	YATAS
			DEVA	MNDRS	YBTAS
			DGKLB	NIBAS	YONGA
			DGZTE	NUHCM	YUNSA

EK-4: Devam

İki Aşamalı Kümeleme					
1. Küme	2. Küme		3. Küme		
ACSEL	ADANA	HEKTS	ALCAR	DMSAS	ORMA
ASLAN	ADEL	IHGZT	ALKA	DURDO	OYLUM
ATPET	AEFES	IZFAS	ALKIM	EGGUB	OZBAL
BFREN	AKCNS	JANTS	ALYAG	EKIZ	PENG D
BRISA	ARBUL	KNFRT	ANACM	ERBOS	PETKM
BURVA	ARCLK	KONYA	ASCEL	ERSU	PETUN
DOGUB	ARSAN	KRDMD	ASUZU	ESEMS	PIMAS
EMNIS	ATEKS	KUTPO	AVOD	FRIGO	PNSUT
FMIZP	BAGFS	LUKSK	AYGAZ	FROTO	PRKAB
IDAS	BASCM	MRDIN	BAKAB	GEDZA	RODRG
IZOCM	BOLUC	NUHCM	BAKAN	GENTS	ROYAL
KENT	BSOKE	OZRDN	BALAT	GOODY	SAMAT
MRSHL	BTCIM	PARSN	BANVT	HATEK	SANFM
OTKAR	CCOLA	PINSU	BLCYT	HZNDR	SARKY
TKURU	CIMSA	POLTK	BOSSA	IHEVA	SASA
TTRAK	CMENT	RTALB	BRKO	IZMDC	SEKUR
TUKAS	DAGI	SAYAS	BRKSN	KAPLM	SELGD
ULKER	DESA	SNPAM	BRMEN	KARSN	SILVR
	DEVA	TATGD	BRSAN	KARTN	SKTAS
	DGKLB	TBORG	BUCIM	KATMR	SODSN
	DGZTE	TMPOL	BURCE	KLMSN	TARAF
	DITAS	TRKCM	CELHA	KORDS	TIRE
	DOBUR	TUCLK	CEMAS	KRATL	TMSN
	DYOBY	ULUSE	CEMTS	KRSTL	TOASO
	EGEEN	ULUUN	CLKHO	KRTEK	TRCAS
	EGPRO	UMURB	CMBTN	MEGAP	USAK
	EGSER	UNYEC	COMDO	MERKO	VESBE
	EMKEL	VANGD	DENCM	MNDRS	VESTL
	EREGL	YATAS	DERIM	NIBAS	VKING
	GEREL	YBTAS	DIRIT	OLMIP	
	GOLTS	YONGA			
	GUBRF	YUNSA			

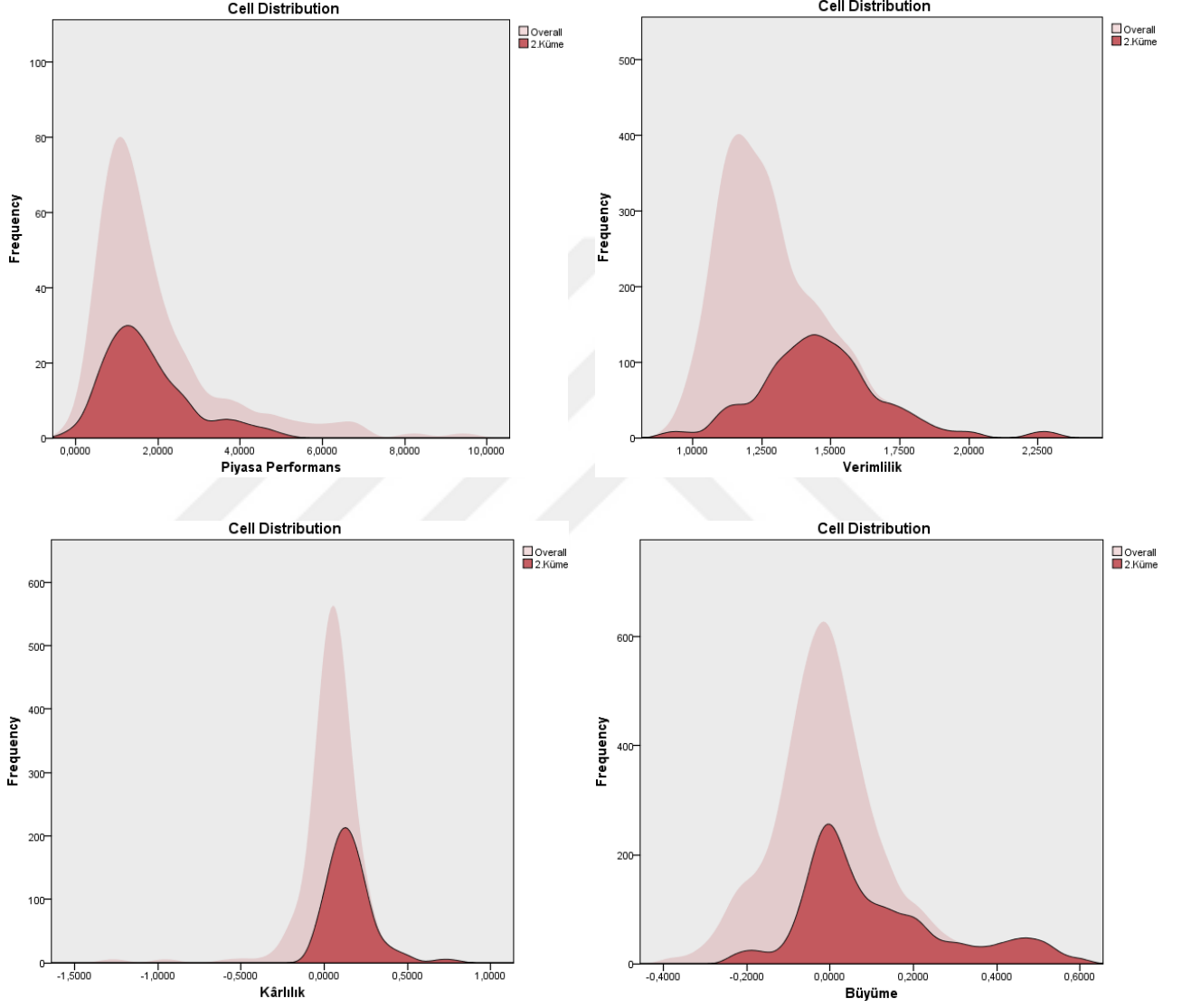
EK-5: Performans Değişkenleri için İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi ile Kümelere ait Değişkenlerin Grafikleri

1. Küme



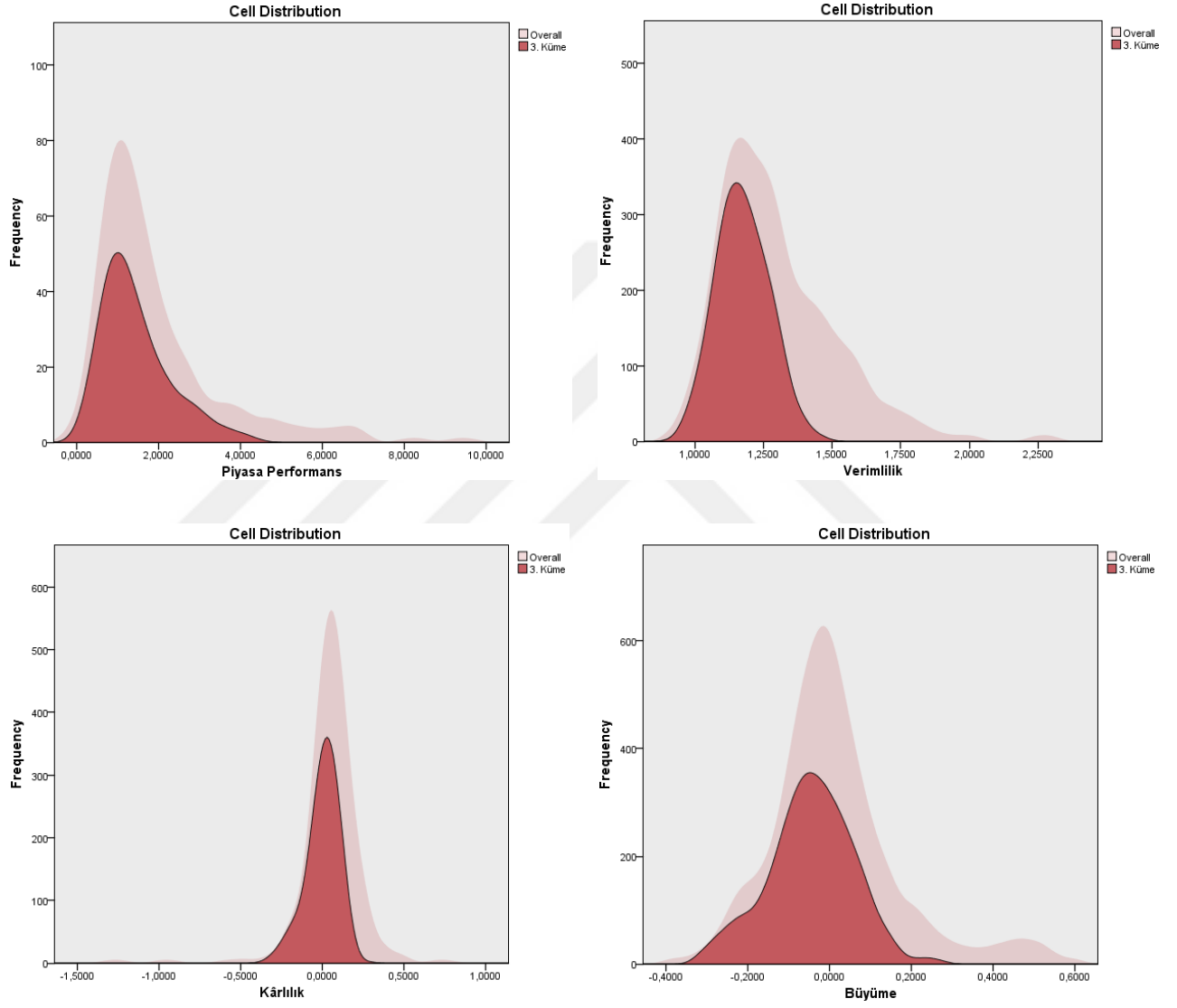
EK-5: Devam

2. Küme

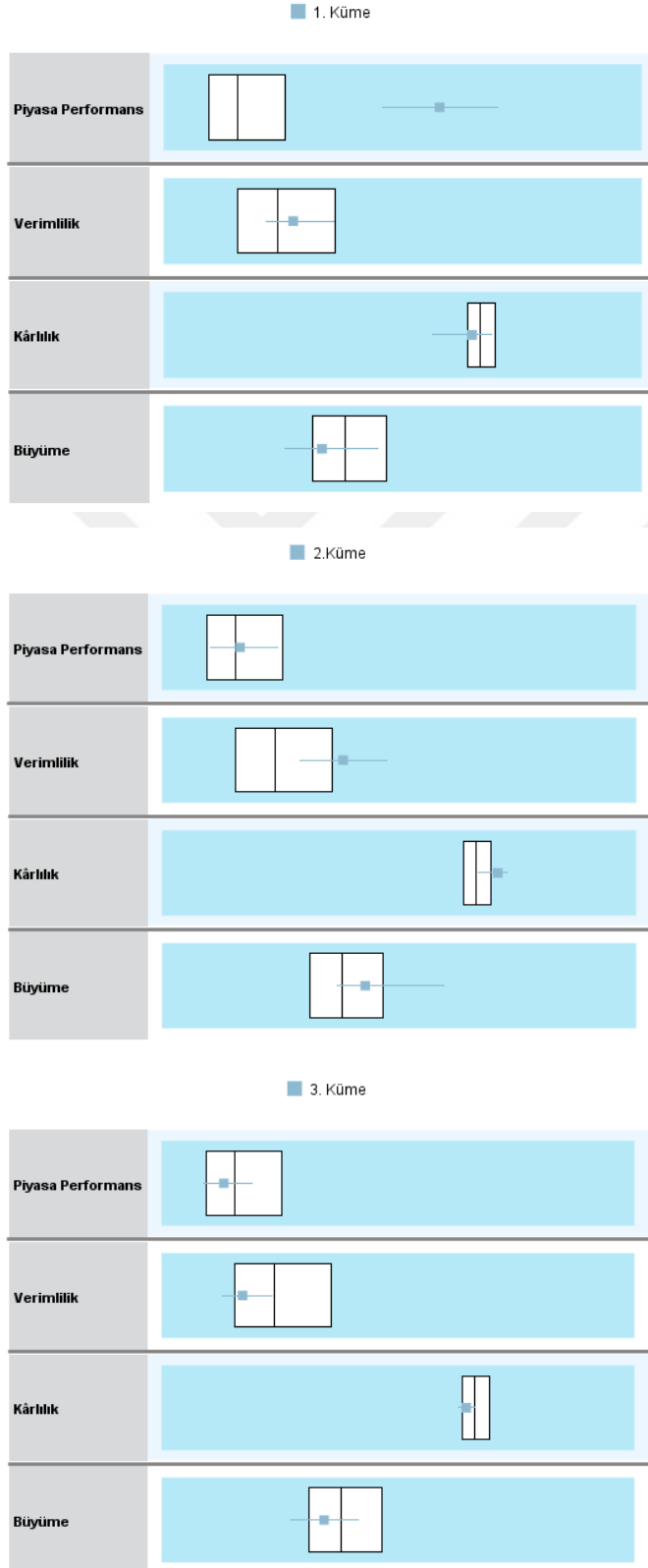


EK-5: Devam

3. Küme



EK-6: Box-Whisker ile Küme Karşılaştırmaları



EK-7: Performansı Etkileyen Faktörler ile Çeşitli Kümeleme Yöntemlerine Göre Oluşan 3'lü Kümeler

Ward Yöntemi					
<u>1. Küme</u>	<u>2. Küme</u>		<u>3. Küme</u>		
ADANA	ACSEL	ESEMS	ADEL	EGGUB	MAKTK
AYGAZ	ALCAR	FROTO	AFYON	EGPRO	MERKO
BAGFS	ALKA	GOLTS	AKCNS	EGSER	MNDRS
BALAT	ALYAG	HZNDR	ALKIM	EPLAS	MRDIN
BANVT	ANACM	IDAS	ARBUL	ERBOS	OZRDN
BASCM	ARSAN	JANTS	ASLAN	FMIZP	PARSN
EREGL	ASCEL	KAPLM	ASUZU	FRIGO	PENGD
GOODY	ATPET	KENT	ATEKS	GEDZA	PETKM
HATEK	AVOD	KRSTL	BFREN	GENTS	POLTK
HEKTS	BAKAB	MEGAP	BLCYT	GEREL	PRKAB
MRTGG	BAKAN	MRSHL	BOLUC	GUBRF	RODRG
NIBAS	BISAS	ORMA	BOSSA	IHEVA	ROYAL
NUHCM	BRKO	OTKAR	BRISA	IHGZT	SAYAS
OLMIP	BRKSN	OZBAL	BRSAN	IZFAS	SEKUR
OYLUM	BRMEN	PETUN	BSOKE	IZMDC	SELGD
TBORG	BTCIM	PIMAS	CCOLA	IZOCM	SILVR
TIRE	BUCIM	PINSU	CIMSA	KARSN	SNPAM
ULUUN	BURCE	PNSUT	CLKHO	KARTN	SODSN
VKING	BURVA	RTALB	CMBTN	KATMR	TMSN
YATAS	CELHA	SAMAT	CMEN	KLMSN	TOASO
YUNSA	CEMAS	SANFM	DARDL	KNFRT	TRCAS
	CEMTS	SASA	DENCM	KONYA	TRKCM
	COMDO	SKTAS	DERIM	KORDS	TUKAS
	DAGI	TARAF	DGKLB	KRATL	ULKER
	DESA	TATGD	DGZTE	KRDMD	ULUSE
	DEVA	TKURU	DMSAS	KRTEK	UMURB
	DIRIT	TMPOL	DOGUB	KUTPO	UNYEC
	DITAS	TTRAK	EGEEN	LUKSK	USAK
	DOBUR	TUCLK			
	DURDO	VANGD			
	DYOBY	VESBE			
	EKIZ	VESTL			
	EMKEL	YBTAS			
	EMNIS	YONGA			
	ERSU				

EK-7: Devam

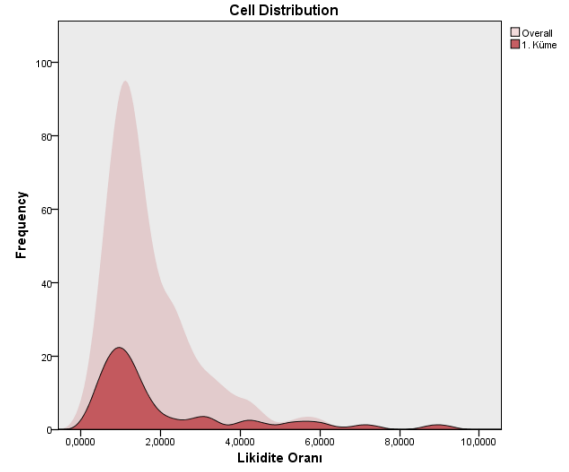
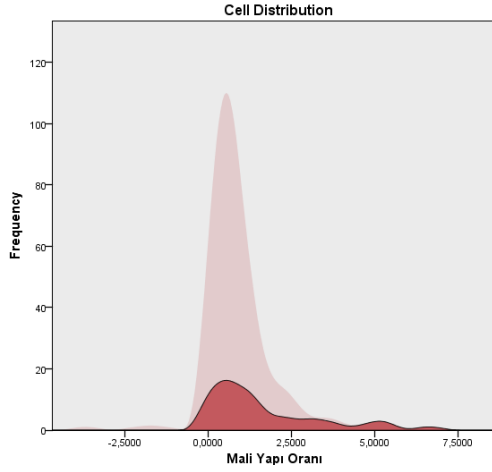
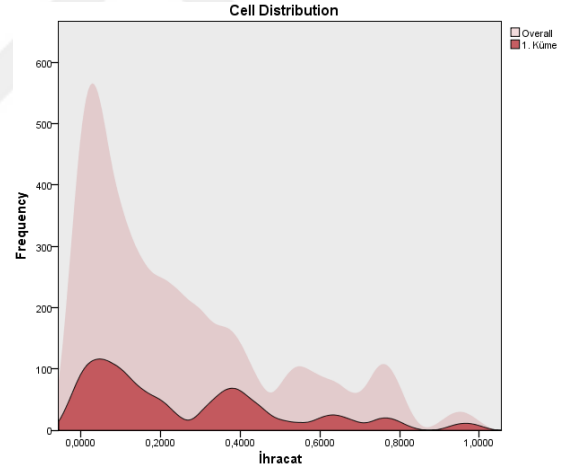
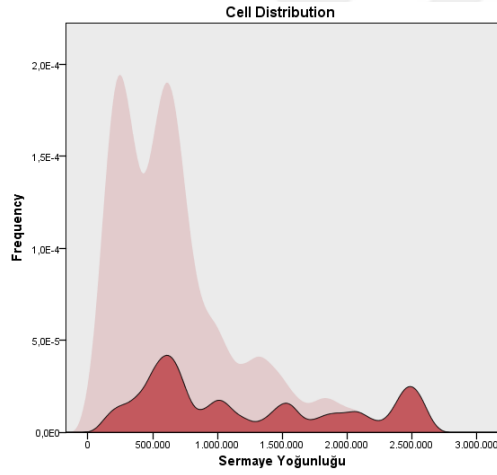
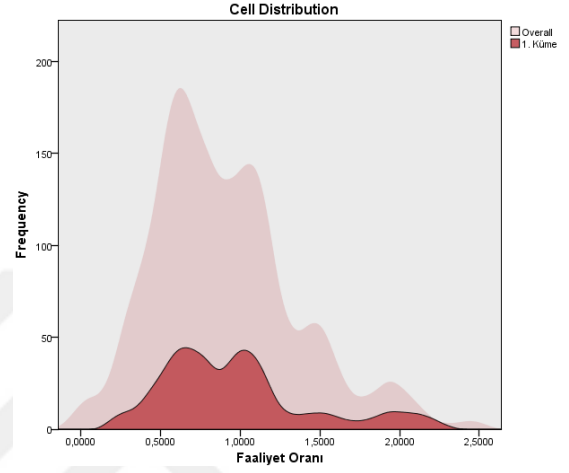
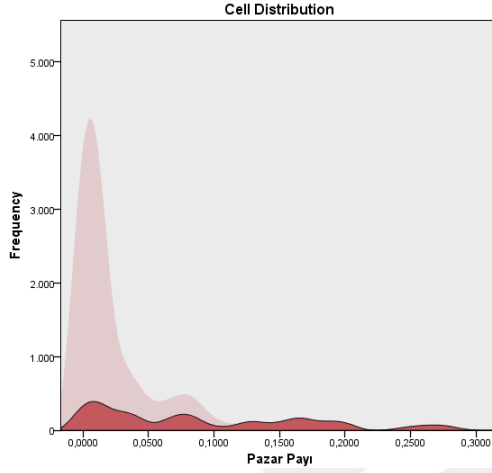
K-Ortalama Yöntemi					
<u>1. Küme</u>	<u>2. Küme</u>			<u>3. Küme</u>	
ADANA	ACSEL	DURDO	NIBAS	ADEL	KARSN
ASLAN	ARSAN	EGEEN	OLMIP	AFYON	KARTN
AYGAZ	ATPET	EGSER	OYLUM	AKCNS	KATMR
BAGFS	AVOD	EMKEL	OZRDN	ALCAR	KONYA
BASCM	BAKAB	EMNIS	PARSN	ALKA	KRATL
BOLUC	BAKAN	EPLAS	PETUN	ALKIM	KRDMD
BRSAN	BALAT	ERSU	PINSU	ALYAG	KRSTL
CLKHO	BANVT	ESEMS	POLTK	ANACM	LUKSK
DERIM	BISAS	FRIGO	ROYAL	ARBUL	MAKTK
EGGUB	BLCYT	GEDZA	SAMAT	ASCEL	MRS HL
EREGL	BOSSA	GENTS	SANFM	ASUZU	MRTGG
GUBRF	BRKO	GEREL	SAYAS	ATEKS	ORMA
IZMDC	BRKSN	GOODY	SELGD	BFREN	OTKAR
KNFRT	BURCE	HATEK	SILVR	BRISA	OZBAL
MRDIN	BURVA	HZNDR	SKTAS	BRMEN	PENG D
NUHCM	CELHA	IDAS	SODSN	BSOKE	PIMAS
PETKM	CEMTS	IZFAS	TARAF	BTCIM	PNSUT
PRKAB	COMDO	IZOCM	TIRE	BUCIM	RODRG
TRCAS	DAGI	JANTS	TKURU	CCOLA	RTALB
ULUUN	DARDL	KAPLM	TMPOL	CEMAS	SASA
UNYEC	DENCM	KENT	ULKER	CIMSA	SEKUR
	DESA	KLMSN	ULUSE	CMBTN	SNPAM
	DEVA	KORDS	VANGD	CMENT	TATGD
	DGKLB	KRTEK	VESBE	DGZTE	TBORG
	DIRIT	KUTPO	VESTL	DOGUB	TMSN
	DITAS	MEGAP	YATAS	DYOB Y	TOASO
	DMSAS	MERKO	YONGA	EGPRO	TRKCM
	DOBUR	MNDRS	YUNSA	EKIZ	TTRAK
				ERBOS	TUCLK
				FMIZP	TUKAS
				FROTO	UMURB
				GOLTS	USAK
				HEKTS	VKING
				IHEVA	YBTAS
				IHGZT	

EK-7: Devam

İki Aşamalı Kümeleme					
<u>1. Küme</u>		<u>2. Küme</u>		<u>3. Küme</u>	
ADANA	GUBRF	ACSEL	GOODY	ADEL	KARSN
ALCAR	IHGZT	ASCEL	HATEK	AFYON	KARTN
AYGAZ	IZMDC	ATEKS	HZNDR	AKCNS	KONYA
BAGFS	KNFRT	ATPET	IZOCM	ALKA	KORDS
BAKAB	KRATL	AVOD	JANTS	ALKIM	KRDMD
BANVT	NUHCM	BFREN	KAPLM	ALYAG	KRSTL
BASCM	ORMA	BOSSA	KATMR	ANACM	KRTEK
BRSAN	OZBAL	BRKSN	KENT	ARBUL	LUKSK
CCOLA	PETKM	BUCIM	KLMSN	ARSAN	MAKTK
DERIM	PRKAB	BURCE	KUTPO	ASLAN	MEGAP
DEVA	SNPAM	CELHA	MERKO	ASUZU	MRDIN
DGKLB	SODSN	CEMTS	MNDRS	BAKAN	MRTGG
DGZTE	TOASO	CMBTN	MRSHL	BALAT	NIBAS
DURDO	TTRAK	COMDO	OLMIP	BISAS	OTKAR
DYOBY	ULKER	DARDL	OZRDN	BLCYT	OYLUM
EGGUB	ULUUN	DENCM	PARSN	BOLUC	PENGD
EKIZ	UMURB	DESA	PETUN	BRISA	PIMAS
EMNIS	UNYEC	DITAS	PINSU	BRKO	RODRG
EREGL	VESTL	DMSAS	PNSUT	BRMEN	RTALB
FROTO	VKING	DOBUR	POLTK	BSOKE	SAMAT
		EGEEN	ROYAL	BTCIM	SANFM
		EGSER	SASA	BURVA	SAYAS
		EPLAS	SELGD	CEMAS	SEKUR
		ERBOS	SILVR	CIMSA	SKTAS
		ESEMS	TIRE	CLKHO	TARAF
		FMIZP	TMSN	CMENT	TATGD
		FRIGO	ULUSE	DAGI	TBORG
		GEDZA	VESBE	DIRIT	TKURU
		GENTS	YONGA	DOGUB	TMPOL
		GEREL	YUNSA	EGPRO	TRCAS
				EMKEL	TRKCM
				ERSU	TUCLK
				GOLTS	TUKAS
				HEKTS	USAK
				IDAS	VANGD
				IHEVA	YATAS
				IZFAS	YBTAS

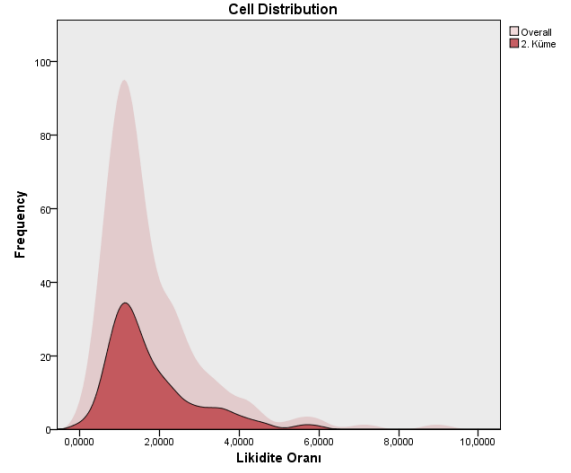
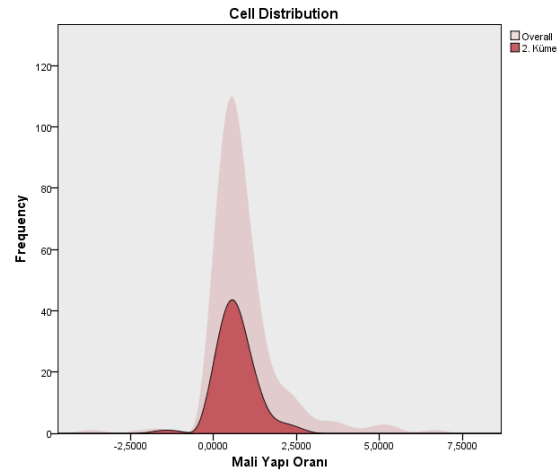
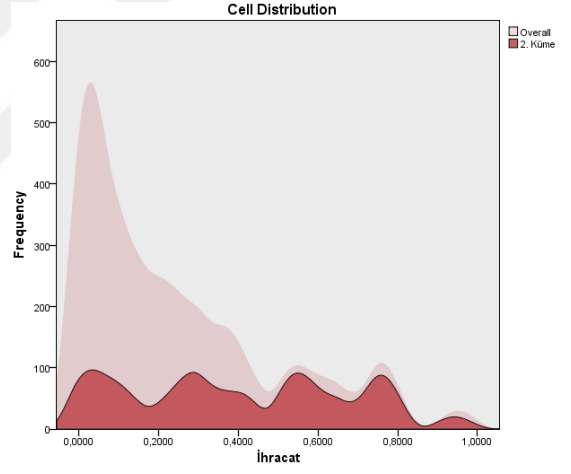
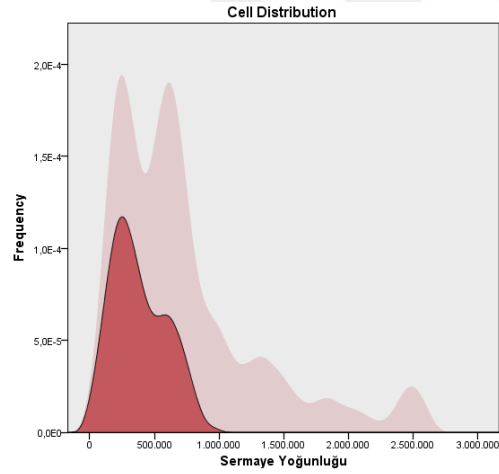
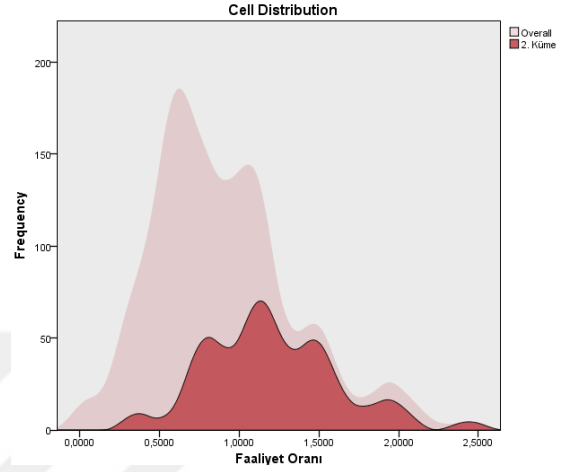
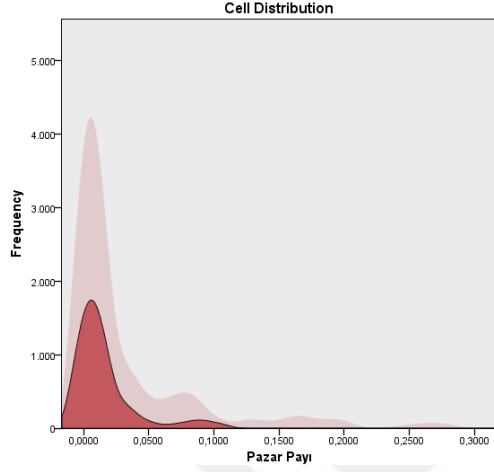
EK-8: Performansı Etkileyen Faktörler için İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi ile Kümelere ait Değişkenlerin Grafikleri

1. Küme



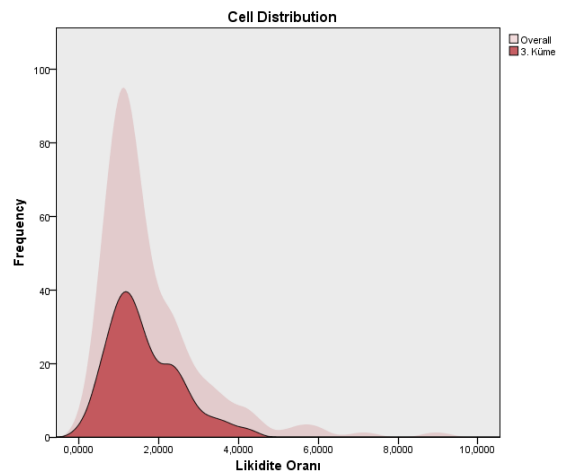
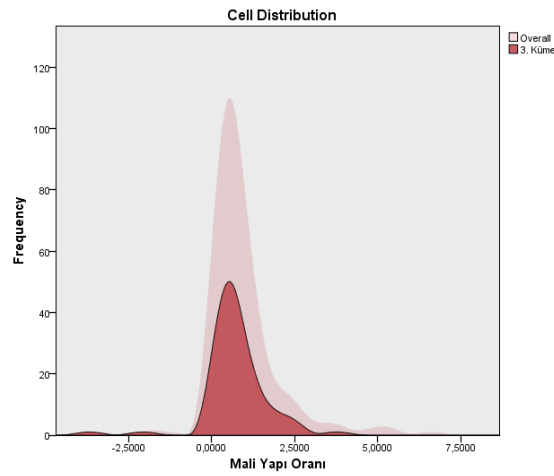
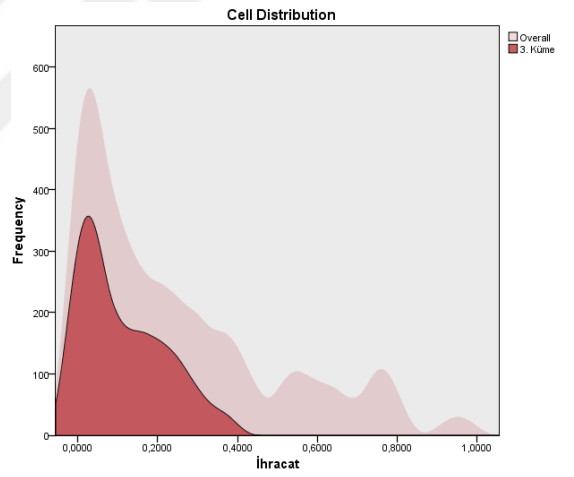
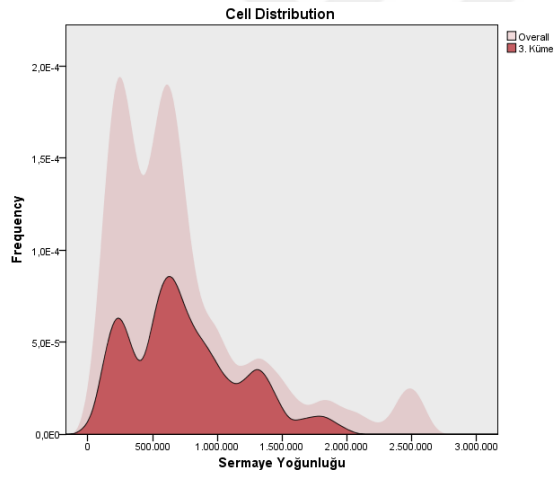
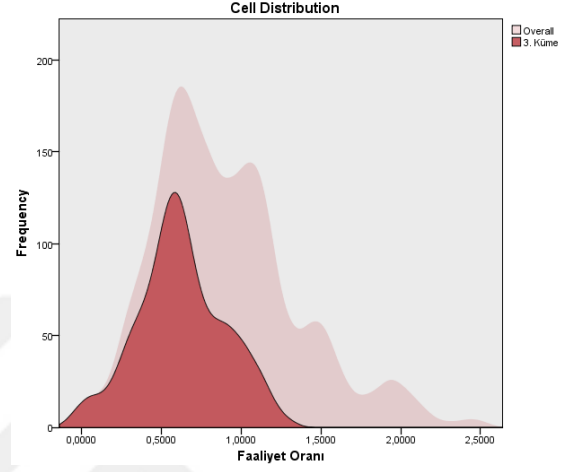
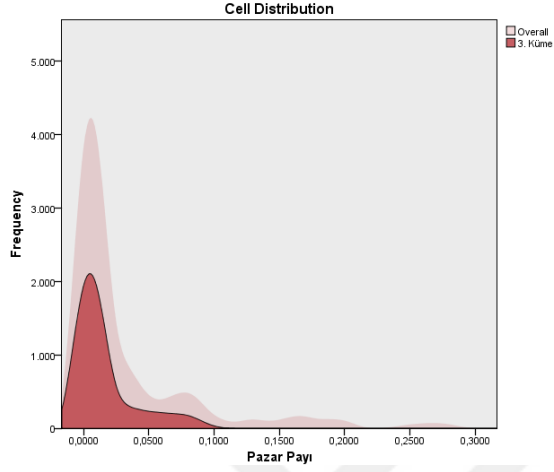
EK-8: Devam

2. Küme



EK-8: Devam

3. Küme



ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin Ekizler 1986 yılında İzmir’de doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladıktan sonra, 2008 yılında İstanbul Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimini tamamlamıştır. 1 yıl özel sektör deneyiminden sonra 2009 yılında aynı Üniversite’nin Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitime başlayıp, 2011 yılında Prof. Dr. Şakir ESNAF danışmanlığında “Araç Rotalama Probleminin Çözümünde Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritmasının Kullanılması” tezi ile, 2015 yılında ise Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İngilizce İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı’ndan Prof. Dr. Rauf NİŞEL danışmanlığında “Statistical Analysis of The Effects of Customer Satisfaction on Customer Loyalty in Turkish GSM Sector: A Field Study among The Students of Business Administration Faculty of Marmara University” tezi ile yüksek lisans dereceleri almıştır.

2012 yılında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı’nda doktora öğrenimine başlamıştır.

Hüseyin Ekizler, 2009 yılından beri Marmara Üniversitesi İşletme Fakültesi İngilizce İşletme Sayısal Yöntemler Anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.