

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

146766

DOKTORA TEZİ

İŞLETME PERFORMANSI  
DEĞERLENDİRMESİNDE KANONİK  
KORELASYON ANALİZİ

HAZIRLAYAN  
NİZAMETTİN BAYYURT  
2502990081

~146766~

TEZİ YÖNETEN  
PROF. DR. NEYRAN ORHUNBİLGE

İSTANBUL-2004

**TEZ ONAYI**

Enstitümüz **SAYISAL YÖNTEMLER** Bilim Dalında **2502990081** numaralı **NİZAMETTİN BAYYURT**'un hazırladığı **“İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİNDE KANONİK KORELASYON ANALİZİ”** konulu **YÜKSEK LİSANS- / DOKTORA TEZİ** ile ilgili **TEZ SAVUNMA SINAVI**, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 28.Maddesi **15/12/2004 Çarşamba** günü saat: **14.30**'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin .....*Kabul*.....'ne\* **OYBİRLİĞİ / OYÇOKLİÇİYLE** karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ(*)	İMZA
PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
PROF.DR.ÖNER ESEN	<i>Kabulü</i>	<i>[Signature]</i>
PROF.DR.ERDAL BALABAN	<i>Kabul</i>	<i>[Signature]</i>
PROF.DR.BESİM AKIN	<i>KABUL</i>	<i>[Signature]</i>
YRD.DOÇ.DR.MEHPARE TİMOR	<i>Kabulü</i>	<i>[Signature]</i>

## ÖZ

İşletme performansının değerlendirilmesi işletmeler için hedefe zamanında ve verimli şekilde ulaşılması açısından önemlidir. Çok boyutlu bir dünyada yaşıyor oluşumuzdan dolayı olaylar arasındaki ilişkileri iki boyutlu analizlerle açıklamak yeterli olmamaktadır. Bu olayların açıklanması değişken kümeleri arasındaki ilişkilerle ilgilidir. Performans değerlendirmesi de çok boyutlu ölçümler yapılmasını gerekli kılmaktadır.

Kârlılık önemli bir değişken ve işletmenin temel bir hedefi olmakla beraber sadece kâr maksimizasyonu işletme performansını değerlendirmek için yetersiz kalmaktadır. Bununla birlikte büyüme, süreklilik, hissedarlar açısından firma değerinin maksimize edilmesi işletmelerin temel hedefleridir. Bu nedenle işletme performansının değerlendirilmesi bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. İşletme performansını etkileyen faktörler de çok boyutludur. Kalite, yenilik, çalışanlarla ilişkiler, sektör, işletme büyüklüğü, işletmenin finansal yapısı, makro ekonomik dengeler, rekabet gibi pek çok bağımsız değişken işletmenin başarı derecesini etkilemektedir. İşletme performansını değerlendirmek, performansı etkileyen değişkenleri saptamak, hangi performans değişkeninin hangi bağımsız değişkenden daha çok etkilendiğini belirlemek, çok değişkenli istatistik yöntemlerden kanonik korelasyon analizi ile mümkün olmaktadır.

Kanonik korelasyon analizi, bağımlı ve bağımsız iki değişken kümesi arasındaki ilişkileri ölçmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada ilk bölümde işletme performansı kavramı araştırılmış, performansı ölçen ve onu etkileyen değişkenler saptanmaya çalışılmıştır. İkinci bölümde kanonik korelasyonların elde edilmesi, kanonik korelasyon analizinin varsayımları, testleri ve yorumlanması incelenmiştir. Kanonik korelasyon analizinin imalat sanayiinde faaliyet gösteren firmaların performansları üzerinde uygulandığı son bölümde kârlılık ve verimlilik firma performansı değerlendirmesinde en önemli göstergeler olmuşlardır. Performans göstergelerini etkileyen bağımsız değişkenlerin en önemlileri nakit akış oranı, kaldıraç oranı, cari oran, firma büyüklüğü ve firmanın teknoloji yoğunluğu göstergesi sayılabilecek makina tesisat ve cihazların çalışan sayısına oranı olarak saptanmıştır.

## ABSTRACT

Performance measurement is very important for the optimum management of an organization. According to Deming without measuring something, it is impossible to improve it. Traditionally, success of business performance has been measured financially. Profit, market share, earnings, and growth have been regarded as critical indicators of business performance. Later studies emphasized that non financial indicators like innovation, quality, customer satisfaction are as important as financial indicators. Therefore, in order to overcome shortcomings of traditional business performance systems they added non-financial categories to the traditional performance measurement system.

Canonical correlation analysis is a more general case of usual multiple regression. In multiple regression analysis, the aim is to find a linear combination of the independent (or predictor) variables such that the composite has the maximum correlation with the dependent (or criterion) variable. Canonical correlation analysis seeks to identify and quantify the associations between two sets of variables. It focuses on the correlation between a linear combination of the variables in one set and a linear combination of the variables in another set. It can be used for both metric and nonmetric data for either the dependent or independent variables.

This study consists of the following sections: the concept of performance, the importance of measuring performance of organizations and the indicators of performance measurement are explained in the first chapter. In the second chapter, the theories of canonical correlation analysis of multivariate statistical methods and some basic concepts and assumptions are explained in detail. In the third chapter, canonical correlation analysis is applied to the sets of dependent and independent variables and the results are interpreted. Dependent variables reflect the performance measurement factors while independent variables reflecting the factors that can affect the performance of organizations. The result show that, profitability and productivity are important variables of dependent set and cash flow ratio, total liabilities/total assets, current ratio, firm size and machinery plant & equipment are the most important variables in independent set of variables



## ÖNSÖZ

İşletme performansının değerlendirilmesi demek işletmenin kuruluş amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirdiğinin değerlendirilmesi demektir. İşletmelerin optimum yönetimi ve geliştirilebilmesi, uzun süreli başarılar yakalamaları ve bunu sürdürebilmeleri için amaçlarına uygun kritik performans göstergelerini belirlemeleri ve bunların birbirleri ile ilişkilerini ortaya çıkarmaları gerekmektedir. İşletmenin kamu veya özel sektör kuruluşu olması kuruluş amaçlarında farklılıklara neden olabilmektedir. Tek bir gösterge ile işletme performansını değerlendirmek imkansızdır. Performans çok boyutlu bir kavramdır ve ancak birden çok gösterge onu tüm yönleri ile tanımlayabilir. Kâr maksimizasyonu, verimlilik, büyüme ve iyi bir borsa performansı işletmelerin ortak hedeflerindedir. İşletmelerin bu hedeflerini etkileyen etmenlerde çok sayıdadır. Performans göstergeleri ve bunları etkileyebilecek değişkenler bu alanda uzman olan kişilerin önerileri ve bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalardan yararlanılarak saptanmıştır.

Çalışmanın temel amacı işletme performansını farklı yönleri ile bir bütün olarak değerlendirebilecek değişkenleri saptamak ve bu değişkenleri etkileyebilecek faktörleri ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla iki küme arasındaki ilişkileri incelemekte kullanılan kanonik korelasyon analizinden yararlanılmıştır.

Tezin oluşmasında eleştirileri ile beni yönlendiren ve çalışmanın bilimsel gelişimine büyük katkılarda bulunan, başta tez danışman hocam Prof. Dr. Neyran Orhunbilge ve tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Öner Esen ve Prof. Dr. Besim Akın'a saygı ve şükranlarımı ifade etmek isterim.

Son olarak; kaynaklarını benimle paylaşan tüm öğretim üyesi arkadaşlarıma, beni sürekli teşvik eden aileme ve desteğini esirgemeyen eşime teşekkürü bir borç bilirim.

Nizamettin BAYYURT

İstanbul, Eylül 2004

# İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
GRAFİKLER.....	xi
GİRİŞ.....	1
I. BÖLÜM.....	4
1. İŞLETMELERİN PERFORMANS GÖSTERGELERİ.....	4
1.1 Performansın Tanımı.....	4
1.2 İşletmelerde Performans Değerlendirmenin Önemi.....	4
1.3 Performans Göstergeleri.....	7
1.3.1 Kârlılık Oranları.....	20
1.3.1.1 Satışların Kârlılığı.....	20
1.3.1.2 Öz Sermaye Kârlılık Oranı.....	21
1.3.1.3 Çalışan Başına Kâr Oranı.....	21
1.3.1.4 Aktif Kârlılık Oranı.....	22
1.3.1.5 Esas Faaliyet Kârlılığı.....	22
1.3.1.6 Ekonomik Kârlılık Oranı.....	23
1.3.2 Borsa Performansını Değerlendirmek için Kullanılan Oranlar.....	23
1.3.2.1 Pay Başına Düşen Kâr Oranı.....	24
1.3.2.2 Fiyat Kazanç Oranı.....	24
1.3.2.3 Piyasa Değeri / Defter Değeri Oranı.....	24
1.3.2.3 Temettü (Kâr Payı) Verimi.....	25
1.3.3 Verimlilik.....	25
1.3.4 Büyüme ile ilgili Oranlar.....	27
1.3.4.1 Satışların Büyüme Hızı.....	27
1.3.4.2 Dönem Kârında Artış.....	28
1.4 İşletmelerin Performansını Etkileyebilecek Göstergeler.....	28
1.4.1 Etkenlik (Effectiveness).....	28
1.4.2 Verim ve Girdilerden Yararlanma.....	29
1.4.3 Kalite.....	30
1.4.4 Yenilik.....	31
1.4.5 Çalışma Yaşamının Kalitesi.....	33
1.4.6 Likidite Oranları.....	34
1.4.6.1 Cari Oran.....	34
1.4.6.2 Likit Oran (Asit Oran).....	35
1.4.6.3 Nakit Oran.....	35
1.4.7 Mali Yapı ile İlgili Oranlar.....	36
1.4.7.1 (Kaldıraç Oranı):Toplam Borç/Toplam Varlıklar Oranı.....	36
1.4.7.2 Öz Sermaye / Toplam Varlık Oranı.....	37
1.4.7.3 Toplam Borç / Öz Sermaye Oranı.....	38
1.4.7.4 Kısa Vadeli Borçlar / Toplam Varlık Oranı.....	38
1.4.7.5 Uzun Vadeli Borçlar / Kaynaklar Oranı.....	39
1.4.7.6 Duran Varlıklar / Öz Kaynaklar.....	39
1.4.7.7 Maddi Duran Varlıklar / Özkaynaklar.....	39
1.4.7.8 Borçlar / Maddi Özvarlık.....	40
1.4.7.9 Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye.....	40
1.4.7.10 Maddi Duran Varlıklar / Uzun Vadeli Borçlar.....	40
1.4.7.11 Varlıklar Arası İlişkilerde Kullanılan Oranlar.....	41
1.4.7.12 Kısa Vadeli Borçlar / Toplam Borç.....	41
1.4.8 Faaliyet Oranları.....	42
1.4.8.1 Alacak Devir Hızı.....	42
1.4.8.2 Stok Devir Hızı.....	43

1.4.8.3	Aktif Devir Hızı.....	44
1.4.8.4	Maddi Duran Varlık Devir Hızı.....	44
1.4.8.5	Duran Varlık Devir Hızı.....	44
1.4.8.6	Öz Sermaye Devir Hızı.....	45
1.4.9	İşletmelerin Sabit Yükümlülüklerini Karşılama Gücünü .....	45
	<b>Ölçümede Kullanılan Oranlar .....</b>	<b>45</b>
1.4.9.1	Faiz Karşılama Oranı.....	45
1.4.9.2	Borç Servis Oranı .....	46
1.4.9.3	Sabit Giderleri Karşılama Oranı .....	46
1.4.10	<b>Diğer Faktörler .....</b>	<b>47</b>
1.4.10.1	Enflasyon .....	47
1.4.10.2	Pazar Odaklılık ve Rekabet.....	50
1.4.10.3	Grup Bağlılığı.....	50
II.	<b>BÖLÜM .....</b>	<b>53</b>
2.	<b>KANONİK KORELASYON ANALİZİ.....</b>	<b>53</b>
2.1	<b>Kanonik Korelasyon Analizinin Tanımı ve Önemi .....</b>	<b>53</b>
2.2	<b>Kanonik Korelasyon Analizi ve Diğer Çok Değişkenli .....</b>	<b>56</b>
	<b>İstatistik Yöntemler .....</b>	<b>56</b>
2.3	<b>Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları .....</b>	<b>57</b>
2.4	<b>Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımların Testleri .....</b>	<b>61</b>
2.4.1	Çok Değişkenli Normal Dağılım.....	61
2.4.1.1	<b>Normal Dağılım Testleri .....</b>	<b>62</b>
2.4.1.1.1	Tek Değişkenli Normal Dağılım Testi.....	63
2.4.1.1.2	İki Değişkenli Normal Dağılımın Testi .....	72
2.4.1.2	<b>Verileri Normal Dağılıma Dönüştürme .....</b>	<b>74</b>
2.4.2	Çoklu Doğrusal Bağlantı .....	78
2.4.3	Doğrusallık.....	82
2.4.4	Farklı Varyanslılık.....	82
2.5	<b>Matematik Yaklaşım.....</b>	<b>87</b>
2.5.1	Ortalama Vektör, Varyans, Kovaryans ve Korelasyon Katsayıları.....	87
2.5.2	Kovaryans Matrisin Parçalanması.....	93
2.5.3	Örneklem için Ortalama, Varyans, Kovaryans Matrisleri .....	96
2.5.4	Geometrik Yaklaşım.....	99
2.5.5	Kanonik Değişkenler ve Kanonik Korelasyonlar .....	102
2.5.5.1	<b>Kanonik Korelasyonların Testleri .....</b>	<b>113</b>
2.5.5.1.1	Wilk's Lambda Yaklaşımı .....	113
2.5.5.1.2	Roy'un En Büyük Özdeğer Yaklaşımı.....	115
2.5.5.1.3	Pillai Trace Test İstatistiği .....	116
2.5.5.1.4	Hotelling-Lawley Test İstatistiği .....	117
2.5.5.2	<b>Kanonik Değişkenlerin Yorumlanmasına Karar Verme .....</b>	<b>117</b>
2.5.5.3	<b>Kanonik Değişkenlerin Yorumu .....</b>	<b>120</b>
	<b>BÖLÜM III.....</b>	<b>123</b>
	<b>İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİNDE .....</b>	<b>123</b>
	<b>KANONİK KORELASYON ANALİZİ.....</b>	<b>123</b>
3.1	<b>Araştırmanın Amacı ve Yöntemleri .....</b>	<b>123</b>
3.2	<b>Araştırmanın Kapsamı .....</b>	<b>123</b>
3.3	<b>İşletme Performans Göstergeleri ve Performansı .....</b>	<b>124</b>
	<b>Etkileyebilecek Faktörlerin Seçimi.....</b>	<b>124</b>
3.4	<b>Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları, Test Edilmeleri ve Dönüşümler .....</b>	<b>130</b>
3.4.1	Normal Dağılım Testleri .....	130
3.4.2	Çoklu Doğrusal Bağlantı.....	131
3.5	<b>Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçlarının Yorumlanması.....</b>	<b>131</b>
3.5.1	1997 Yılı Analizi .....	131
3.5.2	2002 Yılı Analizi .....	148
	<b>SONUÇ.....</b>	<b>157</b>
	<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>162</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>182</b>

Ek 1.	Çoklu Normal Dağılım Fonksiyonu.....	182
Ek 2.	Determinantlar.....	185
Ek 3.	Özdeğerler ve Özvektörler.....	186
Ek 4.	Lineer Bağımsızlık.....	186
Ek 5.	Pozitif Tanımlı, Yarıpozitif Tanımlı, Negatif olmayan Matrisler.....	187
Ek 6.	Matris Tersisi.....	187
Ek 7.	Bir Matrisin Rank'ı.....	188
Ek 8.	Tekil Matris.....	188
Ek 9.	Ortogonal Matris.....	188
Ek 10.	Kanonik Korelasyon Analizinde Kullanılabilecek İstatistik.....	189
Paket Programları.....		189
Ek 11.	Değişkenlerin Normal Dağılım Testleri (1997 Yılı).....	191
Ek 12.	Çoklu Doğrusal Bağlantı Testleri (1997 Yılı).....	194
Ek 13.	Büyüme Açısından Firmaların Karşılaştırılması (1997 Yılı).....	195
Ek 14.	Çoklu Doğrusal Bağlantı Testleri (2002 Yılı).....	197
Ek 15.	Çalışmanın Örneğini Oluşturan Firmaların Listesi.....	199
ÖZGEÇMİŞ.....		200



## TABLolar

<b>Tablo 1.1: Tarihsel Süreçte Performans Kriterleri</b>	<b>8</b>
<b>Tablo 1.2: Finansal Analizin Amaç ve Araçları</b>	<b>16</b>
<b>Tablo 2.1: Q-Q Grafiğinde Korelasyon Katsayısının Normallik Testi İçin Kritik Değerleri</b>	<b>66</b>
<b>Tablo 3.1: Spearman Sıra Korelasyonları</b>	<b>126</b>
<b>Tablo 3.2: Değişkenlerin Tanımsal İstatistikleri (1997 Yılı)</b>	<b>128</b>
<b>Tablo 3.3: Değişkenlerin Tanımsal İstatistikleri (2002 Yılı)</b>	<b>129</b>
<b>Tablo 3.4: Pearson Korelasyon Katsayıları (1997 Yılı)</b>	<b>133</b>
<b>Tablo 3.5: Kanonik Korelasyonlar ve Wilks' Lambda Testleri</b>	<b>134</b>
<b>Tablo 3.6: Birinci Kanonik Korelasyonun Testleri</b>	<b>134</b>
<b>Tablo 3.7: Şişkinlik İndeksi</b>	<b>135</b>
<b>Tablo 3.8: Kanonik Ağırlıklar</b>	<b>136</b>
<b>Tablo 3.9: Kanonik Yükler ve Kanonik Çapraz Yükler</b>	<b>139</b>
<b>Tablo 3.10: Pearson Korelasyon Katsayıları (2002 Yılı)</b>	<b>150</b>
<b>Tablo 3.11: Kanonik Korelasyonlar</b>	<b>151</b>
<b>Tablo 3.12: Birinci Kanonik Korelasyonun Testleri</b>	<b>151</b>
<b>Tablo 3.13: Şişkinlik Analizi</b>	<b>152</b>
<b>Tablo 3.14: Kanonik Ağırlıklar</b>	<b>154</b>
<b>Tablo 3.15: Kanonik Yükler ve Kanonik Çapraz Yükler</b>	<b>154</b>

## ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Performans Boyutları	11
Şekil 2.1: Kanonik Korelasyon Modeli	103



## **GRAFİKLER**

<b>Grafik 2.1: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi I</b>	<b>100</b>
<b>Grafik 2.2: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi II</b>	<b>100</b>
<b>Grafik 2.3: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi III</b>	<b>101</b>
<b>Grafik 2.4: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi IV</b>	<b>102</b>



## GİRİŞ

Performans amaçlı ve planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni, nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır. Bir işletme performansının değerlendirilmesi, işletmenin kuruluş amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirdiğinin değerlendirilmesi demektir.

İşletmelerde performans değerlendirmesi, karar alıcıların doğru kararlar almaları ve sonucunda işletmenin başarısının yükseltilmesi ve kuruluş amaçlarını gerçekleştirebilmesi için geçmiş çalışmaları değerlendirip işletmenin eksiklerini görmesi ve bunları gidermesi, performansı etkileyen faktörleri belirleyip bunları kontrol etmesi ve kaynakları bunlara göre düzenlemesi, geleceğe yönelik hedeflerini daha gerçekçi temeller üzerine kurması ve hedeflere zamanında ve daha verimli yollardan ulaşması açısından önemlidir. Performans çok boyutlu bir kavramdır ve sadece tek bir değişkenle bir işletme performansını değerlendirmek mümkün değildir. Kârlılık, verimlilik, borsa performansı, büyüme hızı işletmeler için önemli göstergelerdir. İşletmelerin performansını etkileyen faktörler de çok boyutludur. Kalite, yenilik, çalışanlarla ilişkiler, sektör, işletme büyüklüğü, işletmenin finansal yapısı gibi pek çok değişken işletmenin başarı derecesini etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı işletme performansını ölçen faktörleri belirlemek ve bu faktörleri etkileyen değişkenleri saptayıp bunların işletme performansıyla ilişkisini ortaya çıkarmaya çalışmaktır. Çok değişkenli deneysel veya gözlemsel veriler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde çok değişkenli istatistik yöntemler kullanılmaktadır. Bazı çok değişkenli istatistik analizleri ve kullanım amaçları şunlardır.

**Çoklu Regresyon Analizi:** Bir bağımlı değişken ile birden fazla bağımsız değişken (bağımsız değişken sayısı tek ise basit regresyon analizi adını alır) arasındaki ilişkinin bir matematik fonksiyon şeklinde yazılmasıdır. Bu fonksiyona regresyon denklemi adı verilmektedir.

**Temel Bileşenler Analizi:** Birbirleri ile ilişkili değişkenler içeren varyans-kovaryans matrislerine veya korelasyon matrislerine uygulanarak temel bileşenler adı verilen birbirlerinden bağımsız ve daha az sayıda değişken içeren yapılar elde etmek için kullanılan bir yöntemdir. Hem çoklu doğrusal bağlantı problemini ortadan



kaldırmak için yararlanır hemde değişken sayısı çok olduğunda fazla değişkenle uğraşmak yerine değişimi açıklayabilen daha az sayıda değişken elde etmek ve veri indirgemesi yapmak için kullanılır.

**Faktör Analizi:** Çok değişkenli bir olayda birbirleri ile ilişkili değişkenleri bir araya getirerek daha az sayıda birbirleri ile ilişkisiz yeni değişkenler bulmayı amaçlar. Faktör analizi, Temel bileşenler analizi gibi boyut indirgeme ve bağımlılık yapısını yoketmek için kullanılır. Yine varyans-kovaryans matrisi veya korelasyon matrisinden faydalanılır.

**Ayırma Analizi:** Çeşitli özellikleri bilinen bireyleri bu özelliklerine göre hatalı sınıflandırma olasılığını en aza indirgeyerek sınıflandırma işlemidir. Bitkilerin türlerine göre sınıflandırılması, bireylerin ırklarına göre sınıflandırılması gibi.

**Kümeleme Analizi:** Gruplanmamış verileri benzerliklerine göre gruplamak amacıyla kullanılmaktadır. Ayırma analizinde bireylerin gruplandırılması yapılmaktadır fakat kümeleme analizi ile ayırma analizi arasında farklar vardır. Ayırma analizinde grup sayısı bellidir ve bu analiz süresince değişmez, bireyler özelliklerine göre bu gruplardan hangisine aitse ona sayılır, ayrıca ayırma analizinden elde edilen sonuçlar daha sonra kullanılabilir. Kümeleme analizinde ise grup sayısı bilinmemekte verilerin özelliklerine göre belirlenmektedir. Mevcut verilerin durumuna göre belirlendiği içinde daha sonra kullanılması sözkonusu olmamaktadır.

**Lojistik Regresyon Analizi:** Ayırma analizinde olduğu gibi grup sayısı belli iken bireylerin bu gruplardan hangisine dahil olabileceğinin tespit edilmesinde kullanılır. Normallik, ortak varyansa sahip olma gibi varsayımların bozulduğu durumlarda ayırma analizine alternatif olmaktadır. Model kurulduktan sonra yeni veriler içinde kullanılabilir.

**Kanonik Korelasyon Analizi:** Bağımlı değişken sayısı iki veya ikiden çok, bağımsız değişken sayısı yine iki veya ikiden çok olduğunda bağımlı değişkenlerle bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamak ve ölçmek, hangi bağımsız değişkenin hangi bağımlı değişken üzerinde etkin olduğunu ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Bunun için bağımlı değişkenlerin doğrusal bileşenlerinin oluşturduğu kanonik değişkenlerle, bağımsız değişkenlerin doğrusal bileşenlerinin oluşturduğu kanonik değişkenler arasındaki korelasyonlar incelenmektedir.

İşletme performansı ve bunu etkileyebilecek faktörler çok değişkenli iki küme olduğundan bu çalışmada bu iki küme arasındaki ilişkiler kanonik korelasyon analizi ile incelenmiştir. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde işletme performansı kavramı incelenmekte, işletme performansını ölçen ve işletme performansını etkileyebilecek değişkenler saptanmaya çalışılmaktadır.

İkinci bölümde kanonik korelasyon analizinin varsayımları, varsayımların test edilmeleri, kanonik değişkenlerin ve kanonik korelasyonların matematik formüllerle elde edilmeleri, kanonik değişkenlerin testleri ve yorumlanmaları incelenmektedir.

Üçüncü bölümde işletme performansı değerlendirmesi için 1996-1997 ve 2001-2002 yıllarında İMKB’de işlem gören imalat sanayii firmaları arasından rasgele oluşturulan örnekleme, birinci bölümde saptanan değişkenler kullanılarak, kanonik korelasyon analizi uygulanmış ve yorumlanmıştır.

# I. BÖLÜM

## 1. İŞLETMELERİN PERFORMANS GÖSTERGELERİ

### 1.1 Performansın Tanımı

Performans sözlük anlamı olarak yapma, yerine getirme, uygulama, bir görevi başarabilme gücü demektir<sup>1</sup>. Bir işletme terimi olarak performans, iş görme tarzı veya kalitesi demektir<sup>2</sup>. Bir işi yapan bireyin, bir grubun ya da bir teşebbüsün, o işle amaçlanan hedefe yönelik olarak nereye varabildiği, başka bir deyişle, neyi sağlayabildiğinin nicel (miktar) ve nitel (kalite) olarak tanıtımı performansı tanımlar.<sup>3</sup> Performans amaçlı ve planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni, nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır<sup>4</sup>. Performans Ölçümü, işletmenin verim ve etkinliğinin değerlendirilmesi işlemidir<sup>5</sup>. Bir işletme performansının değerlendirilmesi demek işletmenin kuruluş amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirdiğinin değerlendirilmesi demektir.

### 1.2 İşletmelerde Performans Değerlendirmenin Önemi

Performans değerlendirmesi, işletmede karar alıcıların, doğru kararlar almaları ve sonucunda işletmenin başarı oranının yükseltilmesi ve kuruluş amaçlarını gerçekleştirebilmesi için önemlidir. Ayrıca geçmiş çalışmaları değerlendirip işletmenin eksiklerini görmesi ve bunları gidermesi, performansı etkileyen faktörleri belirleyip bunları kontrol etmesi ve kaynakları bunlara göre düzenlemesi, geleceğe yönelik hedeflerini daha gerçekçi temeller üzerine kurması ve hedeflere zamanında ve daha verimli yollardan ulaşması açısından önemlidir. Performans değerlendirmesi, planlama, örgütleme, yönetme, kontrol etme ve etkinliği artırmak

<sup>1</sup> Çevrimiçi: [www.m-w.com/dictionary.htm](http://www.m-w.com/dictionary.htm) (merriam-webster online) 02.08.2003

<sup>2</sup> Dilanthi Amaratunga, David Baldry, Marjan Sarshar, "Assesment of facilities management performance- what next?", *Facilities*, Vol.18, Number ½, 2000, s. 66-75

<sup>3</sup> Ömer Altay Enhoş, "Organizasyonlardaki Performans Yönetim Sistemleri ve Performans Değerlendirme Metodları", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998, s. 1

<sup>4</sup> Zühal Akal, *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi*, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1996, s.1

<sup>5</sup> Kwai-Sang Chin, Kit-Fai Pun, Henry Lau, "Development of knowledge-based self-assessment system for measuring organizational performance", *Expert Systems with Applications*, Vol. 24, Issue 4, May. 2003, s. 443-455

için işletme içi koordinasyonu geliştirme açısından yöneticilere yardımcı olur. Deming'e göre ölçülemeyen şeyin geliştirilmesi de mümkün değildir, öyleyse işletmenin optimum yönetimi ve geliştirilmesi için kritik performans göstergelerinin saptanıp değerlendirilmesi gereklidir<sup>6</sup>.

İşletme performans ölçümlerinin son zamanlarda yoğun şekilde gündemde olmasının yedi temel sebebi vardır<sup>7</sup>. Bunlar; 1. 1950-1960 lı yıllarda işçilik giderleri toplam maliyetler içinde en temel gider kalemi olarak yer almaktaydı, bu o zamanlar için doğrudu çünkü, işçilik maliyetleri satışların % 50' sine kadar ulaşmaktaydı. Teknoloji yatırımları ve yoğun otomasyon sayesinde 80'li yıllarla birlikte işçilik giderleri toplam maliyetler içinde % 5, % 10 seviyesine gerilemiştir. Bu durum işletmeleri performans ölçüm modellerini yeniden düzenlemeye zorlamıştır. 2. Rekabet; Günümüzde firmaların küresel ölçekte bir rekabetle yüzyüze oldukları önemli bir gerçektir. Bütün dünyada firmalar, maliyetlerini azaltma ve tüketiciye sundukları hizmetleri artırma baskısı ile karşı karşıyadır. Firmalar rekabet edebilmek için, müşteriye sundukları servis kalitesini yükseltmek, esneklik, yenilik ve isteklere hızlı cevap verme gibi konularda kendilerini rakiplerinden farklılaştırmak zorundadır. Bu durum firmaları performans ölçüm sistemlerini gözden geçirmeye zorlamaktadır. 3. Ulusal ve Uluslararası Kalite Ödülleri; Performans geliştirme konusunda pek çok firmanın ulaştığı önemli başarıların tanınması, Deming Prize (Japonya), Baldrige Award (ABD), European Foundation For Quality Management (Uluslararası) gibi ulusal ve uluslararası kalite ödülü kuruluşların oluşumunu sağlamıştır. Bu ödüller firmalara etkili olma ve gelişme alanlarını değerlendirme fırsatı vermiştir<sup>8</sup>. Bu kuruluşların başvuru için hazırladıkları kapsamlı değerlendirme formları, firmaları performans ölçüm sistemlerini değiştirmeye yöneltmiştir. 4. Organizasyonlarda Rol Değişimi; Organizasyonlarda insan kaynakları yöneticilerinin performans ölçüm sistemi içinde daha aktif rol almalarıyla birlikte finansal olmayan performans

---

<sup>6</sup> Nizamettin Bayyurt, Mustafa Dilber, Mehves Tarım, Selim Zaim, "Critical Factors of Total Quality Management and its Effect on Performance in Health Care Industry: A Turkish Experience", **International Management Development Research Yearbook**, Thirteenth World Business Congress, Vol. I, July 14-18, 2004, Maastricht, Netherlands, s. 64-71

<sup>7</sup> Neily, Andy, "The Performance Measurement Revolution: Why Now and What Next?", **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, Issue.2, 1999, s.205

<sup>8</sup> N.Wilkes, B.G.Dale, "Attitudes to self-assessment and quality awards: A study in small and medium- sized companies", **Total Quality Management**, Vol.9, No.8, 1998, s.731-739  
Kwai-Sang Chin, Kit-Fai Pun, a.g.e.

ölçümleri ağırlık kazanmıştır. 5. Dış Taleplerde ki Değişim; Organizasyonlar bugün artık telekomünikasyondan, elektrik ve su şebekelerine kadar çok geniş bir dış talep yelpazesinin merkezi durumundadır. Bütün ihtiyaçlara cevap verebilecek düzeyde performans ölçüm sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. 6. Özel Gelişim İnsiyatifleri; Performans geliştirme amaçlı olarak, TQM (Total Quality Management), Taguchi Methods, WCM (World Class Manufacturing), İstatistik Proses Kontrolleri vb. gibi özel teknikler geliştirilmiştir. İşletmeler artan rekabet şartlarına ayak uydurabilmek için kendilerini bu programları uygulamak zorunda hissetmişlerdir. 7. Enformasyon Teknolojileri; Enformasyon teknolojilerinde ki artış verilere kolay ulaşma ve analiz etme imkanı sağlamıştır. Bu da daha kapsamlı performans ölçüm modellerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.

İşletme performansı işletmeye ilişkin üç soruya cevap verebilecek bir kavram olarak düşünülmelidir; Şimdi neredeyiz? Daha ne kadar iyi olabilirdik? Nerede olmalıyız?<sup>9</sup>

Şimdi neredeyiz: amaç örgütün mevcut durumunu, mevcut kaynaklarını örgüt düzeni içinde inceleyerek performansı irdelemektir. Bu soruya gerçekçi bir cevap bulabilmek için işletmenin işinin ve amacının iyi bilinmesi gerekir. Ulaşılan sonuçlarda işletme kaynakların verimli kullanılıp kullanılmadığının değerlendirilmesi yapılır.

Daha ne kadar iyi olabilirdik: Bu soru ile işletmenin mevcut koşullardaki potansiyel gücünden yararlanma düzeyinin değerlendirilmesi amaçlanır. Yanıtlarda ürün ve ürün yöntemleri geliştirilir, personel ve örgüt iyileştirilir.

Nerede olmalıyız: Bu soru uzun dönemli işletme potansiyeline yönelik olarak sorulur. Amaç iç ve dış kısıtlamaların kalktığı varsayılarak ideal potansiyeli bulmaktır. Böylece işletmenin amaçlarına nasıl ve ne düzeyde ulaşabileceği saptanır.

---

<sup>9</sup> Turan Atılğan, **Konfeksiyon İşletmelerinde Performans Değerlendirmesi ve Etki Eden Faktörler**, Pamukkale Sempozyumu, çevrimiçi:  
<http://www.aeri.org.tr/Pamuksempozyumu2002/Word/TURAN%20ATILGAN.doc>, 10.03.2003

### 1.3 Performans Göstergeleri

İşletmenin kamu kuruluşu olması veya özel sektör işletmesi olması kuruluş amaçlarında farklılıklara sebep olabilir. Çünkü özel sektör işletmelerinde kamu yararı nispeten daha az gözetilen bir durumdur (Özelleştirilen firmalardaki kârlılık artışlarının sebepleri arasında verimlilik artışının sağlanmış olmasının yanında ürün satış fiyatlarının artırılması ve işten çıkarılan işçilerden sağlanan tasarruflarında var olması bunun bir kanıtıdır<sup>10</sup>) İşletmelerin, uzun süreli başarılar yakalamak ve bunu sürdürmek için amaçlarına uygun performans boyutlarını belirlemeleri ve bunların birbirleri ile ilişkilerini ortaya çıkarmaları gerekir. Performans ölçümü 1980 öncesi ve 1980 sonrası olarak iki evrede incelendiğinde, ilk evrede kâr, yatırımın geri dönüşü ve verimlilik gibi finansal ölçütler ağır basarken, ikinci evrede, yeni üretim teknolojileri ve felsefesini uygulama ile değişen müşteri ihtiyaçlarını karşılama ön plana çıkmıştır<sup>11</sup>. Kaplan ve Norton'a göre Performans kriterlerinin belirlenmesinde yönetim, çok boyutlu bir performans sistemi geliştirmeli, dört temel soruyu sorarak veya dört temel perspektiften bakarak karar vermelidir. Bunlar<sup>12</sup>; 1. Firma hissedarlarına nasıl bakıyor? (Finansal Perspektif). 2. Firma neleri daha iyi yapabilir? (İç Perspektif). 3. Müşteriler firmayı nasıl görür? (Müşteri Perspektifi). 4. Firma değer yaratma ve geliştirmeyi nasıl sürdürür? (Yenilik ve Öğrenme Perspektifi).

Finansal Perspektif; Firmanın hayatta kalmasına, başarılı olup hedeflerini gerçekleştirmesine yardım eder. Burada kullanılacak ölçütler; pazar payı, gelir artışı, çalışan başına kâr, kâr tahmin doğruluğu, satışlardan iadeler ve çalışma sermayesi kârlılığı gibi göstergelerdir. İç Perspektif; İşletmenin, teknoloji kullanımına, tasarım, ürün geliştirme ve yeni ürün sunmaya odaklanmasıdır. Bunun ölçülmesinde, güvenlik indeksi, yeniden işleme oranı gibi ölçüler kullanılabilir. Müşteri Perspektifi; Firmanın, yeni ürünlerin müşteri tarafından nasıl algılandığı, yeni ürünlerin satış yüzdesi, zamanında teslim, fiyatlama indeksi gibi konulara

<sup>10</sup> Rafael La Porta, Florancio Lopez-De-Silanes, "The Benefits of Privatization: Evidence From Mexico", *The Quarterly Journal of Economics*, v.114, n.4, 1999, s. 1193-1242

<sup>11</sup> Ebru Tümer Kabadayı, "İşletmelerdeki Üretim Performans ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli Geliştirme ile İlişkisi", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2002/6, s. 61-75

<sup>12</sup> A. M. Ahmed, H. S. Abdalla, "An Intelligent System for Performance Measurement Selection", *Proc. Instn. Mech Engrs. Vol. 216, Part B: J Engineering Manufacture*, 2002, s.591-606



odaklanmasıdır. Yenilik ve Öğrenme Perspektifi; İşletmenin teknoloji liderliği, yeni imalat tekniklerinin öğrenilmesi gibi konulara odaklanmasıdır. Bunun ölçülmesinde kullanılacak kriterler ise, çalışan başına gelir, öneri oranı, ürün işleme süresi, yeni ürün geliştirme süresi gibi kriterlerdir. Kaplan ve Norton yukarıdaki gibi çok boyutlu bir performans ölçüm sisteminin geçmiş çabaların sonucunda bugün elde edilen sonuçlarla gelecekte ulaşılabilecek sonuçlar arasında bir denge oluşturacağını iddia etmektedir<sup>13</sup>.

Çeşitli yazarlar tarafından işletmenin stratejik amaçlarını ortaya koyan farklı kriterler belirlenmiştir. Araştırmacılar performans ölçüm sistemlerinin oluşturulmasında farklı performans kriterlerini ele alıp kullanmış olmalarına rağmen hemen hemen tümü yüksek kalite, düşük maliyetli üretim, bekleme süresinde azalma, ürün ve süreç yeniliği ve sürekli geliştirmeyi teşvik eden stratejilere olan gereksinim üzerinde odaklanmışlardır. Tarihsel gelişim süreci içinde performans kriterleri olarak adlandırılacak stratejik amaçlar ve yazarları şöyledir<sup>14</sup>.

**Tablo 1.1: Tarihsel Süreçte Performans Kriterleri**

	<u>Performans Kriteri</u>
Skinner 1969	Yüksek Kalite Düşük Maliyet Bekleme Süresinde Azalma Ürün ve Süreç Yeniliği Sürekli gelişme
Richardson & Gordon 1980	Çıktı Verimlilik Maliyet

<sup>13</sup> Zahirul Hoque, Lokman Mia, Manzurul Alam, "Market Competition, Computer Aided Manufacturing and Use of Multiple Performance Performance Measures: An Empirical Study", **British Accounting Review**, n.33, 2001, s. 23-45

<sup>14</sup> Cengiz Yılmaz, Zümrüt Ecevit, "Performans Kriterlerinin Öncelik Derecelerinin Yönetim Kademelerine Göre Farklılığının Belirlenmesi", **Yönetim ve Ekonomi**, 2000, sayı:6, Celal Bayar Üniv. Manisa

	Kalite Dağıtım ve Teslimat Esneklik Yeni Ürün Sunumu Yeni Üretim Süreci
Kaplan 1983	Kalite Envanter Kontrol Verimlilik Yeni Ürün Sunumu Ödüllendirme Sistemi
Sticker 1983	Üretim Devir Süresi Stok Devir Oranı Makine Hazırlık Süresi Kişi Başına Çıktı Kalite Kişi Başına Ürün Geliştirme Önerisi
Müller & Vollman 1985	Malzeme Hareketleri ve Taşıma Üretim Hattı Dengelemesi Kalite Değişim
Sooch, George & Montgomery 1987	Stok Devir Hızı İmalat Dönem Devir Süresi Ürün Maliyeti Uluslararası Rekabet Gücü Büyüme Oranı Pazar Payı Yatırımın Getirisi



Roa & Sheraga 1988

Bireysel Etkinlik Kriteri

Grup Kriteri

Cooper & Kaplan 1988

Ürün Maliyeti Her Şeyi Kapsar

Brimson & Berkner 1988

Sipariş Karşılama- Bekleme Süresi  
Katma Değer yaratmayan Zaman ve  
Maliyet

Program Performansı

Ürün Kalitesi

Dönüşüm Süreci Etkinliği

Mühendislik Geliştirme Önerileri

Parça Başına Makine Saati

Fabrika Teçhizat-Alet Güvenirliği

Üretim Devir Süresi

Geniş Yönetim- İşçi Katılımı

Problem Çözümüne Destek

Yüksek Katma Değerli Tasarım

Doğru Tahmin

Kim Park Besser 1977

&

Lea & Parker 1989

Maliyet Minimizasyonu

Kaynak Kullanımı ve Etkinlik

Üretim Hazırlık ve Bekleme Süresi

Kalite

Envanter Düzeyi

Cox 1989

Düşük Maliyetler

Yüksek Kalite

Kullanım Ömründe Beklenen -

Performanstaki Süreklilik

Kısa Bekleme Süreleri

Ürün / Süreç Esnekliği

## Satış Sonrası Hizmetler

Dağdelen 1997

Maliyet

Kalite

Bekleme Süresi

Teslimat

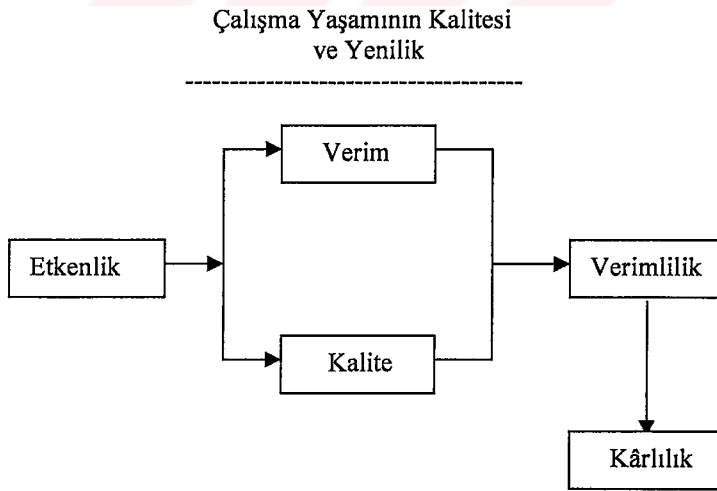
Üretim Süreci/ Ürün Esnekliği

Üretim Süreci/ Ürün yeniliği

Satış Sonrası Servis

Tarihsel süreçte performans belirleyici olarak farklı göstergeler kullanılmışsa da işletmelerin performanslarının tüm yönlerinin ölçülmesine olanak sağlayacak etkenlik, verim ve girdilerden yararlanma, verimlilik, çalışma yaşamının kalitesi, kârlılık, kalite ve yenilik<sup>15</sup> son dönemlerde işletme performansının temel boyutları olarak kabul edilmiştir.<sup>16</sup> İşletme performansının bu yedi temel boyutu arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde görülebilir<sup>17</sup>.

### Şekil 1.1: Performans Boyutları



<sup>15</sup> Zühal Akal, *İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmeler Arası Toplam Performans, Verimlilik, Kârlılık ve Maliyet Karşılaştırmaları*, MPM yayınları, Ankara, 1994, s.1

<sup>16</sup> Zühal Akal, *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi*, s.41

<sup>17</sup> Zühal Akal, *a.g.e.*, s.48

Şekilde akış soldan sağa doğrudur. Yönetim önce etkenliğe önem verir: yapılması gereken doğru işler nelerdir, sonra verim ve kaliteye dikkat edilir: doğru işleri doğru biçimde yerine getirmek için hangi kaynaklar ne miktarda tüketilmelidir, kalite nasıl ve ne düzeyde sağlanacaktır. Bu üç boyut sistem tarafından iyi yönetilebilirse verimlilik bunları izler. Çalışma yaşamının kalitesi ve yenilik sistemde tamamlayıcı öğelerdir, verimlilik ve kârlılık arasındaki ilişkiyi düzenlerler.

Performansın bu yedi boyutunun herbiri bağımsız kavramlardır. Ölçümlerde bu boyutlardan hangilerinin kullanılacağı işletmelerin önceliklerine, amaç ve hedeflerine hatta yönetimin değer ve isteklerine göre belirlenir<sup>18</sup>.

Şekil 1.1'den anlaşılacağı üzere performans boyutlarının tümü işletmelerin doğrudan amaçlarını göstermezler. Performans boyutları ile kastedilen işletmelerin kârlılığı ve kârlılığını etkileyen faktörlerdir. İşletme ekonomik bir organdır ve sosyal amaçlı kuruluşlar dışında en belirgin hedefi kârını ençoklamaktır<sup>19</sup>. (Kârlılığı ayrıca çevrenin dinamik olması veya firmaya dostça olmayan tavırlar içinde olması gibi çeşitli çevre koşulları<sup>20</sup> ile işletme kültürü, kıt kaynaklara ulaşım becerisi, yönetim becerisi ve şans gibi gözlemlenemeyen çeşitli faktörler de etkiler<sup>21</sup>)

Yapılan çalışmalar işletmeler için performans sözünün genellikle kârlılık anlamında kullanıldığını ortaya koymaktadır. Kuzey ülkelerinde (Danimarka, Finlandiya, Norveç, İsveç) ana işletme gruplarına dahil 236 firmada yapılan bir araştırmada, işletmeler performans ölçüm göstergeleri olarak ilk sırada kârlılığı daha sonra maliyet, satışların dağıtımını, kalite gibi kârlılıkla doğrudan ilgili diğer göstergeleri gördüklerini ortaya koymaktadır<sup>22</sup>. Finansal olmayan ölçümler bu araştırmada fazla ilgi görmeyen ölçümler grubuna dahil olmuştur. Oysa günümüzün rekabet şartları firmaları, cevap verme süresi, esneklik, süreklilik<sup>23</sup>, müşteri

---

<sup>18</sup> Zühal Akal, a.g.e., s.100

<sup>19</sup> Zühal Akal, a.g.e., s.5

Halit Suiçmez, Kit'lerde Verimlilik ve Kârlılık Analizi, **Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları**: 541 Ankara, 1994, s.14

<sup>20</sup> Yadong Luo, Seung Ho Park, "Strategic Alignment and Performance of market-Seeking Mncs in China", **Strategic Management Journal** 22, 2001, s. 141-155

<sup>21</sup> Robert Jacobson, "Unobservable Effects and Business Performance", **Marketing Science**, V.9, Issue 1, 1990, s. 74-85

<sup>22</sup> Magnus Kald, Fredrik Nilsson, "Performance Measurement at Nordic Companies", **European Management Journal**, V.18, No.1, 2000, s.113-127

<sup>23</sup> Tom O'Toole, Bill Donaldson, "Relationship Performance of Buyer- Supplier Exchanges", **European Journal of Purchasing & Supply Management** 8, 2002, s. 197-207

memnuniyeti, kalite, yenilik gibi finansal olmayan ölçümleri de finansal ölçümlerle birlikte kullanmaya zorunlu kılmaktadır<sup>24</sup>. Çünkü, finansal olmayan bu tür ölçümlerin firmanın, kârlılık, yatırımların geri dönüşü gibi finansal performansı üzerinde olumlu etkisi vardır<sup>25</sup>.

Firmaların amacının sadece kâr maksimizasyonu olması bazen firmaya zarar verebilir, çünkü yalnızca hisse senedi ihraç ederek, hazine bonosuna yatırım yaparak vs. bunu gerçekleştirmek mümkündür. Ancak o zaman hisse başına gelir düşecektir, hisse başına gelir maksimizasyonu bazıları tarafından kâr maksimizasyonunun diğer bir türü olarak değerlendirilse de o yalnız başına bir amaç olmak için yetersizdir.

Hisse başına gelir maksimizasyonu beklenen gelirlerin zamanlaması ve süresini dikkate almamaktadır. Diğer bir ifade ile değişik periyotlarda gelen nakit akışlarının zaman değerini hesap etmemektedir. Hisse başına gelir maksimizasyonu amacının diğer bir yetersizliğide riski değerlendirmemesidir. Bazı yatırım projeleri bazılarında göre daha risklidir. Bazende firmanın sermaye yapısında bulunan borç miktarı, firmanın finansman riskini yükseltmektedir. Şüphesiz aynı geliri sağlayan iki yatırım projesinden riskli olana yatırım yapıldığı takdirde, firmanın değeri, risksiz projeye yatırım yapılması durumuna göre daha düşük olacaktır. Sadece kâr maksimizasyonu temettü dağıtmamayı teşvik eder, kârı firmada tutarak değerlendirmek ister, riski ihmal eder, beklenen getirilerin zamanlama ve süresini dikkate almaz. Büyüme firmanın bir amacı olarak görülebilir, fakat yalnız başına büyüme amacı işletmeye zarar verir. İflas eden firmaların bir çoğunun önceden plansız büyüdüğü unutulmamalıdır. Firmanın bir başka amacı süreklilik olarak görülebilir. Bu çok önemli olmakla beraber, yıllardır faaliyet gösterip de belirli bir kapasiteye erişemeyen, ve yatırımcılar için cazip olmayan şirketler mevcuttur<sup>26</sup>. Firmanın temel amacı mevcut hissedarları açısından firma değerini maksimize etmek olmalıdır<sup>27</sup>. Hissedarın serveti için en iyi gösterge hisse senedinin pazar fiyatıdır. Yukarıda

<sup>24</sup> Robert G. Eccles, "The Performance Measurement Manifesto", **Harvard Business Review**, January-February 1991, s. 131-137

<sup>25</sup> Lauren A. Maines, Eli Bartov, Patricia M. Fairfield, D. Eric Hirst, Teresa E. Iannaconi, Russel Mallet, Catherine M. Schrand, Douglas J. Skinner, Linda Vincent, "Recommendations on Disclosure of Nonfinancial Performance Measures", **American Accounting Association Accounting Horizons**, Vol. 16, No. 4, December 2002, s.353-362

<sup>26</sup> çevrimiçi: <http://özgür.beykent.edu.tr/lokman>, 10.03.2003

<sup>27</sup> Eugene F. Brigham, Michael C. Ehrhardt, **Financial Management**, Thomson Learning, 10<sup>th</sup> Ed. 2002, s.10

bahsedilen araştırmada ilginç bir şekilde performans göstergesi olarak hissedarların serveti, ilgi görmeyen göstergeler grubunda yer almıştır.

Finansal ölçümler, imalat sektöründe firmaların kârlılık açısından performanslarını değerlendirmede çok geniş kullanılırlar<sup>28</sup>. Mali tablolardan elde edilen bu ölçümler firmaların ekonomik hedeflerine ne derece ulaştıklarının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Kullanılan çeşitli ölçümler: satışların büyüme hızı, kârlılık ( özsermaye kârlılık oranı, brüt kâr marjı, aktif kârlılık oranı), pay başına kâr, pazar payı, kâr büyüme hızı, nakit akış oranı vb <sup>29</sup>. Farklı çalışmalarda firmaların başarı göstergeleri olarak farklı oranlar kullanılabilir. Örneğin; kâr marjı (işletme kârı/ net satışlar), sermaye marjı (ödenen faiz+ amortismanlar+ işletme kârı/ brüt satışlar), getiri (ödenen faiz ve amortismanlardan sonraki kâr), sermaye oranı ( ödenen sermaye/ duran varlıkların defter değeri), (dönen varlıklar- KVVYK/ brüt satışlar), aktivite oranı ( brüt satışlar/ toplam borçlar) <sup>30</sup> veya (brüt kâr / satışlar), (satışlar / toplam varlık), kâr artış hızı, satışların büyüme hızı, çalışan artış oranı <sup>31</sup>. Bir başka çalışmada likidite, büyüme oranları, hissedarların kazançları, kaldıraç oranı, özsermaye büyüme hızı, kârlılık<sup>32</sup> performans ölçütleri olarak kullanılırken, bir araştırmada<sup>33</sup> ihracat da bir işletme performans göstergesi olarak değerlendirilmiştir. 1978 yılı Fortune dergisinin listesindeki en büyük 500 endüstriyel firmanın en çok hangi finansal oranları rapor ettiklerini incelemek amacıyla rastgele 160 firma seçilmiş çeşitli sebeplerle 19 tanesi elendikten sonra kalan 141 firmanın en az ikisi tarafından şu finansal kriterlerin rapor edildiği

<sup>28</sup> M. Yurdakul, "Measuring Long Term Performance of a Manufacturing Firm Using the Analytic Network Process (ANP) Approach", **International Journal of Production Research**, v.41, n.11, 2003, s.2501-2529

Robertson H.W., "A Construction Company's Approach to Business Performance", **Total Quality Management**, Vol. 8, Issue 2/3, June 97, s.254-257

<sup>29</sup> N. Venkatraman, Vasudevan Ramanujam, "Measurement of Business Performance in Strategy Research: A comparison of Approaches", **The Academy of Management Review**, Volume 11, Issue 4 (Oct., 1986), s. 801-814

<sup>30</sup> Yusuf Tansel İç, Mustafa Yurdakul, "Analitik hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, cilt 15, no 1, 1-14, 2000  
L. Shashua, Y. Goldschmidt, "An Index for Evaluating Financial Performance", **The Journal of Finance**, V.29, Issue 3, Jun., 1974, s. 797-814,

<sup>31</sup> Rodophe Durand, Regis Coeurderoy, "Age, Order of Entry, strategic orientation, and organizational Performance", **Journal of Business Venturing** 16, 2001, s. 471-494

<sup>32</sup> J.W.Elliott, "Control, Size, Growth, and Financial Performance in the Firm", **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Volume, 7, Issue 1, Jan., 1972, s. 1309-1320

<sup>33</sup> N.B. Beaumont, R.M. Schroder, "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance Amongst Australian Manufacturers", **Technovation**, V.17, N.6, 1997, s. 297-307

görülmüştür. Özsermaye kârlılık oranı % 58 oranında rapor edilmiştir, cari oran % 51, net kârlılık oranı % 50, toplam borç / toplam aktif %49, satışlardan elde edilen nakit / faaliyet kârı % 18, aktif kârlılık oranı % 16, stok devir hızı % 8, alacak devir hızı % 7, faiz karşılama oranı %6, aktif devir hızı % 6, işletme sermayesi devir hızı % 2.<sup>34</sup>

Finansal ölçümlere yönelik çeşitli eleştiriler mevcuttur, bunlar; yalnız finansal verilerle bir firmanın doğru değerlendirilmiş sayılamayacağı<sup>35</sup> ve finansal ölçümlerin, geçmiş verilerden hareketle firmayı geçmişe dönük değerlendirmesi, geleceğe ait fazla bilgi vermemesi<sup>36</sup> düşüncesine dayanmaktadır.

Finansal ölçümler veya diğer deyişle mali tablolar analizi, finansal tablolarda incelenmek istenen iki kalem arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilmesi ve yorumlanması işlemidir. Bir işletmenin mali durumunun, faaliyet sonuçlarının ve finansal yönden gelişmesinin yeterli olup olmadığını saptamak ve o işletme ile ilgili geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilmek için, mali tablolarda yer alan kalemler arasındaki ilişkilerin ve bunların zaman içinde göstermiş oldukları eğilimlerin incelenmesinden oluşmaktadır<sup>37</sup>. Analizler işletmelerin; likidite durumu, kârlılık durumu, sermaye yapısı aktiflerin kullanım durumlarına ilişkin bilgiler verirler. Bu bilgiler işletme faaliyetlerinin etkinlik ve başarı derecesini ölçmede, firmanın hedeflerine ne ölçüde ulaşabildiğini tespitite, firmanın yükümlülüklerini ne ölçüde yerine getirebildiğini tespitite, faaliyetlerin denetim ve değerlendirilmesinde kullanılır.

Yöneticiler bir bütün olarak işletme faaliyetlerinin başarı derecesini ölçmek, işletme faaliyetlerinin düzenlenmesini sağlamak ve faaliyetleri kontrol etmek amacıyla analizleri kullanırlar. Kredi analistleri ( Banka Yöneticileri, Rating Kuruluşları) ve kredili mal satan diğer işletmeler alacaklı oldukları işletmenin borçlarını ödeme yeteneğini belirlemek amacıyla, menkul kıymet analistleri ise işletmenin etkinliği ve büyümesi, faiz ödeme yeteneği ve menkul kıymetlerin

<sup>34</sup> Robert W. Williamson, "Evidence on the Selective Reporting of Financial Ratios", *The Accounting Review*, Vol. LIX, No. 2, April 1984, s. 296-299

<sup>35</sup> R.C.Barker, "Financial Performance Measurement: Not a Total Solution", *Management Decision*, Vol. 33, No. 2, 1995, s. 31-39

<sup>36</sup> Lauren A. Maines, Eli Bartov, Patricia M. Fairfield, v.d., a.g.e., s.353-362

<sup>37</sup> Mehmet Bolak, *İşletme Finansı*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1998, s.7

likiditeye kolay çevrilmesi ile ilgili oranları analiz etmektedirler. Konu Tablo 1.2'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

**Tablo 1.2: Finansal Analizin Amaç ve Araçları (Karamemiş G., 1998)<sup>38</sup>**

<b>Analizle İlgili Taraf</b>	<b>Analizin Amacı</b>	<b>İlgi Alanı</b>
Kısa Vadeli Borç Veren	Kredi Güveni	Likidite, Döner Sermaye Ve Firmanın Kısa Vadeli Borçlarını Ödeme Kapasitesi
Uzun Vadeli Borç Veren	Kredi Güveni	Firmanın Borcunu Ödeyebilme Yeterliliği
Hissedar (Yatırımcı)	Yatırım Verimi	Firmanın Kârlılığı, Hisse Başına Kazanç, Hisse Başına Kâr Payı Tutarı
Yönetim	Verimlilik Kârlılık Oranı İç Kontrol	Toplam Aktiflerin Verimlilik Oranı, Öz Sermayenin Verimlilik Oranı
Hükümet	Gelir Vergisi Verimlilik	Katma Değer, Hisse Başına Kazanç, Muhasebe Düzenine Uyum

İşletmelerle ilgili finansal analiz yapılırken bilgiler, bilanço ve gelir tablosundan elde edilir. Finansal analist, bu iki tablodan yararlanarak, çok sayıda oran elde edebilir. Ancak önemli olan, analistin amacına uygun olan hesaplamaların yapılmasıdır. Firma ile ilgili anlamlı soruları yanıtlama amacı gütmeyen, firmanın

<sup>38</sup> Çevrimiçi. www.mylmz.net, 04.08.2003



mali durumunun ve faaliyet sonuçlarının kavranmasına katkıda bulunmayan oranların hesaplanmasından kaçınılmalıdır. Analiz açısından yararlı olan çok sayıda oran değil az sayıda fakat anlamlı oranlar hesaplamaktır<sup>39</sup>. Finansal analizlerin veri kaynağını teşkil eden mali tablolar, muhasebe bölümünün işlediği ve biriktirdiği bilgilerin, belli dönemlerde ilgililere sunulmasına aracılık eden raporlardır. Başlıca mali tablolar şunlardır:

- Bilanço
- Gelir tablosu
- Kâr dağıtım tablosu
- Satışların maliyeti tablosu
- Nakit akımı tablosu
- Fon akımı tablosu
- Öz sermaye değişim tablosu
- Net işletme sermayesi değişim tablosu

Finansal yönetici firmanın bazı önemli faaliyet istatistiklerinin genel bir görünümünü elde etmek istediğinde finansal rasyoları kullanabilir. Bu rakamları inceleyerek zaman içinde firmanın performansındaki önemli trendleri yakalayabilir. Analizde teorik olarak çok sayıda oran hesaplanabilir ancak önemli olan bu rakamların bulunmasından çok sonuçların sağlıklı bir şekilde yorumlanmasıdır. Bu nedenle çok sayıda oran hesaplamak yerine, birbirleriyle ilişkilendirilebilecek optimum sayıda oran belirlenip, hesaplar ve yorumlar yapmak daha doğrudur<sup>40</sup>. Oranlar hesaplandıktan sonra analist şu dört kritere göre değerlendirme yapabilir<sup>41</sup>.

Birinci kriter: Denemeler sonucu yeterli olduğu görülmüş değerlerle incelenen işletmenin oranlarının karşılaştırılması. Bazı oranlar için yeterli sayılan standart değerler vardır. Örneğin cari oranın ikiden büyük, likit oranın birden büyük olması firmanın kısa vadeli borçlarını ödeme gücünün yeterli olduğunu, öz sermayenin borçlara ve öz sermayenin sabit varlıklara oranının birden büyük

<sup>39</sup> Öztin Akgüç, **Finansal Yönetim**, Avcıol Basım Yayın, 7. Baskı, s. 20, 1998

<sup>40</sup> Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s. 20

<sup>41</sup> Mehmet Bolak, **a.g.e.**, s. 44



olmasının sermaye yeterliliğini gösterdiği kabul edilen standartlardır. İncelenen firmanın oranları bu standartlarla karşılaştırılarak yorumlanır.

İkinci kriter : Birkaç oranın birlikte yorumlanması: ilişkili bir kaç oran birlikte değerlendirilir. Örneğin incelenen bir firmanın cari oranının yanısıra likidite oranına, stok devir hızına, alacak devir hızına vb bakılması işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücü hakkında daha açık fikir verebilir. Cari oran ikiden küçük olsa bile diğer oranlar dikkate alındığında firmanın ödeme problemi olmadığı sonucu alınabilecektir.

Üçüncü kriter: Firmanın geçmiş oranları ile karşılaştırma. Firmanın geçmiş yıllardaki değerleri dikkate alınarak oranların değişimi gözlenir. Örneğin cari oran ikinin altında olsa bile sürekli artan bir grafik izleniyorsa bu firma için olumlu olarak yorumlanabilir.

Dördüncü kriter: İşletmenin aynı iş kolundaki diğer firmalarla karşılaştırılması. İncelenen bir işletme ile ilgili oranların aynı endüstri kolundaki diğer işletmelerden elde edilen standart oranlarla karşılaştırılması, incelen işletmenin endüstri içindeki görece konumunu ortaya koyacaktır.

Oranlar yöntemiyle analiz dışında işletmenin mali durumu ve gelişimi hakkında analiste fikir verebilecek analiz yöntemleri de vardır. Bunlar şu başlıklar altında toplanabilir. Karşılaştırmalı Analiz Yöntemi, Eğilim Yüzdeleri Analizi Yöntemi, Dikey Yüzde Analizi Yöntemi.<sup>42</sup>

Finansal Oranlar, mali tablolarda açıklanmış olan verileri hem kolay yorumlanabilir hemde karşılaştırılabilir hale getirmede yardımcı olur. Örneğin bir şirketin kârını bilmek firmanın performansı konusunda fazla bir şey ifade etmeyebilir, bu veriyi başka bir şirketin kârı ile karşılaştırmakta sağlıklı bir yoruma yardımcı olmayabilir. Fakat bu şirketin sermayesi bilindiğinde kârın sermayeye oranı ile şirketin kârlılığı hakkında daha kesin hükümlere varılabilir, aynı sektördeki diğer firmalarla karşılaştırma daha sağlıklı yapılabilir. Oranlar yüzde veya katı şeklinde ifade edilirler. Tek bir oran bir analiz için yeterli olmayabilir, oranları değerlendirirken gerekli diğer oranları ve diğer analiz tekniklerini de kullanmak gerekebilir<sup>43</sup>. Bir finansal oranı çok iyi olan bir şirket, diğer finansal orana göre çok

<sup>42</sup> Geniş bilgi için, Mehmet Bolak, a.g.e., s. 23

<sup>43</sup> çevrimiçi, [www.analiz.com/egitim/oraninp.html](http://www.analiz.com/egitim/oraninp.html), 04.08.2003

düşük performanslı çıkabilmektedir. Bu oranlara personel sayısı gibi bilanço dışı faktörlerde eklendiğinde şirketlerin görece performanslarını değerlendirmek oldukça güç bir sürece dönüşmektedir<sup>44</sup>.

Oranlar için tüm yazarlar ve uygulamacılar tarafından kabul edilmiş bir sınıflandırma bulunmamaktadır ancak oranlar, işletme faaliyet sonuçları ile mali durumunu değerlemedeki kullanım amaçları dikkate alınmak suretiyle şu şekilde sınıflandırılabilir.<sup>45</sup>

-Likidite Oranları

-Mali Yapı ile İlgili Oranlar

-Faaliyet Oranları

-Kârlılık Oranları

-Borsa Performansını Değerlendirmede Kullanılan Oranlar

-Firmanın Sabit Yükümlülüklerini Karşılama Gücünü ölçmede Kullanılan Oranlar

-Büyüme ile ilgili oranlar

Performans boyutları olarak ifade edilen kavramı iki grup olarak düşünmek mümkündür. Birinci grupta; işletmelerin doğrudan amaçları olan kârlılık, verimlilik, borsa karlılığı ve büyüme, ikinci grupta ise; işletmelerin birinci gruptaki amaçlarını etkileyebilecek etkenlik, verim ve girdilerden yararlanma, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi ile işletmelerin mali tablolarından elde edilen ve işletmelerin faaliyet durumlarını gösteren oranlar yer alır. İkinci grupta yer alan bağımsız değişkenlere şans, yönetim tarzı, çevre gibi gözlenemeyen etkenler de eklendiğinde bağımsız değişken sayısı çok fazla olabilir. Bağımsız değişkenler işletmelerin kârlılık, verimlilik gibi doğrudan amaçlarını etkilediğinden işletmeler açısından önemlidir.

Bu bölümde işletme performansını ölçebileceği düşünülen; karlılık, verimlilik, büyüme ve işletmenin borsa performansı değişkenleri ve bu değişkenler için kullanılacak oranlar incelenecektir. Sonraki bölümde ise performans göstergelerini etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenler ele alınacaktır.

<sup>44</sup> Aydın Ulucan, “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, *H.Ü. İ.İ.B.F Dergisi*, Cilt 18, Sayı 1, 2000, s. 405-418

<sup>45</sup> Öztin Akgüç, *a.g.e.*, s.22

### 1.3.1 Kârlılık Oranları

Kâr işletmede toplam gelirler ve toplam maliyeler arasında kurulan bir sonuç ilişkisidir yani satışlarla maliyetler arasındaki artı farktır. Bu fark eksi olduğunda zarar oluşmuştur. Kârlılık ise dönemsel kârın satışlara bölümü ile bulunan oranın ifadesidir. Kârlılık oranları işletmenin bir dönemde satışlarına, varlıklarına veya sermayesine oranla ne düzeyde kâr ettiğinin göstergeleridir. İşletme kârlılığını değerlendirmede kullanılan çeşitli kârlılık oranları aşağıda incelenecektir.

#### 1.3.1.1 Satışların Kârlılığı

Bu oran işletmenin satış kârlılığını gösterir. Oranın yüksek olması bütün kârlılık oranları gibi tercih edilir. Oranın yeterliliği aynı sektördeki işletmelerin oranları ile karşılaştırılarak ve işletmenin geçmiş yıllardaki oranları dikkate alınarak belirlenebilir. Kullanılan çeşitli satış kârlılığı oranları:

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

Brüt satış kârı, net satışlardan satılan malın üretimde ortaya çıkan maliyetlerinin düşülmesiyle hesaplanır. Brüt kâr marjının düşmesi, rekabet, satış politikası, geniş ve yeni pazarlara açılma isteği gibi nedenlerle satış fiyatının düşmesinden veya eskiyen teknoloji nedeniyle üretim maliyetlerinin artışı, hammadde tedarik politikalarından kaynaklanan maliyetlerin yükselmesi gibi sebeplerden kaynaklanabilir<sup>46</sup>.

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

<sup>46</sup> M. Yurdakul, Y. T. İç, a.g.e.

Bu oran firmanın satış kârlılığının bir göstergesidir. Net dönem kârı firmanın tüm faaliyetlerinin sonuçlarını yansıtan bir değerdir. Net kâr marjı şirketlerin tüm faaliyet, yatırım ve finansman politikaları hakkında fikir verir. Firmalar için esas olan kendi faaliyetlerinden kâr etme olmakla beraber, faiz gelirleri, herhangi bir gayrimenkulun satımı gibi esas faaliyetleri dışında elde ettikleri gelirlerde önemli olmaktadır.

### 1.3.1.2 Öz Sermaye Kârlılık Oranı

Oran, işletmeye ortaklarca tahsis edilmiş sermayenin ne ölçüde etkin ve verimli olarak kullanıldığını tespit etmek amacıyla hesaplanır. Bir birim öz sermayenin getirdiği kârı gösterir. İşletmenin öz sermayesinin performansını ölçer. İşletme performansının değerlendirilmesinde en çok yararlanılan, kullanışlı ve belki en uygun göstergedir<sup>47</sup>. Bu oranın yüksek olması olumludur, firmanın iyi bir yatırım yaptığı ve giderlerini iyi kontrol ettiğini gösterir. Özellikle aynı sanayi dalında faaliyet gösteren firmaların karşılaştırılmasında kullanılabilir<sup>48</sup>. Oranın payında net kâr olarak vergiden önceki veya vergiden sonraki net kâr, paydasında öz sermaye olarak dönem başı, dönem sonu veya ortalama öz sermaye alınabilir. Oranın sanayi işletmelerinde %13 ile %15 arasında olması uygun bulunmaktadır<sup>49</sup>.

$$\text{Öz Sermaye Kârlılığı} = \frac{\text{Net Kâr}}{\text{Öz Sermaye}}$$

### 1.3.1.3 Çalışan Başına Kâr Oranı

Kârlılık açısından işletme için sermaye kadar önemli bir başka kaynakta işgücüdür. Bu nedenle çalışan başına elde edilen kâr da işletme kârlılığını gösteren bir gösterge olarak kullanılabilir.

<sup>47</sup> Robert Jacobson, "The Validity of ROI as a Measure of Business Performance", *The American Economic Review*, V.77, Issue 3, s. 470-478, Jun.,1987

<sup>48</sup> çevrimiçi: <http://özgür.beykent.edu.tr/lokman>, 10.03.2003

<sup>49</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., *Finansal Yönetim*, Vizyon Yayınları, 1999, s.418

$$\text{Çalışan Başına Kâr Oranı} = \frac{\text{Kâr}}{\text{Ortalama Çalışan Sayısı}}$$

Bu oranda net kâr esas alındığında çalışan başına dağıtılabılır kâr payı olarak yorumlanabilecek anlamlı bir gösterge elde edilmiş olur.

#### 1.3.1.4 Aktif Kârlılık Oranı

Bu oran, aktiflerin işletmede ne ölçüde kârlı kullanıldığını tespit amacıyla hesaplanır. Yüksek olması olumludur fakat bir standardı yoktur. İşletmenin geçmiş dönemleri ile veya aynı sektördeki diğer firmalarla karşılaştırılarak bir standart belirlenebilir.

$$\text{Aktif Kârlılık Oranı} = \frac{\text{Dönem Kârı}}{\text{Aktif Toplamı}}$$

#### 1.3.1.5 Esas Faaliyet Kârlılığı

Oran işletmenin esas faaliyetinin ne kadar kârlı olduğunu yani, işletmenin iş hacmi kârlılığını gösterir. Esas faaliyet kârı, firmanın satış kabiliyetinin bir göstergesi olan brüt satış kârından faaliyet giderleri, Ar-ge giderleri, pazarlama, satış dağıtım giderleri ve genel yönetim giderlerinin düşülmesi sonucu hesaplanmaktadır. Oranın yüksek olması olumludur fakat bir standardı yoktur. İşletme, oranın yeterliliğini aynı sektördeki diğer işletmelerin oranlarına veya kendi geçmiş oranlarına kıyasla belirleyebilir.

$$\text{Esas Faaliyet Kârlılığı} = \frac{\text{Faaliyet Kârı}}{\text{Net Satışlar}}$$

### 1.3.1.6 Ekonomik Kârlılık Oranı

Oran işletmede kullanılan tüm kaynakların kârlılığını gösterir. Özsermaye kârlılık oranı ekonomik kârlılık oranından küçükse borçlanma maliyeti normalden yüksek demektir<sup>50</sup>.

$$\text{Ekonomik Kârlılık Oranı} = \frac{\text{Vergiden Önceki Kâr} + \text{Faiz Giderleri}}{\text{Öz Kaynaklar} + \text{Borçlar}}$$

### 1.3.2 Borsa Performansını Değerlendirmek için Kullanılan Oranlar

Borsa Performansını Değerlendirmede Kullanılan Oranlar, Borsa yatırımcılarının hisse senedi seçiminde kullandıkları işletme performansını değerlendirmeye yönelik oranlardır. Finansal tabloların hisse senedi yatırımcıları açısından yararlılığını araştıran çalışmaların ilk örnekleri 1960'lı yılların ortalarından itibaren görülmeye başlanmış ve daha sonra günümüze kadar bu konuda pek çok ampirik çalışma yapılmıştır. Tüm bu çalışmalar, getiri-kazanç (return-earnings) ve getiri-temel veriler (return-fundamentals) çalışmaları olmak üzere iki grupta toplanabilir. Getiri-kazanç çalışmaları belirli bir dönem içerisinde hisse senedi fiyat değişimleri ile aynı dönem içerisinde firmanın yarattığı kazancı temsil eden muhasebe verileri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamaktadır. Getiri-temel veriler çalışmalarında ise hisse senedi getirisi ve temel veriler arasındaki ilişki araştırılmaktadır<sup>51</sup>.

Firmaların yönetim kuralları birbirlerinden farklı olabilir. Firma hissedarlarının hakları da firmalar değiştiğinde değişebilmektedir. Hissedar hakları daha güçlü olan firmaların, satışlarını daha hızlı artıran, daha yüksek karlar elde eden ve firma değeri yüksek olan işletmeler oldukları gözlenmektedir<sup>52</sup>.

<sup>50</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., a.g.e., s.418

<sup>51</sup> Serpil Canbaş, Hatice Düzakın, Süleyman Bilgin Kılıç, "Türkiye'de Hisse Senetlerinin Değerlendirilmesinde Temel Finansal Verilerin ve Bazı Makro Ekonomik Göstergelerin Etkisi", çevrimiçi: <http://idari.cu.edu.tr/suleyman/hisse.htm> 09.07.2003

<sup>52</sup> Paul Gompers, Joy Ishii, Andrew Metrick, "Corporate Governance and Equity Prices", *Quarterly Journal of Economics*, v.118, n.1, February 01, 2003

Firma Değeri, Bir şirketin sermayedarlardan ve borç verenlerden elde ettiği fonlarla yarattığı toplam değeri gösterir. Şirketin piyasa değeri ile net finansal borçlarının toplanması ile bulunan değerdir. Firma Değeri = Piyasa Değeri + Net Finansal Borçlar

### 1.3.2.1 Pay Başına Düşen Kâr Oranı

Pay başına düşen kâr oranı yapılan yatırımların karşılığında işletme sahip ve ortaklarının yeterli gelir elde edip etmediklerini gösterir.

$$\text{Hisse Başına Gelir} = \frac{\text{Net Kâr}}{\text{Hisse Senedi Sayısı}}$$

### 1.3.2.2 Fiyat Kazanç Oranı

İşletmenin 1 TL. lik hisse başına net kârına karşılık yatırımcıların hisse senedine kaç lira ödediklerini gösteren orandır. İşletmeye duyulan güvenle orantılı olarak fiyat kazanç oranı yükselir fakat yüksek bir oran değeri hisse senedi fiyatının fazla yükselmiş olduğunun düşük bir değerinde hisselerin ucuz kalmış olduğunun göstergesi olarak yorumlanabilir.

$$\text{Fiyat Kazanç Oranı} = \frac{\text{Hisse Senedinin Borsa Fiyatı}}{\text{Hisse Başına Kâr}}$$

### 1.3.2.3 Piyasa Değeri / Defter Değeri Oranı

Hisse Senedinin Borsa Fiyatı

\_\_\_\_\_

Hisse Başına Defter Değeri

Veya, Piyasa Değeri / Defter Değeri = Piyasa Değeri / Özsermaye şeklinde hesaplanan oran hisse senedinin 1 TL. lik değerine karşılık yatırımcıların kaç lira ödemeye razı olduklarının bir göstergesidir. İşletmeye duyulan güvene paralel olarak artar ancak ortalamasının üstünde bir oran hisse senedinin pahalı olduğuna altında bir oran ise hisse senedi değerinin ucuz olduğuna işaret eder. Hisse Başına Defter



Değeri: Şirketin özsermayesinden her bir hisse başına düşen payı gösterir. Bilançoda yer alan öz sermaye toplamının hisse senedi sayısına bölünmesi ile bulunur<sup>53</sup>

### 1.3.2.3 Temettü (Kâr Payı) Verimi

Hisse senedine ödenen bedelin karşılığında elde edilen verimliliğin göstergesidir. Hisse senedi fiyatıyla hisse başına dağıtılan kâr payının oranlanması ile bulunur. Yüksek değerler yatırımcıların yüksek kazançlar sağladığını gösterir.

Hisse Senedi Başına Dağıtılan Kâr Payı

---

Hisse Senedinin Borsa Fiyatı

### 1.3.3 Verimlilik

Genel bir tanım olarak verimlilik, mümkün olan en düşük kaynak harcaması ile en yüksek sonuca ulaşmaktır. Bir işletmede kaynakların ne ölçüde etkili kullanıldığını gösteren bir ölçüdür. Kârlılıkla ilişkisi vardır<sup>54</sup>. Verimlilik hesaplaması  $Verimlilik = \frac{Çıktı}{Girdi}$  formülü ile yapılmaktadır. Verim ve verimlilik formüllerinden anlaşılacağı üzere ikisi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Verim arttıkça verimlilik de artar. Ancak verim işletmenin mevcut kaynak potansiyeli ile bu potansiyelin kullanılan bölümü arasındaki ilişkiyi gösterirken verimlilik tüketilen kaynaklarla elde edilen çıktı arasındaki ilişkiyi ölçer. Verimlilik analizi için geliştirilen ölçütler çok çeşitlidir, işletmenin amacına uygun ölçütleri seçmesi gerekir<sup>55</sup>.

-Çalışan Başına Satış,

-Çalışan Başına Üretim,

-Enerji Verimliliği

kullanılan verimlilik oranlarındandır<sup>56</sup>.

---

<sup>53</sup> çevrimiçi, www.disyatirim.com, 27.07.2003

<sup>54</sup> Zeyyat Sabuncuoğlu, Tuncer Tokol, *İşletme*, Furkan Ofset, Bursa 2003, s. 29

<sup>55</sup> Bülent Kobu, *Üretim Yönetimi*, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No: 04, 10. Baskı, 1998, s. 587

<sup>56</sup> Coşkun Can Aktan, "Performans Değerlendirmesi ve Ölçülmesine Yönelik Değişim İlkeleri", *Değişim ve Yeni Global Yönetim*, Mess Yayınları, 1997, çevrimiçi; www.canaktan.org/yönetim/yeni-yönetim/performans.htm, 03.06.2003



$$\text{Çalışan Başına Satış} = \frac{\text{Satışlar}}{\text{Ortalama Çalışan Sayısı}}$$

$$\text{Çalışan Başına Üretim} = \frac{\text{Üretim Miktarı}}{\text{Ortalama Çalışan Sayısı}}$$

$$\text{Enerji Verimliliği} = \frac{\text{Üretim Miktarı}}{\text{Enerji Tüketimi}} \quad \text{veya} \quad \frac{\text{Satışlar}}{\text{Enerji Tüketimi}}$$

Ayrıca Makine Verimliliği Oranı olarak; Üretim Miktarı / Toplam Makine Maliyeti veya Üretim Miktarı / Toplam Makine Saatleri

Malzeme Verimliliği Oranı olarak; Üretim Miktarı / Kullanılan Malzeme Miktarı Oranları kullanılabilir.

Miktar açısından verimlilik analizinin bazı zorlukları vardır. Tek tip çıktı varsa çalışan kişi başına veya herhangi bir fiziksel girdiye göre kısmi verimliliği fiziksel oran olarak ölçmek sorunlu olmamakla birlikte, iki veya daha fazla fiziksel girdi söz konusu olduğu zaman verimliliğin sağlıklı bir ölçümünü yapabilmek zorlaşmaktadır. Miktar analizinde anlamlı bir ifade olan çalışan başına üretim, iki rakip firmanın verimliliği karşılaştırıldığında değer yerine sayı dikkate alındığından anlamsızlaşabilmektedir. Verimlilik analizinde üretilen değer ölçümü daha kolay ve daha güvenilir bir yöntem olmaktadır. Değer açısından verimlilik analizi, belli bir kritere, örneğin katma-değere göre ne kadar üretildiğinin analizidir. Firmanın ürettiği katma değer<sup>57</sup> açısından verimlilik Katma Değer / Çalışan Sayısı oranı ile değerlendirilebilir.

Verimlilik, özellikle imalat sanayinde işletme performansını belirleyen en önemli faktörlerden sayılmaktadır. Öncelikle teknoloji kullanımı, kalite, düşük

<sup>57</sup> Brüt Katma Değer: İşyerindeki Üretim Faaliyeti sonucu, üretime katılan üretim faktörlerinin paylarına düşen faktör gelirleri, bunlar maaş ve ücretler, ödenen faizler, kira ve milli gelir anlamında kar ile yıl içinde ayrılan amortisman, dolaylı vergiler ve (eksi) kalem olarak ilave edilen sübvansiyonlardır. **Türkiye'nin İkinci Beşyüz Büyük Sanayi Kuruluşu 2002**, İstanbul Sanayi Odası Dergisi, Sayı 450, Eylül 2003, s. 40

maliyet daha sonra ise yenilik, işgücü esnekliği ve ürün geliştirme prosesleri bu sektörde firmaların performansını etkileyen önemli değişkenlerdir<sup>58</sup>.

### 1.3.4 Büyüme ile ilgili Oranlar

İşletmelere ilişkin büyüme oranları, satışların büyüme hızı, kârlılık büyüme hızı, öz sermaye büyüme hızı, aktif büyüme hızı vs. olarak hesaplanabilir. Bunlardan bazılarının nasıl hesaplanabileceği aşağıda incelenmektedir.

#### 1.3.4.1 Satışların Büyüme Hızı

Satışların büyüme hızı firmaların, ürünün pazar payını ne ölçüde genişlettiğini, pazarla ne derece iyi bir ilişki kurduğunu gösterir<sup>59</sup>. Cari fiyatlarla satışların büyüme oranı

$$\Delta s = \frac{s_t - s_{t-1}}{s_{t-1}} \times 100 \%$$

$\Delta s$  : Cari fiyatlarla net satışlardaki yüzdelerik artış

$s_t$  : Cari fiyatlarla t dönemine ait net satış tutarı

$s_{t-1}$  : Cari fiyatlarla t-1 dönemine ait net satış tutarı

Enflasyonun yüksek olduğu durumlarda cari fiyatlarla hesaplanan artış oranları gerçeği yansıtmayacaktır. Bu oranların fiyat artış oranları da dikkate alınarak düzeltilmeleri gerekir. reel veya sabit fiyatlarla artış hızları bulunurken düzeltme şu şekilde yapılabilir.

$$\Delta s_r = \left( \frac{100 + \Delta s}{100 + \Delta f} - 1 \right) \times 100 \%$$

$\Delta s_r$  : Bir önceki döneme göre satışlarda sağlanan yüzdelerik artış

<sup>58</sup> Xiaohong Li, David J. Hamblin, "The Impact of Performance and Practice Factors on UK Manufacturing Companies' Survival", *International Journal of Production Research*, v.41, n.5, 2003

<sup>59</sup> Gregory G. Dess, Richard B. Robinson, Jr. "Measuring Organizational Performance in the Absence of Objective Measures: The case of the Privately-held firm and Conglomerate Business Unit", *Strategic Management Journal*, Vol.5, Issue 3, Jul.-Sep., 1984, s.265-273

$\Delta f$  : Bir önceki yıla göre fiyatlardaki ortalama artış yüzdesi

Satışlardaki reel büyümenin sektördeki ortalama satış artış hızı ile karşılaştırılarak yorumlanması faydalı olur. Ürün çeşitlendirme politikaları, düşük fiyat, düşük maliyet, satışlarda yüksek büyüme hızı yakalanmasında ve yüksek özsermaye kârlılık oranı elde edilmesinde etken faktörlendendir<sup>60</sup>.

### 1.3.4.2 Dönem Kârında Artış

Dönem kârında veya vergi öncesi kârda cari fiyatlarla artış oranı

$$\Delta k = \frac{k_t - k_{t-1}}{k_{t-1}} \times 100 \%$$

$\Delta k$  : Cari fiyatlarla dönem kârında ki yüzdeler artış

$k_t$  : Cari fiyatlarla t dönemine ait kâr

$k_{t-1}$  : Cari fiyatlarla t-1 dönemine ait kâr

fiyat artışının etkisinden arındırmak için

$$\Delta k_r = \left( \frac{100 + \Delta k}{100 + \Delta f} - 1 \right) \times 100 \% \text{ kullanılır}$$

$\Delta k_r$  : reel kâr artış hızıdır.

## 1.4 İşletmelerin Performansını Etkileyebilecek Göstergeler

### 1.4.1 Etkenlik (Effectiveness)

Örgütlerin tanımlanmış hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri etkinliklerin sonucunda bu amaçlara ulaşma derecesidir, etkenlik genellikle işletmenin uzun dönemli amaçlarını konu alır ve işletmenin çıktıları ile ilgilidir. Şöyle formüle edilebilir

$$\text{Etkenlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Beklenen Çıktı}}$$

-Gerçekleşen üretimin planlanan üretime oranı; üretim etkenliği

-Gerçekleşen kârın beklenen kâra oranı da; ekonomik etkenlik

<sup>60</sup> Roderick E. White, "Generic Business Strategies, organizational Context and Performance: An Empirical Investigation". *Strategic Management Journal*, Vol. 7, 1986, s.217-231

olarak adlandırılabilir. Bu oranlar birden büyükse işletme beklenenden daha etken, birden küçükse planlanandan daha düşük bir performans göstermiş demektir. Ayrıca işletmenin

- Mevcut ve potansiyel pazar payı,
  - Zamanında teslim edilen mal yüzdesi,
  - Gerçekleşen Projeler / Planlanan Projeler oranı
- etkenlik göstergeleri olarak kullanılabilir.

### 1.4.2 Verim ve Girdilerden Yararlanma

İşletmenin ürün yada hizmet üretme sürecinde üretim kaynaklarından ne düzeyde yararlandığını yada üretim kaynaklarını nasıl kullandığını gösteren bir boyuttur. İşgücünden, makine kapasitesinden yararlanma vb. gibi mevcut kaynaklardan ne ölçüde faydalandığını gösterir. Etkenlikten farklı olarak işletmenin çıktıları ile değil girdileri yani kaynak tüketimi ile ilgilidir ve amaçlara değil araçlara yöneliktir. Verim oranı şu şekilde ölçülür:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Tüketilen Kaynaklar}}{\text{Tüketilmesi Beklenen Kaynaklar}}$$

bu oran işgücü, makine, malzeme gibi her türlü girdi için kullanılabilir. Oranın bir olması hedeflenen performansın yakalanmış olduğunu, birden küçük veya büyük olması hedeflenen verim düzeyinden daha az veya daha yüksek bir verim elde edildiğini gösterir. Çok kullanılan verim oranları:

- Teknik Verim = Yararlı Çıktı / Girdi = (Girdiler-Kayıplar) / Girdi
- Ekonomik Verim = Yararlı Çıktı / Girdi = (Girdi+Kâr) / Girdi
- Kâr Verimliliği = (Çıktı-Girdi) / Girdi
- Stok Devir Oranları
- Yer Kullanım Oranları
- Makine Kullanım Oranları

### 1.4.3 Kalite

Kalite kaynakların verimli kullanılmasını sağlayan, ürün ve hizmetlere kullanım uygunluğu kazandıran, müşteri gereksinimlerine uygun üretim anlayışını egemen kılan bir performans boyutudur. Kalitenin bileşenleri şöyle sayılabilir<sup>61</sup>.

1. Performans: Ürünün öncelikli görevini yerine getirme niteliği 2. Uygunluk: Ürünün dizayn ve işlem görme niteliklerinin standartlara uygunluk derecesi 3. Güvenirlilik: Ürünün kullanım süresi içinde performans sürekliliği 4. Dayanıklılık: Ürünün ömrünün uzunluğu 5. Estetik: Ürünün albenisi 6. Hizmet Görürlük: Ürüne yönelik şikayetlerin kolay, hızlı ve becerili çözümlenebilmesi. 7. İtibar: Ürünün marka, imaj ve moda değeri.

Kalite performans göstergeleri olarak kullanılan oranlar ise<sup>62</sup>;

-İmalat Hata Oranı = Yeniden İşlenen Miktar / Toplam İmal Edilen Miktar

-Müşteri İade Oranı = İade Edilen Miktar / Satılan Miktar

-Ortalama Hata Sayısı = Toplam Hata sayısı / İncelenen Mamul Sayısı

Kalitenin verimliliğin artmasında önemli bir rolü vardır. Düşük kalite –israf ve hurda- maliyetleri ile düşük kalite- süreç darboğazındaki zaman kaybı, yavaş malzeme akışına yönelik endirekt maliyetleri uygun kaliteyi sağlama ve onu artırmak için yapılan çabaların maliyetlerinden daha fazladır<sup>63</sup>. Kalite programları, firmaların kendilerini yenileyebilmelerine, başarılı olabilmek için gerekli nitelikleri belirlemelerine, daha iyi ürünler üretilip değişen pazar şartlarına uyabilmelerine yardımcı olur. Kalite programları, gerekleri yerine getirilebilirse etkenliğin, verimliliğin ve kârlılığın artmasını sağlarlar. ISO 9000-9004 serisi halen etkin olan ulusal ve uluslararası kalite standartları arasında uyum yakalamak için Uluslararası Standartları Organizasyonu (International Standards Organization) tarafından yazılan kalite güvence dökümantasyonlarıdır. Teknik değildirler, ürün veya servis kriterlerini belirtmezler<sup>64</sup>. Son yıllarda imalat sektöründeki firmalar, uluslararası kalite standardı ISO 9000 sertifikasyonu için önemli çabalar içine girmişlerdir. Bu standartlar yüksek

<sup>61</sup> Laura B. Forker, "The Contribution of Quality to Business Performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol.16, No.8, 1996, s.44-62

<sup>62</sup> H Ahmet Akdeniz, Faruk Durmaz, "Verimliliğin genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulaması", *Dokuz Eylül Üniv. İ.İ.B.F Dergisi*, C:13, S:II, 1998, s. 85-99

<sup>63</sup> Ebru Tümer Kabadayı, *a.g.e.*, 61-75

<sup>64</sup> Zhiwei Zhu, Larry Scheuermann, "A Comparison of Quality Programmes: Total Quality Management and ISO 9000", *Total Quality Management*, Vol. 10, No. 2, 1999, s. 291-297

seviyede dökümantasyon, denetim ve amaçlanan kalitenin tüketiciye sunulduğunun delillendirilmesini gerektirmektedir. ISO 9000 standartlarının benimsenmesi ile işletme performansı arasında önemli ve pozitif bir ilişki vardır. İşletmeleri bu standartları sürdürmeye zorlayan en önemli etken ise tüketici baskısıdır<sup>65</sup>. Etkili bir kalite sistemi, firma çıkarlarını korurken müşteri ihtiyaçlarına ve beklentilerine cevap verecek şekilde düzenlenmelidir. ISO 9000 standartları firmaların ürün kalitesini yönetmelerine, geliştirmelerine ve kalite güvencesi elde etmelerine yardım eder. Bu standartların firmalar tarafından kabul edilmesinin bütün amacı, firma performansını artırmak içindir<sup>66</sup>.

#### 1.4.4 Yenilik

Eski gereksinimleri daha iyi karşılayabilme, değişen müşteri istek ve ihtiyaçlarına çabuk cevap verebilme olayıdır. Yaratıcılık, değişim, gelişme, risk alma, girişimcilik yeniliğin temel boyutlarıdır. Girişimciliğin göstergeleri olarak

- Firmaların belirli zaman dilimlerinde sundukları yeni ürün veya hizmet sayısı
- Yüksek geri dönüşümü olan riskli proje sayısı
- Teknoloji liderliği ve araştırma geliştirmeye verdiği önem sayılabilir<sup>67</sup>.

Ürün yeniliğinin anahtar terimi araştırma ve geliştirmedir (Ar-Ge). Ar-Ge'nin hedefi firmanın teknoloji sürecini ve ürün geliştirme aktivitesini başlatmak, koordine etmek ve başarılı bir şekilde sonuçlandırmaktır<sup>68</sup>. Ar-Ge ile satışlar arasında doğrudan bir ilişki vardır, fakat bu ilişkinin gücü zamana, endüstri kollarına ve firmalara bağlı olarak değişir. Ar-Ge çabalarının başarı veya başarısızlık ölçütü olarak müşteri memnuniyeti, pazar payı, kâr marjı gibi göstergelerin kullanımı uygun olsa da bunları değerlendirmek zor olduğundan belki en iyi ölçüm olarak firmanın belli zaman dilimlerinde geliştirdiği ürün sayısı ve aynı zaman dilimlerinde elde

<sup>65</sup> Mile Terziovski, Damien Power, Amrik S. Sohal, "The Longitudinal Effects of the ISO 9000 Certification Process on Business Performance", *European Journal of Operational Research* 146, 2003, s. 580-595

<sup>66</sup> Anne Landin, Carl-Henric Nilsson, "Do Quality Systems Really Make a Difference?", *Building Research & Information*, 29 (1), 2001, s. 12-20

<sup>67</sup> Shaker, A. Zahra, Jeffrey G. Covin, "Contextual Influences on the Corporate Entrepreneurship-Performance Relationship: A Longitudinal Analysis", *Journal of Business Venturing* 10, 1995, s. 43-58

<sup>68</sup> Igne C.Kerssens-van, Drongelen, Jan Bilderbeek, "R&D Performance Measurement: More Than Choosing a set of Metrics", *R&D Management* 29, 1, 1999, s.35-46

ettiği satışlardaki büyüme hızı oranı kullanılabilir<sup>69</sup>. Araştırmalar, satışlardaki artış veya kârlılık gibi performans göstergeleri ile Ar-Ge harcamaları arasında güçlü ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır, ortalamanın üzerinde Ar-Ge giderleri olan firmalar ortalamanın üzerinde satışlarda artış elde etmişlerdir<sup>70</sup>. Başarılı yeniliklerin hemen olmasa bile yüksek kâr olasılığı fazladır. Yüksek kâr oranı, ürün yada hizmet olgunluğa eriştikten sonra azalarak devam eder. Ar-Ge yatırımları, otomasyon çabaları ve ürün yenileme çalışmaları, aralarında koordinasyon ve uyum sağlanmaz ise firmanın finansal performansı üzerinde amaçlanan etkiyi gösteremezler<sup>71</sup>. Yenilik yatırımları maliyeti yüksek ve riskli yatırımlardır, çünkü her zaman olumlu sonuçlar elde edilmeyebilir. Bu açıdan firma büyüklüğü ile yenilik yatırımları arasında doğrusal bir ilişki vardır<sup>72</sup>.

Bir ürünün satılabilirliği veya rekabet edebilirliği kalite ve maliyet dışında moda, işlev, prestij gibi gereksinimleri karşılayabilme düzeyine bağlıdır. İmalat sanayinde üretim departmanlarının teknoloji geliştirme içinde olması firmaların rekabet edebilirliği açısından çok önemlidir<sup>73</sup>. Rekabet edebilirlik ile firmanın enformasyon teknolojisi altyapısı arasında pozitif bir ilişki vardır<sup>74</sup>. Rekabetin yoğun olduğu piyasalarda yeniliği hedef almayan işletmeler değişen ihtiyaçlara cevap veremez, ürün lideri olamazlar. Teknoloji yatırımları firma kârının ve verimliliğinin artmasında, ürün dizayn ve iyileştirme maliyetlerinin azalmasında önemlidir<sup>75</sup>. Brezilya'da kimya sektöründe faaliyet gösteren firmalar üzerinde yapılan bir

---

<sup>69</sup> R.S.M. Lau, "How Does Research and Development Intensity Affect Business Performance", **South Dakota Business Review**, Vol. LVII, N.1, September 1998, s. 1-8

<sup>70</sup> H.C.Co, K.S.Chew, "Performance and R&D expenditures in American and Japanese manufacturing firms", **Int. J. Prod. Res.**, vol.35, No.12, 1997, s.3333-3348

<sup>71</sup> Shaker A. Zahra, Jeffrey G. Covin, "Business Strategy, Technology Policy and Firm Performance", **Strategic Management Journal**, Volume 14, Issue 6 (Sep., 1993), s. 451-478

<sup>72</sup> H.C.Co, K.S.Chew, **a.g.e.** s. 3333-3348

<sup>73</sup> Yoshiki Matsui, "Contribution of Manufacturing Departments to Technology Development: An Empirical Analysis for Machinery, Electrical and Electronics, and Automobile Plants in Japan", **International Journal of Production Economics** 80, 2002, s. 185-197

<sup>74</sup> Terry Anthony Byrd, Douglas E. Turner, "An Exploratory Examination of the Relationship Between Flexible IT Infrastructure and Competitive Advantage", **Information and Management** 39, 2001, s. 41-52

<sup>75</sup> Matt E. Thatcher, Jim R. Oliver, "The Impact of Technology Investments On a Firm's Production Efficiency, Product Quality and productivity", **Journal of Management Information Systems**, v.18, n.2, (October 1, 2001)



araştırmada İSO sertifikalı firmalarda Ar-Ge ve eğitim çabalarının işletme performansı üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu saptanmıştır<sup>76</sup>.

### 1.4.5 Çalışma Yaşamının Kalitesi

Performansın bu boyutu örgüt çalışanlarının ücret, fiziksel çalışma koşulları, örgüt kültürü, liderlik, işbirliği ortamı, bağımsızlık, bilgi ve beceri geliştirme, işle bütünleşme, takdir ve planlama, karar almaya katılım gibi çalışma yaşamının farklı yönlerine ilişkin çalışanların davranış biçimlerini ve düşünceleri açıklayan bir kavramdır. Örgüt çalışanların beklentilerine ne kadar yüksek düzeyde yanıt verebilirse çalışanların ve dolayısıyla işletmenin performansı da o düzeyde artacaktır. Çalışma yaşamının kalitesini etkileyen örgüt içi uygulamalar şöyle sıralanabilir. Hakça ücret sistemi, parasal ve parasal olmayan özendirici uygulamalar, iş güvencesi, modern çalışma koşulları, mesleki eğitim, katılımcı yönetim uygulamaları. Çalışanların yönetime katılımlarını sağlamak kalitenin artırılmasında, hatalı üretim oranının ve işletme maliyetlerinin azaltılmasında yardımcı olur<sup>77</sup>.

-Devamsızlık

-İşçi devir oranı

-İşçi-işveren uyumsuzluklarının sayısı

-Kaza sayısı

gibi göstergeler çalışma yaşamının kalitesini ölçmede kullanılan çeşitli göstergelerdendir.

İşletme performansının yukarıda sayılan yedi boyutu dışında kamu sorumluluğu ve ürün liderliği gibi iki boyut literatürde yer almaya başlamıştır. Fakat bunlar aslında geniş kapsamlı olarak ele alındığında etkenlik boyutunun içine girmektedir.<sup>78</sup>

<sup>76</sup> Marcos A. M. Lima, Marcelo Resende, Lia Hasenclever, "Skill Enhancement Efforts and Firm Performance in the Brazilian Chemical Industry: An Exploratory Canonical Correlation Analysis-Research Note", *International Journal of Production Economics*, Vol. 87, Issue 2, 28 January 2004, s. 149-155

<sup>77</sup> Everett E. Adam Jr, Benito E. Flores, Arturo Maclas, "Quality Improvement Practices and the Effect on Manufacturing Firm Performance: Evidence From Mexico and the USA", *International Journal of Production Research*, v.39, n.1, January 10, 2001, s. 43-63

<sup>78</sup> Zühal Akal, *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi*, s.41

## 1.4.6 Likidite Oranları

Firmanın vadesi gelen kısa süreli yükümlülüklerini karşılama derecesini ölçen oranlardır. Kısa vadeli borçları ödemede kullanılacak kaynaklar bilançonun dönen varlıklar bölümünde yer alır. Firmanın kısa vadeli borçlarını karşılama gücünün belirlenmesi için dönen varlıklar ile kısa süreli borçlar arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekir. Başlıca likidite oranları: cari oran, likit oran ve nakit orandır.

### 1.4.6.1 Cari Oran

Bilançoda yer alan dönen varlıkların toplamının kısa süreli borçlara bölünmesi ile bulunur.

$$\text{Cari oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Süreli Borçlar}}$$

Bu oranın yüksek olması işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünün yüksek olduğunu gösterirken, bu değer çok yüksek olması, işletmenin elinde verimli kullanılmayan atıl fonlar bulunduğu anlamına gelir. Bu durum, işletmeye kredi verecek olan kurumlar için olumlu iken, işletmenin daha fazla kâr edebilecek iken düşük kâr marjıyla çalıştığını gösterir. Çok genel bir değerlendirme olarak birçok işletme için cari oranın 2.00 civarında olması yeterlidir<sup>79</sup>. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bankaların kısa vadeli borçlar vermeyi tercih etmesi nedeniyle cari oran daha düşük değerler almaktadır. Böyle durumlarda 1.5 civarındaki değerler kabul edilebilir oranlar sayılmaktadır. Yalnızca cari oranın yüksekliğine bakarak işletmenin ödeme gücü hakkında yorumda bulunmak hatalı olabilir, çünkü; dönen varlıkların içinde kasa, bankalar gibi kalemlerin yanında alacaklar ve stoklar da yer alır. Stokların nakde dönüşmesi uzun zaman alıyorsa işletme, cari oran yüksek olmasına rağmen ödeme güçlüğü çekebilir. Aynı şekilde işletme uzun vadeli satış yapıyorsa ve alacaklarını tahsil etmekte güçlük çekiyorsa veya alacakların önemli kısmı tahsili şüpheli alacaklar ise cari oranın yüksek olması yine anlamlı olmayabilir.

<sup>79</sup> Erich A. Helfert, *Techniques of Financial Analysis: A Modern Approach*, IRWIN Professional Publishing, 9<sup>th</sup> ed., 1977, s.99

Mal veya hizmetlerini peşin satıp kredili olarak mal tedarik eden işletme düşük bir cari orana rağmen ödeme sıkıntısı çekmeyebilir. Tersine bir durum da, mal tedarikini peşin yapıp satışlarını vadeli olarak yapan bir işletmede yüksek cari orana rağmen likidite sıkıntısı çekebilir. Cari oranın kısa vadeli aktifler içinde bulunan hesapların ayrı ayrı likidite durumunu göstermemesi nedeni ile bu oran asit oran ile birlikte kullanılmaktadır<sup>80</sup>.

#### 1.4.6.2 Likit Oran (Asit Oran)

Stokların dönen varlıklar içinde likiditesi en düşük kalem olduğu varsayımıyla ve bazı durumlarda paraya çevrilmesinin uzun zaman alabileceği gerekçesiyle cari oranın yanında likit oran geliştirilmiştir. Bir firmanın kısa vadeli borçlarını en hızlı şekilde nasıl kısa vadeli aktiflerle karşılayacağını gösterir. Dönen varlıklardan stokların çıkarılmasıyla elde edilen değer kısa vadeli borçlara oranlanmasıyla hesaplanır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Süreli Borçlar}}$$

Genellikle 1.00 civarında olması<sup>81</sup> yeterli kabul edilirken ülkemiz işletmelerinde 1.00 den düşük 0.6-0.7 civarındadır. Cari oranın yorumlanması açısından söyleneler burdada büyük oranda geçerlidir, likit oranın yeterliliğine karar verirken dönen varlıkların yapısı, dağılımı, işletmenin tedarik ve satış şartları dikkate alınmalıdır.

#### 1.4.6.3 Nakit Oran

İşletmenin alacaklarını tahsil edememesi ve elindeki stokları nakde çevirememesi durumunda borçlarını ödeyebilme yeteneğinin kesin bir ölçüsünü verir. Para ve paraya kolayca çevrilebilecek menkul kıymetlerin kısa vadeli borçlara bölünmesi ile hesaplanır.

<sup>80</sup> çevrimiçi: <http://özgür.beykent.edu.tr/lokman>, 10.03.2003

<sup>81</sup> Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, **Finansal Tablolar ve Analizi**, Savaş Kitap ve Yayınevi, 2. baskı, 1985, s.325

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

Bu oranın 1 olması işletmenin kısa süreli borçlarını her an ödeyebileceğini gösterir. Gelişmiş ülkelerde 0.20 nin üstünde olması istenir<sup>82</sup>. Ancak firma stokları ihtiyaç duyulduğunda kolayca nakde çevrilebilecek durumdaysa veya işletmeye borcu olanlar güvenilir müşteriler ise bu oranın daha düşük çıkması kabul edilebilir.

#### 1.4.7 Mali Yapı ile İlgili Oranlar

Mali bünye ile ilgili oranlar işletmenin finansman edinme ölçüsünü, finansman riskinin derecesini ölçmeye, işletmeye kredi sağlayanların emniyet paylarını değerlendirmeye yönelik oranlardır. Başlıcaları aşağıda ele alınmıştır.

##### 1.4.7.1 (Kaldıraç Oranı): Toplam Borç/Toplam Varlıklar Oranı

Bu oran işletmenin ne ölçüde borca bağımlı olduğunu belirler. Yüksek bir kaldıraç oranı daha riskli bir firmayı ifade eder. Yüksek kârlılık oranlarına sahip firmaların göreceli olarak düşük borç oranları vardır, çünkü bu firmalar kendi iç kaynakları ile kendilerini finanse etme şanslarına sahiptirler<sup>83</sup>. Firmanın kazançları dalgalı olsa bile, borç ödemeleri sabit ve önceden ödeme planı bellidir. Sonuçta nakit akımı azalır, firma borçlarını ödeyemez duruma gelir.

$$\text{Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Toplam Borç}}{\text{Toplam Varlık}} = \frac{\text{Kısa Vadeli Borçlar} + \text{Uzun Vadeli Borçlar}}{\text{Aktif Toplamı}}$$

<sup>82</sup> Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, a.g.e., s.326

<sup>83</sup> Norman Toy, Arthur Stonehill, Lee Remmers, Richard Wright, Theo Beekhuisen, "A Comparative International Study of Growth, Profitability, and Risk as Determinants of Corporate Debt Ratios in the Manufacturing Sector", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, volume 9, Issue 5, 1974 Proceedings (Nov., 1974), s. 875-886

Kaldıraç oranının yüksek olması kredi verenlerin emniyet payını daraltıp yüksek faizle borçlanabilmeye yol açacağı için bir dereceden sonra olumsuz etkisi olur. Düşük kaldıraç oranı bu yönüyle avantajlı olmasına rağmen nisbeten daha düşük bir öz sermaye kârlılığı sağlar. Uzun vadeli borçların toplam borçlar içindeki payı büyükse yüksek bir kaldıraç oranı tolere edilebilir. Kaldıraç oranının %50 civarında olması normal karşılanabilir. Ancak, yaşanan enflasyonun bilançoların pasif yapısı üzerindeki bozucu etkisi sonucu ülkemizde bu oranın %70'lere kadar çıktığı görülmektedir. Bunda ülkemizdeki sermaye kıtlığı ve borçlanmanın avantajlı olmasının rolü büyüktür. Ancak, borçlanma maliyetinin oldukça yüksek seyretmesi, bu durumu giderek ortadan kaldırmaktadır.

#### 1.4.7.2 Öz Sermaye / Toplam Varlık Oranı

Bu oran, işletme varlıklarından yüzde kaçının ortaklar ve işletme sahibince finanse edildiğini gösterir. Orta ve uzun vadeli kredi değerini tespit amacıyla yaygın olarak kullanılır. Oranın yüksek olması işletmenin uzun vadeli borçları ile bunların faizlerini ödemedeki güçlüğüyle karşılaşma ihtimalinin zayıf olduğunu gösterir. Oran aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

Öz Sermaye

Toplam Varlık

Bu oranın %50 civarında olması normal karşılanabilir. Ancak yaşanan enflasyon nedeniyle ülkemizde oran %30'lara kadar düşmektedir. Bu oran kaldıraç oranı ile yakın ilişki içindedir. Aradaki ilişki:

$$1- \text{Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Özsermaye}}{\text{Toplam Varlık}}$$

### 1.4.7.3 Toplam Borç / Öz Sermaye Oranı

Bu oran işletmenin öz kaynakları ile borçları arasındaki ilişkiyi gösterir. Oran borçlar öz kaynaklara bölünerek hesaplanır.

Toplam Borç

---

Öz sermaye

Oranın 1 olması öz kaynak borç dengesi açısından yeterli görülür. Oranın 1'den küçük olması işletme faaliyetlerinde kullanılan iktisadi varlıkların büyük kısmının öz kaynak ile finanse edildiğini gösterir. Buna karşılık oranın 1'in üstüne çıkması, üçüncü kişilerden sağlanan fonların ortaklardan sağlanan fonlardan daha fazla olduğunu gösterir. Bu oranında kaldıraç oranı ile yakın ilişkisi vardır.

$$\frac{\text{Kaldıraç Oranı}}{1 - \text{Kaldıraç Oranı}} = \frac{\text{Toplam Borç}}{\text{Öz Sermaye}}$$

Kaldıraç Oranı ile toplam borç özsermaye ve öz sermaye toplam varlık oranları arasındaki ilişkiden dolayı birinin bilinmesi diğerlerinin bilinmesi anlamına gelmektedir<sup>84</sup>.

### 1.4.7.4 Kısa Vadeli Borçlar / Toplam Varlık Oranı

Pasif içinde kısa vadeli borçların ağırlığını gösteren bir orandır. Bir işletmenin çok fazla kısa vadeli borcu olması geri ödeme riskini artırır. Bu oranın 1/3 seviyesini aşmaması uygun olur<sup>85</sup>. Oranın yüksek olması aktiflerin büyük bölümünün kısa süreli borçlarla finanse edildiğini gösterir. Bu da likidite açısından olumsuz bir durumdur.

<sup>84</sup> Mehmet Bolak, a.g.e., s.36

<sup>85</sup> Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, a.g.e., s.332

Kısa Vadeli Borçlar

---

Toplam Varlık

#### 1.4.7.5 Uzun Vadeli Borçlar / Kaynaklar Oranı

Bu oran işletmenin sahip olduğu varlıkların ne kadarlık bir kısmının uzun vadeli borçlarla finanse edildiğini gösterir. Oran aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Uzun Vadeli Borçlar

---

Pasif Toplamı

#### 1.4.7.6 Duran Varlıklar / Öz Kaynaklar

Bu oran öz kaynakların ne kadarının duran varlıkların finansmanında kullanıldığını gösterir. Oranın birden küçük olması istenir<sup>86</sup>, birden büyük olması duran varlıkların bir kısmının öz kaynaklar yanında borçlarla finanse edildiğini gösterir.

Duran Varlıklar

---

Öz Kaynaklar

#### 1.4.7.7 Maddi Duran Varlıklar / Özkaynaklar

İşletmenin maddi duran varlıklarının (arazi, arsa, bina, tesis, makine, cihaz, taşıt, demirbaş eşya) ne kadarının özkaynaklarla karşılandığını gösteren orandır. Oranın bir olması maddi duran varlıkların tamamen özkaynaklarla karşılandığı gösterir, bu da borç ödeme zamanında üretimi veya hizmeti yürüten maddi duran varlıklara dokunulmayacağı anlamına gelir. Sanayi işletmelerinde maddi duran varlık tutarları yüksek olduğundan bunun sadece özkaynaklarla karşılanması mümkün

---

<sup>86</sup> Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, a.g.e., s.333



olmayabilir. Bu nedenle sanayi işletmelerinde oranın 65/100 olması normal kabul edilebilir<sup>87</sup>.

Maddi Duran Varlıklar

---

Özkaynaklar

#### **1.4.7.8 Borçlar / Maddi Özvarlık**

Maddi özvarlık; öz kaynak – maddi olmayan duran varlıklar'ı ifade etmektedir. Maddi olmayan duran varlıklar herhangi bir tasfiye anında paraya dönüşmeyeceği için söz konusu varlıklar öz kaynak toplamından çıkarılmıştır. Oran bir den küçük olmalıdır<sup>88</sup>. Bu, maddi özvarlıkların daha az borçla finanse edildiğini gösterir.

Borçlar

---

Maddi Özvarlık

#### **1.4.7.9 Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye**

Bir önceki oran ile birlikte kullanılır, duran varlıkların ne ölçüde devamlı (özkaynaklar + uzun vadeli borçlar) sermaye tarafından karşılandığını gösterir, mutlaka bir den küçük olması istenir.

Duran Varlıklar

---

Devamlı Sermaye

#### **1.4.7.10 Maddi Duran Varlıklar / Uzun Vadeli Borçlar**

Maddi duran varlıkların ne şekilde finanse edildiğini ölçen diğer oranlarla birlikte kullanılır. Oran maddi duran varlıkların ne derece uzun vadeli borçlarla finanse edildiğini gösterir.

---

<sup>87</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., a.g.e., s.399

<sup>88</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., a.g.e., s.400

Maddi Duran Varlıklar

---

Uzun Vadeli Borçlar

#### 1.4.7.11 Varlıklar Arası İlişkilerde Kullanılan Oranlar

İşletmenin varlık yapısının analizinde kullanılan bazı oranlar şunlardır.

Dönen Varlıklar

---

Duran Varlıklar

---

Toplam Varlıklar

Toplam Varlıklar

Maddi Duran Varlıklar

---

Toplam Varlıklar

Duran Varlıklar

---

Dönen Varlıklar

Bu oranın ticari işletmelerde bir olması istenir, ancak özellikle yatırımda bulunan üretim işletmelerinde birden büyük olabilir.

#### 1.4.7.12 Kısa Vadeli Borçlar / Toplam Borç

Toplam borç içindeki kısa vadeli borçların oranı hakkında fikir vermektedir. Oranın yüksekliği firmalar açısından olumsuz bir göstergedir. Çünkü firmaların faaliyetlerini çevirmede kullandıkları kısa vadeli borçların yüksekliği firmanın kendi faaliyet ve kaynaklarından fon yaratmada sıkıntı yaşadığının bir göstergesidir. Bu oranın değeri firmaların fon yapısı ve finansman politikalarına göre farklılıklar gösterebilir. Burada ideal olan firmanın kısa vadeli borçlarla uzun vadeli borçlarını ödeme yoluna gitmemesi aldığı kısa vadeli borcu gerçekten faaliyetlerini çevirmede kullanmasıdır<sup>89</sup>.

---

<sup>89</sup> Mustafa Yurdakul, Yusuf Tansel İç, "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 18, n:1, 2003, s. 1-18

## Kısa Vadeli Borçlar

---

Toplam Borç

### 1.4.8 Faaliyet Oranları

Faaliyet oranları işletmenin varlıklarını nasıl bir etkinlikle kullandığını ölçen oranlardır. Genellikle işletmenin satışlarının çeşitli varlık kalemlerine bölünmesi ile bulunur. Başlıca faaliyet oranları aşağıda ele alınacaktır.

#### 1.4.8.1 Alacak Devir Hızı

Alacak devir hızı bir faaliyet dönemindeki kredili satışların ticari alacaklara bölünmesiyle hesaplanır. Ancak işletmenin kredili satışlar tutarının belirlenememesi nedeni ile, oran payında net satışlar tutarına veya toplam satışlar tutarına yer verilerek hesaplanmaktadır.

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

Yüksek bir alacak devir hızı alacakların zamanında tahsil edilebildiğini gösterir. Alacak devir hızı arttıkça alacakların likidite değeri artar. Oranın büyümesi vadelerin kısaldığını, küçülmesi ise vadelerin uzadığını gösterir.

Yüksek bir cari oran yüksek bir alacaklar kaleminden kaynaklanıyor ve alacak devir hızı düşük düzeyde ise işletmenin tahsilat güçlüğü çektiği alacakların büyük bir bölümünün vadesi geçmiş, şüpheli hale dönüşmüş olduğu ve işletmenin borçlarını ödeyebilme gücünün cari oranın gösterdiği kadar yüksek olmadığı sonucuna varılabilir.

Alacak devir hızından ortalama tahsilat süresi hesaplanabilir. Alacak devir hızını tamamlayıcı bir orandır. İşletmenin fonlarını ortalama ne kadarlık bir süre için alacaklara bağladığını gösterir. Ortalama tahsilat süresinin kısa olması arzu edilir. Bu oranı aşağıdaki şekilde hesaplamak mümkündür.

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

Bu oran, borçların ortalama ödeme süresi ile karşılaştırılarak değerlendirilmelidir.

### 1.4.8.2 Stok Devir Hızı

Stok devir hızı firmanın stoklarını yılda ne kadar bir süre içinde üretim faaliyetlerinde tükettiğinin veya satış hasılatına dönüştürdüğünün bir göstergesidir. Stok devir hızının artması genellikle firmanın stok yönetiminin daha çok etkinlik kazandığını, üretim-stok seviyesi arasında kurulan dengenin başarısını ve firmanın siparişe yönelik üretim yaptığını gösterir. Ancak, bu durum görece olarak firma stoklarının sık sık tükenmesinin bir sonucu da olabilmektedir. Stok devir hızı stokların satışlar yoluyla alacaklara dönüşüm hızı hakkında bilgi verir. Mümkün olduğu kadar düşük bir stok düzeyi ile fazla satış yapmak arzulan bir durum olduğundan stok devir hızının yüksek olması tercih edilir. Düşük bir stok devir hızı yüksek bir emniyet stoğu tutma ihtiyacı, satış politikalarında hatalar, modası geçmiş malların stokta tutulmasından kaynaklanabilir. Düşük stok devir hızı durumunda işletmenin cari oranı yüksek olsa bile likidite sıkıntısı çekilebilir. Düşük bir cari orana sahip işletme de yüksek bir stok devir hızına sahipse sağlıklı bir mali bünyeye sahip olabilir.

$$\text{Stok Devir Hızı} = \frac{\text{Satışların Maliyeti}}{\text{Stoklar}}$$

Ortalama stok süresi şöyle hesaplanabilir.

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

Bu sürenin kısa olması tercih edilir.

### 1.4.8.3 Aktif Devir Hızı

Bu oran, işletmenin aktif varlıklarının kaç katı satış yaptığını gösterir. Aktif devir hızının yüksek olması olumludur. Düşük oran işletmenin aktiflerinin atıl kapasiteyle çalıştığını gösterir. Aktif devir hızı büyük ölçüde işletmenin varlık yapısı içinde duran varlıkların görece önemini yansıtır. Bir işletmede duran varlıklar toplam aktif içinde büyük yer tutuyorsa o işletmede aktif devir hızı yavaştır. Aktif devir hızı firmanın kârlılığını belirleyen önemli etmenlerden biridir. Diğer koşullar aynı kalmak şartıyla aktif devir hızını artırmak işletmenin özsermaye kârlılığını yükseltebilir<sup>90</sup>. Oranın sanayi işletmelerinde 2-4 arasında olmasının uygun olacağı ileri sürülmektedir<sup>91</sup>.

$$\text{Aktif devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Aktif Toplamı}}$$

### 1.4.8.4 Maddi Duran Varlık Devir Hızı

Duran varlık devir hızı duran varlıklara yapılan yatırımın seviyesini belirlemeye yardımcı olur. Oranın düşük olması veya düşme eğilimi göstermesi kapasite kullanım oranının düştüğünü, duran varlıkların verimli kullanılmadığını gösterirken, oranın artış eğilimine girmesi kapasite kullanım oranının arttığını ve işletmenin duran varlıklarını verimli kullandığını gösterir. Genel olarak sanayi işletmelerinde bu oranın 5 olması yeterli görülmektedir.

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

### 1.4.8.5 Duran Varlık Devir Hızı

Önceki orana benzer şekilde ele alınır, duran varlıkların verimli kullanılıp

<sup>90</sup> Öztin Akgüç, a.g.e., s.58

<sup>91</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., a.g.e., s.412

kullanılmadığını ölçer. Sanayi işletmeleri için oranın 2 olması normal karşılanmaktadır.

Net Satışlar + İştirak Kazançları + Duran Varlık Faiz Gelirleri + Kira Gelir.

---

Duran Varlıklar

#### 1.4.8.6 Öz Sermaye Devir Hızı

Bu oran işletmenin öz sermayesini ne ölçüde etkin kullandığının tespit edilmesinde kullanılır. Oranın yüksek olması işletmenin sermayesini verimli ve ekonomik kullandığını gösterebileceği gibi firmanın özsermayesinin yetersizliğinden veya işletmenin faaliyetlerini büyük ölçüde borçlanmak suretiyle finanse etmiş olmasından kaynaklanmış da olabilir. Bu nedenle yüksek bir özsermaye devir hızı hesaplandığında işletmenin sermaye yeterliliğinin ve borçluluk durumunda incelenmesi gerekir. Oranın düşük olması ise işletmenin öz kaynaklarını etkin olarak kullanmadığını ve işletmenin faaliyet seviyesinin gerektiğinden daha fazla öz kaynağa sahip olduğunu gösterir.

Net Satışlar

$$\text{Özsermaye Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Özsermaye}}$$

#### 1.4.9 İşletmelerin Sabit Yükümlülüklerini Karşılama Gücünü Ölçmede Kullanılan Oranlar

Bu oranlar firmanın sabit yükümlülüklerini karşılayabilmek için yeterli kaynak yaratıp yaratmadığını göstermektedir.

##### 1.4.9.1 Faiz Karşılama Oranı

Oran firmanın borç faizlerini genel ifadesiyle finansman giderlerini karşılayabilme yeteneğiyle ilgili bilgi verir, yani firma ödemek zorunda olduğu faizin kaç katı kazanmaktadır.

Vergiden Önceki Kâr + Faiz Giderleri

Faiz Giderleri

Bu oranın batı ülkelerinde 8 veya 7 olması yeterli kabul edilmektedir<sup>92</sup>. Faiz karşılama oranının net kârla hesaplandığı durumda

Net Kâr (Vergiden Sonra) + Faiz Giderleri

Faiz Giderleri

Oranın 4 veya 3 olması yeterli kabul edilmektedir.

#### 1.4.9.2 Borç Servis Oranı

Oran firmanın uzun vadeli borç taksitlerini ödeme gücünü saptamak için kullanılır. Borcun anapara taksidi ve faizi toplamına borç servisi denilmektedir.

Net Kâr (vergiden önce) + Fon Çıkışı Gerektirmeyen  
Giderler + Faizler

Borç Servis Oranı =  $\frac{\text{Net Kâr (vergiden önce) + Fon Çıkışı Gerektirmeyen Giderler + Faizler}}{\text{Faiz Giderleri + Anapara Taksit Ödemeleri}}$

Borç servis oranının 2 veya daha yüksek olması yeterli kabul edilmektedir. Ancak geliri istikrarlı firmalarda bu oranın 1.5 olmasında yeterli görülmektedir<sup>93</sup>.

#### 1.4.9.3 Sabit Giderleri Karşılama Oranı

İşletme hiçbir faaliyette bulunmasada katlanmak zorunda olduğu sabit giderleri vardır. Bunu karşılayabilme gücünü ölçmek amacıyla kullanılan oranın yüksek olması istenir. büyük sanayi işletmelerinde bu oranın 5 olması uygun sayılmaktadır.

<sup>92</sup> Öztin Akgüç, a.g.e., s.76

<sup>93</sup> Öztin Akgüç, a.g.e., s.78



### 1.4.10 Diğer Faktörler

İşletme performansını ölçmek için kullanılacak, genel veya işletmenin faaliyet gösterdiği alana ve hatta işletmenin sadece kendisine özel çok sayıda kriter sayılabilir. Bir diğer deyişle işletmenin performansını az yada çok etkileyen çok sayıda etmenden söz etmek mümkündür. Performansın yedi boyutu olarak ele alınan verimlilik, kârlılık, kalite vd. gibi performans boyutları ve bunlarla ilişkilendirilen finansal oranlar buraya kadar incelenmiştir. Aşağıda çeşitli çalışmalarda işletme performansına etkisinden söz edilmiş veya araştırmalarda bir faktör olarak kullanılmış diğer bazı kriterlerden özetle bahsedilecektir.

#### 1.4.10.1 Enflasyon

Finansal Analizlerde kullanılan oranlar genel olarak, oranlar yoluyla analiz kısmında da incelendiği gibi firmaların likidite durumunu ortaya koyan oranlar, mali yapısı ile ilgili oranlar, faaliyet oranları, kârı ölçen ve değerlendiren oranları ile işletmenin borç ödeme kabiliyetini ölçen oranlardır. Ancak bu oranlar enflasyonun yarattığı olumsuz değişim sebebiyle gerçekçi olamamakta yada yetersiz kalmaktadır. Örneğin oran analizinde en fazla kullanılan ve işletmenin ödeme gücünün göstergesi olan likit oranın (= Hazır Değerler + Menkul Kıymetler + Kısa Vadeli Alacaklar / Kısa Vadeli Borçlar) 1 olması koşulu aranır ancak enflasyon dönemlerinde, işletmeler sürekli artan fiyatlar karşısında korunmak veya fiyat artışı farklarından yararlanmak amacıyla göreceli daha fazla stok bulundurma eğiliminde olurlar. Daha fazla stok bulundurabilmek için de daha fazla kısa vadeli borç yükü altına girerler. Bu da likit oranın olması gerekenden düşük çıkmasına sebep olur. Yine, öz sermaye maddi duran varlıklar oranı ele alındığında, bu oran; işletmenin öz sermayesinin ne ölçüde maddi sabit kıymetlerin finansmanında kullanıldığını gösterir. Oran eğer 1 den büyük ise, maddi duran varlıkların tamamı öz sermayeden karşılanmış demektir. İstenen durumda budur. Sermaye yoğun teknoloji ile çalışan işletmelerde ilk kuruluş

yıllarında 1 den küçük olması normaldir. Ancak genel olarak sınai işletmeleri için olması gereken oran 1' dir.

Yeni yatırımlara girişmeyen işletmelerde, cari fiyat değişiklikleri öz sermaye ile daha yakından izlenebildiği halde, tarihi maliyetler ile değerlendirilmiş maddi duran varlıklar aynı şekilde izleyemediğinden, oran farklılaşmaktadır<sup>94</sup>. Duran varlıklarını yeniden değerlendirme ile güncelleştiren işletmelerde söz konusu sakınca ortadan kalkmaktadır. Diğer taraftan, işletme eğer yeni yatırımlara girişebiliyorsa bu durumda da enflasyon yatırım tutarını yükseltmekte, aynı zamanda işletmeler yeni yatırımların finansmanı için öncekine göre daha fazla yabancı kaynağa gereksinim duymakta ve oran yine değişebilmekte bu defa da öz sermayenin yabancı sermaye ile desteklenmesi sonucu oran küçülmektedir.

Enflasyondan etkilenen bir diğer oran da kaldıraç oranıdır. Toplam Borçlar / Toplam Aktifler olarak alınan bu oran aktiflerin yüzde kaçının yabancı kaynaklar ile finanse edildiğini gösterir. Oranın yüksek olması kredi verenler açısından emniyet marjının dar olduğunu, işletmenin faiz ve borç ödeme açısından zor durumlara düşme olasılığının yüksek olduğunu gösterir. Gelişmiş ülkelerde oranın % 50'nin üzerine çıkması tehlike işareti sayılır ancak, gelişmekte olan ülkelerde oran genellikle % 60'ın üzerindedir<sup>95</sup>.

Enflasyon dönemlerinde işletmeler daha fazla işletme sermayesine ihtiyaç duyarlar ve bu gereksinimleri daha fazla kısa vadeli yabancı kaynaklar ile karşılamak zorunda kalırlar. Yeni yatırımların finansman gereksinimlerini arttırması ve işletmelerin finansal kaldıraçın olumlu etkisinden yararlanma arzuları da Toplam Borçlar / Toplam Aktifler oranının yükselişine neden olmaktadır. Yine, yabancı kaynakların ne kadarının kısa vadeli olduğunu gösteren Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar / Yabancı Kaynaklar oranında da aynı nedenlerle Kısa Vadeli Yabancı kaynakların payı artmaktadır. Diğer taraftan, Varlık yapısı ile ilgili oranlardan Dönen Varlıklar / Toplam Varlıklar oranında da bir takım değişimler enflasyonun etkisiyle söz konusu olur. Çünkü, Enflasyon hem işletme sermayesini arttırmakta hem de

<sup>94</sup> Öztin Akgülç, a.g.e., s.91

<sup>95</sup> Lale Karabıyık, "Enflasyonun Finansal Analiz ve Finansal Kararlar Üzerine Etkileri", **Uludağ Üniv., İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt:18, Sayı:2, Nisan 2000, çevrimiçi: <http://iktisat.uludag.edu.tr/dergi/8/lale/lale1.htm> 04.08.2003

işletmelerin yeni yatırımlardaki hızını azaltmaktadır. Aynı zamanda dönen varlıklar, yaklaşık olarak cari değerler ile değerlendirilmekte, ancak duran varlıklar tarihi değerler ile değerlendirildiğinden varlık bileşimi değişebilmektedir. Enflasyon dönemlerinde işletmelerin dönen varlıklarının görece önemi artarken duran varlıkların görece önemi, söz konusu varlıklarda, yeniden değerlemeye karşın, genellikle azaltmakta, veya bilançolardan böyle bir izlenim edinilmektedir<sup>96</sup>.

Enflasyon dönemlerinde sürekli fiyat artışları sebebiyle girdilerin gerektiği an belirli bir fiyat üzerinden tedarik edilememesi, planlama yapmanın güçleşmesi, hammadde yokluğu sebebiyle üretimin kesintiye uğramasının doğurabileceği zararlar işletmeleri emniyet stoklarını artırmaya zorlamaktadır<sup>97</sup>. Stoklama dönen varlıklar içerisinde stokların payını artırmaktadır. Bazı sektörlerde kredili satışlara ağırlık verilmesi sebebiyle, stokların eridiği ancak alacakların arttığını söylenebilir. Bu durumda da dönen varlıklar içerisinde stoklar yerine, alacakların payının arttığını gözlemlenir.

Enflasyon dönemlerinde, kârlılık oranlarına bakıldığında ise işletmelerin kârlılık durumlarının değerlemesi yapılırken, aktif kârlara dikkat edilmelidir. Enflasyon döneminde yüksek çıkan kâr gerçekçi olmayabilir. Dağıtılan Kâr / Dönem Net Kârı oranının da enflasyon dönemlerinde düştüğü gözlemlenir çünkü, enflasyon dönemlerinde şirketlerde finansman gereksinmesi zaten artmıştır. Hisse Senetlerinin Pazar fiyatları, fiyatlar genel seviyesindeki yükselişi izleyememektedir. Hisse senetleri bazı durumlarda defter değerinin de altına düşebilmektedir. Şirketlerin oto finansmana yönelmeleri söz konusu olmaktadır. Ayrıca nakit şeklinde kâr payı dağıtmayan işletmelerde gelir vergisi stopajının da olmamasının etkisiyle de kârlar daha çok işletmede tutulmakta bazen de hisse senedi şeklinde kâr payı verilmektedir.

Öncelikle enflasyon faiz oranlarında bir artış meydana getirmektedir. Bu durumda finansman yöneticisi, kısa vadeli değişken faizli menkul değerlere yönelmektedir. Uzun vadeli borçlanmadan kaçınmaktadır. Enflasyon oranı, faiz oranlarındaki artıştan daha fazla olduğu zamanlarda da işletme yabancı kaynaktan finansmana ağırlık vererek kâr maksimizasyonu hedeflemektedir. Yine enflasyon oranlarındaki artıştan dolayı faiz oranlarındaki artış uzun vadeli sabit gelirli tahvil

<sup>96</sup> Lale Karabıyık, a.g.e.

<sup>97</sup> Mine Tükenmez, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd., a.g.e., s.599

fiyatlarında düşüşe neden olur. Tahvil yatırımcıları enflasyon dönemlerinde işletmelere uzun vadede değil, kısa vadede ve faiz oranı yüksek borç vermeyi arzu edecektir. Yani enflasyon etkisiyle artan faiz oranları işletmeleri uzun vade ile değil kısa vade ile fon kullanmaya yöneltmektedir. Çünkü yatırımcı ancak enflasyonun çok üzerinde bir faiz oranıyla, uzun vadeli tahvile yönelmek isteyebilir<sup>98</sup>.

#### **1.4.10.2 Pazar Odaklılık ve Rekabet**

Pazar odaklılık; Bir işletmenin tüm üyelerinin inanç, tutum ve davranışlarını şekillendirecek olan pazarlama anlayışının organizasyonel düzeyde benimsenmesidir. Basitçe; organizasyonun pazarlama anlayışını temel işletme felsefesi olarak benimseme gönüllülüğüdür. Pazar odaklılığın üstün performansla sonuçlanmasının nedeni; işletme tüm faaliyetlerini gerçekleştirirken müşterilerini anlamaya ve ihtiyaçlarını tatmin etmeye çalışması ve bununda işletmeye sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamasıdır. Rekabetin temelini ürünleri rakiplerin sahip olmadığı biçimde farklılaştırma veya rakiplerden daha düşük maliyetle üretme oluşturur<sup>99</sup>. Pazar odaklılık ile işletme performansı arasında ki ilişkiyi inceleyen çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar bu iki kavram arasındaki ilişkiyi gösteren güçlü deliller sunmuşlardır<sup>100</sup>. Pazar odaklılığı, yukarıda açıklandığı anlamı ile performansın yedi boyutundan kalite boyutu içinde rekabeti de yenilik boyutu içinde düşünmek mümkündür.

#### **1.4.10.3 Grup Bağlılığı**

Türkiye gibi yükselen piyasa ekonomilerinin bir çoğunda grup firmalarının özel sektör içindeki payı oldukça yüksektir. İyi işleyen sermaye, emek ve ürün piyasalarının bulunduğu gelişmiş piyasalara kıyasla gelişmekte olan ülke pazarlarında enformasyon ve agency problemlerinden kaynaklanan piyasa aksaklıkları daha ciddi boyutlardadır. Gelişmiş ülkelerde bağımsız aracı kuruluşların

<sup>98</sup> Lale Karabıyık, a.g.e

<sup>99</sup> Oya Erdil, Nihat Kaya, "Orta Büyüklükteki İşletmelerde Pazar Odaklı Rekabetin Performans Üzerine Etkileri ve Bir Saha Araştırması", **D.E.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, V.3, No.1, 2002, s. 31-44

<sup>100</sup> George J. Avlonitis, Spiros P. Gounaris, "Marketig Orientation and its Determinants", **European Journal of Marketing**, vol.33. No.11/12, 1999

üstlendiği rolü gruba bağılı firmalar kendi iç bünyelerinde oluşturdukları yapılarla aşma yoluna giderler. Diğer yandan aile şirketlerinde kârlı firmadan kârsız olana kaynak aktarımı gibi, farklı sektörlerde faaliyette bulunmanın sonucu olarak ana merkezin yerinde kararlar alamamaları gibi gruba bağılı olmanın maliyetleri de olmaktadır. Türkiye’de Sanayi Gruplarına Bağılı Olarak Faaliyet Gösteren Firmaların Performansı Üzerine Karşılaştırılmalı Bir Analiz<sup>101</sup> adlı çalışmada firma performansı (bilanço performansı - aktif kârlılık, sermaye kârlılığı, kâr marjı- piyasa performansı - fiyat / kazanç, fiyat / nakit akış oranı ve piyasa değeri / defter değeri-) ve bir dizi finansal özelliğin (cari oran, acid test rasyosu, toplam borç / toplam aktif, uzun vadeli borç / özsermaye, stok devir hızı, alacak devir hızı, aktif devir hızı, maddi duran varlık devir hızı) iş grubuna bağılılık, aile kontrolü, yabancı mülkiyet ve halka açılma düzeyi arasındaki ilişki incelenmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir. Bir iş grubuna bağılı olma firma performansını etkilememektedir ( $p>0.1$ ). Yabancı sermayeli şirketler hariç halka açılma düzeyi ve aile mülkiyetinin her iki performans göstergeleri ile ilişkisi olmadığı bulunmuştur. Aktif büyüklük ile firma performansı arasında istatikselsel olarak anlamlı bir ilişki vardır ( $p<0.05$ ). Kısa ve uzun dönem borçlanma rasyoları ile aile kontrolü, yabancı mülkiyet ve sektörel farklılaşma arasında anlamlı bir ilişki vardır. Grup bağılılığı ile stok devir hızı ve alacak devir hızı arasında orta düzeyde; aile mülkiyeti ile maddi duran varlık arasında kısmi; halka açılma düzeyi ile aktif devir hızı ve maddi duran varlık devir hızı arasında orta düzeyde; aktif büyüklüğü ile alacak devir hızı arasında orta düzeyde; sektörel dağılım ile stok devir hızı ve aktif devir hızı arasında güçlü bir ilişki mevcuttur. Yabancı mülkiyet ile firmaların finansal özellikleri arasında ise hiçbir ilişki yoktur. Bir başka araştırmada<sup>102</sup> firmanın, firma sahibinin kontrolünde olması ile yönetici kontrolünde olmasının firmanın nakit akışında fark yarattığı ortaya konmuştur. Firma sahibi kontrolündeki firmaların nakit akışlarının daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Fakat satışların büyüme hızı ile aktif büyüme hızı açasından iki tür firma arasında

<sup>101</sup> Lokman Gündüz, Ekrem Tatoğlu, “Türkiye’de Sanayi Gruplarına Bağılı Olarak Faaliyet Gösteren Firmaların Performansı Üzerine Karşılaştırılmalı Bir Analiz”, 9. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, Bildiriler, 24-26 Mayıs 2001, İstanbul. Çevrimiçi, [www.işletme.istanbul.edu.tr/duyurular/kongrebook/1/kongre.htm](http://www.işletme.istanbul.edu.tr/duyurular/kongrebook/1/kongre.htm), 10.03.2003

<sup>102</sup> J.W.Elliot, “Control, Size, Growth, and Financial Performance in the Firm”, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Volume 7, Issue 1 (jan., 1972), s. 1309-1320

anlamalı bir fark bulunmamaktadır. Sermaye artışı ile hissedarlara pay dağıtımı açısından ve kâr büyüme hızı ile özsermaye kârlılık artışı açısından da iki tür firma arasında bir fark bulunamamıştır. Karşılaştırmaya konu olan firmalar büyüklükleri açısından incelendiğinde küçük firmaların büyük firmalara nazaran daha yüksek nakit akışına ve daha yüksek sermaye artışına sahip oldukları gözlenmiştir. Fakat firma büyüklüğünün kârlılığı, satışların büyüme oranını ve aktif büyüme oranını etkilediğine dair bir kanıt bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Buna karşın firma büyüklüğü ile toplam aktiflerde artış oranı arasında 0.10 anlamlılık düzeyinde geçerli bir ilişki vardır. Küçük firmaların toplam aktiflerindeki artış büyük firmalara göre daha fazladır. Uzun vadeli borçlar / özsermaye oranı,  $1-(\text{özsermaye} / (\text{toplam pasifler} - \text{kısa vadeli borçlar}))$  oranı ve sermaye giderlerinin büyüme oranları ile yani satışların büyüme oranı ve aktif büyüme oranı ile 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişkisi vardır. Düşük büyüme oranlarına sahip firmalarda Uzun vadeli borçlar / özsermaye oranı ile  $1-(\text{özsermaye} / (\text{toplam pasifler} - \text{kısa vadeli borçlar}))$  oranı yüksek olmaktadır.



## II. BÖLÜM

### 2. KANONİK KORELASYON ANALİZİ

#### 2.1 Kanonik Korelasyon Analizinin Tanımı ve Önemi

İki ve ikiden fazla bağımlı değişken içeren veriler çok değişkenli olarak tanımlanmakta<sup>1</sup>, deneysel veya gözlemsel veriler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde çok değişkenli istatistik yöntemler kullanılmaktadır. Çok değişkenli istatistik yöntemlerin kullanımı son 30 yılda büyük oranda artmıştır. Analizlerin çoğunun yirminci yüzyılın ilk yarısında bulunmuş olmasına rağmen son yıllardaki bu artışın en önemli sebebi bilgisayarların son yıllarda yaygınlaşması ve çok veri içeren karmaşık hesaplamaların yapılabilmesine imkan sağlayan güçlü istatistik yazılımlarının artmasıdır.<sup>2</sup>

Kanonik Korelasyon Analizi (Canonical Correlation Analysis) Hotelling (1935) tarafından geliştirilmiş çok değişkenli bir istatistik yöntemidir. Hotelling'den sonra Cooley ve Lohnes (1971), Kshirsagar (1972), Mardia, Kent ve Bibby (1979) çalışmalarıyla kanonik korelasyon analizinin geliştirilmesine katkıda bulunmuşlardır. Kanonik korelasyon analizi iki değişken kümesi arasındaki ilişkiyi tanımlamak ve ölçmek için kullanılan bir tekniktir<sup>3</sup>. Y (bağımlı), X (bağımsız), değişken kümelerinin metrik veya metrik olmayan değerleri için kullanılabilen en genel modeldir. Diğer istatistik yöntemlere nazaran daha az varsayıma dayanır<sup>4</sup>. Ayrıca bağımlı değişkenlerin birden çok olması durumunda kullanılacak en güçlü ve en uygun yöntemdir, kategorik verilerde de uygulanabilir<sup>5</sup>.

Kanonik korelasyon analizi bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılırken, sadece hangi bağımsız değişkenin hangi bağımlı değişken üzerinde etkin olduğunu değil aynı zamanda hangi bağımsız

<sup>1</sup> Laurence G. Grimm and Paul R. Yarnold, **Reading and Understanding More Multivariate Statistics**, American Psychological Association, sep 2000, s.5

<sup>2</sup> Journal of Consulting and Clinical Psychology de çıkan bir araştırmaya göre en az bir çok değişkenli istatistik analizinin kullanıldığı araştırma sayısı 1976 dan 1992 ye kadarki 16 yıl içinde % 744 oranında artmıştır. Howard E. A. Tinsley, Stewen D. Brown, **Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modelling**. Academic Press, 2000, s.3

<sup>3</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, Prentice Hall, 2002, s.543.

<sup>4</sup> Hair, Anderson, Tatham, Black, **Multivariate Data Analysis**, Prentice Hall, 1998, s. 443.

<sup>5</sup> F. H. C. Marriot, "Test of Significance in Canonical Analysis", **Biometrika**, V.39, 1952, s.58-64



değişkenin hangi bağımlı değişken üzerinde daha etkin olduğunu belirlemeye de yarar<sup>6</sup>. Diğer istatistik yöntemlere nazaran anlaşılması ve yorumlanması daha zor olduğundan son zamanlara kadar pek kullanılmamıştır. 1980-1995 yılları arasında Sosyal Bilimler Atıflar İndeksine ( Social Sciences Citation Index) giren kanonik korelasyon analizi kullanılarak yapılmış yayınların sayısı ancak 11 tanedir<sup>7</sup>.

Basit korelasyon analizinde iki değişken  $Y_i, X_i$   $i = 1, 2, \dots, n$  arasındaki ilişki basit korelasyon katsayısı ile, çoklu korelasyon analizinde bir bağımlı değişken Y ile bağımsız değişkenler  $X_1, X_2, \dots, X_n$  arasındaki ilişki çoklu korelasyon katsayısı ve kısmi korelasyon katsayıları yardımları ile bulunur. İki veri kümesi X ve Y de X:  $X_1, X_2, \dots, X_p$  bağımsız ve Y:  $Y_1, Y_2, \dots, Y_q$  bağımlı değişken sayısı birden fazla olduğu için basit veya çoklu korelasyon analizinden faydalanılamaz. Bu değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için iki küme doğrusal bileşenler halinde yazılarak kanonik değişkenlere indirgenir<sup>8</sup>, kanonik değişkenler arasındaki korelasyon hesaplanarak X ve Y değişken kümeleri arasındaki ilişki araştırılır.

Kanonik korelasyon analizi aynı zamanda bir veri indirgeme tekniğidir<sup>9</sup>, çünkü; p adet değişkene sahip X kümesi ile q adet değişkene sahip Y kümesi arasında ki  $p \times q$  adet korelasyonu incelemek yerine, iki değişken kümesi arasındaki korelasyonu değişkenlerin lineer kombinasyonları olan az sayıda kanonik değişkenle açıklamak mümkün olmaktadır. Yorumlanacak kanonik değişken sayısı  $\min(p, q)$  dan daha az sayıda olacaktır<sup>10</sup> çünkü bütün kanonik korelasyonlar istatistiki açıdan anlamlı çıkmayacaktır, o yüzden anlamlı korelasyonların sayısı kanonik değişkenlerin sayısı olan  $\min(p, q)$  daha az sayıda olmak durumundadır.

<sup>6</sup> Mark S. Levine, **Canonical Analysis and Factor Comparison**, Sage Publications, 1977, s.6

<sup>7</sup> Loo, Becky P. Y, "An Application of Canonical Correlation Analysis in Regional Science: The Interrelationships...", **Journal of Regional Science**, Feb., 2000, Vol. 40, Issue 1, p. 143-170

<sup>8</sup> Hamid Mirtaghizadeh, **Kanonik Korelasyon Analizi Üzerine Bir Deneme**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (İstatistik), 1990, s. 1

<sup>9</sup> Xiangrong Yin, "Canonical Correlation Analysis Based on Information Theory", **Journal of Multivariate Analysis**, Vol. 91, Issue 2, Nov. 2004, s. 161- 176

<sup>10</sup> Kang Mo Jung, " Local Influence Assessment in Canonical Correlation Analysis", **Journal of Applied Statistics**, Vol. 27, No. 3, 2000, 293-301

Genel form

$$Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

(metrik veya metrik değil) (metrik veya metrik değil) <sup>11</sup>

Kanonik korelasyon analizi farklı alanlarda şu şekilde kullanılabilir<sup>12</sup>. Siyaset bilimciler hangi sosyal ve politik simgelerin toplumda güçlü etki bıraktığını belirlemek, sosyologlar kentleşme veya gelir düzeyinden hangisinin belirli bir grup insan üzerinde daha etkin olduğunu veya suç oranı üzerinde nelerin etkin olduğunu belirlemek, ekonomistler hangi çevre ve eğitim şartlarının insanların turizm harcamalarında veya çocuklarının eğitim harcamalarında etkili olduğunu saptamak, eğitimciler farklı yaş gruplarındaki çocukların öğrenmelerinde etkili faktörleri belirlemek için kullanabilirler.

Ayrıca bir ülkenin çeşitli ekonomik göstergeleri ile eğitim göstergeleri arasındaki ilişki, ekonomik göstergeleri ile sağlık göstergeleri arasındaki ilişki, bireylerin yaşam tarzları ve yemek yeme alışkanlıkları ile yüksek tansiyon, anksiyete...gibi sağlık göstergeleri arasındaki ilişki, tüketilen ürünler ile kişilik arasındaki ilişki gibi birden fazla bağımsız değişken ve birden fazla bağımlı değişkenin söz konusu olduğu durumlarda, hangi değişkenin hangi değişken üzerinde etkin (ve diğer değişkenlere nazaran daha etkin) olduğunu ortaya çıkarmak için kanonik korelasyon analizi kullanılmaktadır. Kanonik korelasyon analizi kullanılarak farklı alanlarda yapılmış çalışmalara örnek olarak şunlar sayılabilir;

Waugh (1942) buğday türleri ve un'un çeşitli karakteristik özellikleri arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analizi ile incelemiştir. Meredith (1964) aynı bireylere uygulanmış iki farklı zeka testini karşılaştırmak için, Hopkins (1969) konut kalitesi ile hastalıklar arasındaki ilişkiyi ölçmek için kanonik korelasyon analizini kullanmışlardır<sup>13</sup>. Yine aynı şekilde farklı sınıf, cinsiyet ve ırk'tan öğrencilerin davranış problemleri ile okul başarısı arasındaki ilişki<sup>14</sup>, kültürel değerler ve

<sup>11</sup> Hair, Anderson, Tatham, a.g.e., s.443

<sup>12</sup> Mark S. Levine, a.g.e., s. 6

<sup>13</sup> A.A.Afifi, **Computer-Aided Multivariate Analysis**, Chapman and Hall, 3<sup>rd</sup> ed., 1998, s.228

<sup>14</sup> Byron W. Lindholm, John Touliatos, Amy Rich, "A Canonical Correlation Analysis of Behaviour Problems and School Achievement for Different Grades, Sexes, and Races", **Journal of Educational Research**, 1977: July/Aug, s.340-342,

turizm<sup>15</sup>, sahil profilleri ile dalga türleri<sup>16</sup>, öğretmenlerin kişilik özellikleri ile öğretim başarıları<sup>17</sup>, posta ile sipariş verme ve müşteri memnuniyeti<sup>18</sup>, farklı türlerdeki suçlara verilen cezalar ve işlenen suçlar<sup>19</sup>, spor organizasyonlarında imaj yönetimi ile marka değeri yaratma<sup>20</sup>, satın almada sosyal ve ekonomik riskler ile gözleme veya söze dayalı kişisel etkileşim<sup>21</sup>, kilo ile kalp rahatsızlıkları arasındaki ilişkilerin incelenmesi<sup>22</sup>, şöförlerin memnuniyetini etkileyen faktörlerin<sup>23</sup> belirlenmesi amacıyla kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır.

## 2.2 Kanonik Korelasyon Analizi ve Diğer Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler

Bazı istatistik analiz yöntemleri kanonik korelasyon analizinin özel halleridir. Bilindiği gibi çoklu korelasyon analizi bir bağımlı değişken ile birden fazla bağımsız değişken arasındaki korelasyonların incelenmesidir. Kanonik korelasyon analizinde

---

\* Davranış problemleri olarak alınan kalitatif değişkenler, öğrenciler 3 puan üzerinden değerlendirilerek elde edilmiştir. Bunlar; davranış bozukluğu ( yıkıcılık, işbirliği yapmama gibi özellikler), kişilik bozukluğu (korku, tedirginlik, içe kapanıklık vs.), olgunluk ( pasiflik, dikkat toplayamama vs.) ve sosyal problem olma (çete üyesi olma, kötü arkadaş edinme vs). Okul başarısı ise California Achievement Test'te (CAT) öğrencilerin dil, okuma ve matematik'te aldıkları puanlarla değerlendirilmiştir

<sup>15</sup> Simon Wong, Elaine Lau, "Understanding the Behavior of Hong Kong Chinese Tourists on Group Tour Packages", **Journal of Travel Research**, Vol.40, Aug. 2001, s.57-67,

Çin'li turistlerin çeşitli kültürel özelliklerle tur esnasında 22 konudaki tutumları arasındaki ilişkinin araştırıldığı makalede bütün değişkenler kalitatif değişkenlerdir, 5 üzerinden ölçeklendirilmiştir (1= hiç önemli değil, 2= önemli değil, 3= normal, 4= önemli, 5= çok önemli)

<sup>16</sup> Magnus Larson, Michele Capobianco, Hans Hanson, "Relationship Between Beach Profiles and waves at Duck, North Carolina, determined by Canonical Correlation Analysis", **International Journal of Marine geology, Geochemistry and Geophysics**, 163, 2000, s. 275-288

<sup>17</sup> Randy F. Elmore, Chad D. Ellett, "A Canonical Analysis of Personality Characteristics, Personal and Teaching Practices Beliefs, and Dogmatism of Beginning Teacher Education Students", **Journal of Experimental Education**, 47:2, 1978/1979: Winter, s. 112-117

<sup>18</sup> Li-Wei Mai, Mitchell R. Ness, "Canonical Correlation Analysis of Customer Satisfaction and Future Purchase of Mail-Order Speciality Food", **British Food Journal**, v.1001, no:11, 1999, s.857-870

<sup>19</sup> James C. McDavid, Brian Stipak, "Smultaneus Scaling of Offense Seriousness and Sentence Severety Through Canonical Correlation Analysis", **Law and Societ Review**, 16:1, 1981/1982, s.147-162

<sup>20</sup> Alain Ferrand, Monique Pages, "Image Management in Sport Organisations: the Creation of Value", **European Journal of Marketing**, v.33, no. ¾, 1999, s. 387-401

<sup>21</sup> Micael Perry, B. Curtis Hamm, "Canonical Analysis of Relations Between Socioeconomic Risk and Personal Influence in Purchase Decisions", **Journal of Marketing Reseach**, 6:3, 1969, s.351-354

<sup>22</sup> Steven N.Blair, David A. Ludwig, Nancy N. Goodyear, "A Canonical Analysis of Central and Peripheral Subcutaneous Fat Distribution and Coronary Heart Disease Risk Factors in Men and Women Aged 18-65", **Human Biology**, 60:1, Feb,1988, s.111-122,

<sup>23</sup> Richard, Michael D, LeMay, Stephan A, Taylor G Stephan, Turner Gregory B, "A Canonical Correlation Analysis of Extrinsic satisfaction", **Logistic and Transportation Review**, Vancouver, Dec 1994, s.28-32

bağımlı değişkenler kümesi yalnızca tek değişkenden meydana geliyorsa, kanonik korelasyon analizi çoklu korelasyon analizine döndürür. Kanonik korelasyon analizinde bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri birer değişken den oluşuyorsa bu da basit korelasyon analizi olur. Varyans analizi (ANOVA) ve iki gruplu ayırma analizi çoklu regresyonun bir özel hali olduğundan, kanonik korelasyon analizinin de bir özel halidir. İki grup arasında yalnız tek kanonik korelasyon sıfırdan farklı ise tek ayraç (discriminator) yeterlidir, o da kanonik korelasyonu sıfırdan farklı yapan durumdur<sup>24</sup>. Çoklu varyans analizi (MANOVA) ve çok gruplu ayırma analizleri de kanonik korelasyon analizinin özel birer halidir; bağımlı değişken kümesi çok gruplu nitel değişkenlerden oluşuyorsa kanonik korelasyon analizi çok gruplu ayırma analizine<sup>25</sup> (multiple- group discriminant anaysis), bağımsız değişken kümesi çeşitli faktörlerden oluşmuş nitel değişkenler grubu ise kanonik korelasyon analizi MANOVA'ya dönüşür<sup>26</sup>. Kontenjans tabloları için hesaplanan Ki-Kare değerleri kanonik korelasyon analizi ile de bulunabilmektedir<sup>27</sup>.

### 2.3 Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları

Kanonik korelasyon analizi diğer yöntemlere nazaran uygulanacağı değişkenler üzerinde en az varsayıma sahip yöntemdir<sup>28</sup>. Aralık ölçekli değişkenlere uygulanabilen<sup>29</sup> analizin geçerliliğini sürdürmesi için gereken varsayımlar şunlardır.

1. Tanımsal amaçlı olarak sadece kanonik korelasyonlar hesaplanacaksa, kanonik korelasyon analizinin uygulanacağı verilerin çok değişkenli normal dağılıma uyması şart değildir<sup>30</sup>. Normallik kanonik değişkenlerin kaç tanesinin anlamlı olduğunun test edilmesi için gereklidir<sup>31</sup>. Normal dağılım katı bir şart olmadığından kanonik

<sup>24</sup> A. M. Kshirsagar, "A Note on Direction and Collinearity Factors in Canonical Analysis", **Biometrika**, Volume 49, Issue 1/ 2, Jun., 1962, s.255-259

<sup>25</sup> Morris B. Holbrook, William L. Moore, "Using Canonical Correlation to Construct Product Spaces for Objects with Known Feature Structures", **Journal of Marketing Research**, 19:1, Feb., 1982, s. 87-98

<sup>26</sup> Subhash Sharma, **Applied Multivariate Techniques**, John Willey & Sons, 1996, s.409

<sup>27</sup> William P. Dunlap, Charles J. Brody, Tammy Greer, "Canonical Correlation and Chi-Square: Relationships and Interpretation", **The Journal of General Psychology**, 127 (4), 2000, s. 341-353

<sup>28</sup> Hair, Anderson, Tatham, **a.g.e.**, s.444

<sup>29</sup> Paul E. Green, Michael H. Halbert, Patrick J. Robinson, "Canonical Analysis: An Exposition and Illustrative Application", **Journal of Marketing Research**, 3:1, Feb., 1966, s. 32-39

<sup>30</sup> Mark S. Levine, **a.g.e.**, s. 13

<sup>31</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, **Using Multivariate Statistics**, Allyn and Bacon, Pearson Education, 2001, s. 180

korelasyon analizi normal dağılmayan değişkenler içinde (dummy değişkenler gibi) kullanılabilir<sup>32</sup>. Çok değişkenli normal dağılımın test edilmesi kolay olmadığı için genellikle değişkenlerin tek tek normal dağılıma uygunluğu test edilmektedir. Değişkenler tekli normal dağılıma uygunsa genellikle çoklu normal dağılıma da uymaktadırlar.

2. Her iki bağımlı ve bağımsız değişken kümesi içinde, değişkenler arası çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) olması kanonik ağırlıkların yanlış yorumlanmasına sebep olabilir.

3. Değişkenler arası ilişki doğrusal olmalıdır. Bu varsayımın sağlanamadığı durumlarda yani doğrusal olmayan bağlantıların mevcut olması halinde değişkenlere uygun dönüşüm modelleri uygulanarak kanonik korelasyon analizi yapılabilir.

4. Farklı varyanslılık (heteroscedasticity) değişkenler arası korelasyonu azaltır, o yüzden değişkenlerin eş varyanslı (homoscedasticity) olmasına dikkat edilmelidir.

Bu varsayımlar, test edilmeleri, sapmalar olduğunda izlenecek yollar ayrıntılı olarak bölüm 2.4'te ele alınacaktır.

Bunlara ek olarak kanonik korelasyon analizinden sağlıklı çıkarım yapabilmek için aşağıda belirtilen durumlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Çok düşük örnek hacmi değişken kümeleri arasındaki korelasyonu iyi temsil etmeyebilir, örnek hacminin çok fazla olması ise her durumda arada anlamlı bir bağlantı varmış gibi gösterebilir. Barcikowski ve Stevens'a (1975) göre her değişken için 42 ile 68 arasında birim gerekmektedir. Sadece en büyük kanonik korelasyon yorumlanacak ise değişken başına 20 birim sağlıklı bir yorum için yeterli görülmektedir<sup>33</sup>. Marascuilo ve Levin (1983) her değişken için en az 10 birim önermektedirler. Thorndike (1978) ise birim sayısı için iki kural önermektedir, birincisi; değişken sayısının 10 katı artı 50 birim, ikinci kural olarak da, değişken sayısının karesi artı 50 birim<sup>34</sup>. Birinci kural olarak önerilen birim sayısı Marascuilo

<sup>32</sup> F.H.C. Marriott, "Test of Significance in Canonical Correlation", *Biometrika*, v.39, Issue 1 /2 Apr.,1952, s.58-64

<sup>33</sup> Barcikowski R., Stevens J. P., "A Monte Carlo Study of the Stability of Canonical Correlations, Canonical Weights and Canonical Variate-Variate Correlations", *Multivariate Behavioral Research*, 10, 1975, s. 353-364

<sup>34</sup> Richard C. Pugh, Yuehluen Hu, "Use and Interpretation of Canonical Correlation Analyses in Journal of Educational Research Articals:1978-1989", *Journal of Educatinal Research*, 84:3, s.147-152



ve Levin'in önerisine yakın, ikinci kural olarak verilen sayı ise Barcikowski ve Stevens'in önerisine yakın bir sayıdır. Değişkenler arasında güçlü bir korelasyon olması durumunda (örneğin  $R > 0.7$ ) örnek hacmi, göreceli olarak az olsa da (örneğin  $n=50$ ) aradaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya yetebilir<sup>35</sup>. Değişkenlerin güvenilir olması da birim sayısını belirlemede etkili olmaktadır, sosyal bilimlerde güvenirlilik 0.80 civarındadır, bu güvenirlilik oranı için her değişkene 10 kadar birim gerekirken daha yüksek güvenirlilik değerlerinde (örneğin ülkelerin ekonomik performanslarının sözkonusu olduğu durumlarda değişkenler daha kesindir) daha az sayıda birim kabul edilebilir olmaktadır<sup>36</sup>.

Aykırı Değerler (Outliers), değişkenler arası korelasyonların tahminlerini etkileyerek gerçekten farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilir<sup>37</sup>. Normallik şartının bozulmasının da nedenlerinden birisidir. Bu yüzden aykırı değerler tüm diğer istatistik yöntemlerde olduğu gibi analizden ve normallik şartının test edilmesinden önce saptanıp giderilmelidir. Aykırı değerlerin atılmasında hangi değerlerin aykırı değer kabul edileceği ve atılan aykırı değerlerin dağılımın orjinallliğini bozup bozmayacağı tartışmalıdır<sup>38</sup>. Veriler içinde, diğer gözlem veya ölçüm değerlerine nazaran çok büyük veya çok küçük olan değere aykırı değer adı verilmektedir. Aykırı değer o veri kümesine ait değil izlenimi verir. Şunlar sebep olmuş olabilir<sup>39</sup>. 1. Sayı bilgisayara yanlış girilmiştir, örneğin 106 yerine yanlışlıkla 160 yazılmıştır. 2. Farklı bir anakütleden gelmiştir, yani öyle bir sayı gerçekten vardır fakat başka bir anakütleyle aittir. 3. Sayı doğrudur fakat çok küçük bir olasılığı temsil etmektedir. Analizden önce verilerde bu tür değerler varsa saptanıp giderilmelidir çünkü analiz sonuçlarını etkileyebilmektedir. Tek bir rasgele değişkene ait aykırı değeri saptamanın en kolay yolu bütün verileri mümkünse nokta grafik (dot plot) şeklinde çizmektir. Nokta grafikte diğer verilerin çok uzağında yer alan veriler aykırı değer sayılabilir veya normal dağılımda bütün veriler yaklaşık olarak ortalamanın üç

<sup>35</sup> Çevrimiçi; www.statsoft.com, 10.06.2002

<sup>36</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, a.g.e., s. 180

<sup>37</sup> Rand R. Wilcox, "Inferences Based on Multiple Skipped Correlations", **Computational Statistics & Data Analysis**, Article in Press, Received 1 June 2002, Received in Revised Form 1 February 2003

<sup>38</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, **İstanbul Menkul Kıymetler Borsasına Kayıtlı Firmaların Finansal Yapılarını Belirleyen Faktörler**, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 209, 1999, s. 42

<sup>39</sup> Mc Clave, Benson, Sincich, **Statistics for Business and Economics**, Pentice Hall, 2001, s.86

standart sapma aralığı içine düştüğünden bu aralığın dışında kalan gözlem değerleri aykırı değer sayılabilir. Çok değişkenli normal dağılımlarda aykırı değeri saptamak için yine tek değişkenli normal dağılımlarda olduğu gibi önce her değişken için nokta grafiği çizilir, standardize z değerleri hesaplanır  $\mp 3$  aralığını aşan gözlem sayısı toplam gözlem sayısına bağlı olarak fazla olmamalıdır, çünkü normal dağılımda %99,74'ü bu aralıktadır. Son olarak  $(x_j - \bar{x})' S^{-1} (x_j - \bar{x})$  genelleştirilmiş uzaklıklar karesi (Mahalanobis Uzaklığı<sup>40</sup>) hesaplanır Ki-Kare dağılımı dikkate alınarak karar verilir. Örneğin n=100 gözlem değeri p=5 değişkenli bir analizde n.p=500 gözlem vardır. Değişkenler standardize edilirse yaklaşık 1 veya 2 değer  $\mp 3$  aralığını aşabilir bu normaldir, fazlası aykırı değer kabul edilebilir. Genelleştirilmiş uzaklıklar karesinden hesaplanan uzaklık karelerinden yaklaşık olarak 5 değer 5 serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımının 95. persentili dışında kalabilir bundan daha büyük değerler aykırı değer olarak düşünülebilir<sup>41</sup>. Aykırı değerler saptandıktan sonra neden yukarıda bahsedilen 1. veya 2. neden ise hata düzeltilir, değilse aykırı değerlerin durumuna göre veya analizin amaçlarına göre silinebilir veya uygun bir ağırlıklandırma ile düzeltilir.

Kayıp Değer (Missing Value); Gözlem değerlerinin bazılarının eksik olması durumudur, unutulup bilgisayara girilmemiş olabilir veya anketlerle bilgi toplanmışsa ankette o soru cevaplanmamış olabilir. Kayıp değer için izlenebilecek yollar değişkenin özelliğine bağlıdır<sup>42</sup> 1. Sıfırla Değiştirmek: Bu uygun bir yol değildir. 2. Ortalama ile Değiştirmek: Değişken uygunsa yapılabilir. Fakat her zaman kayıp değer yerine ortalama almak uygun olmayabilir. 3. Satır Silmek: Kayıp değer bulunan satırı silmek bir diğer yoldur, hemen hemen bütün istatistik paket programları bunu yapmaktadır.

<sup>40</sup> Veri kümesinde aykırı değer sayısı çok fazla ise Mahalanobis uzaklığı kullanışlı olmayabilmektedir. Gülsen Kırıl, Nedret Billor, "Bacon Temel Bileşenler Analizi ile Sapan Değerlerin Belirlenmesi", çevrimiçi: <http://idari.cu.edu.tr/sempozyum/bil27.htm> 04.04.2003

<sup>41</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, **a.g.e.**, s.190

<sup>42</sup> Dallas E. Johnson, **Applied Multivariate Methods for Data Analysis**, Duxbury Press, 1998, s.22



## 2.4 Kanonik Korelasyon Analizi Varsayımların Testleri

### 2.4.1 Çok Değişkenli Normal Dağılım

Çok değişkenli normal dağılım yoğunluk fonksiyonu tek değişkenli normal dağılımın genelleştirilmiş halidir. Bilindiği gibi ortalaması  $\mu$ , varyansı  $\sigma^2$  olan normal dağılım fonksiyonu;  $N(\mu, \sigma^2)$  ile gösterilir ve fonksiyonun matematik ifadesi<sup>43</sup>;

$$N(x; \mu, \sigma^2) = f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad -\infty < x < \infty \quad \text{dir.} \quad 2.1$$

Bilindiği gibi normal dağılım fonksiyonunun grafiği bir çan eğrisi şeklindedir. Eğrinin altında kalan alan 1 dir, ortalamanın bir standart sapma aralığı içinde olma, iki standart sapma ve üç standart sapma aralığında olma olasılıkları yaklaşık olarak şöyledir

$$P(\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma) \cong 0.68$$

$$P(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) \cong 0.95$$

$$P(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \cong 1$$

Çoklu normal dağılım tek değişkenli normal dağılımın genelleştirilmiş hali olduğundan, ondan hareketle elde edilebilir.

$$\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2 = (x-\mu)(\sigma^2)^{-1}(x-\mu) \quad 2.2$$

$(\sigma^2)^{-1}$  terimi  $x$ 'lerin ortalamaya olan uzaklığının ortalama ölçüsüdür.  $x$  değişkeni  $p \times 1$  boyutlu bir vektör olarak alınırsa yukarıdaki eşitliğin sağ tarafı

$$(x-\mu)' \Sigma^{-1} (x-\mu) \text{ olur.} \quad 2.3$$

$\mu$ :  $x$  rassal vektörünün  $p \times 1$  boyutlu ortalamalar vektörü,  $\Sigma$ :  $x$ 'in  $p \times p$  boyutlu varyans-kovaryans matrisidir, öyleyse 2.3 teki ifade  $x$ 'lerin  $\mu$ 'ye uzaklığının karesi

olur. Tek değişkenli normal dağılımda ki sabit terim  $\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} = (2\pi)^{-1/2} (\sigma^2)^{-1/2}$  da

genelleştirilmiş normal dağılıma göre değişmelidir. Tek değişkenli normal dağılımda

<sup>43</sup> Walpole, Myers, Myers, *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Prentice Hall, 6<sup>th</sup> ed. 1998, s. 145

belirli  $x_i$  değerleri arasında, eğrinin altında kalan alan olasılık gösterirken, çok değişkenli normal dağılımda belirli  $x_i$  değerleri arasında olma olasılığı o değerler arasındaki yüzeyin altında kalan hacimle hesaplanır. Çok değişkenli normal dağılımda sabit terim  $(2\pi)^{-p/2} |\Sigma|^{-1/2}$  dir.<sup>44</sup>

sonuç olarak p-boyutlu bir çok değişkenli normal dağılımın yoğunluk fonksiyonu

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)' \Sigma^{-1} (x-\mu)}$$

2.4

$$-\infty < x_i < \infty \quad i = 1, 2, \dots, p$$

p-boyutlu bir normal dağılım da, tek boyutluya benzer şekilde  $N_p(\mu, \Sigma)$  ile gösterilir.

Yukarıdaki genel çoklu normal dağılım formülünden iki değişkenli (p=2 için) normal dağılım fonksiyonu ve çoklu normal dağılımın bazı özellikleri Ek1'de verilmektedir.

### 2.4.1.1 Normal Dağılım Testleri

Hemen hemen bütün parametrik istatistik yöntemleri verilerin normal dağılımdan çekildiği varsayımına dayanır. Normallik analizi yapılırken hipotezler şu şekildedir.  $H_0$ ; Dağılıma normal olasılık yoğunluk fonksiyonu uygundur,  $H_1$ ; Dağılıma normal olasılık yoğunluk fonksiyonu uygun değildir. Bilindiği gibi hipotez testlerinde I.tip hata ve II.tip hata olarak adlandırılan iki tip hata sözkonusudur. Genellikle  $\alpha$  ile gösterilen ve anlamlılık düzeyi de denen I.tip hata  $H_0$  hipotezi doğru iken yanlışlıkla reddedildiğinde yapılan hatadır (örneğin  $\alpha = 0.05$  seçilmesi,  $H_0$  hipotezi doğru iken testler sonucunda yanlış bir kararla hipotezin reddedilmesi olasılığının % 5 olması anlamına gelir).  $\beta$  ile gösterilen II.tip hata ise  $H_0$  hipotezinin yanlışken kabul edildiğinde yapılan hatadır.  $1 - \beta$  'ya testin gücü (power of the test) adı verilmektedir ve  $H_0$  hipotezinin yanlışken -doğru bir

<sup>44</sup> Richard. A. Johnson, Dean W. Wichern, a.g.e., s.150

kararla- reddedilmesi olasılığıdır. Araştırmacılar düşük bir  $\alpha$  düzeyi ve yüksek bir  $1 - \beta$  tercih etmektedirler<sup>45</sup>.

Normallik varsayımının gözardı edilmesinin birinci tip hataya ( $\alpha$  hatası) çok önemli bir etkisi olmamaktadır, etkisi testin gücüdür. Fakat normallikten sapmanın nedeni sadece çarpıklıktan (skewness) dolayı ise testin gücü bundan etkilenmemektedir. Testin gücü basıklıktan da (kurtosis) etkilenmektedir. Negatif basıklık (platykurtic) ölçüsüne sahip dağılımlar pozitif basıklık (leptokurtic) ölçüsüne sahip dağılımlara göre testin gücü üzerinde daha etkilidir.<sup>46</sup>

Çok değişkenli normal dağılımın özelliklerinden biliyoruz ki, değişkenlerin lineer kombinasyonları da normal dağılır ve dağılımın çevrel çizgileri elipsoid oluşturur. O halde gözlem değerlerinin çoklu normal dağılıma uygunluğu bu iki özellikle test edilebilir. Değişkenlerin tek tek normal dağılıyor olması çoklu normal dağılıma uyuyor olmalarını garanti etmez (tekli normal dağılımın sağlanıp çoklu normalliğin sağlanamadığı durum çok nadir olsa da<sup>47</sup>), o yüzden ikili dağılımlarına da bakılır. Teorik olarak kesin söylenemese de değişkenlerin tek tek ve ikili normal dağılıyor olmaları genellikle çoklu normal dağılıma uygun olduklarını gösterir.

#### 2.4.1.1.1 Tek Değişkenli Normal Dağılım Testi

Histogramlar ( $n > 25$  için) veya nokta, çizgi grafikleri (küçük  $n$  için) verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri konusunda fikir verebilir. Eğer veriler yaklaşık olarak normal dağılıyor ise grafik simetrik ve çan eğrisi biçiminde olacaktır<sup>48</sup>.

$\mu \pm \sigma$ ,  $\mu \pm 2\sigma$ ,  $\mu \pm 3\sigma$  aralıklarına düşen veri sayısı yaklaşık olarak sırasıyla %68, %95, %100 ise verilerin normal dağıldığı söylenebilir, çünkü normal dağılımda verilerin yaklaşık olarak o yüzdeleri bu verilen aralıklardadır.

<sup>45</sup> Subhash Sharma, a.g.e., s.375

<sup>46</sup> Subhash Sharma, a.g.e., s.375

<sup>47</sup> Subhash Sharma, a.g.e., s.375

<sup>48</sup> Berenson, Levine, Krehbiel, **Business Statistics**, 8-th Ed., Prentice-Hall, 2002, p. 224

ve Levine, Stephan, Krehbiel, Berenson, **Statistics for Managers**, 3-rd Ed., Prentice-Hall, p. 242

Bir normal dağılımda üst kartil ile alt kartil farkının standart sapmaya oranı yaklaşık olarak 1.34 kadardır<sup>49</sup>, kolaylık için standart normal dağılımla hesap yapılırsa

$$\frac{Q_u - Q_L}{\sigma} = \frac{0.67 - (-0.67)}{1} = 1.34$$

Gözlem değerlerinden elde edilen sonuç 1.34 civarında ise verilerin yaklaşık normal dağıldığı söylenebilir.

Normalliği test etmek için kullanılabililecek bir başka metot da Q-Q grafiğidir (normal quantile plot).  $x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}$  herhangi bir  $X_i$  değişkeninin n-adet gözlem değerini gösterebilir bu değerlerin küçükten büyüğe doğru sıralandığını varsayalım  $x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$

$x_{(j)}$  değeri j-adet verinin  $x_{(j)}$  ve  $x_{(j)}$  den küçük olduğunu gösterir.

$x_{(j)}$  ve  $x_{(j)}$  den küçük verilerin oranına yani  $j/n$  oranına analitik uygunluk

açısından  $\frac{j-1}{n}$  ile yaklaşılmaktadır.

Standart normal dağılımda  $q_{(j)}$  kartilleri

$$P[Z \leq q_{(j)}] = \int_{-\infty}^{q_{(j)}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz = p_{(j)} = \frac{j-1}{n} \quad 2.5$$

ilişkisi ile tanımlanmıştır. Burada  $p_{(j)}$ ,  $q_{(j)}$  ve  $q_{(j)}$  den küçük değer elde etme olasılığıdır.  $(q_{(j)}, x_{(j)})$  ikilileri, eğer veriler normal dağılıyorsa,  $q_{(j)}$  bir ekseni  $x_{(j)}$  diğer ekseni gösteren bir koordinat düzleminde grafiğe dökülürse bir doğru oluştururlar<sup>50</sup>.

Q-Q testinin adımları şu şekilde sıralanabilir.

Veriler küçükten büyüğe sıralanır, bunlara karşılık gelen olasılık değerleri

<sup>49</sup> Mc Clave, Benson, Sincich, a.g.e., s. 234

<sup>50</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, a.g.e., s.179

$$\frac{(1-\frac{1}{2})}{n}, \frac{(2-\frac{1}{2})}{n}, \dots, \frac{(n-\frac{1}{2})}{n} \quad \text{hesaplanır.}$$

Standart normal kantiller hesaplanır, yani yukardaki olasılık değerleri için standart normal değerleri bulunur ve  $(q_{(j)}, x_{(j)})$  çiftleri grafikte gösterilir. Grafik bir doğru veya doğruya çok yakın ise veriler normal dağılıyordur denir<sup>51</sup>.

Normalliğin ölçülmesinde bir başka yöntem, korelasyon katsayısı testidir. Yukarıdaki Q-Q testine ilave olarak  $q_{(j)}$  ile  $x_{(j)}$  arasındaki korelasyon katsayısının ölçülmesi esasına dayanır<sup>52</sup>.  $q_{(j)}$  ile  $x_{(j)}$  arasındaki korelasyonu  $r_Q$  ile gösterelim,  $r_Q$ ,  $q_{(j)}$  ile  $x_{(j)}$  arasındaki doğrusallığın derecesini gösterir. Q-Q grafiği için  $r_Q$ ;

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

Aşağıda tabloda verilen örnek büyüklükleri için eğer korelasyon katsayısı  $r_Q$  tablo değerinden büyükse, normallik  $\alpha$  önem derecesinde kabul edilir.

<sup>51</sup> SAS'ta grafik şu şekilde çizilebilir: Analyze- Distribution-Choose Y- Output-Check Tests of Normality- Check Normal QQ Plot

SPSS'te: Analyze- Descriptive Statistics- Explore- Plots- Normality Plots With Tests

<sup>52</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, **a.g.e.**, s.182

**Tablo 2.1: Q-Q Grafiğinde Korelasyon Katsayısının Normallik Testi İçin Kritik Değerleri**

Örnek Büyüklüğü n	$\alpha$ önem derecesi		
	0,01	0,05	0,10
5	0,8299	0,8788	0,9032
10	0,8801	0,9198	0,9351
15	0,9126	0,9389	0,9503
20	0,9269	0,9508	0,9604
25	0,9410	0,9591	0,9665
30	0,9479	0,9652	0,9715
35	0,9538	0,9682	0,9740
40	0,9599	0,9726	0,9771
45	0,9632	0,9749	0,9792
50	0,9671	0,9768	0,9809
55	0,9695	0,9787	0,9822
60	0,9720	0,9801	0,9836
75	0,9771	0,9838	0,9866
100	0,9822	0,9873	0,9895
150	0,9879	0,9913	0,9928
200	0,9905	0,9931	0,9942
300	0,9935	0,9953	0,9960

Q-Q grafiğinde korelasyon katsayısının kritik değerleri

Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını ortaya koymak amacıyla yararlanılabilecek diğer testler şunlardır; Ki-Kare Uygunluk testi, Kolmogorov-Simirnov testi, Lilliefors testi, Geary testi, Bownan- Shelton testi ve Shapiro- Wilk testi.

Ki-Kare Uygunluk Testi (Goodness-of- Fit Test); Bir dağılımda beklenen ve gözlenen frekanslar arasındaki uygunluğun incelenmesine dayanmaktadır. Beklenen

ve gözlenen frekanslar arasında  $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$  ilişkisi,  $\nu = k - 1$  serbestlik

dereceli  $\chi^2$  dağılımına çok yakındır<sup>53</sup>. Gözlenen frekans beklenen frekansa yakınsa uygunluğun iyi olduğu anlaşılır, bu durumda yukarıdaki eşitlikte pay küçük olacağı için  $\chi^2$  değeri düşük çıkacaktır. Aksi takdirde gözlenen ve beklenen frekanslar çok farklıysa, yukarıda ki eşitlikte de payın büyümesinden dolayı  $\chi^2$  değeri yüksek çıkar ve uygunluğun iyi olmadığı sonucuna varılır. Hesaplanan  $\chi^2$  değeri  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde,  $\nu = k - 1$  serbestlik dereceli  $\chi_{\alpha}^2$  tablo değeri ile karşılaştırılır eğer  $\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$  ise gözlenen ve beklenen frekanslar arasında uygunluk olmadığına karar verilir. Karar verirken beklenen frekansların 5 ten büyük olmasına dikkat etmek gerekir<sup>54</sup>. Beklenen frekanslar 5 ile 10 arasında olduğunda veya serbestlik derecesi 1 olduğunda Ki-Kare testi Yates düzeltme faktörü ile birlikte kullanılmaktadır. Düzeltilmiş Ki-Kare formülü şu şekildedir:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(|o_i - e_i| - 0.5)^2}{e_i} \quad 2.6$$

Uygunluk testi ile normallik analizi yapılırken hipotezler şu şekildedir.  $H_0$ ; Dağılıma normal olasılık yoğunluk fonksiyonu uygundur,  $H_1$ ; Dağılıma normal olasılık yoğunluk fonksiyonu uygun değildir<sup>55</sup>. Beklenen frekans hesaplanırken istenen sayıda aralık alınır, gözlemin ortalaması ve standart sapması kullanılarak veriler normal dağılımdan geliyorsa koşulu ile her sınıfa düşmesi gereken gözlem sayısı hesaplanır.  $\chi^2$  uygunluk testi (k; sınıf sayısı) kullanılarak hesaplanır. Serbestlik Derecesi = Sınıf sayısı eksi bir eksi tahmin edilen parametre sayısı (ortalama ve standart sapma)<sup>56</sup> yani,

<sup>53</sup> John E. Freund's, **Mathematical Statistics**, 6<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 1999, s. 442

$o_i$ ; gözlenen frekans,  $e_i$ ; beklenen frekans, k; gözlem sayısı

<sup>54</sup> Walpole, Myers, Myers, **a.g.e.**, s. 345

<sup>55</sup> Fatma Acar, "Normallik Testlerine İlişkin Bir Karşılaştırma", çevrimiçi: <http://iktisat.uludağ.edu.tr/dergi/4/fatma/fatma.html>, 04.09.2003

<sup>56</sup> Keller, Warrack, **Statistics for Management and Economics**, 5<sup>th</sup> ed. Duxbury Thomson Learning, 2000, s.563



$$\nu = k - 1 - 2 = k - 3$$

Yukarıdaki formül kullanılarak elde edilen test istatistiği  $\nu = k - 3$  serbestlik derecesi ile belirlenen anlamlılık düzeyindeki Ki-Kare tablo değeri ile karşılaştırılır, test istatistiği tablo değerinden büyükse dağılıma normal olasılık yoğunluk fonksiyonunun uygun olmadığına karar verilir.

Kolmogorov-Simirnov Testi;  $\chi^2$  uygunluk testinin uygulanabilmesi için gerekli olan frekansların 5 ten büyük olması koşulu burada gerekmediğinden daha kolay uygulanabilmektedir. Test, örnekten elde edilen kümülatif frekans dağılımının anakütle teorik kümülatif dağılımı ile karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Hesaplanmak istenen D istatistiği gözlenen kümülatif frekans dağılımı (g) ile kümülatif teorik frekans dağılımı (f) arasındaki maksimum mutlak farktır<sup>57</sup>.

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

Hesaplanan bu değer çeşitli anlamlılık düzeyleri ve örnek birim sayıları (n) için kritik D değerini gösteren Kolmogorov-Simirnov tablo değeri ile karşılaştırılır.  $D \leq D_{\alpha/n}$  ise  $H_0$  kabul, anakütle  $H_0$ ' da iddia edildiği gibi normal dağılıma uygundur.  $D > D_{\alpha/n}$  ise  $H_0$  red, anakütle  $H_0$ 'da iddia edilen normal dağılıma uygun değildir.

Lilliefors Testi; Kolmogorov-Simirnov testi anakütlenin ortalama ve standart sapmasını bildiğimizi varsaymaktadır. Lilliefors testinde bu iki parametre gözlem değerlerinden hesaplanmaktadır<sup>58</sup>. Test istatistiği Kolmogorov-Simirnov'daki gibi gözlenen kümülatif frekans dağılımı (g) ile kümülatif teorik frekans dağılımı (f) arasındaki maksimum mutlak fark olan D değerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Hesaplanan bu değer çeşitli anlamlılık seviyelerinde ve örnek birim sayıları için kritik D değerini gösteren Lilliefors tablo değerleri ile karşılaştırılır.  $H_0$ : Rassal örneklem, bir normal dağılımdan çekilmiştir.  $H_1$ : Verilerin çekildiği dağılım

<sup>57</sup> Neyran Orhunbilge, **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, Avcıol Basım Yayın,1997, s.283

<sup>58</sup> David F. Groebner, Patrick W. Shannon, Philip C. Fry, Kent D. Smith, **Business Statistics**, Prentice Hall, 5<sup>th</sup> ed. 2001, Cd-Rom

fonksiyonu normal değildir. Hesaplanan D istatistiğinin tablo değerinden büyük olması durumunda  $H_0$  hipotezi red edilir.

Geary Testi; Test anakütle standart sapmasının ( $\sigma$ ) iki farklı tahminleyeninin oranlanmasıyla dayanmaktadır.  $x_1, x_2, \dots, x_n$  gözlem değerlerinin bir normal dağılımdan,  $N(\mu, \sigma)$ , rasgele çekildiğini varsayalım.

$$u = \frac{\sqrt{\pi/2} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| / n}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}} \quad 2.7$$

U test istatistiğinde payda, dağılım normal olsa da olmasa da anakütle standart sapması  $\sigma$ 'nın kabul edilebilir bir tahminleyeni, pay ise dağılım normal olduğunda  $\sigma$ 'nın iyi bir tahminleyeni<sup>59</sup>. U test istatistiğinin 1'e yakın olması anakütlenin normal dağıldığını göstereceğidir. Büyük örnekler için U'nun standardize edilmesi ve sıfır hipotezinin (anakütle normal dağılım) çift kuyruk kabul aralığı şöyle verilir.

$$z = \frac{u - 1}{0.2661 / \sqrt{n}}$$

$-z_{\alpha/2} < z < z_{\alpha/2}$  ise  $H_0$  kabul

Bowman- Shelton Testi; Momentlere dayalı asimetri-çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) ölçüleri verilerin dağılımı hakkında bilgi verir. Bir anakütleden çekilmiş n birimli,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , bir örneklemin asimetri ölçüsü<sup>60</sup>

$$\alpha_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 / n}{s^3} \quad \text{formülü ile hesaplanır. } \bar{x} \text{ ve } s \text{ örneklemin ortalama ve}$$

standart sapmasıdır. Payın küplü olması sonucun negatif çıkabileceğini gösterir. Negatif çarpıklık değeri verilerin sola çarpık olduğunu, pozitif çarpıklık değeri ise

<sup>59</sup> Walpole, Myers, Myers, a.g.e., s. 343

<sup>60</sup> Neyran Orhunbilge, Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları, Avcıol Basım Yayın, İstanbul 2000, s. 136

verilerin sağa çarpık olduğunu gösterir. Dağılım normal ise çarpıklık değeri sıfırdır. Pozitif çarpıklık değeri verilerin sola yığılı olduğu ve sağ kuyruğun uzun olduğu, negatif çarpıklık değeri ise verilerin sağa yığılı olduğu ve sol kuyruğun uzun olduğu anlamına gelir. Dağılımın basıklık ölçüsü ise;

$$\alpha_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 / n}{s^4} \text{ ile hesaplanır}^{61}.$$

Normal dağılımda anakütle basıklık ölçüsü 3 tür. Basıklık ölçüsü dağılımın kuyruklardaki ağırlığını gösterir. 3 ten büyük basıklık ölçüsü dağılımın kuyruklarda dar, kısa ve sivri bir çan eğrisi şeklinde olduğunu, 3 ten küçük bir basıklık ölçüsü ise dağılımın kuyruklarda yoğun ve basık bir çan eğrisi şeklinde olduğunu gösterir. Çarpıklık ölçüsü sıfırdan çok farklıysa dağılımın normal olmadığına karar verilir, bu durumda basıklık ölçüsünü hesaplamaya gerek yoktur. Bowman- Shelton Testi örneklemin çarpıklık ölçüsünün sıfıra yakınlığı ve basıklık ölçüsünün 3'e yakınlığının birlikte ölçülmesine dayalı bir normallik testi önermektedir. Test istatistiği şu şekildedir<sup>62</sup>,

$$B = n \left[ \frac{\alpha_3^2}{6} + \frac{(\alpha_4 - 3)^2}{24} \right] \quad 2.8$$

Büyük örnekler için B istatistiğinin dağılımı 2 serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımıdır. Tablo değerinden büyük B değerleri, anakütle dağılımının normal olduğunu varsayan  $H_0$  hipotezinin red edilmesini gerektirir.

Shapiro-Wilk Testi; 1965 yılında önerilen test,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , rassal bir örneklemin normal dağılan bir anakütleden çekilip çekilmediğini test etmek için, W istatistiğinin hesaplanmasına dayanmaktadır. W istatistiği; küçükten büyüğe doğru sıralanmış gözlem değerlerinin karelerinin doğrusal bileşeni olarak elde edilen

<sup>61</sup> Neyran Orhunbilge, **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, Avcıol Basım Yayın, İstanbul 2000, s. 137

SPSS'te Çarpıklık ve Basıklık Ölçülerinin hesaplanması; Analyze- Descriptive Statistics- Descriptives- Options- Skewness and Kurtosis

<sup>62</sup> Paul Newbold, William L. Carlson, Betty Thorne, **Statistics for Business and Economics**, 5<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 2003, s.565

varyans tahminleyeni ile gözlem değerlerinin ortalamalarından farklarının kareleri toplamı ile elde edilen varyans tahminleyeninin oranlanması ile elde edilir<sup>63</sup>.

$$\text{Shapiro-Wilk test istatistiği; } W = \frac{(\sum a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 2.9$$

$H_0$  : Anakütle normal dağılıma sahiptir.

$H_1$  : Anakütlenin dağılımı normal değildir.

W sıfırdan büyük ve birden küçük olmalıdır. Çok küçük W değerleri için anakütlenin normal dağıldığı varsayımı olan  $H_0$  reddedilir. W istatistiği örnek büyüklüğü 2000 den az ise hesaplanmaktadır<sup>64</sup>. W istatistiğindeki  $a_i$  değerleri Shapiro-Wilk testi için çeşitli örneklem büyüklüklerine göre hazırlanmış standart tablodan elde edilmektedir. W'nun dağılımı yüksek bir çarpıklık ölçüsüne sahip olduğundan görünüşte büyük bir W değerinde dahi (W=0.90)  $H_0$  'ın reddedilmesine neden olabilmektedir<sup>65</sup>. Shapiro-Wilk testi normallik testi için kullanılan en güçlü ve çok kullanılan bir test olmasına karşın normallik hipotezi  $H_0$  reddedildiğinde dağılımın şekli hakkında fikir vermemektedir<sup>66</sup>. En yaygın olarak kullanılan Kolmogorow-Smirnov, Lilliefors, Sharipo-Wilk ve Ki-Kare testlerinin Monte Carlo Simulasyonu ile 30 hacimlik 300 örneklem yaratılarak duyarlılıkları incelendiğinde Kolmogorow-Smirnov testinin % 20 anlamlılık düzeyine kadar dirençli sonuçlar verdiği görülmektedir. % 1 ve % 5 anlamlılık düzeyleri için Kolmogorow-Smirnov testinden sonra sıralamanın Lilliefors, Sharipo-Wilk ve Ki-Kare olarak oluşmasına karşın % 10, %15 ve %20 anlamlılık düzeylerinde ikinci sırayı Sharipo-Wilk alırken, daha sonra Lilliefors gelmekte ve Ki-Kare yine son sırada yer almaktadır. Bu durumda, sözü geçen

<sup>63</sup> Z. D. Bai, Ling Chen, "Weighted W Test for Normality and Asymptotics a Revisit of Chen-Shapiro Test for Normality", **Journal of Statistical Planning and Inference** 113, 2003, s.485-503

<sup>64</sup> SPSS Shapiro Wilk testini n<50 için, Kolmogorov-Smirnov testini de daha büyük birimler için hesaplamaktadır. SAS Kolmogorov-Smirnov testini n>2000 için Shapiro-Wilk testini de n<2000 için hesaplamaktadır.

<sup>65</sup> The SAS System for Windows V8, İstatistik Paket Program

<sup>66</sup> Douglas G. Bonett, Edith Seier, "A Test of Normality with High Uniform Power", **Computational Statistics & Data Analysis**, 40, 2002, s.435-445

testlerin tümünün uygulanabilir olduğu koşulda Kolmogorow-Smirnov testinin daha dirençli olduğu; bir başka deyişle, normal dağılımdan sapmalara karşı duyarlı olmadığı söylenebilir. Buna karşılık Ki-Kare testinin tüm koşullarda son sırada yer alması dikkat çekicidir. Bu arada, elde edilen sonuçların Sharipo- Wilk testinin çeşitli normallik testleri arasında en güçlüsü olduğunu ileri süren çalışmalarla çelişmediğini, burada incelenin bir güç karşılaştırması değil, testlerin duyarlılıklarını ortaya koymaya yönelik bir çaba olduğunu belirtmek gerekir<sup>67</sup>. Kolmogorov-Simironov testi Shapiro-Wilk testine göre, aykırı değerlere karşı daha dirençlidir. Aykırı değerlerin varlığında test normalliğe uygunluğu işaret ederken, Shapiro-Wilk testi doğru bir kararla dağılımın normal olmadığını göstermektedir<sup>68</sup>.

#### 2.4.1.1.2 İki Değişkenli Normal Dağılımın Testi

Verilerin çoklu normallik varsayımına uygunluğu p-boyutlu dağılım için test edilebilir fakat pratikte tekli ve ikili dağılıma uygunluğunun test edilmesi yeterli olmaktadır. Gözlem değerleri çoklu normal dağılımdan çekilmişse verilerin ikili dağılımları ve normal dağılımın çevrel çizgileri elips olmalıdır.

$$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) \leq \chi_2^2(0.5)$$

2-serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımı, kabaca verilerin yarısının elipsin içine düştüğünü gösterir. Bu sağlanmıyorsa normallikten şüphe edilir: Örnek veriler için anakütle ortalaması ve kovaryansı yerine örnek sonuçları yazılırsa

$$(x - \bar{x})' S^{-1} (x - \bar{x}) \leq \chi_2^2(0.5)$$

$x_1, x_2$  değişkenlerinin gözlem değerleri yukarıda yerine yazıldığında çıkan sonuçlardan Ki-Kare değerinden küçük olanların sayısı gözlem sayısının %50 si

<sup>67</sup> Fatma Acar, "Normallik Testlerine İlişkin Bir Karşılaştırma", çevrimiçi: <http://iktisat.uludağ.edu.tr/dergi/4/fatma/fatma.html> , 04.09.2003

<sup>68</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, a.g.e, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 209, 1999, s. 63

civarında ise verilerin iki değişkenli normal dağılıma uygun olduğu söylenir<sup>69</sup>. Bu metod kullanışlı olmakla beraber yaklaşık bir sonuç vermesi açısından dezavantajlıdır. Bunun yerine değişken sayısının 2 den fazla olduğu durumlarda da kullanılabilen ortalamadan uzaklıkların kareleri üzerine kurulu Mahalanobis uzaklığı da denilen bir başka bir yöntem kullanılır<sup>70</sup>.

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

$x_1, x_2, \dots, x_n$  gözlem değerleridir. Gözlemler normal dağılımdan geliyorsa ve  $n > 25$  ve  $n-p > 30$  ise uzaklık kareleri  $d_1^2, d_2^2, \dots, d_n^2$  gözlem değerlerinin ortalamadan uzaklıklarını gösterir ve Ki-Kare dağılımına uygundur. Çoklu normal dağılıma uygunluk için uzaklık kareleri ile  $\chi^2$  kantilleri, Ki-Kare grafiği veya gama grafiği denilen bir grafikte gösterilir. Adımlar şöyledir:

1.  $d_1^2 \leq d_2^2 \leq \dots \leq d_n^2$  uzaklık kareleri küçükten büyüğe sıralanır.

2.  $q_{c,p}((j-1/2)/n)$  p-serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımının  $100(j-1/2)/n$

kantili olmak üzere  $(q_{c,p}((j-1/2)/n), d_j^2)$  ikililerinin grafiği çizilir. Grafik eğimi 1 olan ve orijinden geçen bir doğru olmalıdır. Grafiğin eğri olması verilerin normallik şartını sağlamadığı sonucuna götürür. Grafikte bir, iki değer grafiğin doğrusallığını bozması o değerlerin aykırı (outlier) olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Çoklu normallik testi tek değişkenli verilerde olduğu gibi çarpıklık ve basıklık ölçüleri ile de test edilebilir. Mardia (1970) çarpıklık ve basıklık ölçülerine çok boyutlu dağılımlar için genelleştirilmiş bir test önermektedir. n değişken sayısını, m birim sayısını ve S örneklemin kovaryans matrisini göstermek üzere çoklu dağılımın çarpıklık ölçüsü tahmini<sup>71</sup>,

$$b_{1,n} = \frac{1}{m^2} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m ((x_i - \bar{x})' S^{-1} (x_j - \bar{x}))^3 \quad 2.10$$

<sup>69</sup> SAS'ta hesaplanması; Analyze- Multivariate- Enter Ys- Output- Check Scatter Plot Matrix- Curves- Scatter Plot Conf. Elipse- Choose Prediction Level

<sup>70</sup> 'çevrimiçi' <http://nitro.biosci.arizona.edu/zdownload/Volume2/Appendix02.pdf>, 04.06.2002

<sup>71</sup> Steffen Gutjahr, Norbert Henze, Martin Folkers, "Shortcomings of Generalized Affine Invariant Skewness Measures", *Journal of Multivariate Analysis* 71, 1999, s.1-23

Basıklık ölçüsü tahmini ise<sup>72</sup>,

$$b_{2,n} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m ((x_i - \bar{x})' S^{-1} (x_i - \bar{x}))^2 \text{ dir.} \quad 2.11$$

X çoklu normal dağılıma uygun ise  $b_{1,n}$ 'in beklenen değeri 0,  $b_{2,n}$ 'in beklenen değeri  $n(n+2)$  dir.

Büyük birimler için çoklu çarpıklık ölçüsü  $b_{1,n}$  aşağıdaki şekilde  $v$  serbestlik dereceli yaklaşık  $\chi^2$  dağılımı gösterir.

$$\frac{m}{6} b_{1,n} \approx \chi^2 \quad v = \frac{n(n+1)(n+2)}{6}$$

Yine büyük birimler için çoklu basıklık ölçüsü  $b_{2,n}$  aşağıdaki şekli ile normal dağılır.

$$\frac{b_{2,n} - n(n+2)}{\sqrt{8n(n+2)/m}} \approx N(0,1)$$

Basıklık ölçüsünün artması birinci tip hatayı azaltırken, çarpıklık ölçüsünün artması aynı tip hatayı artırmaktadır<sup>73</sup>.

#### 2.4.1.2 Verileri Normal Dağılıma Dönüştürme

Değişkenlerin tekli dağılımları normal değilse çoklu normal dağılımı da sağlamadıkları söylenebilir. Bu durumda normal dağıldıkları varsayılarak analiz yapılırsa sonuçların yorumlanmasında hatalara neden olabilir. Normal dağılmayan verilere bazı dönüşümler uygulanarak, verilerin normale yaklaştırılması mümkündür. Örneğin sağa çarpık bir dağılımda gözlemlerin logaritmaları veya kare kökleri alınırsa ortalamaya göre simetrik yaklaşık bir normal dağılım elde edilebilir. Dönüşümlerde kullanılacak fonksiyon tipi denemelere bağlı bulunsa da ve dönüşümler sonucunda normallığe uygunluk garantili olmasa da teorik olarak bazı

<sup>72</sup> Ke-Hai Yuan, "Inferences on Correlation Coefficients in Some Classes of Nonnormal Distributions", *Journal of Multivariate Analysis* 72, 2000, s.230-248

Normallik testleri ile ilgili bakınız; Govind S. Mudholkar, Carol E. Marchetti, C.Thomas Lin, "Independence Characterizations and Testing Normality Against Restricted Skewness-Kurtosis Alternatives", *Journal of Statistical Planning and Inference* 104, 2002, s.485-501

Jiajung Liang, Runze Li, Hongbin Fang, Kai-Tai Fang, "Testing Multinormality based on Low Dimensional Projection", *Journal of Statistical Planning and Inference* 86, 2000, s.129-141

<sup>73</sup> A. W. Davis, "On the Effects of Moderate Multivariate Nonnormality on Roy's Largest Root Test", *Journal of American Statistical Association*, Volume 77, Number 380, Theory and Methods Section, December 1982, s. 896-900



ölçek tiplerinde uygun dönüşüm modelleri şöyle sıralanabilir. Gözlem verileri nümerik değerler ise dönüşüm kare kök alınarak, oran verilerinde logit dönüşümü, korelasyon katsayısında da Fisher z-dönüşümü uygundur<sup>74</sup>.

<u>Ölçek</u>	<u>Dönüşüm</u>
<i>nümerik</i> ( $y$ )	$\sqrt{y}$
<i>oran</i> ( $\hat{p}$ )	$\text{logit}(\hat{p}) = \frac{1}{2} \log\left(\frac{\hat{p}}{1-\hat{p}}\right)$
<i>korelasyon</i> ( $r$ )	$\text{Fisher}, z(r) = \frac{1}{2} \log\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$

Eğer bir dağılımda hafif pozitif çarpıklık sözkonusu ise uygun dönüşüm karekök dönüşümüdür. Şiddetli pozitif çarpık bir dağılımda ise logaritmik dönüşümden yararlanır. Gerek logaritmik gerek de karekök dönüşümü yapılacak dağılımlarda 1 den küçük değerler varsa, en küçük değeri 1 yapacak şekilde bir sabit terimin gözlemlere eklenmesi uygun olur. Eğer bir dağılım negatif çarpık bir dağılıma sahipse en iyi dönüşüm yöntemi; dağılımdaki her bir gözlemi dağılımdaki en büyük gözlem değerinden çakartarak, dağılımı pozitif çarpık bir dağılım durumuna getirmek ve daha sonra pozitif çarpık dağılımlar için yapılan dönüşümleri kullanmaktır. Negatif çarpık dağılımları normalleştirmede kullanılan bir diğer yöntem ise değişkenin karesini küpünü kullanmaktır,  $\log\left(\frac{x}{1-x}\right)$  de negatif çarpık dağılımlar için kullanılan bir diğer dönüşüm modelidir. Aşırı çarpık dağılımlarda değişkenin tersini almak normalleştirme için uygun olabilir<sup>75</sup>. Pek çok durumda da nasıl bir dönüşüm modelinin kullanılacağı yukarıdaki gibi açık değildir, o durumlarda üstel dönüşümleri denemek ve en uygun dönüşüm modelini seçmek gerekir. üstel dönüşümler sadece pozitif değerler için geçerlidir, bir değişkende

<sup>74</sup> Sadanory Konishi, "Normalizing Transformations of Some Statistics in Multivariate Analysis", **Biometrika**, v.68, Issue 3, Dec.,1981, s.647-651

<sup>75</sup> Reha Alpar, **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2003, s. 94

negatif değerlerin bulunması halinde verilere belli bir sabit eklenerek veriler pozitif hale getirilir. Üstel dönüşümlerden Box ve Cox modeli şöyledir<sup>76</sup>.

$$x^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \ln x & \lambda = 0 \end{cases} \quad 2.12$$

Kullanılacak dönüşüm fonksiyonu  $\lambda$  parametresine bağlı olarak  $x^{(\lambda)}$  dır . Bütün gözlem değerleri pozitif yani  $x > 0$  dır.  $\lambda$  parametresi de

$$l(\lambda) = \frac{-n}{2} \ln \left[ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j^{(\lambda)} - \bar{x}^{(\lambda)})^2 \right] + (\lambda - 1) \sum_{j=1}^n \ln x_j \quad 2.13$$

fonksiyonunu maksimum yapan  $\lambda$  değeridir.

$$\bar{x}^{(\lambda)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j^{(\lambda)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{x_j^\lambda - 1}{\lambda}$$

$\bar{x}^{(\lambda)}$  değeri dönüşüm yapılan gözlem değerlerinin ortalamasıdır.

$l(\lambda)$  fonksiyonunun maksimum değeri; çeşitli  $\lambda$  değerlerine karşılık  $l(\lambda)$  fonksiyonu hesaplanarak  $(\lambda, l(\lambda))$  grafiği çizilir. Grafikte maksimum  $l(\lambda)$ 'ya karşılık gelen  $\lambda$ , 2.12 de yerine yazılarak dönüşümün foksiyon tipi tesbit edilir.

Gözlem değerlerine dönüşüm uygulandıktan sonra Q-Q grafiği ile değişkenin normal dağılıma uyup uymadığı kontrol edilir. Çok değişkenli analizlerde yukarıda tek değişken için yapılan dönüşümler bütün değişkenler için ayrı ayrı yapılmalıdır.

Eğer veriler çok büyük negatif sayılar içeriyorsa şu modeller kullanılabilir<sup>77</sup>.

<sup>76</sup> Martin Bilodeau, David Brenner, **Theory of Multivariate Statistics**, Springer-Verlag New York, 1999, s.94

<sup>77</sup> In-Kwon Yeo, Richard A.Johnson, , "A New Family of Power Transformations to Improve Normality or Symmetry", **Biometrika**, 87, 4, 2000 , s. 954-959

$$x^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{(x+1)^\lambda - 1}{\lambda} & x \geq 0, \lambda \neq 0 \\ \log(x+1) & x \geq 0, \lambda = 0 \\ -\frac{(-x+1)^{2-\lambda} - 1}{2-\lambda} & x < 0, \lambda \neq 2 \\ -\log(-x+1) & x < 0, \lambda = 2 \end{cases} \quad 2.14$$

Merkezi Limit Teoreminin çok boyutlu uzantısı, çoklu normal dağılımdan orta düzeyde uzaklaşmaların, çoklu normal dağılım varsayımına dayalı testlerin kullanımında ciddi hatalar yaratmayacağını ortaya koymaktadır<sup>78</sup>.

Normal dağılıma dönüştürme çabaları finansal oranlar sözkonusu olduğunda başarılı olamamaktadır. Yapılan çalışmalar finansal oranların normal dağılmadığını, dönüşümlerin de testleri geçmede yardımcı olmadığını göstermektedir. Horrigan (1965), 50 USA firmasının 1948-1957 verilerinden elde edilen 17 finansal oranı analiz etmiş ve bu oranların simetrik dağılmadığı sonucuna ulaşmıştır. O'Connor (1973), 127 ABD firmasının 10 farklı finansal oranını incelemiş ve bu oranların çarpık dağıldığını göstermiştir. Deakin (1976), 1800 ABD firmasının 1955-1973 verilerini kullanarak 11 finansal oranı incelemiş ve ve bu oranların normal dağılmadığı sonucuna ulaşmıştır. Sektörel ayrımlardan sonra finansal oranlar incelendiğinde dağılımların normale yaklaştığı fakat yinede testleri geçemediği görülmüştür. Finansal oranların logaritmik ve karekök transformasyonlarına tabi tutulması normal dağılıma yaklaşımı sağlasa da testler normal dağılıma uyma hipotezini reddetmektedir. Borçların toplam aktiflere oranı olarak tanımlanan oranın dağılımı, normal dağılıma en çok yaklaşan dağılım olarak görülmüştür. Bird ve Mc Hugh (1977), Avustralya firmalarının 1967, 1969 ve 1971 verilerini kullanarak ürettikleri 5 finansal oranı sektör bazında incelediklerinde bazı oranların normal dağıldığını göstermişlerdir. Bougen ve Drury (1980), 700 İngiliz firmasının 1975 yılına ait 7 finansal oranı inceleyerek hem sektör bazında hemde genelde finansal oranların dağılımının normal dağılıma uymadığını bulmuştur. Frecka ve Hopwood (1983), Deakin'nin çalışmasını geliştirmiş ve ABD imalat sanayinde faaliyet

<sup>78</sup> Paul E. Green, Michael H. Halbert, Patrick J. Robinson, a.g.e., s.32-39

gösteren firmaların 1950-1970 dönemine ait 11 finansal oranı incelemiştir. Transforme edilmemiş verilerle yapılan analizlerde, Deakin gibi finansal oranların normal dağılıma uymadığı sonucuna ulaşmıştır. Öte yandan karekök transformasyonu ve aşırı değerlerin temizlenmesi sonunda ise finansal oranların dağılımlarının hem genelde hem de imalat sanayi alt sektörlerinde normale çok yaklaştığı ortaya çıkmıştır. 1977-1981 yıllarına ait Belçika imalat sanayi firmalarının 11 finansal oranını inceleyen Buijink ve Jegers'in (1986) bulgularına göre homojenliğin sağlanmasındaki en önemli değişken faaliyet gösterilen sektördür. Buna göre gruplandırmalar yapıldığında, finansal oranların dağılımı normale yaklaşmaktadır. Bazı finansal oranlarda yapılan transformasyonlar da normal dağılıma yaklaşımı sağlamaktadır, fakat asıl katkı sektörel ayırmadan gelmektedir. Ezzamel, Mar-Molincro ve Beccher (1987)'in çalışmasında ise transformasyonların finansal oranların dağılımını her zaman normal dağılıma yaklaştırmayacağı ve doğru transformasyonun saptanmasının ise olanaksız olduğu belirtilmektedir<sup>79</sup>. IMKB'ye kote edilmiş şirketlerden , 1991-1996 yılları arasında ki finansal oranları toplanmış 11 farklı sektöre ait 114 şirketin 38 finansal oranlarının normal dağılımdan çok uzak olduğu görülmüştür. Aykırı değerlerin % 5 trim ile atılması sonucu oranlar normalliğe yaklaşmakta fakat normal dağıldığı söylenememektedir<sup>80</sup>. Homojenliği artırıcı yaklaşımlara ve transformasyonlara rağmen finansal oranlar normal dağılıma uymamaktadır<sup>81</sup>.

#### 2.4.2 Çoklu Doğrusal Bağlantı

Bağımlı ve bağımsız kümelerin değişkenlerinin kendi aralarında yüksek doğrusal bağlantıya sahip olmaları durumu çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) problemi olarak tanımlanır. Tam bir doğrusal bağlantının olması halinde yani bağımsız (veya bağımlı) iki değişken arasındaki doğrusal korelasyonun bir olması halinde kanonik korelasyon analizi uygulanamaz çünkü analizde korelasyon matrisinin tersi kullanıldığından matrisin tekil olmaması gerekmektedir.

<sup>79</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, a.g.e, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 209, 1999, s.44

<sup>80</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, a.g.e, s.46

<sup>81</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, a.g.e, s.66

Bir kümedeki değişkenler arasında yüksek korelasyon bulunması halinde, korelasyon matrisinin tersini içeren çok değişkenli istatistik yöntemleri ile elde edilen katsayılar tek değildir ve güvenilmezdir<sup>82</sup>. Bu nedenle kanonik korelasyon analizi uygulanacak değişkenler arasında yüksek korelasyon olup olmadığı araştırılmalıdır.

Y: bağımlı,  $X_1$  ve  $X_2$  bağımsız değişkenleri arasındaki regresyon denklemi;  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$  şeklinde yazılır.

Bağımsız değişkenler arasında tam bir doğrusal bağlantı olduğunda,  $X_1$  ve  $X_2$  arasında şöyle bir ilişki var demektir;  $X_2 = aX_1$  ( a bir reel sayı). Bu ifade yerine konulursa, yazılan regresyon denklemi;  $Y = b_0 + b_1X_1 + ab_2X_1 = b_0 + (b_1 + ab_2)X_1$  şekline dönüşür. Bu regresyon denkleminde katsayılar  $b_0$  ve  $b_1 + ab_2$  tahmin edilebilir fakat  $b_1 + ab_2$  de  $b_1$  ve  $b_2$  ayrı ayrı bulunamaz. Katsayıların standart hataları sonsuzdur çünkü bağımsız değişkenler lineer bağımlı olduğundan determinant sıfırdır.

Değişkenler arasında tam bağımlılık genellikle görülmez fakat yüksek korelasyon çok sık karşılaşılan bir problemdir. Bu durumda regresyon katsayıları tahmin edilebilir, en küçük karelerle yapılan tahminler hala tarafsız (unbiased) tahminlerdir, fakat standart hataları çok yüksektir. Regresyon analizinde çoklu doğrusal bağlantının varlığında şu durumlar ortaya çıkabilir<sup>83</sup>.

1. Herhangi bir bağımsız değişken modelden çıkarıldığında veya yeni bir değişken modele ilave edildiğinde veya veriler üzerinde ufak değişiklikler yapıldığında regresyon katsayılarında büyük değişiklikler olur.
2. Regresyon katsayılarının standart hataları büyük olduğundan, güven aralıkları geniş olur ve regresyon katsayılarının testleri anlamsız sonuç verir.
3. Çoklu korelasyon katsayısı yüksekken kısmi korelasyon katsayılarının bazıları çok düşük çıkmaktadır.
4. Bazı regresyon katsayılarının işaretleri teoride beklenenden farklı çıkabilir.

<sup>82</sup> Asher Tisler, Stan Libovetsky, "Modelling and Forecasting with Robust Canonical Analysis: Method and Application", *Computers and Operations Research* 27, 2000, s.217-232

<sup>83</sup> Neyran Orhunbilge, *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi*, İstanbul, 1996, s.195

Kanonik korelasyon analizinde bağımlı veya bağımsız değişken kümelerinin kendi içlerinde çoklu doğrusal bağlantı olması halinde kanonik değişkenin katsayıları (kanonik ağırlıklar) sabit, değişmez değildir, bazı katsayılar beklenenden düşük ve beklenmeyen şekilde negatif olabilir çünkü varyans zaten bir başka değişken tarafından açıklanmıştır.

Çoklu doğrusal bağlantı probleminin sebepleri şunlar olabilir; gözlem sayısının az olması, özellikle gözlem sayısının değişken sayısından az olması, sınırlı bir bölgede örneklemin yapılmış olması, model seçimi; bazı modellerin polinom şeklinde olması, değişkenlerin bazı kuvvetlerinin (kare, küp...) farklı değişkenler olarak modelde yer alması.

Çoklu doğrusal bağlantı problemini ortaya çıkaran kabul görmüş genel metotlar olmamasına rağmen, yine de çeşitli yol gösterici yöntemler bulunmaktadır<sup>84</sup>. Çoklu doğrusal bağlantının ortaya çıkarılmasında kullanılan etkin yöntemler Tolerans (Tol; tolerance), varyans artış faktörleri (VIF; Variance Inflation Factors) ve Koşul indeksi (CI: Condition Index) dir.

$Tol=1 - R_k^2$  burada  $R_k^2$ , k'inci bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki çoklu korelasyon katsayısının karesidir. Bütün değişkenler ortogonal ise  $Tol=1$  dir, değişkenler arasında bağlantı arttıkça Tol sıfıra yaklaşır.  $Tol < 1/10$  ise doğrusal bağlantıdan söz edilir.

$VIF = \frac{1}{1 - R_k^2}$  şeklinde hesaplanır, varyans ve kovaryansın artış hızını ölçer.  $R_k^2$

sıfıra yakın olduğunda VIF bire yakın çıkar,  $R_k^2$  sıfırdan farklı olduğunda VIF de birden büyüktür,  $VIF > 10$  değerleri ise ciddi doğrusal bağlantı göstergesi kabul edilir.

$VIF = 1/Tol$ , değişkenler arasında ilişki yok ise  $VIF=Tol=1$

X: bağımsız değişken matrisi olsun

Koşul indeksi ( CI ),  $XX$  matrisinin özdeğerlerinden hesaplanır. Eğer özdeğerlerden biri veya bir kaç sıfır ise matrisin tam rank olmadığı, yani bir veya bir kaç değişkenin diğer değişkenlerin lineer kombinasyonları olarak yazılabildiği, matrisin determinantının sıfır olduğu, ve bir veya bir kaç değişken arasında tam bir doğrusal

<sup>84</sup> Aris Spanos, Anya McGuirk, "The problem of near multicollinearity revisited:erratic vs systematic volatility", *Journal of Econometrics*, V:108, June 2002, s.365-393



bağlantı olduğu anlaşılır. Her özdeğer için bir koşul indeksi hesaplanır. Herhangi bir  $\lambda$  özdeğerine ait koşul indeksi:  $CI = (\text{en büyük özdeğer} / \lambda)$  'nın kareköküdür.  $K = \text{en büyük özdeğer} / \text{en küçük özdeğer}$  olmak üzere  $K$  değeri 100'den 1000'e doğru arttıkça ortadan güçlüye doğru bir doğrusal bağlantıdan,  $K$ , 1000'den büyük olduğunda çok güçlü bir doğrusal bağlantıdan söz edilir. Bazı kaynaklar  $K > 400$  de potansiyel bir problemin varlığına dikkat çekerler<sup>85</sup>. Koşul indeksi;  $CI$ , 10'dan 30'a kadar orta dan güçlüye doğru bir bağlantıyı, 30'dan sonra da çok güçlü bir doğrusal bağlantıyı gösterdiğinden söz edilir.

Çoklu doğrusal bağlantı halinde şu çözümler önerilmektedir<sup>86</sup>.

1. Çoklu doğrusal bağlantıya sebep olan değişken veya değişkenlerin modelden çıkarılması; Bu çoklu doğrusal bağlantı problemini ortadan kaldırmanın en kolay yolu olsa da modelden çıkarılacak değişken önemli ve teorik olarak modelde bulunması gereken bir değişken olabilir, o değişkenin modelden çıkarılması açıklanması zor durumlara sebep olabilir.
2. Örnek birim sayısının artırılması; Özellikle veri sayısı az ise daha fazla verinin toplanması çoklu doğrusal bağlantı problemini giderebilir.
3. Aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenlerin ayrı ayrı değilde toplamının tek değişken olarak modele dahil edilmesi
4. Teori veya önceki bilgilerin kullanılması;  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$  regresyon denkleminde, örneğin önceki bilgilerimizden  $b_2 = 0.10b_1$  olduğu biliniyorsa  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 = b_0 + b_1X_1 + 0.10b_1X_2 = b_0 + b_1X$   
 $X = X_1 + 0.10X_2$  dir.  $b_1$  bulunduktan sonra  $b_2$  de bulunur.
5. Tarafli tahminleyen yönteminin (Ridge Regression Analysis) kullanılması<sup>87</sup>: Regresyon analizinde en küçük kareler yöntemiyle elde edilen denklemlere, varyans artış faktörünü minimum yapacak bir pozitif taraflılık sabitinin eklenmesidir.
6. Temel bileşenler analizinin (Principal Component Analysis) kullanılması; Birbirleri ile ilişkili değişkenler içeren varyans-kovaryans veya korelasyon

<sup>85</sup> William H. Greene, *Econometric Analysis*, Prentice-Hall, 1997, s.422

<sup>86</sup> Neyran Orhunbilge, *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi*, İstanbul, 1996, s.196

<sup>87</sup> Zhenkun Gou, Colin Fyfe, "A Canonical correlation neural network for multicollinearity and functional data", *Neural Networks*, Vol. 17, Issue 2, March 2004, s. 285-293



matrislerinden birbirlerinden bağımsız ve daha az sayıda değişken içeren yapılar elde etmek için kullanılır. Çoklu doğrusal bağlantı problemini ortadan kaldırır.

### 2.4.3 Doğrusallık

Kanonik korelasyon analizi doğrusal ilişkileri incelediğinden, değişkenler arası ilişkilerin doğrusal olmaması analizin gücünü azaltmaktadır. Çünkü öncelikle analiz, korelasyon veya varyans-kovaryans matrislerine dayanmakta ve bu matrisler doğrusal ilişkileri ölçmektedir. İkinci olarak kanonik korelasyon analizi kanonik değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi maksimize etmektedir<sup>88</sup>. Analizden elde edilen korelasyon matrisinde değişkenler arası korelasyonların düşük çıkması ve kanonik korelasyonların düşük olması değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasından kaynaklanabilir. Bu durumda değişkenlere uygun dönüşümler uygulanarak analiz yeniden denenmelidir. Uygulanabilecek çeşitli dönüşümler şunlardır<sup>89</sup>. Değişkenlerin logaritmaları ( $\log x$ ), tersleri ( $1/x$ ), karekökleri ( $\sqrt{x}$ ) modele alınarak doğrusallık sağlanmaya çalışılmaktadır.

### 2.4.4 Farklı Varyanslılık

Çok değişkenli istatistik yöntemlerde varyans-kovaryans matrislerinin eşitliğinin (homogeneity of variance-covariance matrices) sağlanamaması durumu farklı varyanslılık olarak isimlendirilir<sup>90</sup>. Farklı varyanslılık değişkenler arası korelasyonu azaltmaktadır, değişkenlerin eş varyanslı olması kanonik korelasyon analizinden daha iyi sonuçlar alınmasına yardımcı olur.

Tek değişkenli istatistik yöntemlerde anakütle varyansının tahmini ve testi Ki-Kare dağılımından yapılmakta, iki anakütle varyansının farklı olup olmadığının testinde ise F dağılımından yararlanılmaktadır.

$s^2$  : örneklemin varyansı,  $n$  : örneklemin veri sayısı,  $\sigma^2$  : anakütle varyansı olmak üzere  $\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$ ,  $n-1$  serbeslik dereceli Ki-Kare dağılımı

<sup>88</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, a.g.e., s. 181

<sup>89</sup> Neyran Orhunbilge, a.g.e., s. 60

<sup>90</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, a.g.e, Allyn and Bacon, Pearson Education, 2001, s. 80

gösterdiğinden, anakütle varyansının  $1 - \alpha$  güven aralığında tahmini şöyledir<sup>91</sup>.

$$P\left(\frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{\alpha/2}} < \sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{1-\alpha/2}}\right) = 1 - \alpha$$

$\chi^2_{\alpha/2}$  ve  $\chi^2_{1-\alpha/2}$  değerleri sırayla sağında  $\alpha/2$  ve  $1 - \alpha/2$  alan bırakan n-1 serbestlik dereceli Ki-Kare değerleridir.

İki anakütle varyansının oranı için,  $s_1^2, \sigma_1^2, n_1$  sırayla birinci anakütleden alınan örneklemin varyansını, anakütle varyansını ve örneklemin büyüklüğünü gösterecek aynı şekilde ikinci örneklem için bu parametreler  $s_2^2, \sigma_2^2, n_2$  olsun

$\frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2}$ ,  $v_1 = n_1 - 1$  ve  $v_2 = n_2 - 1$  serbestlik dereceli F dağılımı gösterdiğinden

anakütle varyanslarının oranının tahmini  $1 - \alpha$  güven aralığı ile şöyle yapılır<sup>92</sup>.

$$P\left[\frac{s_1^2}{s_2^2} \frac{1}{f_{\alpha/2}(v_1, v_2)} < \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} < \frac{s_1^2}{s_2^2} \frac{1}{f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)}\right] = 1 - \alpha \quad 2.15$$

İki anakütle varyansının eşitliği hipotezi, varyansların oranının 1 olması durumu  $1 - \alpha$  güven aralığında ise kabul edilir, aksi takdirde hipotez reddedilir.

Çok değişkenli istatistik yöntemlerde varyans kovaryans eşitliği iki anakütle varyansının eşitliği kadar kolay değildir. Çünkü iki matrisin eşit olması için karşılıklı bütün elemanların eşit olması gerekir. Eş varyanslılık normallikle ilişkilidir, çok değişkenli normallik sağlandığında değişkenler arası ilişki eş varyans haline dönüşebilmektedir<sup>93</sup>.

Kovaryans matrislerinin eşitliğinin test edilmesi için en çok kullanılan metot Box (1949) tarafından geliştirilen Box M istatistiğidir. Kovaryans matrislerinin eşitliği testleri normal dağılıma karşı aşırı duyarlı<sup>94</sup> olduğundan öncelikle normal dağılım testleri yapılmalı eğer veriler normal dağılmıyorsa uygun dönüşümlerle

<sup>91</sup> John E.Freund's, a.g.e., s. 378

<sup>92</sup> John E.Freund's, a.g.e., s. 379

<sup>93</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, **Using Multivariate Statistics**, Allyn and Bacon, Pearson Education, 2001, p. 180

<sup>94</sup> Collin J. Watson, "Multivariate Distributional Properties, Outliers, and Transformation of Financial Ratios", **The Accounting Review**, Vol. 65, No. 3, July 1990, s. 682-695

normale yaklaştırıldıktan sonra kovaryans matrislerinin eşitliği test edilmelidir. Kovaryans matrislerinin eşit olmaması halinde değişkenlere çeşitli dönüşümler uygulayarak Box M testi tekrarlanır. Uygulanabilecek dönüşümler şunlardır; karekök alma, bu ortalamaların varyanslara oranlarının eşitliği durumunda en iyi yoldur. Arcsin dönüşümü; oranlar için en iyi yoldur. Logaritma alma da bir başka dönüşüm modelidir. Box M istatistiği<sup>95</sup>;

p-değişkene ait  $n_i$  gözlem değeri bulunan k- adet grubun kovaryansları  $S_i$  olsun.

$$M = (N - k) \ln|S| - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \ln|S_i| \quad 2.16$$

$$N = \sum_{i=1}^k n_i \quad S = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i}{N - k}$$

M değerinin anlamlılığının testi için Ki-Kare ve F testleri kullanılmaktadır.

$$A_1 = \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \left[ \sum_{i=1}^k \left( \frac{1}{n_i - 1} \right) - \frac{1}{N - k} \right]$$

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

$$A_2 = \frac{(p-1)(p+2)}{6(k-1)} \left[ \sum_{i=1}^k \left( \frac{1}{n_i - 1} \right)^2 - \frac{1}{(N - k)^2} \right]$$

eğer  $A_2 - A_1^2 > 0$  ise

$$v_2 = \frac{v_1 + 2}{A_2 - A_1^2}, \quad b = \frac{v_1}{1 - A_1 - (v_1 / v_2)}, \quad F_{(v_1, v_2)} = \frac{M}{b}$$

eğer  $A_2 - A_1^2 < 0$  ise

$$v_2 = \frac{v_1 + 2}{-A_2 + A_1^2}, \quad b = \frac{v_1}{1 - A_1 + (2 / v_2)}, \quad F_{(v_1, v_2)} = \frac{v_2 / M}{v_1 (b - M)}, \quad \chi_{v_1}^2 = M(1 - A_1)$$

<sup>95</sup> NCSS-PASS 2000 İstatistik Paket Programı

Ki-Kare testi bütün  $n_i > 20$ ,  $p < 6$ ,  $k < 6$  durumunda kullanılmalı diğer durumlarda F testi daha uygundur.

Bartlett Testi; Varyansların eşitliğinin test edilmesinde kullanılan bir başka testtir. Normallığe karşı aşırı duyarlıdır. Hipotezler şu şekildedir.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$H_1$  : En az bir varyans diğerlerinden farklıdır.

$i=1,2,\dots,k$ ,  $k$ -anakütleden çekilmiş  $n_i$  birimli örneklem varyanslar,

$s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2$  olsun.  $k$ -adet değişkenin örneklem varyansları

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1} \text{ dir.}$$

Bartlett'in test istatistiği  $M$  aşağıdaki gibidir<sup>96</sup>,

$$M = v \log s^2 - \sum_{i=1}^k v_i \log s_i^2 \quad 2.17$$

( Serbestlik dereceleri birim sayılarına bağlı olarak,  $v_j = n_j - 1$  dir.  $M$  istatistiğinde kullanılan diğer notasyonlar ise,

$$v = \sum_{i=1}^k v_i \quad \text{ve} \quad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^k v_i s_i^2}{v} )$$

Serbestlik derecelerinin hiç biri küçük değilse,  $M$  istatistiğinin dağılımı yaklaşık olarak  $\chi^2_{k-1}$  dir.  $\chi^2$  yaklaşımı genellikle  $n_i \geq 5$  için kabul edilmektedir. Bartlett'e göre  $M$  testi biraz taraflı bir tahminleyendir. Testi geliştirmek için bir  $C$  faktörü hesaplanmaktadır.

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[ \left( \sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} \right) - \frac{1}{v} \right]$$

ve varyans eşitliği testinde  $M$  istatistiği yerine  $M/C$  nin kullanılması önerilmektedir.

<sup>96</sup> çevrimiçi; <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook>, 11.09.2003

Anakütlenin normal dağılımı koşulu altında büyük M/C değerleri için sıfır hipotezi reddedilir<sup>97</sup>.

Levene Testi; Levene testi ( Levene 1960) k-örneklemin eşit varyansa sahip olup olmadıklarını test etmek için kullanılır. Bartlett testinin bir alternatifidir, normallikten uzaklaşmalara karşı daha az duyarlıdır. Verilerin normal veya normale çok yakın dağıldıkları biliniyorsa Bartlett testi daha iyi sonuç verir fakat normallikten uzaklaşmalarda levene testi daha sağlamdır (robust)

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_k$$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_j \text{ dir en az bir (i,j) çifti için}$$

Y, i'yinci alt grubun birim sayısı  $N_i$  olan k adet alt gruba bölünmüş, N birimli bir örneklem olsun. Levene test istatistiği W şöyle verilir<sup>98</sup>.

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_{i.})^2} \quad 2.18$$

$Z_{ij}$  şu 3 seçenekten birisi ile bulunur

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|, \quad \bar{Y}_i; i'yinci grubun ortalaması$$

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \tilde{Y}_i|, \quad \tilde{Y}_i; i'yinci grubun medyanı$$

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}'_i|, \quad \bar{Y}'_i; i'inci grubun düzeltilmiş ortalaması$$

$\bar{Z}_i, Z_{ij}$  'nin grup ortalamalarını,  $\bar{Z}_{..}$  ise  $Z_{ij}$  ortalamasını göstermektedir.

$Z_{ij}$  nin üç seçenikle hesaplanabilmesi Levene testinin sağlamlığını (robustness) ve gücünü (power) gösterir. Sağlamlık testin, aslında eş varyanslık varken verilerin normal dağılmamasından dolayı farklı varyanslık vermemesidir. Testin gücü ise, farklı varyanslık varken testin farklı varyanslık sonucu verebilmesi yeteneğidir.

<sup>97</sup> Keller, Warrack, a.g.e, 5<sup>th</sup> ed. Duxbury Thomson Learning, 2000, s.534

<sup>98</sup>Tjen-Sien Lim, Wei-Yin Loh, "A Comparisen of Tests of Equality of Variances", **Computational Statistics & Data Analysis** 22, 1996, s. 287-301

Monte Karlo simülasyonları veriler kuyruklarda yoğunken düzeltilmiş ortalama (trimmed mean), asimetri durumunda medyan ve simetrik dağılımda da ortalama kullanmanın en iyi sonuç verdiğini ortaya koymaktadır.

$\alpha$  anlamlılık seviyesinde,  $k-1$  ve  $N-k$  serbestlik dereceli F dağılımında  $W > F_{(\alpha, k-1, N-k)}$  ise varyansların eşit olduğu varsayımı reddedilir. F dağılımında  $F_\alpha$  üst kritik nokta,  $F_{1-\alpha}$  da alt kritik noktadır.

## 2.5 Matematik Yaklaşım

Kanonik korelasyon analizi varyans-kovaryans veya korelasyon matrisinden yararlanılarak yapılmaktadır. Bu nedenle analizin anlaşılması için gerekli bazı matematik terimleri (özdeğer, özvektör, pozitif tanımlı matris, ortogonal matris gibi) Ekler bölümünde kısaca tanımlanmıştır. Bu bölümde varyans-kovaryans matrisi, kanonik korelasyonların geometrik anlamı ve kanonik korelasyonların matematik formüllerle elde edilmesi incelenecektir.

### 2.5.1 Ortalama Vektör, Varyans, Kovaryans ve Korelasyon Katsayıları

Rassal veya rasgele vektör (random vector); değişkenleri rassal olan vektördür, aynı şekilde rassal matris; değişkenleri rassal olan matristir. Veri matrislerinde her sütun veya satır bir değişkeni gösterecek şekilde düzenlenir. Bir vektörün ortalaması vektör elemanlarının toplamının eleman sayısına bölünmesi ile bulunur. Veri matrisi  $n$  birimden elde edilen  $p$  sayıda değişken değerini gösteren bir matris olur.  $X$  bir anakütle veri matrisi olmak üzere şu şekilde yazılabilir.

$$X_{n \times p} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

her sütun bir değişkenin değerleri olduğunda  $j$ 'inci sütunun ortalaması

$E(X_j) = \mu_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$  ile bulunur. Her değişken için elde edilen ortalamalar bir vektörle gösterilirse bu vektöre Ortalama Vektörü adı verilir. Yukarıdaki X matrisinin ortalama vektörü

$$E(X) = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mu_n \end{bmatrix} \text{ veya satır vektörü olarak } E(X) = [\mu_1 \mu_2 \dots \mu_n] \text{ dir.}$$

Eğer veriler farklı olasılıklarla meydana geliyorsa, ortalamalar vektörü sürekli rassal değişkenler ve ayık rassal değişkenler için aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  sütun vektörleri birer değişkeni gösterecek şekilde bir rassal vektör olsun. Rassal değişkenlerin ortalama ve varyansları Şu şekilde bulunur<sup>99</sup>.

$\mu_i$  : ortalama

$\sigma_i^2$  : var yans

$$\mu_i = E(X_i) \text{ ve } \sigma_i^2 = E(X_i - \mu_i)^2 \quad i=1,2,\dots,p$$

$$\mu_i = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} x_i f_i(x_i) dx_i \\ \sum_{x_i} x_i p_i(x_i) \end{cases} \quad 2.19$$

$$\sigma_i^2 = \begin{cases} \sum_{x_i} (x_i - \mu_i)^2 p_i(x_i) \\ \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - \mu_i)^2 f_i(x_i) dx_i \end{cases} \quad 2.20$$

<sup>99</sup> Walpole, Myers, Myers, a.g.e., s. 85, s. 93



burada  $X_i$  sürekli rassal değişken ise,  $f_i(x_i)$  olasılık yoğunluk fonksiyonu, ve  $X_i$  kesikli rassal değişken ise  $p_i(x_i)$  olasılık fonksiyonudur. X ve Y iki rassal değişken ve A ve B iki matris olmak üzere

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) \quad 2.21$$

$$E(AXB) = AE(X)B \quad \text{eşitlikleri yazılabilir.}$$

Veri matrisinde yer alan değişkenlerin birlikte değişimlerini ve varyanslarını gösteren matrise varyans-kovaryans matrisi adı verilir. n birimden elde edilen örneklem kovaryans matrisi  $S_n(X)$  ile, anakütleden elde edilen kovaryans matrisi de  $\Sigma$  ile gösterilir.

Kovaryans matris  $p \times p$  boyutlu simetrik bir kare matristir. Ana köşegen elemanları değişkenlerin varyanslarını, diğer elemanlar ise değişkenlerin ikili birlikte değişimlerini gösterir<sup>100</sup>. Kovaryans matrisin elemanları örneklem için  $s_{ij}$  anakütle için  $\sigma_{ij}$  olarak gösterilir

Kovaryans; değişkenlerin ikili olarak aralarındaki bağlantının bir ölçüsüdür.  $X_i, X_k$  iki değişken ise kovaryans  $\sigma_{ik}$  şöyle tanımlanmıştır<sup>101</sup>

$$\sigma_{ik} = E(X_i - \mu_i)(X_k - \mu_k) \text{ dir.} \quad 2.22$$

Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için

$$\sigma_{ik} = E(X_i - \mu_i)(X_k - \mu_k) = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - \mu_i)(x_k - \mu_k) f_{ik}(x_i, x_k) dx_i dx_k \\ \sum_{x_i} \sum_{x_k} (x_i - \mu_i)(x_k - \mu_k) p_{ik}(x_i, x_k). \end{cases} \quad 2.23$$

<sup>100</sup> Kazım Özdamar, **Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2**, Kaan Kitabevi, 2. Baskı, 1999 s. 57

<sup>101</sup> Dennis D. Wackerly, William Mendenhall III, Richard L. Scheaffer, **Mathematical Statistics with Applications**, Duxbury Press, 2002, 6<sup>th</sup> Ed., s. 250

$f_{ik}(x_i, x_k)$  ortak yoğunluk fonksiyonu (joint density function) ve  $p_i(x_i, x_k)$  ortak olasılık fonksiyonudur (joint probability function).

Eğer kesikli dağılımlar için ortak olasılık  $P(X_i \leq x_i \text{ ve } X_k \leq x_k) = P(X_i \leq x_i)P(X_k \leq x_k)$  biçiminde veya sürekli dağılımlar için ortak yoğunluk  $f_{ik}(x_i, x_k) = f_i(x_i)f_k(x_k)$  şeklinde yazılabilirse  $X_i, X_k$  birbirinden bağımsızdır denir<sup>102</sup>.

$X_i, X_k$  bağımsız ise  $Cov(X_i, X_k) = 0$  dir. Fakat bunun tersi doğru değildir, yani  $Cov(X_i, X_k) = 0$  iken  $X_i, X_k$  bağımsız olmak zorunda değildir.

$$E(X) = \begin{bmatrix} E(X_1) \\ E(X_2) \\ \cdot \\ \cdot \\ E(X_p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mu_n \end{bmatrix} = \mu \quad \text{olarak bir vektör şeklinde yazılırsa}$$

$$\sigma_{ik} = E(X_i - \mu_i)(X_k - \mu_k)$$

$$\sigma_{ii} = \sigma_i^2$$

$\mu$  : anakütle ortalaması,  $\Sigma$  : anakütle varyans-kovaryans matrisini gösterebilirsin.

$$\Sigma = E \left( \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 \\ X_2 - \mu_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_p - \mu_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1, X_2 - \mu_2, \dots, X_p - \mu_p \end{bmatrix} \right)$$

<sup>102</sup> Mustafa Aytaç, **Matematiksel İstatistik**, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2. Baskı, 1999, s. 83

$$= E \left[ \begin{array}{cccc} (X_1 - \mu_1)^2 & (X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ (X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & (X_2 - \mu_2)^2 & \dots & (X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & (X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_p - \mu_p)^2 \end{array} \right]$$

çarpım yapıp düzenlenirse kovaryans matrisi şu hale gelir<sup>103</sup>

$$= \left[ \begin{array}{cccc} E(X_1 - \mu_1)^2 & E(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \dots & E(X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ E(X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & E(X_2 - \mu_2)^2 & \dots & E(X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ E(X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & E(X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \dots & E(X_p - \mu_p)^2 \end{array} \right]$$

2.24

$$\Sigma = Kov(X) = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

Korelasyon matrisi  $p \times p$  boyutlu simetrik kare matristir. Ana köşegen değerleri 1 dir. Köşegen dışı elemanları ikili olarak değişkenler arasındaki ilişki düzeyini gösterir.  $-1$  ile  $1$  arasındadır<sup>104</sup>  $-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$

<sup>103</sup> J. Whittaker, **Graphical Models in Applied Multivariate Statistics**, John Wiley & Sons, 1990

<sup>104</sup> Walpole, Myers, Myers, **a.g.e.**, s. 100

Kovaryans matrisi terimleri de değişken çiftleri arasındaki karşılıklı değişimi gösterirler. Karşılıklı değişimde bir anlamda iki değişken arasındaki ilişkiyi, korelasyonu verirler. Ancak değişken çiftleri arasındaki ilişkinin büyüklüğünün ve yönünün daha iyi yorumlanabilmesi için, ilişki katsayılarından yararlanır. İlişki katsayılarının oluşturduğu matrise korelasyon matrisi denir.

Anakütle için değişkenler arasındaki korelasyonu veren korelasyon katsayısı  $\rho_{ik}$ , kovaryans  $\sigma_{ik}$  ve varyans  $\sigma_{ii}$  ve  $\sigma_{kk}$  yardımıyla bulunur ve şu şekilde tanımlanmıştır<sup>105</sup>.

$$\rho_{ik} = \frac{\sigma_{ik}}{\sqrt{\sigma_{ii} \cdot \sigma_{kk}}} \quad 2.25$$

Korelasyon katsayısı  $\rho_{ik}$ ,  $X_i$  ve  $X_k$  değişkenleri arasındaki doğrusal bağlantıyı ölçmektedir. Anakütle için korelasyon matrisi;

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_{11}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{11}}} & \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{22}}} & \dots & \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{pp}}} \\ \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{22}}} & \frac{\sigma_{22}}{\sqrt{\sigma_{22} \cdot \sigma_{22}}} & \dots & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22} \cdot \sigma_{pp}}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{pp}}} & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22} \cdot \sigma_{pp}}} & \dots & \frac{\sigma_{pp}}{\sqrt{\sigma_{pp} \cdot \sigma_{pp}}} \end{bmatrix} \quad 2.26$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1p} \\ \rho_{12} & 1 & \dots & \rho_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{1p} & \rho_{12} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$p \times p$  boyutlu standart sapmalar matrisi  $V^{1/2}$  ile gösterilirse kovaryans matrisin anaköşegen elemanları varyansı verdiği için;

<sup>105</sup> Walpole, Myers, Myers, a.g.e., s. 99

$$V^{1/2} = \begin{bmatrix} \sqrt{\sigma_{11}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{\sigma_{22}} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sqrt{\sigma_{pp}} \end{bmatrix}$$

kovaryans matrisi, korelasyon matrisi ve standart sapmalar matrislerinden şu sonuçlar çıkarılabilir<sup>106</sup>

$$V^{1/2} \rho V^{1/2} = \Sigma \quad \text{ve}$$

$$\rho = (V^{1/2})^{-1} \Sigma (V^{1/2})^{-1}$$

Yukarıdaki formüllerden anlaşılacağı gibi kovaryans matrisi standart sapmalar ve korelasyon matrislerinden veya korelasyon matrisi standart sapmalar ve kovaryans matrislerinden elde edilebilir.

## 2.5.2 Kovaryans Matrisin Parçalanması

Genelde çok değişkenli istatistik analizlerde belli sayılarda değişken içeren iki değişken grubu analizin konusudur. İki değişken kümesi söz konusu olduğunda kovaryans matrisinin parçalanması gerekir ve aşağıdaki şekilde gerçekleşir.

$X^1$  ve  $X^2$ ; q ve p-q değişken içeren iki değişken kümesini temsil etsin

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_q \\ \dots \\ X_{q+1} \\ \dots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^1 \\ X^2 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad E(X) = \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \dots \\ \mu_q \\ \dots \\ \mu_{q+1} \\ \dots \\ \mu_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu^1 \\ \dots \\ \mu^2 \end{bmatrix} \quad \text{olarak yazabiliriz} \quad 2.27$$

<sup>106</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, a.g.e., s.73

aşağıdaki matris çarpım işlemi ve sonra gerekli düzenlemeler yapılırsa

$$(X^1 - \mu^1)(X^2 - \mu^2)' = \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 \\ X_2 - \mu_2 \\ \dots \\ X_q - \mu_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{q+1} - \mu_{q+1}, X_{q+2} - \mu_{q+2}, \dots, X_p - \mu_p \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1)(X_{q+1} - \mu_{q+1}) & (X_1 - \mu_1)(X_{q+2} - \mu_{q+2}) \dots \dots \dots (X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ (X_2 - \mu_2)(X_{q+1} - \mu_{q+1}) & (X_2 - \mu_2)(X_{q+2} - \mu_{q+2}) \dots \dots \dots (X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \dots \dots \dots & \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\ (X_q - \mu_q)(X_{q+1} - \mu_{q+1}) & (X_q - \mu_q)(X_{q+2} - \mu_{q+2}) & \dots \dots \dots (X_q - \mu_q)(X_p - \mu_p) \end{bmatrix}$$

Son matrisin beklenen değeri alındığında;

$$E(X^1 - \mu^1)(X^2 - \mu^2)' = \begin{bmatrix} \sigma_{1,q+1} & \sigma_{1,q+2} \dots \dots \sigma_{1,p} \\ \sigma_{2,q+1} & \sigma_{2,q+2} \dots \dots \sigma_{2,p} \\ \dots \dots \dots & \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\ \sigma_{q,q+1} & \sigma_{q,q+2} \dots \dots \sigma_{q,p} \end{bmatrix} = \Sigma_{12} \quad 2.28$$

matrisi elde edilir, ve bu matris birinci ve ikinci küme arasındaki bütün kovaryansları göstermektedir. Matristen de anlaşılacağı gibi matrisin simetrik veya kare matris olması gerekmez. 2.27 eşitliği için  $(X - \mu)(X - \mu)'$  hesaplanır ve sonucun beklenen değeri alınırsa şunlar elde edilir.

$$(X - \mu)(X - \mu)' = \begin{bmatrix} (X^1 - \mu^1)(X^1 - \mu^1)' & (X^1 - \mu^1)(X^2 - \mu^2)' \\ (X^2 - \mu^2)(X^1 - \mu^1)' & (X^2 - \mu^2)(X^2 - \mu^2)' \end{bmatrix}$$

$$\Sigma_{p \times p} = E(X - \mu)(X - \mu)' = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{11} \dots \sigma_{1q} & \vdots & \sigma_{1,q+1} \dots \sigma_{1p} \\ \dots & \vdots & \dots \\ \sigma_{q1} \dots \sigma_{qq} & \vdots & \sigma_{q,q+1} \dots \sigma_{qp} \\ \dots & \vdots & \dots \\ \sigma_{q+1,1} \dots \sigma_{q+1,q} & \vdots & \sigma_{q+1,q+1} \dots \sigma_{q+1,p} \\ \dots & \vdots & \dots \\ \sigma_{p,1} \dots \sigma_{pq} & \vdots & \sigma_{p,q+1} \dots \sigma_{pp} \end{bmatrix} \quad 2.29$$

yukarıda ki varyans-kovaryans matrisinden  $\Sigma_{12} = \Sigma_{21}'$  olduğu görülebilir. Ortalama, varyans ve kovaryans tanımları kullanılarak aşağıdaki sonuçlarda çıkarılabilir<sup>107</sup>.  
a,b,c birer sabit,  $X_1, X_2$  birer rassal değişken ise

$$E(cX_1) = cE(X_1) = c\mu_1$$

$$Var(cX_1) = E(cX_1 - c\mu_1)^2 = c^2 var(X_1) = c^2 \sigma_{11} \quad 2.30$$

$$\begin{aligned} Kov(aX_1, bX_2) &= E(aX_1 - a\mu_1)(bX_2 - b\mu_2) \\ &= abE(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) \\ &= abKov(X_1, X_2) = ab\sigma_{12} \end{aligned} \quad 2.31$$

$$E(aX_1 + bX_2) = aE(X_1) + bE(X_2) = a\mu_1 + b\mu_2 \quad 2.32$$

$$\begin{aligned} Var(aX_1 + bX_2) &= E[(aX_1 + bX_2) - (a\mu_1 + b\mu_2)]^2 \\ &= E[a(X_1 - \mu_1) + b(X_2 - \mu_2)]^2 \\ &= E[a^2(X_1 - \mu_1)^2 + 2ab(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) + b^2(X_2 - \mu_2)^2] \quad 2.33 \\ &= a^2Var(X_1) + 2abKov(X_1, X_2) + b^2Var(X_2) \\ &= a^2\sigma_{11} + 2ab\sigma_{12} + b^2\sigma_{22} \end{aligned}$$

<sup>107</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, a.g.e., s.76



$c = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$  bir sabit vektör olsun

X in varyans-kovaryans matrisi  $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix}$  olsun

$aX_1 + bX_2$  şu şekilde bir matris çarpımı

$\begin{bmatrix} a & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = c'X$  olarak yazılabilir, ve

$c'\Sigma c = \begin{bmatrix} a & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = a^2\sigma_{11} + b^2\sigma_{22} + 2ab\sigma_{12}$  olduğundan

$Var(aX_1 + bX_2) = Var(c'X) = c'\Sigma c$  elde edilir.

### 2.5.3 Örneklem için Ortalama, Varyans, Kovaryans Matrisleri

X veri matrisine ait n adet örneklem p-adet değişken değerlerini içeren bir matris olsun

$$X_{n \times p} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ \dots & & & \\ \dots & & & \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]$$

her sütun bir değişkenin gözlenen değerleri olduğundan örneklemin ortalamalar vektörü şu şekilde yazılabilir.

$$E(x) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p] \quad 2.34$$

Örneklemin ortalama vektörü  $\bar{x}$ , anakütle ortalama vektörü  $\mu$ ' nün tarafsız tahminleyenidir<sup>108</sup>. Her bir değişkenin varyansı ise

<sup>108</sup> Çünkü;  $E(\bar{x}) = \mu$  ' dir. Yani alınabilecek bütün mümkün örneklerin ortalamalarının beklenen değeri anakütle ortalamasına eşittir.

$$Var(x_j) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{ij})^2 / n}{n-1} \quad \text{ile bulunur.} \quad 2.35$$

Bulunan bu terimin pozitif karekökü j'inci değişkenin standart sapması olur.

Kovaryans matrisi örnek için  $S$  veya  $S_n$  ile gösterilir, simetrik bir matristir.

$$S_{p \times p} = S_n(X) = \begin{bmatrix} s_{11} & \dots & s_{1p} \\ \dots & & \dots \\ s_{p1} & \dots & s_{pp} \end{bmatrix}$$

$$s_{ii} = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)^2 \right] \quad \text{i'inci değişkenin varyansını verir} \quad 2.36$$

$$s_{ik} = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_k) \right] \quad 2.37$$

herhangi iki (i,k) değişkeni arasındaki kovaryansı verir.

Korelasyon matrisinin her bir elemanı ise korelasyonun tanımı gereği şöyle bulunur.

$$r_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sqrt{s_{ii} s_{jj}}} \quad i, j = 1, 2, \dots, p \quad 2.38$$

$$R = \begin{bmatrix} \frac{s_{11}}{\sqrt{s_{11}s_{11}}} & \frac{s_{12}}{\sqrt{s_{11}s_{22}}} & \dots & \frac{s_{1p}}{\sqrt{s_{11}s_{pp}}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{s_{p1}}{\sqrt{s_{pp}s_{11}}} & \frac{s_{p2}}{\sqrt{s_{pp}s_{22}}} & \dots & \frac{s_{pp}}{\sqrt{s_{pp}s_{pp}}} \end{bmatrix} \quad 2.39$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Korelasyon matrisi simetriktir yani;  $r_{ij} = r_{ji}$

Eğer örneklemin standart sapmalar matrisi  $D^{1/2}$  ile gösterilirse

$$D^{1/2} = \begin{bmatrix} \sqrt{s_{11}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{s_{22}} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sqrt{s_{pp}} \end{bmatrix}$$

yazılır, ve bu matrisin tersi alınırsa

$$D^{-1/2} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{s_{11}}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{s_{22}}} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\sqrt{s_{pp}}} \end{bmatrix}$$

olur.

2.40

$S$ ,  $R$ ,  $D^{1/2}$  ve  $D^{-1/2}$  matrislerinden kolayca görülecek şu sonuçları yazmak mümkündür.

$$R = D^{-1/2} S D^{-1/2} \quad 2.41$$

ve

$$D^{-1/2} D^{1/2} = I = D^{1/2} D^{-1/2} \quad 2.42$$

olduğundan

$S = D^{1/2} R D^{1/2}$  dir. Bu sonuçlar anakütle varyans kovaryans ve standart sapmalar matrisleri için de geçerli idi.

Kovaryans matrisi ve korelasyon matrisi negatif olmayan matrislerdir, yani; kovaryans ve korelasyon matrislerinin bütün özdeğerleri negatif olmayan reel sayılardır. Bu, hem anakütle hemde örnekleme kovaryans ve korelasyon matrisleri için geçerlidir<sup>109</sup>.

#### 2.5.4 Geometrik Yaklaşım

Dört değişkeni olan bir veri kümesi ele alalım  $X; X_1, X_2$  değişkenleri bağımsız,  $Y; Y_1, Y_2$  de bağımlı değişken kümesini temsil etsin. Dört değişkeni birden dört boyutlu bir uzayda çizmek gerektiğinden bu mümkün olmadığı için  $X$  ve  $Y$  kümelerini ayrı ayrı iki boyutlu koordinat sisteminde düşünelim.  $X_1$  ve  $X_2$  verilerini eksenleri  $X_1$  ve  $X_2$  olan düzlemde,  $Y_1$  ve  $Y_2$  verilerini de eksenleri  $Y_1$  ve  $Y_2$  olan düzlem de yerleştirelim. Bağımsız değişken kümesi için,  $X_1$  yatay eksen ile  $\theta_1$  açısı yapan yeni bir eksen  $u_1$  olsun. Düzlemdeki noktaların yeni eksen üzerine projeksiyonları  $X_1$  ve  $X_2$  değişkenlerinin bir lineer kombinasyonu olur<sup>110</sup> ve yeni değişken değerleri şöyle bulunur.

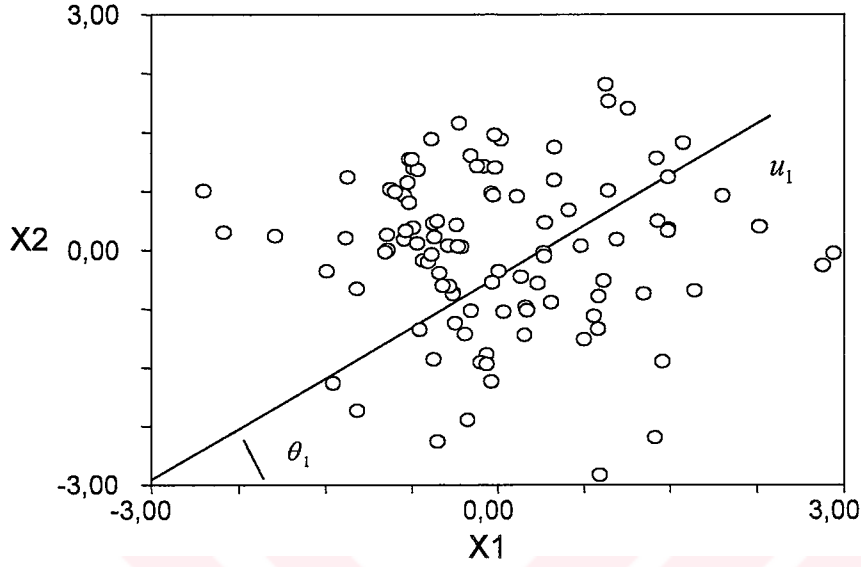
$$u_1 = \cos \theta_1 \cdot X_1 + \sin \theta_1 \cdot X_2$$

2.43

<sup>109</sup> Dallas E. Johnson, *Applied Multivariate Methods for Data Analysis*, Duxbury Press, 1998, s.80

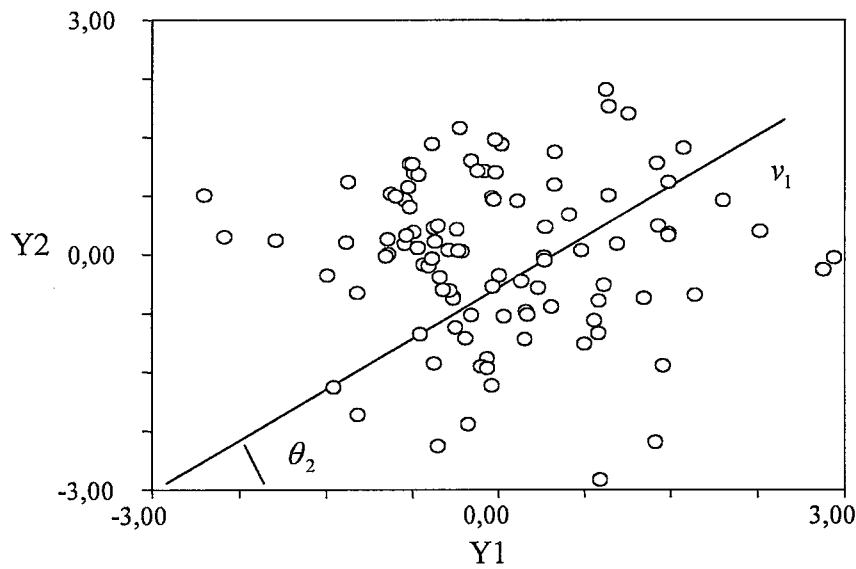
<sup>110</sup> Subhash Sharma, *Applied Multivariate Techniques*, John Willey & Sons, 1996, s.392

**Grafik 2.1: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi I**



Aynı şekilde bağımlı değişken kümesi için  $Y_1$  yatay eksenini ile  $\theta_2$  açısı yapan yeni bir  $v_1$  eksenini çizelim  $Y_1$  ve  $Y_2$  düzlemindeki noktaların yeni eksen  $v_1$  üzerine projeksiyonları  $Y_1$  ve  $Y_2$  nin bir lineer kombinasyonu olacaktır ve yeni değer  $v_1 = \cos\theta_2 \cdot Y_1 + \sin\theta_2 \cdot Y_2$  ile bulunur.

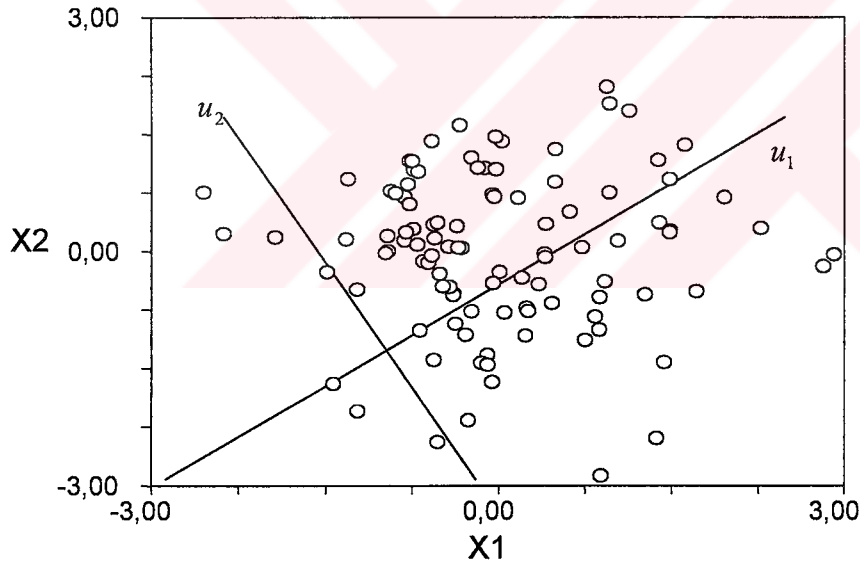
**Grafik 2.2: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi II**



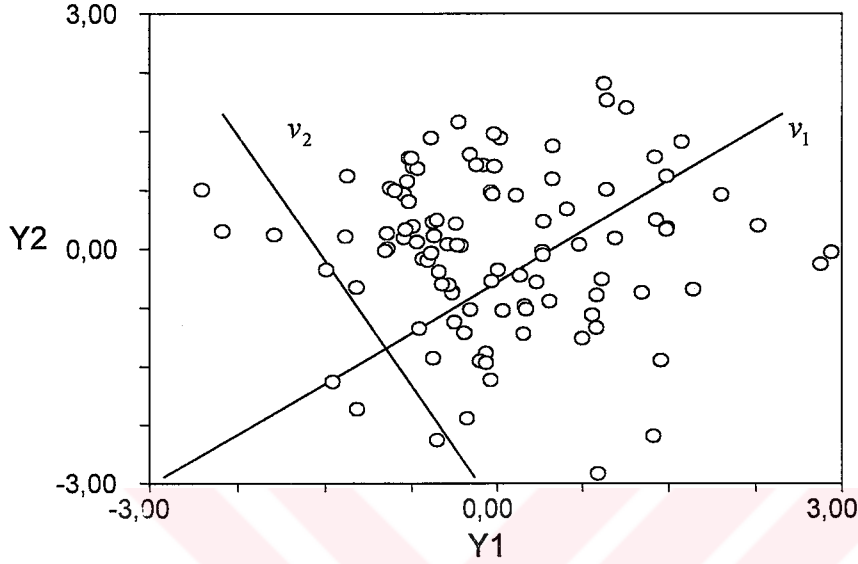
Bütün  $X_1$  ve  $X_2$  noktaları ve bütün  $Y_1$  ve  $Y_2$  noktaları için  $u_1$  ve  $v_1$  değerleri hesaplandıktan sonra  $u_1$  ve  $v_1$  arasındaki korelasyon bulunur (bu korelasyon  $\rho_1$  olsun).

Aynı şekilde  $u_1$  ve  $v_1$  ile ilişkisi bulunmayan  $(u_2, v_2)$ ,  $(u_1, v_1)$  ve  $(u_2, v_2)$  ile ilişkisi bulunmayan  $(u_3, v_3)$ , vb. bütün birbirinden farklı ve bağımsız  $(u_i, v_i)$ 'ler bulunarak ve bunlar arasındaki korelasyonlar ( $\rho_i$ ) hesaplanarak devam edilirse bunların sayısı (yani birbirinden bağımsız eksenlerin sayısı) bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri içindeki minimum sayıda değişken içeren kümenin boyutu kadar olacaktır.

**Grafik 2.3: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi III**



**Grafik 2.4: Kanonik Korelasyonların Geometrik Gösterimi IV**



Korelasyonlar içinde maksimum olanı  $\rho_i$ ,  $X_1$  eksenini ile herhangi bir  $\theta_i$  açısı yapan, yeni eksen  $u_i$  üzerine  $X_1$  ve  $X_2$  noktalarının projeksiyonu  $u_i = \cos \theta_i \cdot X_1 + \sin \theta_i \cdot X_2$ . ve  $Y_1$  ve  $Y_2$  düzlemindeki noktalar için  $Y_1$  ile herhangi bir  $\theta_k$  açısı yapan  $v_i$  eksenini üzerine projeksiyonlar  $v_i = \cos \theta_k \cdot Y_1 + \sin \theta_k \cdot Y_2$  olsun. Buradaki  $u_1$  ve  $v_1$  birinci kanonik değişkenler,  $u_i$  ve  $v_i$  i'inci kanonik değişkenler olarak adlandırılır. Her kanonik değişken çifti arasındaki korelasyona kanonik korelasyon adı verilir.

### 2.5.5 Kanonik Değişkenler ve Kanonik Korelasyonlar

Rassal (random) değişken kümesi yani ortak veri matrisi,  $p+q$  değişkenli ve pozitif tanımlı (yani tüm ana köşegen elemanlarının minörleri sıfırdan büyük, Ek 5)  $\Sigma$  kovaryans matrisli olarak tanımlanmış olsun. Veri matrisi ile  $\Sigma$  kovaryans matrisinin şu şekilde parçalandığını düşünelim.

$$\text{veri matrisi} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix} \quad 2.44$$



$x$  ve  $y$  vektörleri sırasıyla  $p \times 1$  ve  $q \times 1$  boyutludur.  $x$ ;  $p$  değişken içeren bağımlı veya bağımsız değişkenler kümesini ve  $y$ ;  $q$  adet değişken içeren bağımlı veya bağımsız değişkenler kümesini gösterebilir.  $p < q$  kabul edelim.  $\Sigma_{11}, \Sigma_{12}, \Sigma_{21}, \Sigma_{22}$  alt matrisleride sırasıyla  $p \times p$ ,  $p \times q$ ,  $q \times p$ , ve  $q \times q$  boyutludur.

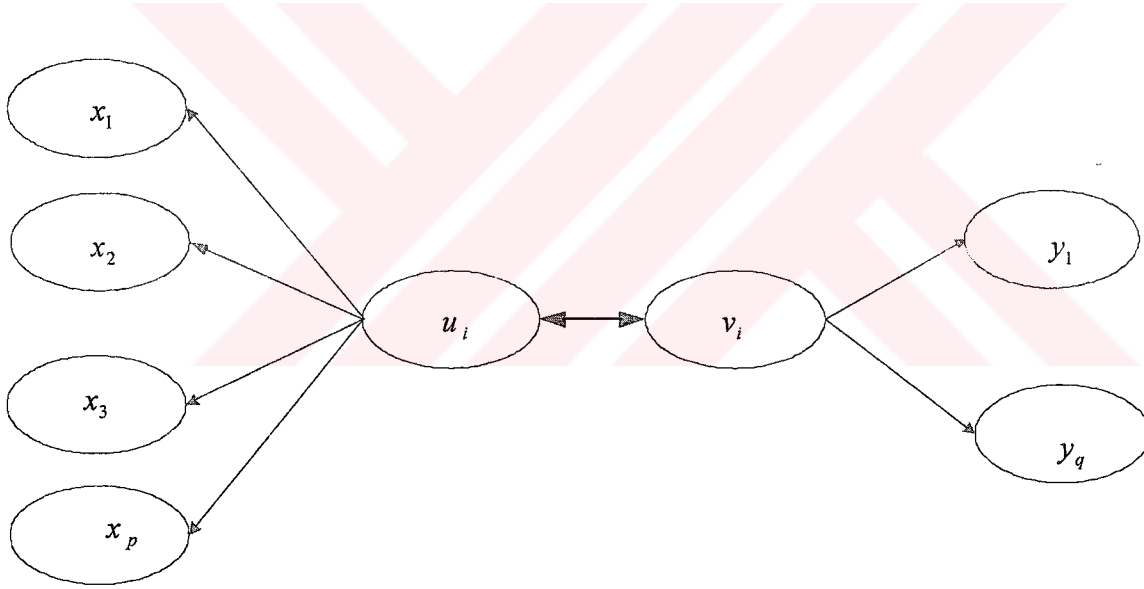
$x$  ve  $y$  alt rassal değişken kümelerinin doğrusal bileşenlerini sırasıyla  $u$  ve  $v$  olarak gösterelim.

$$u = \alpha' x$$

$$v = \gamma' y$$

2.45

**Şekil 2.1: Kanonik Korelasyon Modeli**



Burada ilk amaç  $u$  ve  $v$  doğrusal bileşenleri arasındaki korelasyonun maksimum olmasını sağlamaktır<sup>111</sup>. Çözümlerin sınırsız olmasını engellemek için kısıtlar eklemek gerekir.  $u$  ve  $v$  değişkenlerinin birim varyanslı olmaları çözümlerin sınırlanması ve yorumlanabilmeleri açısından kolaylık sağlar. Bunun için  $\alpha$  ve  $\gamma$  vektörlerinin özel olarak seçilmeleri gerekir<sup>112</sup>

<sup>111</sup> Hüseyin Tatlıdil, *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Ankara, 1996, s. 218

<sup>112</sup> P. L. Lai, C. Fyfe, "Kernel and Nonlinear Canonical Correlation Analysis", *International Journal of Neural Systems*, Vol. 10, No. 5, 2000, s. 365-377

$$\text{var}(u) = E[u - E(u)][u - E(u)]' = \alpha' \text{Kov}(x) \alpha = \alpha' \Sigma_{11} \alpha = 1 \quad 2.46$$

$$\text{var}(v) = E[v - E(v)][v - E(v)]' = \gamma' \text{Kov}(y) \gamma = \gamma' \Sigma_{22} \gamma = 1 \quad 2.47$$

u ve v nin varyansları yukarıdaki şekilde tanımlanırsa aralarındaki kovaryans ve korelasyon aşağıdaki şekilde bulunur<sup>113</sup>.

$$\text{Kov}(u, v) = E[u - E(u)][v - E(v)]' = \alpha' \text{Kov}(x, y) \gamma = \alpha' \Sigma_{12} \gamma \quad 2.48$$

ve

$$\text{Kor}(u, v) = \frac{\text{Kov}(u, v)}{[\text{var}(u) \text{var}(v)]^{1/2}} = \frac{\alpha' \Sigma_{12} \gamma}{\sqrt{\alpha' \Sigma_{11} \alpha} \sqrt{\gamma' \Sigma_{22} \gamma}} = \frac{\text{Kov}(u, v)}{(1 \ 1)^{1/2}} = \text{Kov}(u, v) \quad 2.49$$

$$\text{Kor}(u, v) = \text{Kov}(u, v) = \alpha' \Sigma \gamma = \rho \quad \text{olsun}$$

Amaç u ve v arasındaki korelasyonu maksimum yapmaktır, korelasyonu maksimum yapan<sup>114</sup>  $\alpha$  ve  $\gamma$  parametrelerini bulmak için, bir F fonksiyonu tanımlayalım.

$$F_{(u,v)} = \max \text{Kor}(u, v) = \max \alpha' \Sigma_{12} \gamma \quad 2.50$$

F fonksiyonunu 2.46 ve 2.47 kısıtları altında maksimize etmek için  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$

Lagranj çarpanları olmak üzere bir Lagranj fonksiyonu<sup>115</sup>

<sup>113</sup> Matjaz Omladic, Vesna Omladic, "More on Restricted Canonical Correlations", **Linear Algebra and its Applications** 321, 2000, s.285-293

<sup>114</sup> W. W. Hsieh, "Nonlinear Canonical Correlation Analysis by Neural Networks", **Neural Networks** 13, 2000, s. 1095-1105

<sup>115</sup> Lagranj Çarpanı, kısıtların eşitlik olduğu lineer olmayan optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılır. Kısaca

$$\max(\min) z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$s.t \quad g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_1$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_2$$

.....

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_m$$

olarak yazabiliriz<sup>116</sup>.

$$L = \alpha' \Sigma_{12} \gamma - \frac{1}{2} \lambda_1 (\alpha' \Sigma_{11} \alpha - 1) - \frac{1}{2} \lambda_2 (\gamma' \Sigma_{22} \gamma - 1) \quad 2.51$$

Bu fonksiyonun maksimizasyonu için  $\alpha$  ve  $\gamma$  vektörlerine göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse,

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \alpha} &= \Sigma_{12} \gamma - \lambda_1 \Sigma_{11} \alpha = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \gamma} &= \Sigma_{21} \alpha - \lambda_2 \Sigma_{22} \gamma = 0 \end{aligned} \quad 2.52$$

$$(\alpha' \Sigma_{12} = \Sigma_{21} \alpha)$$

2.52' deki ilk eşitlik soldan  $\alpha'$  ile ikinci eşitlik de yine soldan  $\gamma'$  ile çarpılırsa,

$$\begin{aligned} \alpha' \Sigma_{12} \gamma - \lambda_1 \alpha' \Sigma_{11} \alpha &= 0 \\ \gamma' \Sigma_{21} \alpha - \lambda_2 \gamma' \Sigma_{22} \gamma &= 0 \end{aligned}$$

olur.

2.46 ve 2.47 eşitliklerden  $\alpha' \Sigma_{11} \alpha = 1$  ve  $\gamma' \Sigma_{22} \gamma = 1$  olduğu hatırlanırsa

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \alpha' \Sigma_{12} \gamma \\ \lambda_2 &= \gamma' \Sigma_{21} \alpha \end{aligned}$$

bulunur. Bunun her ikisinde 2.49 eşitliğindeki korelasyon katsayısı  $\rho$  ya eşittir. 2.52 denklemlerini yeniden ele alırsak

$$\begin{aligned} \Sigma_{12} \gamma - \lambda_1 \Sigma_{11} \alpha &= 0 \\ \Sigma_{21} \alpha - \lambda_2 \Sigma_{22} \gamma &= 0 \end{aligned}$$

---

problemini çözmek için Lagranj çarpanları  $\lambda_i$  yardımıyla bir Lagranj fonksiyonu L tanımlanır.

$$L = (x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i [b_i - g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)]$$

L fonksiyonunu max (veya min) yapan  $x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$  değişkenlerini bulmak için fonksiyonun  $x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$  değişkenlerine göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenir, çıkan eşitlikler çözümlür. Wayne L. Winston, **Operations Research**, 3<sup>rd</sup> Ed. Duxbury Press, 1994, p. 684.

Finney, Weir, Giordano, Thomas' **Calculus**, 10<sup>th</sup> Ed. Addison Wesley, 2001, s. 952

<sup>116</sup> A. Tishler, S. Libovetsky, "Canonical Correlation Analyses for Three Data Sets: A Unified Framework with Application to Management", **Computers Ops. Res.**, Vol. 23, No. 7, 1996, s. 667-679

$\lambda_1 = \rho$  ve  $\lambda_2 = \rho$  yazarsak

$$-\rho\Sigma_{11}\alpha + \Sigma_{12}\gamma = 0$$

$$\Sigma_{21}\alpha - \rho\Sigma_{22}\gamma = 0$$

olur. Bu matris biçiminde

$$\begin{bmatrix} -\rho\Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & -\rho\Sigma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad 2.53$$

şeklinde yazılabilir. Bu denklem sisteminde  $\alpha$  ve  $\gamma$  vektörlerinin elemanları sıfırdan farklı olacağından, eşitliğin sağlanabilmesi için birinci matrisin determinantının (Ek 8) sıfır olması gerekir<sup>117</sup>. Öyleyse birinci matrisin determinantını alıp sıfıra eşitlersek,

$$\begin{vmatrix} -\rho\Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & -\rho\Sigma_{22} \end{vmatrix} = 0$$
$$\Rightarrow \rho^2\Sigma_{11}\Sigma_{22} - \Sigma_{12}\Sigma_{21} = \left| -\rho^2\Sigma_{11}\Sigma_{22} + \Sigma_{12}\Sigma_{21} \right| = 0 \quad 2.54$$

bu son eşitliği  $\Sigma_{22}^{-1}$  ve  $\Sigma_{11}^{-1}$  ile ayrı ayrı çarparsak

$$= \left| -\rho^2\Sigma_{11} + \Sigma_{12}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21} \right| = \left| -\rho^2\Sigma_{22} + \Sigma_{21}\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12} \right|$$
$$= \left| \Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21} - \rho^2I \right| = \left| \Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21}\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12} - \rho^2I \right| = 0$$

Problem bir özdeğer problemine dönüşmüş oldu. Yukarıdaki işlemlerden biri çözümlürse  $\rho^2$  bulunur<sup>118</sup>. Bulunan  $\rho^2$  yerine konularak  $\alpha$  ve  $\gamma$  vektörleride 2.53 denklemlerinden şöyle elde edilir.

<sup>117</sup> Flavio C. Bartmann, Peter Bloomfield, "Inefficiency and Correlation", **Biometrika**, Volume 68, Issue 1, Apr., 1981, s. 67-71

<sup>118</sup> B. Nielsen, "Conditional Test For Rank in Bivariate Canonical Correlation Analysis", **Biometrika** 88, 2001, s. 874-880

$$\begin{aligned} (\rho^2 \Sigma_{11} \Sigma_{22} - \Sigma_{12} \Sigma_{21}) \alpha &= (\Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} - \rho^2 I) \alpha = 0 \\ (\rho^2 \Sigma_{11} \Sigma_{22} - \Sigma_{12} \Sigma_{21}) \gamma &= (\Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} - \rho^2 I) \gamma = 0 \end{aligned} \quad 2.55$$

$p \leq q$  olduğu için  $\Sigma_{12} = \Sigma_{21}'$  matrisinin rankı  $p$  tanedir (Ek 7). Yani 2.54 nolu eşitliklerden  $p$  tane sıfırdan farklı  $\rho^2$  değeri elde edilebilir<sup>119</sup>. (Matris cebirinden bilindiği üzere  $\rho^2$  değerleri  $\Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21}$  matrisinin özdeğerleridir, Ek 3). Bulunan bu değerlerin pozitif kareköklerine kanonik korelasyon (canonical correlation) adı verilir<sup>120</sup>. Elde edilen  $\rho_i^2$  değerlerinin 2.55 nolu denklemlerde yerine yazılmasıyla bulunacak  $\alpha_i$  ve  $\gamma_i$  değerlerine  $x$  ve  $y$  değişkenlerinin kanonik katsayılar (canonical coefficients) denir<sup>121</sup>. ( bunlar da yine matris cebirinden;  $\Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21}$  matrisinin özvektörleridir, Ek 3) Kanonik korelasyonlar büyükten küçüğe doğru sıralanırsa ( $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \dots \rho_p$ ) birinci kanonik değişkenler (canonical variates)  $u_1 = \alpha_1' x$  ve  $v_1 = \gamma_1' y$  olarak yazılırlar. Diğer kanonik değişkenler de aynı şekilde yazılabilirler.

Küme içindeki ve kümeler arasındaki kanonik değişkenlerin dikliğinin (Ek 9) sağlanması gerekir. Kanonik değişkenlerin dikliği birbirlerinden bağımsız olmaları (Ek 4) anlamına gelir. Yani<sup>122</sup>;

$$\begin{aligned} Kov(u_i, u_j) &= E[u_i - E(u_i)][u_j - E(u_j)]' = \alpha_i' \Sigma_{11} \alpha_j = 0 \\ Kov(u_i, v_j) &= E[u_i - E(u_i)][v_j - E(v_j)]' = \alpha_i' \Sigma_{11} \gamma_j = 0 \\ Kov(v_i, v_j) &= E[v_i - E(v_i)][v_j - E(v_j)]' = \gamma_i' \Sigma_{11} \gamma_j = 0 \end{aligned} \quad 2.56$$

<sup>119</sup> Margaret C Wang, "Use of Canonical Correlation Analysis in an Investigation of Pupil's Rate of Learning in School", **The Journal of Educational Research**, Volume 64, Number 1, September 1970, s. 35-45

<sup>120</sup> S. W. Drury, "The Canonical Correlations of a Block Matrix with Given Eigenvalues", **Linear Algebra and its Applications**, Vol. 354, Issue 1-3, 15 October, 2002, s. 103-117

Dao-De Gao, Rong- Big Huang, "Some Results on Canonical Correlation and Their Applications to a Linear Model", **Linear Algebra and its Applications** 321, 2000, s. 47-59

<sup>121</sup> Paul E. Green, Michael H. Halbert, Patrick J. Robinson, **a.g.e.**, 3:1, Feb., 1966, s- 32-39

<sup>122</sup> S. E. Leurgans, R. A. Moyeed, B. W. Silverman, "Canonical Correlation Analysis When the Data are Curves", **Journal of Royal statistical Society. Series B ( Methodological )**, Volume 55, Issue 3, 1993, s. 725-740

S. Balbi, V. Esposito, "Rotated Canonical Analysis onto a Reference Subspace", **Computational Statistics & Data Analysis** 32, (2000), s. 395-410

2.52 nolu ilk ilk eşitliği alıp j'inci durum için yazarsak

$$\Sigma_{12}\gamma_j = \lambda_j \Sigma_{11}\alpha_j$$

soldan  $\alpha_j'$  çarparsak

$$\alpha_j' \Sigma_{12}\gamma_j = \lambda_j \alpha_j' \Sigma_{11}\alpha_j$$

$$\Rightarrow \alpha_j' \Sigma_{11}\alpha_j = \frac{1}{\rho_j} \alpha_j' \Sigma_{12}\gamma_j = 0 \text{ bulunur. } (\lambda_j = \rho_j) \quad 2.57$$

$\rho_j \neq 0$  olacağından, sıfıra eşitliğin sağlanması için

$$\alpha_j' \Sigma_{11}\alpha_j = \gamma_j' \Sigma_{22}\gamma_j = \alpha_j' \Sigma_{12}\gamma_j = 0 \text{ olmalıdır.}$$

2.46 ve 2.47 nolu birim varyanslı olma kısıtları ile birlikte

$$\alpha_i' \Sigma_{11}\alpha_j = 0 \text{ ve } \gamma_i' \Sigma_{22}\gamma_j = 0$$

eşitlikleri de  $\alpha$  ve  $\gamma$  katsayılarının bulunmasında yeni kısıtlar olarak eklenmelidir.

$i = 1, \dots, p$  olduğundan yani p tane  $\alpha$  ve  $\gamma$  olduğundan,  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  lagranj çarpanlarına  $\vartheta_1, \dots, \vartheta_p$  ve  $\theta_1, \dots, \theta_p$  çarpanları da eklenirse Lagranj fonksiyonu herhangi bir i'inci durum için şöyle yazılabilir.

$$L_i = \alpha_i' \Sigma_{12}\gamma_i - \frac{1}{2} \lambda_1 (\alpha_i' \Sigma_{11}\alpha_i - 1) - \frac{1}{2} \lambda_2 (\gamma_i' \Sigma_{22}\gamma_i - 1) + \sum_{j=1}^p \vartheta_j \alpha_i' \Sigma_{11}\alpha_j + \sum_{j=1}^p \theta_j \gamma_i' \Sigma_{22}\gamma_j \quad 2.58$$

$i=1, \dots, p$

Bu fonksiyonda  $\alpha_i$  ve  $\gamma_i$  değişkenlerine göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse

$$\frac{\partial L_i}{\partial \alpha_i} = \Sigma_{12}\gamma_i - \lambda_1 \Sigma_{11}\alpha_i + \sum_{j=1}^p \vartheta_j \Sigma_{11}\alpha_j = 0 \quad 2.59$$

$$\frac{\partial L_i}{\partial \gamma_i} = \Sigma_{21}\alpha_i - \lambda_2 \Sigma_{22}\gamma_i + \sum_{j=1}^p \theta_j \Sigma_{22}\gamma_j = 0$$

yukarıdaki ilk eşitlik soldan  $\alpha_j'$  ile ikincisi yine soldan  $\gamma_j'$  ile çarpılırsa, yukarıdaki kısıtlar ve birim varyanslı olma, 2.46 ve 2.47 kısıtları ile birlikte;

$$\alpha_j' \Sigma_{12} \gamma_j - \lambda_1 \alpha_j' \Sigma_{11} \alpha_j + \sum_{j=1}^p \vartheta_j \alpha_j' \Sigma_{11} \alpha_j = 0$$

$$\Rightarrow \vartheta_j \alpha_j' \Sigma_{11} \alpha_j = \vartheta_j = 0$$

2.60

$$\gamma_j' \Sigma_{21} \alpha_j - \lambda_2 \gamma_j' \Sigma_{22} \gamma_j + \sum_{j=1}^p \theta_j \gamma_j' \Sigma_{22} \gamma_j = 0$$

$$\Rightarrow \theta_j \gamma_j' \Sigma_{22} \gamma_j = \theta_j = 0$$

bulunur. Yani fonksiyon yeni katılan kısıtlardan etkilenmemektedir, o halde denkleme katılmasına gerek yoktur.

$$Kov(u_i, u_j) = Kov(v_i, v_j) = \begin{cases} 1 & i = j \text{ ise} \\ 0 & i \neq j \text{ ise} \end{cases}$$

$$Kov(u_i, v_j) = Kov(u_j, v_i) = \begin{cases} \rho & i = j \text{ ise} \\ 0 & i \neq j \text{ ise} \end{cases}$$

$$R^2 = \rho_i^2 = \frac{\alpha_i' \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \alpha_i}{\alpha_i' \Sigma_{11} \alpha_i} = \text{Açıklanan Varyans/Toplam Varyans}$$

Bulunan kanonik değişkenlerin kendi kümelerindeki orjinal değişkenleriyle ve diğer kümenin orjinal değişkenleri ile korelasyonları da şu şekilde bulunur.

$$Kor(u_i, x) = \frac{Kov(u_i, x)}{[Köş(Var(u_i))]^{1/2} [Köş(Var(x))]^{1/2}} = \frac{\alpha_i' \Sigma_{11}}{[Köş(\Sigma_{11})]^{1/2}}$$

$$Kor(u_i, y) = \frac{\alpha_i' \Sigma_{12}}{[Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}}$$

$$Kor(v_i, y) = \frac{\gamma_i' \Sigma_{22}}{[Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}}$$

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



Ayrıca kanonik değişkenlerle orjinal değişkenlerin kovaryans ve korelasyonları arasında 2.53 eşitliğinden hareketle şu bağlantılar çıkarılabilir.

$$\begin{aligned} -\rho_i \Sigma_{11} \alpha_i + \Sigma_{12} \gamma_i &= 0 \\ \Sigma_{21} \alpha_i - \rho_i \Sigma_{22} \gamma_i &= 0 \end{aligned}$$

İlk eşitliği soldan  $\Sigma_{11}^{-1}$  ile ikinci eşitlik te soldan  $\Sigma_{22}^{-1}$  ile çarpılıp gerekli düzenlemeler yapılırsa

$$\begin{aligned} -\rho_i \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{11} \alpha_i + \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \gamma_i &= 0 \Rightarrow \rho_i \alpha_i = \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \gamma_i \\ \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \alpha_i - \rho_i \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{22} \gamma_i &= 0 \Rightarrow \rho_i \gamma_i = \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \alpha_i \end{aligned}$$

buradan;

$$\begin{aligned} \alpha_i &= \frac{1}{\rho_i} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \gamma_i \\ \gamma_i &= \frac{1}{\rho_i} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \alpha_i \end{aligned}$$

sonuçları elde edilir. Buna göre kanonik değişkenlerle orjinal değişkenlerin kovaryans ve korelasyonları arasında şu eşitlikleri belirlemek mümkündür.

$$Kor(u_i, y) = \frac{\alpha_i' \Sigma_{12}}{[Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}} = \frac{\gamma_i' \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12}}{\rho_i [Köş(\Sigma_{22})]^{1/2}} = \rho_i Kor(v_i, y)$$

$$Kor(v_i, x) = \frac{\gamma_i' \Sigma_{21}}{[Köş(\Sigma_{11})]^{1/2}} = \frac{\alpha_i' \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21}}{\rho_i [Köş(\Sigma_{11})]^{1/2}} = \rho_i Kor(u_i, x)$$

Örnek verilerde anakütle kovaryans matrisi  $\Sigma$ 'nın yerine örnek kovaryans matrisi S kullanılarak aynı formüller yardımıyla kanonik korelasyonlar ve kanonik değişkenler bulunur<sup>123</sup>.

Kanonik korelasyon analizinin daha basit bir çıkarımı regresyon analizi ile çoklu korelasyon arasındaki ilişkiden hareketle Elliot M.Cramer tarafından

yapılmıştır<sup>124</sup>. Regresyon katsayıları bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasında en yüksek korelasyonu sağlayan, bağımsız değişkenlerin bir lineer kombinasyonudur. Problem şu şekilde formüle edilebilir: iki farklı küme üzerine n-adet gözlem değeri elde edilmiş olsun veriler; satırları farklı bir gözlemi gösteren sütunları farklı birer değişkeni gösteren iki X ve Y matrisi olarak yazılabilir. X değişkeni tarafından en iyi tahmin edilebilecek  $y=Ya$  bileşkesini sağlayan a vektörünün bulunması amaçlanmaktadır. Herhangi bir y'nin X bağımsız değişkenlerine bağlı regresyon katsayıları b ve çoklu korelasyonu R olsun. Regresyon denklemleri ve katsayıları şöyledir.

$$\begin{aligned} y &= Xb \\ (X'X)b &= X'y \\ b &= (X'X)^{-1} X'y \end{aligned} \tag{2.61}$$

burada  $y=Ya$  eşitliği yerine konularak

$$\begin{aligned} b &= (X'X)^{-1} X'Ya \\ R^2 &= SSR / SST \\ &= b'X'Xb / y'y \\ &= a'Y'X(X'X)^{-1} X'Ya / a'Y'Ya \end{aligned} \tag{2.62}$$

burada korelasyonu maksimize etmek için  $\lambda$  bir Lagranj çarpanı olmak üzere fonksiyon şöyle yazılır

$$a'Y'X(X'X)^{-1} X'Ya - \lambda(a'Y'Ya - 1)$$

$a'$  ya göre türev alınarak sifıra eşitlenirse kanonik korelasyon denklemleri elde edilmiş olur

$$[Y'X(X'X)^{-1} X'Y]a = \lambda [Y'Y]a \tag{2.63}$$

2.62' de her iki taraf  $a'$  ile çarpılırsa  $\lambda = R^2$  elde edilir.

<sup>123</sup> B. Nielsen, "The Likelihood-ratio Test for Rank in Bivariate Canonical Correlation Analysis", **Biometrika** 86, 2, 2001 s. 279-288

<sup>124</sup> Elliot M.Cramer, "A Simple Derivation of the Canonical Correlation Equations", **Biometrics**, Vol:29, Issue 2, Jun 1973, s.379-380,

SSR: regresyonla açıklanan değişkenlik

SST: toplam değişkenlik

2.63' de özdeğer problemi çözümlerse kanonik korelasyon katsayıları olan  $a$  vektörü ve kanonik korelasyonların kareleri  $R^2$ 'ler elde edilir. Bulunanların 2.61' de yerine yazılması ile diğer kümenin katsayıları elde edilir.

En küçük kareler yöntemi, kanonik korelasyon analizi gibi iki değişken kümesi arasında ki ilişkiyi açıklamak için şöyle kullanılabilir<sup>125</sup>;  $X$  ve  $Y$ ,  $(k,n)$  ve  $(k,m)$  boyutlu iki veri kümesi olsun,  $k$  gözlem sayısını,  $n$  ve  $m$  sırayla  $X$  ve  $Y$  deki değişken sayısını,  $u = Xa$ ,  $v = Yb$  daha önce açıklandığı gibi değişkenlerin doğrusal bileşenlerini,  $a$  ve  $b$ ,  $(n,1)$  ve  $(m,1)$  boyutlu katsayılar vektörlerini göstermektedir.

$R_{xx} = X'X$ ,  $R_{yy} = Y'Y$ ,  $R_{xy} = X'Y$ ,  $R_{yx} = Y'X$  matrisleri tanımlanmış olsun.  $X$  ve  $Y$  arasındaki yakınlığı ölçmek için

$\varepsilon = u - v$  farkına bakılır ise;

$$\begin{aligned} LS &= \|\varepsilon\|^2 = (u - v)'(u - v) \\ &= (a'X' - b'Y')(aX - bY) \\ &= a'R_{xx}a - 2a'R_{xy}b + b'R_{yy}b \end{aligned}$$

$u$  ve  $v$  doğrusal bileşenlerin normalize edilme şartları

$u'u = 1$  ve  $v'v = 1$  veya açık haliyle

$$a'R_{xx}a = 1, \quad b'R_{yy}b = 1$$

bu kısıtlar altında  $LS$ 'yi minimize edecek  $a$  ve  $b$  parametrelerini bulmak için bir lagranj fonksiyonu yazılabilir.

$\theta_1$  ve  $\theta_2$  birer lagranj çarpanı olmak üzere

$$L = LS - \theta_1(a'R_{xx}a - 1) - \theta_2(b'R_{yy}b - 1)$$

$$\partial L / \partial a = 0, \quad \partial L / \partial b = 0$$

$$R_{xy}b = \lambda R_{xx}a, \quad R_{yx}a = \mu R_{yy}b$$

$\lambda = 1 - \theta_1$   $\mu = 1 - \theta_2$  yukarıdaki eşitliklerin birincisini  $a'$  ile ikincisini  $b'$  ile çarparsak  $\lambda = \mu = a'R_{xy}b$  elde edilir. Aynı eşitliklerde birincisi  $a$  için çözümlenip ikincisinde yerine yazılırsa;

<sup>125</sup> Stan Lipovetsky, Asher tishler, W. Michael Conklin, "Multivariate Least Squares and its Relation to other Multivariate Techniques", **Applied Stochastic Models in Business and Industry**, 18: 2002, s. 347-356

$$(R_{xx}^{-1}R_{xy}R_{yy}^{-1}R_{yx})a = \lambda^2 a, \quad (R_{yy}^{-1}R_{yx}R_{xx}^{-1}R_{xy})b = \lambda^2 b \quad \text{olur.}$$

bunlar Hotelling tarafından elde edilen eşitliklerdir. Kanonik korelasyon da şu şekilde tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\text{cov}(u, v)}{[\text{var}(u)\text{var}(v)]^{1/2}} = \frac{u'v}{[(u'u)(v'v)]^{1/2}} \\ &= \frac{a'R_{xx}b}{[(a'R_{xx}a)(b'R_{xx}b)]^{1/2}} \end{aligned}$$

Kanonik korelasyon analizinde bağımlı veya bağımsız değişken kümelerine yeni değişkenlerin eklenmesi herhangi iki kanonik değişken arasındaki korelasyonu azaltmaz aksine artırabilir. 1954' te Laha yeni değişkenlerin kanonik korelasyonların kareleri toplamını azaltmayacağını göstermiştir<sup>126</sup>.

### 2.5.5.1 Kanonik Korelasyonların Testleri

Kanonik korelasyon analizi örnek verilerden hareketle yapılmışsa kanonik değişken çiftlerinden kaç tanesinin önemli olduğunun test edilmesi için geliştirilmiş Wilk's Lambda, Roy'un En Büyük Özdeğer Yaklaşımı, Lawley Hotelling, Pillai's Trace gibi çeşitli yöntemler vardır<sup>127</sup>.

#### 2.5.5.1.1 Wilk's Lambda Yaklaşımı

Bartlett tarafından geliştirilen bu yöntemde, bulunan kanonik değişken çiftlerinin kaç tanesi arasındaki korelasyonun önemli sayılacağını anlaşılması için hipotezler şöyle yazılır.

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

$$H_1 = \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_k \neq 0$$

<sup>126</sup> C.W.Chen, "On Some Problems in Canonical Correlation Analysis", *Biometrika*, Vol.58, Issue 2, Aug.,1971, s.399-400

<sup>127</sup> Nashat B. Saweris, M. Masoom Ali, "Moment and Distributions of Certain Multivariate Test Criteria in the Canonical Correlation Case Under Violation", *Journal of Statistical Planning and Inference* 62, 1997, s.235-246

$H_0$  hipotezi (anakütlede tüm kanonik korelasyonların sıfıra eşit olması) alternatif hipotez  $H_1$  e karşı ( en az bir kanonik korelasyonun sıfırdan farklı olması hipotezine karşı) test edilir. Wilk's Lambda Test istatistiğinde  $r_i^2$ , anakütle değeri  $\rho_i^2$  tahmin edicisi olmak üzere, Wilk tarafından önerilen  $\Lambda$  katsayısı kullanılmaktadır.

$$\Lambda = \prod_{i=1}^k (1 - r_i^2)$$

$\Lambda$  katsayısının anlamlılığının test edilmesi için L istatistiği kullanılır.

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

L istatistiği verilerin çoklu normal dağılım koşulu ile asimtotik olarak ( $n \rightarrow \infty$ ), pq serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımı gösterir<sup>128</sup>. Monte Carlo simülasyonları basıklık ve çarpıklık dereceleri çok yüksek olmadığı sürece çoklu normallikten sapmalarda da L istatistiğinin sıklıkla pq serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımına uyduğunu ( $n \rightarrow \infty$ ) göstermektedir<sup>129</sup>.

n: örnek sayısı

p: birinci setteki değişken sayısı

q: ikinci setteki değişken sayısı

$r_i$ : örnek kanonik korelasyonlar

k: kanonik korelasyon sayısı ( $k = \min(p, q)$ )

pq serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımının  $\alpha = 0.01, 0.05$  gibi çeşitli kritik değerleri ile L'nin anlamlılığı değerlendirilir. İlk hesaplanan L test istatistiği önemli ise en büyük kanonik korelasyon test dışı bırakılarak diğer kanonik korelasyonlar ile test tekrarlanır. Bu defa Wilk's Lambda  $i=2,3,\dots,k$  için hesaplanır.

<sup>128</sup> Takashi, Seo, Takashi Kanda, Yasunori Fujikoshi, "The Effects of Nonnormality on Tests for Dimensionality in Canonical Correlation and Manova Models", *Journal of Multivariate Analysis* 52, 1995, s.325-337

<sup>129</sup> Z. D. Bai, Xuming He, "A Chi-Square Test for Dimensionality With Non-Gaussian Data", *Journal of Multivariate Analysis*, Vol. 88, Issue 1, January 2004, s. 109-117

$$\Lambda_1 = \prod_2^k (1 - r_i^2)$$

$\Lambda_1$  'in önemliliğini test etmek için  $L_1$  hesaplanır.

$$L_1 = - \left[ n - 1 - \frac{1}{2}(p + q + 1) \right] \ln \Lambda_1$$

$L_1$  istatistiği  $(p-1)(q-1)$  serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımı gösterir.

Bu işlemler önemsiz  $L_i$  değerine kadar devam eder.  $L_i$  test istatistiğinin anlamlılığı  $(p-i)(q-i)$  serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımının kritik değerlerine göre değerlendirilir<sup>130</sup>.

Tatsuoka (1971) Bartlett'in yukarıdaki  $\chi^2$  yaklaşımına bir alternatif olarak yaklaşık F-dağılımı gösteren V fonksiyonunu önermiştir<sup>131</sup>.

$$F = \frac{1 - V^{1/t}}{V^{1/t}} \frac{mt - pq/2 + 1}{pq}$$

$$m = \left[ N - \frac{1}{2}(p + q + 1) \right] \text{ ve}$$

$$t = \left[ (p^2 q^2 - 4) / (p^2 + q^2 - 5) \right]^{1/2}$$

istatistik  $pq$  ve  $(mt - pq/2 + 1)$  serbestlik dereceli yaklaşık bir F dağılımıdır. Hesaplaması biraz karmaşık olduğu için pek kullanılmamaktadır.

### 2.5.5.1.2 Roy'un En Büyük Özdeğer Yaklaşımı

Bartlett'in 2.5.5.1.1' deki Wilk's Lambda testine alternatif olarak kullanılmaktadır. Roy'un en büyük özdeğer yaklaşımı için Heck's Charts adı verilen tablolardan yararlanılır. Bu yöntemde anakütle kanonik korelasyonlarının örneklem tahminleri olan  $r_i^2$  yi test etmek için

<sup>130</sup> Robb J. Muirhead, Christine M. Waternaux, "Asymptotic Distributions in Canonical Correlation Analysis and Other Multivariate Procedures for Nonnormal Populations", **Biometrika**, Volume 67, Issue 1 ( Apr., 1980), s. 31-43

<sup>131</sup> Mark S. Levine, a.g.e., s.21

$$s = p + 1 - i$$

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

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

eşitlikleri ile  $s, m$  ve  $\tilde{n}$  parametreleri hesaplanır. Herbir kanonik korelasyonun anlamlı olup olmadığı anlamak için, Heck tablolarından  $s, m$  ve  $\tilde{n}$  parametrelerine bağlı olarak elde edilen  $\theta^\alpha(s, m, \tilde{n})$  kritik değerleri ile  $r_i^2$  karşılaştırılmaktadır.  $r_i^2 > \theta^\alpha(s, m, \tilde{n})$  ise,  $i$ . kanonik korelasyon katsayısının istatistik açıdan anlamlı olduğu söylenir<sup>132</sup>. Heck tablolarının her kaynakta olmaması ve tablolardan elde edilen değerlerin kesin değil yaklaşık değerler olması nedeni ile bu yöntem yaygın olarak kullanılmamaktadır.<sup>133</sup>

### 2.5.5.1.3 Pillai Trace Test İstatistiği

Anakütle kanonik korelasyonlarının örneklem tahminleri olan  $r_i^2$  yi test etmek için hipotezler şu şekildedir.

$H_0$  : Anakütlede tüm kanonik korelasyonlar sıfıra eşittir

$H_1$  : En az bir kanonik korelasyon sıfırdan farklıdır

Pillai test istatistiği,  $V^{(s)}$

$V^{(s)} = \sum_{i=1}^s r_i^2$  olarak hesaplanır<sup>134</sup>.  $V^{(s)}$  'in anlamlılığı yaklaşık bir F dağılımı

gösteren,  $s(2m + s + 1)$  ve  $s(2N + s + 1)$  serbestlik dereceli

$F = \frac{(2N + s + 1)V^{(s)}}{(2m + s + 1)(s - V^{(s)})}$  ile test edilir.

$$s = \min(p, q) \quad m = \frac{1}{2}(|q - p| - 1) \quad N = \frac{1}{2}(n - q - p - 2)$$

<sup>132</sup> İlker Yalçın, **Kısmi Kanonik Korelasyon**, Bilim Uzmanlığı Tezi, 1988, s.16

<sup>133</sup> Hüseyin Tatlıdil, **a.g.e.**, s.227

<sup>134</sup> Alvin C. Rencher, **Multivariate Statistical Inference and Applications**, John Wiley and Sons Inc., 1998, s. 323

#### 2.5.5.1.4 Hotelling-Lawley Test İstatistiği

Hotelling-Lawley test istatistiği  $U^{(s)} = \sum_{i=1}^s \frac{r_i^2}{1-r_i^2}$  kanonik korelasyonların

tümünün sıfıra eşit olduğu hipotezini test etmek için kullanılır.  $U^{(s)}$ 'in anlamlılığının testi için Mc Keon (1974), Pillai, Sampson (1959) ve Pillai (1954) tarafından verilmiş üç yaklaşık F dağılımı vardır<sup>135</sup>. Bunlardan Pillai tarafından verilen F dağılımı şöyledir.

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

dağılımın serbestlik derecesi ise  $s(2m + s + 1)$  ve  $2(sN + 1)$  dir.

#### 2.5.5.2 Kanonik Değişkenlerin Yorumlanmasına Karar Verme

Kanonik korelasyon analizinde kanonik değişkenlerin hangilerinin önemli olduğuna ve yorumlanması gerektiğine karar verirken öncelikle korelasyonların kanonik değişkenleri yorumlamak için yeterli olup olmadığına karar vermek gerekir, bunun için üç kriter göz önüne alınmalıdır. 1) Anlamlılık Düzeyi 2) Kanonik Korelasyonun Büyüklüğü 3) Şişkinlik (Redundancy) Analizi.

1. **Anlamlılık Düzeyi:** Zorunlu olmamakla birlikte genellikle kabul edilen minimum anlamlılık seviyesi 0.05 tir, yapılan araştırmaya göre gerekirse 0.01, 0.005 gibi daha büyük anlamlılık düzeyleri de kullanılabilir.

2. **Kanonik Korelasyonun Büyüklüğü:** Kanonik korelasyonun anlamlılık düzeyi kanonik korelasyonun büyüklüğüne bağlıdır, buna rağmen (örneğin büyük olmasından kaynaklanan) iyi bir anlamlılık seviyesinde dahi ( $\alpha = 0.01$  gibi) düşük bir kanonik korelasyon elde edilebilir. Üzerinde uzlaşma sağlanmış bir kanonik korelasyon alt limiti yoktur, fakat örnek hacmi büyük ise  $R=0.30$  yeterli bir büyüklük olarak kabul edilmektedir<sup>136</sup>. Birden fazla kanonik korelasyonun sıfırdan farklı olması durumunda genellikle kanonik korelasyonu 0.75 ten büyük kanonik

<sup>135</sup> Alvin C. Rencher, *ag.e.*, s. 130

<sup>136</sup> Kazım Özdamar, *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2*, Kaan Kitabevi, 2. Baskı, 1999 s.400



değişkenler yorumlanmaktadır, fakat istatistik açıdan anlamlı daha küçük korelasyonlu değişkenler de yorumlanabilir<sup>137</sup>.

3. **Şişkinlik Analizi:** Şişkinlik analizi (redundancy analysis) kanonik korelasyon analizine bir alternatif olarak önerilmiştir<sup>138</sup>. Üç adımda yapılır.

- a) Paylaşılan Varyansın Hesaplanması. b) Açıklanan Varyansın Hesaplanması.
- c) Şişkinlik İndeksinin Hesaplanması.

a) **Paylaşılan Varyans:** Paylaşılan varyansı şu şekilde anlamak mümkündür. Venn diagramında A kümesi çeşitli değişkenlerden oluşan bir kümedeki değişimi, B kümesi de yine çeşitli değişkenlerden oluşan bir başka kümedeki değişimi gösterebilir,  $A \cap B$  (A ve B kümelerinin kesişimi) A ve B arasında paylaşılan varyansı gösterir<sup>139</sup> Burada paylaşılan varyans; bağımsız değişkenlerin bağımsız değişkenlerden elde edilen kanonik değişkenlerde açıkladıkları varyansın ortalaması ve aynı şekilde bağımlı değişkenlerin bağımlı değişkenlerden elde edilen kanonik değişkenlerde açıkladıkları varyansın ortalamasını göstermektedir.

$$\begin{aligned} & \text{Bağımsız değişken X kümesinin açıklanan varyansı} \\ & = \sum Kor^2(u_i, x_i) / p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Bağımlı değişken Y kümesinin açıklanan varyansı} \\ & = \sum Kor^2(v_i, y_i) / q \end{aligned}$$

Her kanonik değişken için açıklanan varyanslar hesaplanabilir. Kanonik değişken sayısı kümenin değişken sayısına eşit olduğunda toplam açıklanan varyans genellikle bir, değişken sayısı kanonik değişken sayısından fazla olduğunda ise toplam açıklanan varyans birden az olmaktadır<sup>140</sup>.

b) **Açıklanan Varyans:** Açıklanan varyans kanonik korelasyon analizi sonucunda elde edilen bağımlı ve bağımsız değişken çiftleri için  $[(u_1, v_1), (u_2, v_2), \dots]$ , bağımlı değişken  $(v_1)$  bağımsız değişken  $(u_1)$  tarafından açıklanan varyans veya bağımsız değişken  $(u_1)$  tarafından açıklanan varyans demektir. Bu da kanonik

<sup>137</sup> N. A. Campbell, J. A. Tomenson, "Canonical Variate Analysis for Several Sets of Data", *Biometrics*, Volume 39, Issue 2, Jun., 1983, pp. 425-435

<sup>138</sup> Thomas E. Buzas, Claes Fornel, Byong-Duk Rhee, "Conditions Under Which Canonical Correlation and Redundancy Maximization Produce Identical Results", *Biometrika*, Vol:76, issue 3, sep., 1989, s.618-621

<sup>139</sup> Mark I. Alpert, Robert A. Peterson, "On the interpretation of Canonical Analysis", *Journal of Marketing Research*, 9:2 (1972:May), s.187-192

değişkenler arasındaki korelasyonun karesine eşittir, yani  $R^2$  dir.  $R^2$  kanonik değişkenle orjinal değişkenler arasındaki korelasyon değil, iki kanonik değişken arasındaki korelasyondur<sup>141</sup>.

c) **Şişkinlik İndeksi:** Şişkinlik indeksi bir değişken kümesinin diğer değişken kümesinin elemanlarınca ne kadar yüksek oranda açıklandığını gösterir<sup>142</sup>. Kanonik korelasyon analizi iki değişken kümesi arasındaki korelasyonu maksimize eder fakat bir değişken kümesinin diğer değişken kümesi elemanlarınca açıklanan varyansı hakkında fikir vermez. Yüksek korelasyonlu kanonik değişkenler, orjinal değişkenlerdeki değişimin çok azını açıklıyor da olabilir. Stewart ve Love (1968) şişkinlik indeksini bu problemi gidermek için ortaya koymuşlardır. İndeks bir kümedeki değişkenlerin toplam değişimlerinin kanonik değişkenlere ne oranda açıklandığını ölçmektedir<sup>143</sup>. Şişkinlik indeksi kanonik korelasyon gibi iki küme değişkenleri arasında simetrik değildir. Şişkinlik indeksi paylaşılan varyansla açıklanan varyansın çarpımından elde edilir. Her iki değişken kümesi için hesaplanır.

Birinci kümenin (X) şişkinliği

$$= (\sum Kor^2(u_i, x_i) / p) \cdot \lambda_1$$

İkinci kümenin (Y) şişkinliği

$$= (\sum Kor^2(v_i, y_i) / q) \cdot \lambda_1$$

$$\lambda_1 = R^2 \text{ dir.}$$

Formüllerden anlaşılacağı gibi yüksek şişkinlik indeksi için yüksek kanonik korelasyon ve yüksek paylaşılan varyans gerekmektedir.

---

<sup>140</sup> Barbara G. Tabachnick, Linda S. Fidel, **a.g.e.**, p. 189

<sup>141</sup> Mark I. Albert, Robert A. Peterson, **a.g.e.**

<sup>142</sup> Seyhmus Baloglu, Pamela Weaver, Ken W. McClear, "Overlapping Product-Benefit Segments in the Loading Industry: A Canonical Correlation Approach", **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 10/4, 1998, 159-166

Steven N. Blair, David A. Ludwig, Nancy N. Goodyear, "A Canonical Analysis of Central and Peripheral Subcutaneous Fat Distribution and Coronary Heart Disease Risk Factors in Men and Woman Aged 18-65 Years", **Human Biology**, 60:1, Feb., 1988

<sup>143</sup> Thomas E. Buzas, Claes Fornel, Byong-Duk Rhee, **a.g.e.**, s.618-621

### 2.5.5.3 Kanonik Değişkenlerin Yorumu

Kanonik korelasyon istatistik açıdan belirli bir anlamlılık düzeyinde önemli,  $R^2$  ve şişkinlik indeksi kabul edilebilir ise değişkenlerin korelasyondaki göreceli önemini ortaya çıkarmak için

-Kanonik Ağırlıklar (Canonical Weights-Canonical Coefficients)

-Kanonik Yükler (Canonical Loadings)

-Kanonik Çapraz Yükler (Canonical Cross Loadings)

incelenir.

**Kanonik Ağırlıklar:** En büyük kanonik korelasyona sahip kanonik değişkenler ve bunların katsayıları diğerlerine nazaran daha önemlidir, öncelikle bunlar yorumlanmalıdır<sup>144</sup>. Kanonik değişkenlerdeki katsayılarının ve işaretlerinin incelenmesi değişkenlerin fonksiyona ne yönde ve göreceli olarak ne ölçüde katkıda bulduklarını gösterir<sup>145</sup>. Katsayısı büyük olan değişkenlerin katsayısı küçük olan değişkenlere nazaran daha fazla katkıda buldukları söylenebilir. Katsayısı pozitif olan değişkenlerin birbirleri ile doğru orantılı, katsayısı pozitif olan değişkenlerle katsayısı negatif olan değişkenlerin ise birbirleri ile ters orantılı oldukları anlaşılır<sup>146</sup>. Kanonik ağırlıkları bu şekilde yorumlarken gözden kaçırılmaması gereken önemli bir nokta vardır, o da değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda değişkenlerden biri fonksiyona kendi katkısını yaptıktan sonra diğer değişkene yapacak fazladan bir katkının kalmamasıdır. Bu durumda birinci değişkenin katsayısı büyük olurken ikinci değişkenin katsayısı sıfıra yakın çıkmaktadır<sup>147</sup>. Bir değişkene ait katsayının küçük çıkması, değişkenin önemsiz olmasından kaynaklanabileceği gibi çoklu doğrusal bağlantı probleminin bir sonucu olabilir<sup>148</sup>. Kanonik ağırlıklar ve kanonik yükler farklı sonuçlar verdiğiinde çoklu doğrusal bağlantı bu farklılığın bir nedeni olabilir.<sup>149</sup> Kanonik çözümlerin yorumlanmasında

<sup>144</sup> K.S. Srikantan, "Canonical Association Between Nominal Measurements", *Journal of American Statistical Association*, v.65, Issue 329, Mar., 1970, s.284-292

<sup>145</sup> Alvin C. Rencher, "On the Use of Correlations to Interpret Canonical Functions", *Biometrika*, V.75, Issue 2, s.363-365, Jun., 1988

<sup>146</sup> Margaret C Wang, a.g.e., pp. 35-45

<sup>147</sup> Mark S. Levine, a.g.e., s.18

<sup>148</sup> Loo, Becky P. Y, a.g.e., Feb., 2000, Vol. 40, Issue 1, p. 143-170

<sup>149</sup> Claes Fornell, "Problems in the Interpretation of Canonical Analysis: The Case of Power in Distributive Channels", *Journal of Marketing Research*, Vol.15:3, Aug.,1978, s.489-491

çoklu doğrusal bağlantı probleminden kaçınmak için daha çok kanonik yükler kullanılmaktadır<sup>150</sup>.

**Kanonik Yükler:** Kanonik ağırlıkların yorumlanmasında doğabilecek hatalardan dolayı, kanonik yapı korelasyonları (canonical structure corelations) da denilen kanonik yükler de kullanılmaktadır. Kanonik yükler bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tek tek kendi kanonik değişkenleri ile korelasyonlarıdır, kanonik değişkenlerle gözlenen değişkenler arasında paylaşılan varyansı yansıtırlar. En büyük korelasyona sahip değişken en önemli değişken olarak yorumlanır. Eğer değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı yoksa standardize kanonik ağırlıklarla, kanonik yükler aynıdır. Kanonik ağırlıkların standardize edilmesi, her kanonik ağırlığın, kanonik ağırlıkların kareleri toplamının kareköküne bölümü şeklinde yapılmaktadır. Orjinal değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda kanonik ağırlıklarla, kanonik yükler oldukça farklı olur. Örneğin iki X değişkeni arasında yüksek derecede pozitif (doğru orantılı) bağlantı varsa kanonik yüklerin her ikisi de pozitif olurken, kanonik ağırlıklardan biri pozitif diğeri negatif çıkabilir<sup>151</sup>.

**Kanonik Çapraz Yükler:** Kanonik yüklere alternatif olarak önerilmiştir. Bağımlı değişkenlerin direk olarak bağımsız değişkenlerden elde edilen kanonik değişkenle ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenden elde edilen kanonik değişkenle korelasyonlarıdır.

Araştırmacılar arasında yukarıdaki üç teknikten kanonik çapraz yükler tercih edilmekte pek çok bilgisayar programında da hesaplanabilmektedir.<sup>152</sup> Bu mümkün olmadığı takdirde sırayla kanonik yükler veya kanonik ağırlıkların incelenmesini önermektedirler.

Şişkinlik analizi kanonik korelasyon analizine alternatif olarak geliştirildiğine göre bazı şartlarda iki yaklaşımdan aynı veya benzer sonuçları almak mümkün olabilir<sup>153</sup>. Bağımlı değişkenin korelasyon matrisinin sıfırdan farklı özdeğerleri aynı olduğunda kanonik korelasyon ve şişkinlik indeksi aynı sonuçları verirler. Özel bir

<sup>150</sup> Sehmuz Baloglu, Muzaffer Uysal, "Market segments of push and pull motivations: a canonical correlation approach", *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 8/3, 1996, s.32-38

<sup>151</sup> A.A. Afifi, Virginia Clark, *Computer -Aided Multivariate Analysis*, Chapman and Hall, 3<sup>rd</sup> ed., 1998, s.236

<sup>152</sup> Hair, Anderson, Tatham, Black, a.g.e., s.454

<sup>153</sup> Thomas E. Buzas, Claes Fornel, Byong-Duk Rhee, a.g.e, s.618-621

durum olarak; bağımlı değişken kovaryans matrisinin sadece bir özdeğeri olduğunda veya bağımlı değişken kümesinin değişkenleri arasında korelasyon bulunmadığında yani değişkenler ortogonal olduğunda veya Y-korelasyon matrisi tam rank olduğunda aynı sonuçları verirler. Bağımlı değişkenler arasında korelasyonların düşük olması durumunda benzer sonuçlar elde edilir. Korelasyonların yüksek olması benzer sonuçlar alma şansını düşürür, fakat Y-değişkenlerinin sıfırdan farklı özdeğerleri birbirine yakın ve değişkenler diğer bazı Y değişkenlerini gereksiz kılıyorsa Y-değişkenleri arasında yüksek korelasyon bulunsa da şişkinlik analizinden ve kanonik korelasyon analizinden benzer sonuçlar alınmasını sağlar.



## BÖLÜM III

### İŞLETME PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİNDE KANONİK KORELASYON ANALİZİ

#### 3.1 Araştırmanın Amacı ve Yöntemleri

İşletme performansının değerlendirilmesi, işletmenin geçmiş çalışmalarını değerlendirip eksiklerini görmesi ve bunları gidermesi, performansı etkileyen faktörleri belirleyip bunları kontrol etmesi ve işletme kaynaklarını bunlara göre düzenlemesi, geleceğe yönelik hedeflerini daha gerçekçi temeller üzerine kurması ve hedeflere zamanında ve daha verimli yollardan ulaşması için yani kısaca işletmenin başarısının artırılması için önemlidir. Daha öncede belirtildiği gibi araştırmanın amacı işletmelerde performans kavramını açıklamak, performans ölçüm faktörlerini belirlemek ve hangi faktörlerin hangi performans göstergelerini etkilediğini ortaya çıkarmaya çalışmaktır. Bu amaçla çalışmada birden fazla gösterge ile saptanan işletme performansını etkileyebilecek çok sayıda faktör arasından hangilerinin etkili olduğunu araştırmak için en uygun yöntem olan kanonik korelasyon analizi uygulanmıştır.

#### 3.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırmaya konu olan firmalar 1996-1997 ve 2001-2002 yıllarında İMKB'ye kayıtlı, imalat sanayiinde faaliyet gösteren firmalardır. Veriler İstanbul Sanayi Odası'nın "İSO Dergisi"<sup>1</sup> ve İMKB'nin "Şirketler Yıllığı"<sup>2</sup> yayınlarından

<sup>1</sup> İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 1998

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Ekim 1998

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 1997

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu'nu İzleyen 250 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Kasım 1997

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 2003

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Ekim 2003

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 2002

İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Ekim 2002

firmaların 1997 ve 2002 yılı 12 aylık finansal tabloları kullanılarak derlenmiştir. Analiz iki aşamadan oluşmaktadır, birinci aşamada ekonomik olarak istikrarlı bir dönem olan 1996-1997 yıllarına ait veriler kullanılarak kanonik korelasyon analizi yapılmaktadır. İkinci aşamada ise aynı değişkenler kullanılarak Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizlerinden dolayı daha istikrarsız bir dönem olan 2001-2002 dönem verilerine kanonik korelasyon analizi uygulanmakta ve sonuçlar karşılaştırılmaktadır. 1997 yılı için yapılan ilk analizde İSO ve İMKB'nin yayınlarında da yer alan ve imalat sanayinde faaliyet gösteren 176 firma arasından tesadüfi olarak 120 işletme seçilmiştir. % 5 anlamlılık düzeyinde Genelleştirilmiş Uzaklıklar Karesi çok büyük olanlar aykırı değerler sayılarak araştırmadan çıkarılmıştır. Geriye kalan 103 firma çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Bu 103 firmanın tamamının 2001-2002 verilerine ulaşmak mümkün olmamıştır. Bunun nedeni krizlerden dolayı firmaların bir kısmı iflas etmiş olduğundan, bir kısmı ise İSO'nun bu dönemlerdeki Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu veya Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu listelerine girememesindedir. Tüm verileri toplanabilen 68 firma bu dönem analizinin örneğini oluşturmaktadır. 1997 yılı analizi de bu 68 firma ile yapıldığında 103 firma ile yapılan analizden önemli farkları olmadığından 1997 yılı örneğinin daraltılmasına gerek duyulmamıştır.

### **3.3 İşletme Performans Göstergeleri ve Performansı Etkileyebilecek Faktörlerin Seçimi**

İşletme performans göstergeleri olarak, kârlılık, verimlilik, büyüme oranları ve borsa göstergesi seçilmiştir. Bu değişkenlerle işletme performansının çok boyutlu olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kârlılık göstergesi olarak net kâr marjı, işletmenin borsa göstergesi olarak piyasa değeri / defter değeri oranı, işletme verimliliğinin göstergesi olarak işgücü verimlilik oranı olan brüt katma değer / çalışan sayısı oranı ve işletmenin büyüme göstergesi olarak katma değere dayanan büyüme hızı kullanılmıştır.

---

<sup>2</sup> İMKB, Şirketler Yıllığı, 1998, İMKB Süreli Yayını, çevrimiçi: [www.imkb.gov.tr](http://www.imkb.gov.tr)



Daha önce açıklandığı gibi katma değere dayanan büyüme hızı,

$$\Delta s = \frac{s_t - s_{t-1}}{s_{t-1}} \times 100 \% \text{ ile hesaplanıp, } \Delta s_r = \left( \frac{100 + \Delta s}{100 + \Delta f} - 1 \right) \times 100 \% \text{ ile}$$

enflasyonun etkisinden arındırılmıştır. Devlet İstatistik Enstitüsü'nün verilerine göre 1997 yılında enflasyon oranı Toptan Eşyada %91, 2002 yılında ise %88.6 olarak gerçekleşmiştir. Yukarıdaki eşitliklerde kullanılan kısaltmalar 1997 yılı için şunları göstermektedir.  $\Delta s$  : Cari fiyatlarla 1997 yılına ait katma değer artış oranı,  $s_t$  : Cari fiyatlarla 1997 yılına ait katma değer,  $s_{t-1}$  : Cari fiyatlarla 1996 yılına ait katma değer,  $\Delta s_r$  : 1996 yılına göre katma değerdeki artış oranı,  $\Delta f$  : 1996 yılına göre fiyatlardaki ortalama artış oranı. 2002 yılı katma değer artış oranı ve enflasyonun etkisinden arındırılması da benzer şekilde yapılmaktadır.

Performans göstergeleri için aşağıdaki kısaltmalar kullanılacaktır.

Kârlılık = Net Kâr Marjı

Verimlilik = Brüt Katma Değer / Çalışan Sayısı

Büyüme = Katma Değer Büyüme Oranı

Borsa Perf = Piyasa Değeri / Defter Değeri

İşletme performansını etkileyebileceği düşünülen ve Bölüm I' de ele alınan değişkenler ise cari oran, toplam borç / toplam aktif, nakit akış oranı, büyüklük, makina tesis ve cihazlar / çalışan sayısı, stok devir hızı ve Ar-Ge değişkenleridir.

Firma büyüklüğü değişkeni olarak net aktifler, öz sermaye, katma değer veya satışlar açısından firmaların büyüklüğü kullanılabilir. Ancak hangisinin daha iyi büyüklük ölçütü olduğuna karar vermek güç olduğundan, firmalar bu büyüklük göstergeleri açısından sıralanmış ve Spearman Sıra Korelasyonu hesaplanarak büyüklük göstergeleri arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.1'de SPSS 10.0 For Windows İstatistik Programı ile 1997 ve 2002 yılları için hesaplanmış Spearman Sıra Korelasyonu sonuçları verilmiştir. Dört büyüklük sıralamasının binde bir anlamlılık düzeyinde her iki dönem için de birbiri ile ilişkili olması, firma büyüklüğünün bu dört göstergeden herhangi biri ile temsil edilebileceğini göstermektedir. Araştırmada firmaların yukarıdaki dört ölçüte göre sıralamalarının ortalaması alınarak dört ölçütün etkisinin birlikte yansıtılması hedeflenmiştir. Bu



amaçla kullanılan kukla değişkende 1997 yılı ortalamaları en küçük olan 48 firma için (araştırma içindeki en büyük firmalar) 1, geriye kalan 55 firma için de (diğerlerine göre daha küçük) 0 değeri kullanılmıştır. 2002 yılı analizi için ise 30 firma için 0, kalan 38 firma için de 1 kullanılmıştır.

**Tablo 3.1: Spearman Sıra Korelasyonları**

**1997 Yılı**

			RANK OZSERMAYE	RANK NETAKTIF	RANK KATMDEĞ	RANK SATISLAR
Spearman's rho	RANK OZSERMAYE	Corr. Coeff.	1,000	,906	,906	,876
		Sig(2-tailed)	,	,000	,000	,000
	RANK NETAKTIF	Corr. Coeff.	,906	1,000	,887	,894
		Sig(2-tailed)	,000	,	,000	,000
	RANK KATMADEĞ	Corr. Coeff.	,906	,887	1,000	,915
		Sig(2-tailed)	,000	,000	,	,000
	RANK SATISLAR	Corr. Coeff.	,876	,894	,915	1,000
		Sig(2-tailed)	,000	,000	,000	,

**2002 Yılı**

			RANK OZSERMAYE	RANK NETAKTIF	RANK KATMDEĞ	RANK SATISLAR
Spearman's rho	RANK OZSERMAYE	Corr. Coeff.	1,000	,747	,766	,740
		Sig(2-tailed)	,	,000	,000	,000
	RANK NETAKTIF	Corr. Coeff.	,747	1,000	,699	,888
		Sig(2-tailed)	,000	,	,000	,000
	RANK KATMADEĞ	Corr. Coeff.	,766	,699	,000	,800
		Sig(2-tailed)	,000	,000	,	,000
	RANK SATISLAR	Corr. Coeff.	,740	,888	,800	,000
		Sig(2-tailed)	,000	,000	,000	,

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

Müşteri iade oranı (=Satıştan İadeler / Satışlar) kalite göstergesi olarak düşünülmüş fakat ön çalışmada hem performans göstergeleri ile ilişkisiz çıkması hem de değişken içinde çok sayıda sıfır değerinin olması nedeni ile kullanışsız olması ve aynı zamanda ürün iadelerinin sadece kalitesizlikten yapılmayacağı ve bu nedenle yalnızca satışlar içindeki iade oranı ile ürün kalitesini değerlendirmenin yetersiz kalacağı düşünülerek analizden çıkarılmıştır. Bu oranın imalat hata oranı (= Yeniden İşlenen Miktar / Toplam İmal Edilen Miktar) ve ortalama hata sayısı (= Toplam Hata Sayısı / İncelenen Mamul Sayısı) oranları ile birlikte kullanıldığında kalite ile ilgili anlamlı sonuçlar almak mümkün olabilir.

Araştırma geliştirme giderlerinin toplam giderler veya satışlar içindeki payı firmanın yeni teknoloji ve yeni ürün üretme hedefinin önemli bir göstergesidir. 1997 yılı için araştırmaya katılan 103 firmanın 63'ünün, 2002 yılı için araştırmaya katılan 68 firmanın ise 61'inin Ar-Ge giderleri yoktur bu nedenle Ar-Ge / Satışlar veya Ar-Ge / Toplam Giderler oranları analize dahil edilmemiştir. Ancak firmalar için Ar-Ge yatırımları önemli bir gösterge olduğundan, Ar-Ge analize kukla değişken olarak katılmıştır. Ar-Ge yatırımları olanlar 1, olmayanlar 0 ile gösterilmiştir.

Sanayileşme üretimde makine kullanılması olayıdır<sup>3</sup>. Daha geniş anlamda sanayileşme yeni üretim yöntemlerini üretim süreçlerinde kullanarak, ürün kalitesinin yükseltilmesi, üretimin azalan maliyetlerle gerçekleştirilmesi demektir. Bilançolarda maddi duran varlıklar içinde yer alan Makina Tesis ve Cihazlar firma çalışan sayısına oranlandığında, firmanın çalışan başına makina-tesis-cihaz miktarını yani bir anlamda sermaye yoğunluğunu veya sanayileşme ve teknoloji düzeyini gösterecektir. Makinalaşma oranı firmanın verimliliğini artırdığından bu değişkenin firma performansına olumlu katkı yapması beklenmektedir. Bu nedenle analize dahil edilmiştir.

Tablo 3.2'de 1997 yılı değişkenlerinin örneklem düzeyinde tanımsal istatistikleri verilmektedir. Tabloda değişkenlerin standart sapmalarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun nedenlerinden olarak; araştırma içinde yer alan firmaların farklı büyüklükte olmaları ve imalat sanayi dalında olsa da farklı alt sektörlerde faaliyet göstermeleri sayılabilir. Farklı sektörlerdeki firmalar farklı

<sup>3</sup> S.Rıdvan Karluk, *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim*, Beta Basım, İstanbul, 1999, s. 209-210

finansal yapılara sahip olmaktadır. Aynı sektörde dahi olsa firmaların yönetim tarzları ve finansman tercihleri farklılıklar yaratabilmekte ve bunun sonucunda da değişkenlerin standart sapmaları yüksek çıkabilmektedir.

Araştırmada 10 ayrı sektörden işletmeler bulunmaktadır. Bunlar; Dokuma Giyim Eşyası ve Deri, Gıda İçki ve Tütün, Elektrik / Elektronik, Kağıt ve Kağıt Ürünleri Basım ve Yayın, Kimya Petrol Kauçuk Plastik Ürünler, Metal Ana Sanayi, Metal Eşya Makina ve Gereç Yapım, Orman Ürünleri ve Mobilya, Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi ve Diğer İmalat Sanayi. Kanonik korelasyon analizi her değişken için yaklaşık olarak 10 birim gerektirdiğinden ve her sektörde bu sayıda firma bulunmadığından analizler sektör bazında yapılamamaktadır.

**Tablo 3.2: Değişkenlerin Tanımsal İstatistikleri (1997 Yılı)**

	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
<b>Büyüme</b>	7,281519	33,11239	-73,5267	113,5067
<b>Kârlılık</b>	9,413883	8,09598	-10,92	33,74
<b>Verimlilik</b>	6066286	5488363	1776,371	2,012015E07
<b>Borsa Perf.</b>	5,360194	3,497864	0,63	17,19
<b>Carioran</b>	1,794272	0,6916541	0,71	4,58
<b>Stokdh</b>	7,277573	8,441913	0,67	75,5
<b>Nakitakış</b>	0,4083078	0,433838	-0,1781	1,7072
<b>Büyüklik</b>	0,4660194	0,5012833	0	1
<b>MakTesCih/Çalış</b>	6600,008	6305,947	144,0374	32099,22
<b>Kaldıraç</b>	53,74456	17,60833	17,7	88,02
<b>Ar-Ge</b>	0,3883495	0,489758	0	1

Oran analizlerinde cari oranın 2 düzeyinde olması normal sayılmakta iken örnekteki firmalarda bu oran 1997 yılı için 1.80 çıkmıştır. Enflasyon dönemlerinde firmalar yüksek işletme sermayesi ihtiyacı içinde olduklarından ve stoklara fazla yatırım yaptıklarından kısa vadeli borç miktarı artmaktadır bu da cari oranın istenen düzeyin altında olmasına neden olmaktadır. Bankaların özellikle kısa vadeli borçlar vermeyi tercih ettiği gelişmekte olan ülkelerde 1.50 düzeyindeki cari oran yeterli sayılmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde imalat sanayindeki firmaların kısa vadeli borçlarını ödeme problemi içinde olmadığı söylenebilir. Kaldıraç oranı ortalaması % 54 bulunmuştur. % 50 düzeyindeki kaldıraç oranı normal karşılanmaktadır. İstenen kaldıraç oranı ile karşılaştırıldığında firmaların aşırı borca bağımlı olmadıklarını söylemek mümkündür.

**Tablo 3.3: Değişkenlerin Tanımsal İstatistikleri (2002 Yılı)**

<b>Variables</b>	<b>Mean</b>	<b>Standard Deviation</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
<b>Büyüme</b>	-20,61909	151,4264	-868,1016	717,5839
<b>Karlılık</b>	-12,89021	83,40388	-679,55	39,84
<b>Verimlilik</b>	45492,77	40685,52	-62727,09	209309,5
<b>BorsaPerf</b>	3,598267	8,402785	0,24	55,74
<b>Carioran</b>	1,605129	0,8382701	0,14	4,35
<b>Stokdh</b>	5,9302	3,387387	1,23	18,9
<b>Nakitakış</b>	0,297382	0,3282417	0,0047	1,5417
<b>Büyükölük</b>	0,5185185	0,5027701	0	1
<b>Maktescih</b>	5,97980E+07	8,63426E+07	283831	5,94671E+08
<b>Kaldıraç</b>	76,20261	85,12881	0,1	511,6
<b>Ar-Ge</b>	0,1208791	0,5741693	0	5

Ekonomik olarak istikrarsız bir dönem sayılan 2002 yılı için aynı değişkenlerinin tanımsal istatistikleri Tablo 3.3'da gösterilmektedir. Buna göre firmaların katma değer artış oranı ve kârlılığı negatiftir. Cari oran 1.60, yeterli

olduğu belirtilen 2 değerinden düşüktür. Kaldıraç oranı %76, normal olarak karşılanan %50 düzeyinden yüksektir. Tablo 1997 verileri ile karşılaştırıldığında firmalar için olumlu sayılabilecek bütün göstergeler 2002 yılında bozulmuştur. Nakit akış oranı, cari oran, stok devir hızı, piyasa değeri / defter değeri oranı 2002 yılında azalmış buna karşın firmaların borçluluk göstergesi sayılan kaldıraç oranı artmıştır.

### **3.4 Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları, Test Edilmeleri ve Dönüşümler**

Daha öncede belirtildiği gibi kanonik korelasyon analizi en az varsayıma sahip çok değişkenli istatistik yöntemlerden birisidir. Küme içinde değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda kanonik ağırlıklar yerine kanonik yükler veya kanonik çapraz yükler yorumlanarak çoklu doğrusal bağlantının doğuracağı problemleri gidermek mümkün olmaktadır. Eş varyanslılık değişkenler arasındaki korelasyonu artırabilir, bu açıdan avantajı vardır fakat kanonik korelasyon analizi farklı varyanslı değişkenlere de uygulanabilmektedir. Normallik kanonik korelasyon analizi için katı bir şart değildir. Yöntem normal dağılmayan değişkenlere de uygulanabilmektedir. Kanonik korelasyonların testleri yapılacaksa, kanonik korelasyonların kaçının anlamlı olduğuna karar verirken değişkenlerin çoklu normal dağılıma uyması istenmektedir. Değişkenlerin tekli normal dağılması genellikle çoklu normalliği de sağladıklarını göstermektedir. Normal dağılıma yaklaştıran dönüşümler içinde en kabul görenleri logaritmik, karekök, küpkök, kare, küp dönüşümleridir. Bu çalışmada bu dönüşümler denenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

#### **3.4.1 Normal Dağılım Testleri**

Değişkenler Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Çarpıklık ve Basıklık ölçülerine göre test edildiğinde katma değer büyüme hızı ve toplam borç / toplam aktif oranı dışındaki değişkenler % 5 anlamlılık düzeyinde aykırı değerler atıldıktan sonra dahi testleri geçememiştir (Ek.11). Uygulanan çeşitli dönüşümler araştırmada kullanılan değişkenlerin normallik testlerini geçmesine yardımcı olmaktadır.

Dönüştürülmüş değişkenlerle elde edilen sonuçlarla orjinal değişkenlerden elde edilen sonuçlar arasında fark saptanamadığından kanonik korelasyon analizi orjinal değişkenler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.4.2 Çoklu Doğrusal Bağlantı

Varyans artış faktörünün 10'dan, koşul indeks'inin 100'den büyük veya toleransın 0.10'dan küçük olduğu durumlarda çoklu doğrusal bağlantı probleminden söz edilmektedir. Korelasyon matrisinin özdeğerlerinin sıfıra yakın olması veya özdeğerlerdeki yüzdelik artışının sıfıra yakın olması durumunda da çoklu doğrusal bağlantı yüksek düzeyde sayılmaktadır. Ek 12 ve Ek 14'te her iki dönem için hesaplanan tüm göstergeler bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri için çoklu doğrusal bağlantının problem oluşturacak düzeyde olmadığını göstermektedir.

## 3.5 Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçlarının Yorumlanması

### 3.5.1 1997 Yılı Analizi

Araştırmada bağımlı değişken işletme performans göstergeleri; Kârlılık (net kâr marjı), Borsa Performansı (piyasa değeri / defter değeri oranı), Verimlilik (brüt katma değer / çalışan sayısı oranı) ve Büyüme (katma değer büyüme oranı) ile işletme performansını etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenler; Cari Oran, Toplam Borç / Toplam Aktif, Nakit Akış Oranı, Büyüklük, Makina Tesis ve Cihazlar / Çalışan Sayısı, Stok Devir Hızı, Ar-Ge arasında kanonik korelasyon analizi yapılmıştır.

Analiz için The SAS System for Windows V8 İstatistik Paket Programı kullanılmıştır. Tablo 3.4 Pearson Korelasyon Katsayılarını göstermektedir. Tablo'da ilk değerler korelasyon katsayılarını ikinci değerler ise anlamlılık düzeylerini vermektedir. Tablo incelendiğinde verimlilik ile nakit akış oranı ( $p=0.000003$ ), büyüklük ( $p=0.000013$ ) ve makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranları arasında ( $p=0.000000$ ) düzeyinde anlamlı pozitif bir ilişki vardır. Verimlilik ile kaldıraç oranı arasında ( $p=0.0057$ ) düzeyinde anlamlı negatif ve verimlilik ile stok devir hızı arasında ( $p=0.0448$ ) düzeyinde anlamlı pozitif bir ilişki vardır. Kârlılığın verimlilik ( $p=0.000000$ ), nakit akış oranı ( $p=0.000000$ ), makina tesis cihazlar / çalışan sayısı

oranı ( $p=0.0052$ ), cari oran ( $p=0.000000$ ) ve firma büyüklüğü ( $p=0.0022$ ) ile pozitif ve kaldıraç oranı ile negatif ( $p=0.000000$ ) ilişkisi vardır. Borsa performansı değişkeni olan piyasa değeri / defter değeri oranının kârlılık ( $p=0.003$ ) ve nakit akış oranı ile ( $p=0.0018$ ) düzeyinde anlamlı pozitif, verimlilik ile ( $p=0.027$ ) düzeyinde anlamlı yine pozitif bir ilişkisi vardır. Büyüme hızı ile diğer değişkenlerden yalnızca kârlılık ( $p=0.088$ ) ve nakit akış oranı ( $p=0.095$ ) arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 3.5 performans göstergeleri ve bunları etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenler arasındaki kanonik korelasyonları ve bunların anlamlılık testlerini göstermektedir. Bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki kanonik korelasyonların ilk üçü çok yüksek düzeyde anlamlıdır. İlk kanonik korelasyon  $R=0.89$  iki değişken kümesi arasındaki korelasyonun çok yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu kanonik korelasyonun anlamlılık düzeyi  $p=0.000000$  dir. İkinci kanonik korelasyon  $R=0.57$  ( $p=0.000002$ ) yüksek ve üçüncü kanonik korelasyon  $R=0.41$  ( $p=0.011$ ) orta düzeydedir. İkinci ve üçüncü kanonik korelasyonlar da yüksek düzeyde anlamlı kanonik korelasyonlardır. Son kanonik korelasyon yüksek düzeyde anlamlı değildir ve aynı zamanda düşük bir kanonik korelasyon göstermektedir,  $R=0.23$ ,  $p=0.26$ , bu yüzden son kanonik değişkenlerin birbirlerini açıklamakta yetersiz kaldıklarını söylemek mümkündür. Tablo 3.5'ün son sütununda bütün kanonik korelasyonların Wilk's Lambda testleri, Tablo 3.6'da ise birinci kanonik korelasyonun diğer testleri de görülmektedir. Bilindiği gibi kanonik korelasyonların anlamlılığının test edilmesinde Wilk's Lambda, Pillai's Trace, Hotelling-Lawley ve Roy'un En Büyük Özdeğer yaklaşımı kullanılmaktadır. Tablo 3.6; kanonik korelasyonlar arasında ilişki olmadığı veya kanonik korelasyonların sifıra eşit olduğu varsayımına dayalı sıfır hipotezinin reddedilmesi halinde hatalı karar vermiş olma riskinin her dört testte de düşük olduğunu göstermektedir ( $p < 0.0001$ ). Bu nedenle sıfır hipotezi reddedilerek kanonik korelasyonlar arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu iddia eden alternatif hipotez kabul edilmektedir.



**Tablo 3.4: Pearson Korelasyon Katsayıları (1997 Yılı)**

	Büyüme	Verimlilik	Karlılık	BorsaPer	Ar-Ge	Carioran	Stokdh	Kaldıraç	Nakitakis	Buyuklu	Maktesci
<b>Büyüme</b>	1	0,142997	0,168844	0,125618	-0,15168	0,038916	0,127139	-0,14387	0,164927	0,053603	0,039665
	0	0,149594	0,088208	0,206108	0,126158	0,696329	0,200624	0,14709	0,095948	0,590743	0,690776
<b>Verimlilik</b>	0,142997	1	0,477974	0,2169	0,059172	0,036915	0,198162	-0,27063	0,443234	0,415177	0,489925
	0,149594	0	0	0,027757	0,552696	0,711232	0,0448	0,005695	0,000003	0,000013	0
<b>Karlılık</b>	0,168844	0,477974	1	0,287033	0,032578	0,494796	0,097946	-0,61572	0,87236	0,297591	0,272892
	0,088208	0	0	0,003286	0,74391	0	0,324978	0	0	0,002267	0,005289
<b>BorsaPer</b>	0,125618	0,2169	0,287033	1	0,029107	0,059232	0,149274	0,045253	0,302918	0,00085	-0,00194
	0,206108	0,027757	0,003286	0	0,77039	0,552292	0,132345	0,649906	0,00187	0,993205	0,98452
<b>Ar-Ge</b>	-0,15168	0,059172	0,032578	0,029107	1	-0,03591	-0,01273	-0,01336	0,047793	0,094212	0,078096
	0,126158	0,552696	0,74391	0,77039	0	0,718758	0,898479	0,89342	0,631656	0,343852	0,432972
<b>Carioran</b>	0,038916	0,036915	0,494796	0,059232	-0,03591	1	0,106013	-0,67347	0,55364	-0,00326	0,093203
	0,696329	0,711232	0	0,552292	0,718758	0	0,28652	0	0	0,973956	0,349068
<b>Stokdh</b>	0,127139	0,198162	0,097946	0,149274	-0,01273	0,106013	1	-0,03748	0,118942	-0,01977	0,078981
	0,200624	0,0448	0,324978	0,132345	0,898479	0,28652	0	0,707024	0,231443	0,842871	0,42776
<b>Kaldıraç</b>	-0,14387	-0,27063	-0,61572	0,045253	-0,01336	-0,67347	-0,03748	1	-0,69519	-0,16047	-0,43859
	0,14709	0,005695	0	0,649906	0,89342	0	0,707024	0	0	0,105392	0,000004
<b>Nakitakis</b>	0,164927	0,443234	0,87236	0,302918	0,047793	0,55364	0,118942	-0,69519	1	0,186751	0,302512
	0,095948	0,000003	0	0,00187	0,631656	0	0,231443	0	0	0,058914	0,001898
<b>Büyükltü</b>	0,053603	0,415177	0,297591	0,00085	0,094212	-0,00326	-0,01977	-0,16047	0,186751	1	0,208578
	0,590743	0,000013	0,002267	0,993205	0,343852	0,973956	0,842871	0,105392	0,058914	0	0,034488
<b>Maktesci</b>	0,039665	0,489925	0,272892	-0,00194	0,078096	0,093203	0,078981	-0,43859	0,302512	0,208578	1
	0,690776	0	0,005289	0,98452	0,432972	0,349068	0,42776	0,000004	0,001898	0,034488	0



**Tablo 3.5: Kanonik Korelasyonlar ve Wilks' Lambda Testleri**

Variate Number	Canonical Correlation	R-Squared	F-Value	Num DF	Den DF	Prob Level	Wilks' Lambda
1	0,888601	0,789611	9,90	28	333	0,000000	0,112750
2	0,566690	0,321138	3,61	18	264	0,000002	0,535912
3	0,407584	0,166125	2,36	10	188	0,011943	0,789427
4	0,230874	0,053303	1,34	4	95	0,261840	0,946697

F-value tests whether this canonical correlation and those following are zero.

**Tablo 3.6: Birinci Kanonik Korelasyonun Testleri**

Statistic	Value	F Value	S=4	M=1	N=45
			Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.11275001	9.90	28	333.13	<.0001
Pillai's Trace	1.33017607	6.76	28	380	<.0001
Hotelling-Lawley Trace	4.48168242	14.54	28	220.43	<.0001
Roy's Greatest Root	3.75310609	50.94	7	95	<.0001

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Kanonik korelasyonlar performans ve bağımsız değişkenler arasında açıklanan varyansı vermediğinden Şişkinlik İndeksi (Stewart and Love's redundancy index) hesaplanmıştır, (Tablo 3.7). Bilindiği gibi Şişkinlik İndeksi bağımlı (veya bağımsız) değişken kümesinin diğer kümenin kanonik değişkeni tarafından açıklanan varyansının ortalamasını vermektedir ve her kanonik değişken için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bağımlı değişkenlerin bağımsız kanonik değişkenler tarafından açıklanan oranı 0.3937 ve bağımsız değişkenlerin bağımlı kanonik değişkenler tarafından açıklanan oranı da 0.2929'dır . Tablo ayrıca kanonik değişkenlerin kendi kümelerindeki değişimin ne kadarını açıklayabildiklerini de vermektedir. Buna göre

kanonik değişkenler toplamda performans kümesindeki değişimin % 100'ünü açıklamakta, bağımsız değişken kümesindeki değişimin ise % 65'ini açıklamaktadır.

**Tablo 3.7: Şişkinlik İndeksi**

Canonical Redundancy Analysis

Standardized Variance of the Performance Variables Explained by

Their Own Canonical Variables			The Opposite Canonical Variables		
Canonical Variable Number	Proportion	Cumulative Proportion	Canonical R-Square	Proportion	Cumulative Proportion
1	0.3673	0.3673	0.7896	0.2900	0.2900
2	0.1694	0.5366	0.3211	0.0544	0.3444
3	0.2177	0.7544	0.1661	0.0362	0.3806
4	0.2456	1.0000	0.0533	0.0131	0.3937

Standardized Variance of the Independent Variables Explained by

Their Own Canonical Variables			The Opposite Canonical Variables		
Canonical Variable Number	Proportion	Cumulative Proportion	Canonical R-Square	Proportion	Cumulative Proportion
1	0.2809	0.2809	0.7896	0.2218	0.2218
2	0.1513	0.4322	0.3211	0.0486	0.2704
3	0.0967	0.5290	0.1661	0.0161	0.2865
4	0.1215	0.6504	0.0533	0.0065	0.2929

Bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması için standardize kanonik ağırlıklar (Tablo 3.8), kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler yorumlanmaktadır. Çoklu doğrusal bağlantı olduğunda kanonik ağırlıklar yanlış yorumlara neden olduğundan genellikle kanonik yükler veya kanonik çapraz yükler tercih edilmektedir.

**Tablo 3.8: Kanonik Ağırlıklar**

**Standardized X Canonical Coefficients Section**

	U1	U2	U3	U4
Ar-Ge	-0,024207	0,020551	-0,133267	0,669933
Carioran	0,018555	0,396993	-0,234408	0,712543
Stokdh	0,025263	-0,279896	-0,139031	-0,553208
Kaldırac	0,056324	-0,199261	-1,459076	0,522768
Nakitakis	0,956577	0,106262	-0,892261	-0,168172
Büyüklik	0,192580	-0,401745	0,227895	0,129917
Maktescih	0,048297	-0,725151	-0,131458	0,420774

**Standardized Y Canonical Coefficients Section**

	V1	V2	V3	V4
Büyüme	0,012174	-0,003556	0,233188	-0,993018
Verimlilik	0,134020	-1,134849	0,014711	0,085354
Kârlılık	0,913786	0,641081	0,295081	0,195329
Borsaperf	0,040841	0,074170	-1,035712	-0,161484

Tablo 3.8'den ilk kanonik değişkenleri standardize edilmiş kanonik ağırlıklarla şu şekilde çıkarmak mümkündür.

$$U_1 = -0.024 * Ar - Ge + 0.019 * Carioran + 0.025 * Stokdh + 0.056 * Kaldırac + 0.956 * Nakitakis + 0.192 * Büyüklik + 0.048 * Maktescih$$

$$V_1 = 0.012 * \text{Büyüme} + 0,134 * \text{Verimlilik} + 0.913 * \text{Kârlılık} + 0.041 * \text{BorsaPerf}$$

Bağımsız değişkenlerden kanonik ağırlığı en büyük olan nakit akış oranı en önemli değişkendir. Daha sonra firma büyüklüğü diğerlerine göre önemli sayılabilecek bir ağırlığa sahiptir. Bağımlı değişken grubunda ise kârlılık önemli olmakta, verimlilik de kanonik değişkene diğerlerine göre daha büyük oranda katkıda bulunmaktadır. Bu bağımlı ve bağımsız değişkenlerin işaretleri pozitif olduğundan birbirleri ile pozitif korelasyona sahiptirler. Diğer kanonik değişkenlerde aynı şekilde yazılıp yorumlanabilir, fakat daha öncede belirtildiği gibi çoklu doğrusal bağlantı durumunda kanonik ağırlıklar değişkenin önemini gizleyebilmektedir. Bu nedenle kanonik ağırlıklar veya kanonik çapraz yükler tercih edilmektedir.

Tablo 3.9 'da kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler verilmektedir. Bağımlı değişken kümesinin kanonik değişkeni dört performans göstergesinin (büyüme hızı, verimlilik, kârlılık, borsa performansı) lineer bileşkesidir ve hepsi birinci kanonik değişkenle pozitif korelasyona sahiptir. Birinci kanonik değişkenle en yüksek korelasyona sahip değişken kârlılık (R=0.99) bu nedenle bağımlı değişken kümesinin en önemli değişkeni olmaktadır. Daha sonra verimlilik (R=0.58) ve borsa performansı (R=0.33) kanonik değişkene anlamlı katkıda bulunmaktadırlar. Katma değer büyüme hızının performans grubuna önemli bir katkısı olmamaktadır (R=0.19). Kaldıraç oranı hariç diğer bağımsız değişkenler kanonik değişkenle pozitif ilişki içindedirler. Bağımsız değişken kümesinde en önemli değişken kanonik değişkenle korelasyonu en yüksek değişken olan nakit akış oranıdır (R=0.98). Daha sonra sırayla kanonik değişkenle yüksek korelasyonları bulunan kaldıraç oranı (R= -0.67), cari oran (R=0.52) ve büyüklük (R=0.37) ve makina tesis cihazlar/çalışan sayısı oranı (R=0,36) gelmektedir. Ar-Ge (R=0.04) ve stok devir oranı (R=0.14) kanonik değişken üzerindeki etkilerinin önemli olmadığını göstermektedir. Hem bağımlı hem de bağımsız kümeler içinde birinci kanonik değişkenlere aynı yönde (pozitif veya negatif) katkıda bulunan değişkenlerin birbirleri ile pozitif ilişkili olduğu, ters yönde katkıda bulunanların birbirleri ile negatif ilişkili olduğu söylenebilir. Buna göre kaldıraç oranı performans göstergeleri ile negatif diğer bağımsız değişkenler firma performans göstergeleri ile pozitif ilişkiye sahiptir.

Bağımlı değişken kârlılık ile bağımsız değişkenlerden sırayla nakit akış oranı, kaldıraç, cari oran, büyüklük ve makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı arasında yüksek düzeyde ilişki vardır. Bunlardan nakit akış oranı, cari oran, büyüklük ve makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranlarının kârlılık ile pozitif kaldıraç oranının ise kârlılık ile negatif korelasyonu vardır. Verimlilik ile (yine Pearson korelasyonu ile birlikte düşünüldüğünde) makina tesis cihazlar / çalışan sayısı, büyüklük, nakit akış oranı, kaldıraç ve stok devir hızı oranları arasında ilişki olduğu söylenebilir. Performans değişkenlerinden borsa performansının (Pearson korelasyonu da dikkate alınarak yorumlandığında) nakit akış oranı ile ilişkisi olduğu söylenebilir. Pearson Korelasyon Katsayıları katma değer büyüme hızının bağımsız değişkenlerden yalnızca nakit akış oranı ile %8 düzeyinde anlamlı bir korelasyonu bulunduğunu göstermektedir. Fakat büyümenin kanonik değişkene katkısı yüksek değildir.

İkinci kanonik değişkenlerde verimlilik ( $R=0.81$ ), ve Makina Tesis Cihazlar / Çalışan Sayısı oranı en önemli değişkenlerdir ( $R=0,67$ ). Verimlilik üzerinde etkisi olan diğer önemli bağımsız değişkenler ise, firma büyüklüğü ( $R=0.50$ ) ve cari orandır ( $R=-0.49$ ).

Üçüncü kanonik değişkende borsa performansı en önemli değişken olmuştur ( $R=0.73$ ). Bağımsız değişkenlerden kanonik değişkende en çok ağırlığı olan değişkenler borsa performansı üzerinde en çok etkisi olan değişkenlerdir. Bunlardan kaldıraç oranı ( $R= 0. 65$ ) diğerlerine göre daha önemlidir. Firma büyüklüğü ( $R= -0.26$ ), makina tesis cihazlar / çalışan sayısı ( $R=-0,24$ ), cari oran ( $R=-0,23$ ), stok devir hızı ( $R=0.23$ ) kanonik değişkene eşit katkıda bulunmaktadır. Dördüncü kanonik korelasyon ise ancak %26 düzeyinde anlamlıdır. Ayrıca korelasyonun büyüklüğü de yeterli değildir, ( $R=0.23$ ). Bu nedenle kanonik değişkenin açıklayabildiği değişim oranı düşüktür.

Birinci kanonik değişkenler bağımlı ve bağımsız değişken kümelerinin birbirlerini en iyi açıklayabildikleri durumu yansıtmaktadır.  $R^2 = 0.79$  bir kanonik değişkendeki değişimin diğer kanonik değişken tarafından açıklanan kısmı göstermektedir. İkinci, üçüncü ve dördüncü kanonik değişkenler azalan miktarda değişim açıklayarak sıralanmışlardır. İkinci kanonik değişkenlerde açıklanan oran 0.32, üçüncüsünde 0.17 ve dördüncü kanonik değişkenler ise birbirlerindeki değişimin ancak 0,053'ünü açıklayabilmektedirler (Tablo. 3.5). Bu nedenle

araştırmalarda genellikle en önemli kanonik değişkenler olan birinci kanonik değişkenler yorumlanmaktadır.

Kanonik apraz yükler de yorumlandığında kanonik yüklerle aynı sonuçları vermektedirler. Buna göre bağımlı değişkenlerin bir doğrusal bileşkesi olan  $V_1$  'le bağımsız değişkenlerin korelasyonları, nakit akış  $R=0,87$ , kaldıraç  $R=-0,60$ , cari oran  $R=0,46$ , büyüklük  $R=0,33$ , makina tesisat cihazlar  $R=0,32$  ve bağımsız değişkenlerin doğrusal bileşkesi olan  $U_1$  'le bağımlı değişkenlerin korelasyonları, karlılık  $R=0,88$ , verimlilik  $R=0,52$  ve borsa performansı  $R=0,30$  bu değişkenlerin performans ve performansı etkileyebileceği duşnlen bağımsız değişken grubu içinde önemli olduklarını ortaya koymaktadır.

**Tablo 3.9: Kanonik Yükler ve Kanonik apraz Yükler**

**Kanonik Yükler**

**Correlations Between the Performance and Their Canonical Variables**

	V1	V2	V3	V4
Büyüme	0.1908	0.0483	-0.1550	-0.9681
Verimlilik	0.5814	0.8128	0.0356	0.0017
Karlılık	0.9916	-0.1193	-0.0442	0.0221
Borsa Perf.	0.3337	-0.0116	0.9185	-0.2116

**Correlations Between the Independent Variables and Their Canonical Variables**

	U1	U2	U3	U4
Ar-Ge	0.0417	0.0769	0.1350	0.681
Cari oran	0.5176	-0.4933	-0.2313	0.2235
Stokdh.	0.1392	0.2673	0.2285	-0.4951
Kaldıraç	-0.6739	0.1478	0.6528	-0.0338

Nakitakış	0.9801	-0.1379	0.0278	-0.0193
Büyükük	0.3694	0.4950	-0.2589	0.1741
Maktescihazlar	0.3550	0.6729	-0.2429	0.2427

### Kanonik Çapraz Yükler

#### Correlations Between the Performance and the Canonical Variables of the Independent Variables

	U1	U2	U3	U4
Büyüme	0.1695	0.0274	-0.0632	-0.2235
Verimlilik	0.5166	0.4606	0.0145	0.0004
Karlılık	0.8812	-0.0676	-0.0180	0.0051
Borsa Perf.	0.2965	-0.0066	0.3744	-0.0489

#### Correlations Between the Independent Variables and the Canonical Variables of the Performance

	V1	V2	V3	V4
Ar-Ge	0.0370	0.0436	0.0550	0.1573
Carioran	0.4600	-0.2796	-0.0943	0.0516
Stokdh.	0.1237	0.1515	0.0931	-0.1143
Kaldıraç	-0.5988	0.0837	0.2661	-0.0078
Nakitakış	0.8709	-0.0781	0.0113	-0.0045
Büyükük	0.3283	0.2805	-0.1055	0.0402
Maktescih	0.3154	0.3813	-0.0990	0.0560

Kârlılık (Net kâr marjı = net dönem kârı / net satışlar): firma satışlarının kârlılığının göstergesidir. Araştırmada işletme performansının en önemli göstergesinin kârlılık olarak ortaya çıkmış olması, işletmeler için performans



sözünün genellikle kârlılık anlamında kullanıldığını ortaya koyan<sup>1</sup> çalışmalarla uyusmaktadır. Nakit akış oranı ( net dönem kârı + amortismanlar + nakit çıkışı gerektirmeyen giderler (toplam) / kısa vadeli borçlar + uzun vadeli borçlar<sup>2</sup>) bağımsız değişken kümesi içindeki en önemli değişkendir, bu açıdan nakit akışının karar alıcılar için çok büyük öneme sahip olduğunu belirten çalışmalar ile uyusmaktadır<sup>3</sup>. Nakit akış oranı işletmenin nakit rezervlerinin yabancı kaynakları karşılama gücünü gösterir. Firma yaşamını sürdürebilmesi için vadesi gelen borçlarını karşılayabilecek miktarda nakit sağlama kapasitesine sahip olmak zorundadır. Uzun sürede bir firmanın yükümlülüklerini karşılama gücü kârına ve borçluluk derecesine bağlıdır. Firma için borçlarını ödeyebilecek nakit rezervine sahip olmak özellikle olağanüstü dönemlerde firmanın faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından önemlidir. Ayrıca nakit rezervleri elverişli koşullarda hammadde ve malzeme alabilmek, nakit iskontolarından yararlanabilmek ve uygun yatırım fırsatlarını değerlendirmek açısından da önemlidir. Bu nedenlerle nakit akış oranının kârlılıkla pozitif ilişkisinin olması normal bir sonuçtur.

Cari oran (dönen varlıklar / kısa vadeli borçlar): cari oran dönen varlıkların, yani firmanın kısa süreli yükümlülüklerini karşılamakta kullanabileceği ekonomik değerlerin firmanın kısa süreli borçlarına oranı ile bulunmaktadır. Oranın yüksek olması işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünün yüksek olduğunu gösterir, bu değer çok yüksek olması ise, işletmenin elinde verimli kullanmadığı atıl fonlarının bulunduğu anlamına gelir. Bu durum, işletmeye kredi verecek olan kreditorler için olumlu iken, işletmenin atıl fonlarını harekete geçirerek daha fazla kâr edebilecek iken düşük kâr marjıyla çalıştığını gösterir. Genel bir değerlendirme olarak işletmeler için cari oranın 2.00 olması yeterlidir<sup>4</sup>. Gelişmekte olan ülkelerde bankaların kısa vadeli borçlar vermeyi tercih etmesi nedeniyle cari oran daha düşük olabilmektedir. Böyle durumlarda 1.5 civarındaki değerler kabul edilebilir oranlar sayılmaktadır<sup>5</sup>. Bu nedenle araştırmaya katılan firmaların cari oran ortalamasının

<sup>1</sup> Magnus Kald, Fredrik Nilsson, a.g.e., V.18, No.1, 2000, s.113-127

<sup>2</sup> İMKB, Şirketler Yıllığı, 1998, İMKB Süreli Yayını, 1998, s. 1592

<sup>3</sup> Timo Salmi, Ilkka Virtanen, Paavo Yli-Olli, "The Generalized Association Between Financial Statements and Security Charecteristics", *Scand. J. Mgmt*, Vol. 13, No.2, 1997, s.121-136

<sup>4</sup> Erich A. Helfert, a.g.e., s.99

<sup>5</sup> Mehmet Bolak, a.g.e., s.31



1.78 olması (2'den düşük) firmaların elinde kullanılmayan fonlar olmadığını, verimsiz ve düşük kâr marjıyla çalışmadıklarını göstermektedir. Cari oran yeterli olduğu belirtilen 2 değerinden düşük olduğundan, artması işletme kârlılığının artmasına yardımcı olmaktadır.

Kaldıraç oranı (toplam borç / toplam varlıklar= kısa vadeli borçlar + uzun vadeli borçlar / top aktif ): Bu oran işletmenin ne ölçüde borca bağımlı olduğunu göstermektedir. Kaldıraç oranının yükselmesi firma borçlarının arttığı ve firmanın risk düzeyinin yükseldiği anlamına gelmektedir. Bu durum kredi verenlerin emniyet payını daraltıp yüksek faizle borçlanabilmeye yol açacağı için firma açısından olumsuz bir etkiye sahiptir. Düşük kaldıraç oranı bu yönüyle avantajlı olmasına rağmen nisbeten daha düşük bir öz sermaye kârlılığı sağlar<sup>6</sup>. Toplam varlıkların kazanç oranı borçların faiz oranından yüksek olduğunda kaldıraçın özsermaye kârlılığı üzerinde olumlu etkisi olmaktadır. Kaldıraç oranının %50 civarında olması normal karşılanabilir (araştırmada bu oran % 54'tür). Ancak, yaşanan enflasyonun bozucu etkisi sonucu ülkemizde bu oran %70'lere kadar çıkmaktadır. Bunda ülkemizdeki sermaye kıtlığı ve borçlanmanın avantajlı olmasının rolü büyüktür. Yüksek kârlılık oranlarına sahip firmalar kendilerini iç kaynakları ile finanse etme şansına sahip olduklarından göreceli olarak düşük borç oranlarına sahiptirler<sup>7</sup>. Borçlanma ile kârlılık arasındaki bu negatif ilişki araştırmada kârlılık ile kaldıraç oranı arasındaki yüksek negatif korelasyonla kendini göstermektedir. Kaldıraç oranının payında bulunan toplam borç, nakit akış oranının paydasında bulunmaktadır. Kârlılık ile nakit akış oranı, kaldıraç oranı ve cari oran ilişkileri göz önüne alındığında, işletmelerin performansını etkileyen en önemli göstergenin borçlar olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Performans ve kaldıraç arasındaki negatif ilişki Opler ve Titman'nın çalışmalarında da ortaya konmaktadır<sup>8</sup>.

İşletme büyüklüğü: net aktifler, özsermaye, katma değer veya satışlar gibi çeşitli değişkenlerle ölçülmektedir. Spearman Sıra Korelasyonu araştırmaya katılan

<sup>6</sup> Mehmet Bolak, a.g.e., s.35

<sup>7</sup> Norman Toy, Arthur Stonehill, Lee Remmers, Richard Wright, Theo Beekhuisen, a.g.e., *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, volume 9, Issue 5, 1974 Proceedings (Nov., 1974), s. 875-886

<sup>8</sup> T. Opler, S. Titman, "Financial Distress and Corporate Performance", *Journal of Finance*, XLIX (3), July 1994, s. 1015-1040

firmalardan bu dört göstergeden herhangi birinde büyük olan firmanın diğerlerine göre de büyük olduğunu göstermektedir. Bu açıdan herhangi birini firma büyüklüğünün göstergesi olarak kullanmak mümkündür. Araştırmada firma büyüklüğünün firma kârlılığını pozitif yönde etkilediği saptanmıştır. Rekabet gerektiren alanlarda büyük firmaların küçüklere nazaran rekabet gücü daha yüksektir. Büyük firmalar yüksek pazar payına sahip olduklarından daha çok kazanma imkanı vardır. Bunun yanında büyük firmalar daha çok kaynaklara sahiptirler ve bu nedenle yüksek sermaye gerektiren sektörlerde çalışma imkanı elde ederler, bu durum onlara düşük rekabetle daha kârlı çalışma avantajı sağlar. Araştırmada firma büyüklüğü ile makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı arasındaki pozitif ilişki; büyük firmaların daha yenilikçi olduğunu<sup>9</sup>, teknolojiye daha çok yatırım yaptıklarını ve bu açıdan daha profesyonel yönetildiklerini göstermektedir. Teknoloji yatırımları maliyetleri düşürdüğünden firmaların kârlılıklarını artırmaktadır, Ayrıca satışların artması da birim maliyetleri düşürmektedir, bu da firma büyüklüğü ile firma kârlılığı arasında pozitif bir ilişki meydana getirmektedir. Araştırmanın firma kârlılığının ve kâr dağıtım oranının firma büyüklüğünden etkilendiğini belirten Günçavdı vd. çalışması<sup>10</sup> ile bu yönden ortak sonuçları vardır.

Literatürde firma kârlılığı ile firma büyüklüğü arasında ki ilişki için çelişkili yayınlar mevcuttur. Hall M. Weiss L.<sup>11</sup>, Schmalensee<sup>12</sup>, Schneider<sup>13</sup>, Roger L. Lirely<sup>14</sup> firma büyüklüğünün kârlılığa olumlu etkisinden söz ederken, Osborn<sup>15</sup>,

<sup>9</sup> Aynı sonuç H.C.Co, K.S.Chew, a.g.e., *Int. J. Prod. Res.*, vol.35, No.12, 1997, s.3333-3348 çalışmasında vardır.

<sup>10</sup> Öner Günçavdı, Haluk Levent, Burç Ülengin, a.g.e, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 209, 1999, s.42

<sup>11</sup> M. Hall, L. Weiss, "Firm Size and Profitability", *The Review of Economics and Statistics* 49, vol 3., 1967 s.319-331

<sup>12</sup> R. Schmalensee, "Intra- Industry Profitability Differences in US Manufacturing: 1953-1983", *Journal of Industrial Economics* 37, 1989, s. 337-357,

<sup>13</sup> Gerhard Fink, Wolfgang Koller, "Did Accession to the EU Affect Small and Large Ar-Ge Firms Differently? The Case of the Austrian Retail and Wholesale Sector", *European Integration online Papers* (EIOP) Vol. 6 No: 9, 2002, çevrimiçi: <http://eiop.or.at/eiop/texte/2002-009a.htm>

<sup>14</sup> Roger L. Lirely, Robert B. Weker, Philip L. Little, "An Evaluation of the effect of the 1986 tax Reform ACT on Risk Adjusted Measures of Corporate Tax Equity", *Accounting and Financial Studies Journal*, Vol. 4, No: 1, 2000

<sup>15</sup> R.C. Osborn, "Concentration and Profitability of Small Manufacturing Corporations", *Quarterly Review of Economics and Business* 10, 1970, s. 15-26

Dhawan<sup>16</sup>, Elliot<sup>17</sup>, Toy<sup>18</sup>, firma büyüklüğü ile kârlılık arasında negatif bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Fred R. Kaen ve Hans Baumann<sup>19</sup> ise araştırmalarına konu olan firmaların neredeyse yarısında firma büyüklüğünün kârlılıkla pozitif ilişkisi olduğunu, firma büyüdükçe giderek azalan oranda kârlılığa olumlu katkı yaptığını daha sonra kârlılık ve büyüklük arasında ki ilişkinin negatife döndüğünü diğer yarısında ise kârlılık ile büyüklük arasında bir ilişki bulamadığını belirtmektedir. Aynı araştırma firma büyüklüğünü satışlar ve varlıklar cinsinden değerlendirdiğinde çalışan sayısı daha az olan firmaların daha kârlı olduğunu, firma büyüklüğünü çalışan sayısı olarak değerlendirdiklerinde ise düşük varlık ve yüksek satış düzeyi olan firmaların daha kârlı olduklarını ortaya koymaktadır.

Verimlilik (Katma Değer / Çalışan Sayısı) ile firma büyüklüğü, makina tesis ve cihazlar / çalışan sayısı oranı, nakit akış oranı ve stok devir hızı arasında pozitif verimlilik ile kaldıraç arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Teknoloji yatırımları daha az insan gücü ile daha çok ürün almayı sağlamaktadır. Araştırmada ortaya çıkan büyüklük ile makina tesis cihazlar / çalışan sayısı arasındaki ilişkiden büyük firmaların makina tesis ve cihazlara daha çok yatırım yaptıkları anlaşılmaktadır, imalat sektöründe teknoloji ve yenilik yatırımları ürün, servis ve işlemlerde verimliliği artırmaktadır. Araştırma geliştirme yatırımlarının kârlılık ve verimlilikle ilişkisinin düşük çıkması beklenmedik bir sonuçtur. Araştırmaya katılan 103 firmanın 63'ünün Ar-Ge harcaması yoktur. Ar-Ge'nin, miktar olarak değilde kukla değişken olarak (var, yok) araştırmaya katılmış olması ve çok sayıda firmanın Ar-Ge yatırımlarının olmaması ilişkinin düşük çıkmasının nedeni olabilir. Yenilik rekabete dayalı piyasalarda firmaların rekabet gücünü göstermektedir. Ar-Ge yatırımları firmaların bu gücünü artırmaktadır. Ar-Ge uzun dönemli yatırım gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle Ar-Ge yatırımları kısa dönemde kâr getirmez. Günümüzde bilgi ve teknoloji çok hızlı değiştiğinden bilgi ve teknolojiye sürekli yatırım yapılması, sürekli yenilenmesi gerekmektedir ki bu da çok pahalı olmaktadır. Bu nedenle

<sup>16</sup> R. Dhawan, "Firm Size and Productivity Differential: Theory and Evidence from a Panel of US Firms", *Journal of Economic Behavior and Organization* 44, 2001, s. 269-293

<sup>17</sup> J.W.Elliott, a.g.e., Jan., 1972, s. 1309-1320

<sup>18</sup> Norman Toy, Arthur Stonehill, Lee Remmers, Richard Wright, Theo Beekhuisen, a.g.e., Nov., 1974, s. 875-886

<sup>19</sup> çevrimiçi: <http://mfs.rutgers.edu/conferences/10/mfcindex/mfc61-80.htm>, 01.08.2004

yatırıma ayıracak kaynakları kısıt olup sanayileşmeye de geç başlayan Türkiye’de bir Ar-Ge geleneği oluşmamıştır. Bunun en belirgin ispatı Türkiye’de tescil edilen patent sayısının ve Ar-Ge’ye ayrılan kaynakların gelişmiş ülkelerle karşılaştırılması halinde ortaya çıkmaktadır<sup>20</sup>. Firmalar teknoloji açığını yabancı ortaklıklar, teknoloji transferi veya geriye dönük mühendislik çalışmaları ile gidermeye çalışmaktadırlar. Sermaye kıtlığı, üniversite sanayi işbirliğinin kurulamamış olması, telif, patent hak ve gelirlerinin yerleşmemiş olması firmaların Ar-Ge yatırımlarını kısıtlamaktadır. Oysa bu konuda yapılmış çalışmalar Ar-Ge yatırımlarının işletme performansına olumlu katkısından söz etmektedirler. H. C. Co ve K. S. Chew Amerikan ve Japon imalat sanayii firmalarında ortalama üzerinde Ar-Ge yatırımları olan firmaların, ortalama üzerinde satışlarda artış elde ettiklerini saptamışlardır<sup>21</sup>. Blundell, Griffith ve Reenen<sup>22</sup>, 1972-82 yıllarındaki verileri kullanarak İngiliz imalat sanayinde Pazar payı ve Ar-Ge arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Aynı ilişkiyi Hall ve Vopel<sup>23</sup> 1987-91 yıllarındaki verileri kullanarak Amerikan firmaları için doğrulamışlardır.

Verimlilik ve kaldıraç oranı arasında ki negatif ve büyüklük ile makina tesis cihazlar arasındaki pozitif ilişkiden büyük firmaların, daha az riskli bulduklarından daha düşük faizlerle borçlanabildiklerini, küçük firmaların da daha yüksek faizlerle borçlanmalarından dolayı maliyetleri arttığından düşük verimlilikle çalıştıklarını söylemek mümkün olmaktadır. Kaldıracın verimlilik üzerinde olumlu etkisinden sözeden çalışmalar<sup>24</sup> genellikle, artan borçların işletme yönetimine uyguladığı baskıdan dolayı, yönetimin daha çok çaba harcadığını, daha yararlı yatırım olanakları

---

<sup>20</sup> Müjde Oktay, **Ar-Ge Yapan Kobi’ler Açısından Türkiye’deki Ar-Ge Ortamı Üzerine Bazı Tespitler**, İstanbul Sanayi Odası, Gümrük Birliği Danışma Ofisi, Yayın no: 1998-8, Önsöz, Ekim 1998

<sup>21</sup> H.C.Co, K.S.Chew, a.g.e., **Int. J. Prod. Res.**, vol.35, No.12, 1997, s.3333-3348

<sup>22</sup> R. Blundell, R. Griffith, J. V Reenen, “Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms”, **Review of Economic Studies**, 66, Issue 3, 1995, s. 529-554

<sup>23</sup> Bronwyn H. Hall, Katrin Vopel, “Innovation, Market Share, and Market Value”, june 1997  
çevrimiçi: <http://elsa.berkeley.edu/users/bhhall/papers/HallVopel97.pdf> 28.07.2004

<sup>24</sup> J. Winn, “Asset Productivity Turnaround: The Growth / Efficiency Challenge”, **The Journal of Management Studies**, 34 (4), 1997, s. 585-600

F. R. Lichtenberg, D. Siegel, “The effect of Leveraged Buyouts on Productivity and Related Aspects of Firm Behavior”, **Journal of Financial Economics**, 27 (1), 1990, s. 165-194

aramak için çaba gösterdiklerini, daha disiplinli ve etkin yönetim ve çalışan oluşturdıklarını belirtmektedirler<sup>25</sup>.

Verimliliği etkileyen diğer önemli bileşenler olarak; çalışanların eğitim, beceri ve yetenekleri ve firmanın yeni yatırımlara açık olması da sayılmaktadır<sup>26</sup>. Fortine, Helpman<sup>27</sup>, Brynjolfsson, Hitt<sup>28</sup> teknoloji yatırımlarının verimlilik üzerine doğrudan etkisinden, Bernstein<sup>29</sup> işçi kalitesi, Ar-Ge ve firma büyüklüğünün verimlilik üzerinde ki etkisinden bahsetmektedirler.

Firmalarda para kasadan stoklara ve duran varlıklara akarken, duran varlıkların amortisman payları ile stoklara yansıtılmakta ve stokların satışı ile tekrar kasaya dönmektedir. Stok devir hızı stokların verimli kullanımı ve satışlar yoluyla stokların alacaklara dönüşüm hızı hakkında bilgi verir. Stoklar varlıklar içinde likiditesi en düşük kalemler olduğundan yüksek stok devir hızı olumludur. Stok devir hızının düşmesi (stok devir süresinin artması) nakit akışlarının yavaşlamasına neden olduğundan işletme sermayesi ihtiyacını artırır. Stok devir hızının artması nakit akışını arttırdığından ve stok maliyetlerini azalttığından firma kârlılığını ve verimliliğini artırmaktadır. Larin vd<sup>30</sup> teknoloji yatırımlarının stok devir hızına olumlu etkisinden söz etmektedir.

Borsa performansı (Piyasa Değeri / Defter Değeri): Bu oran hisse senedinin fiyatının hisse başına özsermaye değerinin kaç katı olduğunu gösterir. Piyasa değeri: hisse senedi fiyatının hisse senedi adediyle çarpılması ile bulunan değerdir. Defter değeri şirketin özsermayesinden hisse başına düşen payı gösterir. İşletmeye duyulan güvene bağlı olarak piyasa değeri / defter değeri yüksek oran değerlerine raslanması

<sup>25</sup> M. H. Anderson, A. Prezas, "Intangible Investment, Dept Financing, and Managerial Incentives", *Journal of Economics and Business*, 51, 1999, s. 3-19

<sup>26</sup> Richard G. Harris, "Determinants of Canadian Productivity Growth; Issues and Prospects", *Industry Canada*, Discussion Paper No.8, Dec 1999, çevrimiçi <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/ineas-aes.nsf/en/ra01736e.html>

<sup>27</sup> çevrimiçi: <http://www.ssc.uwo.ca/economics/undergraduate/400E-001/rkim.pdf> 02.08.2004

<sup>28</sup> E. Brynjolfsson, L. Hitt, "Beyond Computation; Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *Journal of Economic Perspectives* 14, Vol. 4, Fall 2000, s. 23-48

<sup>29</sup> Jeffrey I. Bernstein, "Inter-Industry and U.S. R&D Spillovers, Canadian Industrial Production and Productivity Growth." *Industry Canada*, Working Paper No. 19, February 1998. <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/ineas-aes.nsf/en/ra01581e.html>, 26.07.2004

<sup>30</sup> Larin M. Hitt, D. J. Wu, Xiaoge Zhou, "Investment in Enterprise Resource Planning: Business Impact and Productivity Measures", *Journal of Management Information Systems*, vol. 19, No. 1, Summer 2002, s. 71-98



mümkün olmakla birlikte, ortalamanın üzerinde bir oran hisse senedinin pahalılığını ortalamanın altında bir oran ise hisse senedinin ucuzluğunu göstermektedir. Hisse senedi verimliliğini etkileyen en önemli faktör kâr ve onu oluşturan unsurlardır. Sektör<sup>31</sup>, faiz oranları ve beklentiler piyasa değerinin belirlenmesinde etken faktörlerdir. Ayrıca derecelendirme ve hisse senedi ihraç yılının hisse senedi performansı üzerinde etkisi vardır<sup>32</sup>. Chan, Hamao ve Lakanishok<sup>33</sup>, Fama ve French<sup>34</sup> piyasa değeri/defter değeri oranının beklenen getirileri açıklamada etkili olduğunu belirtmektedirler. Oran performans ölçümü için iyi bir açıklayıcı değişken sayılmaktadır<sup>35</sup>. Yüksek piyasa değeri/defter değeri oranına sahip şirketlerin hisseleri yüksek beklenen getiriye sahip olmaktadır. Fama, French<sup>36</sup>, Morck, Shleifer, Vishny<sup>37</sup> ve McConnell, H. Servaes<sup>38</sup> piyasa değeri / defter değeri oranının gelirden etkilendiğini belirtmektedirler. Araştırmada borsa performansı, kârlılık ve nakit akış oranları arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bu durum gelir ve piyasa değeri / defter değeri oranı arasında ilişki kuran araştırmaları desteklemektedir. Nakit akış oranı ile gelir arasında ve gelir ile borsa performansı arasındaki yüksek korelasyon, nakit akış oranı ile borsa performansı arasında yüksek bir korelasyon ortaya çıkarmaktadır. Borsa performansı ile firma büyüklüğü arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Benzer bir sonuç Loughran'ın<sup>39</sup> çalışmasında ortaya çıkmıştır. Piyasa değeri / defter değeri oranı ile firma büyüklüğü arasında bir ilişkinin bulunmamasının nedeni, küçük firmaların risklerinin büyük firmalara oranla daha yüksek olması nedeni ile, kâr risk ilişkisinden dolayı küçük firmaların büyük

<sup>31</sup> Bonnie K. Ray, Ruey S. Tsay, "Long Range Dependence in Daily Stock Volatilities", **Journal of Business & Economic Statistics**, Vol 18, No. 2, April 2000, s. 254-262

<sup>32</sup> Duane Stock, "A Canonical Correlation Analysis of the Moments of Bond Portfolio Return Distributions", **Review of Business and Economic Research**, Vol 17, No. 1, Fall 1981, s. 64-71

<sup>33</sup> Chan, Luis K. C., Yasushi Hamao ve Josef Lakonishok, "Fundamentals and Stock Returns in Japan", **The Journal of Finance**, December 1992, s. 1739-1764.

<sup>34</sup> Fama, Eugene F., K.R. French, "The Cross-Section of Expected Stock Returns", **The Journal of Finance**, 47 1992, s. 427-465

<sup>35</sup> Margaret L. Gagne, Venkateshwar K. Reddy, "Predicting the Performance of Equity Mutual Funds", **Journal of Accounting and Finance Research**, Vol 6, No.2, Spring 1999, s. 53-64

<sup>36</sup> Fama, Eugene F., K.R. French, **The Journal of Finance**, 47, 1992, s. 427-465

<sup>37</sup> R. Morck., A. Shleifer, R. W. Vishny, "Management Ownership and Market Valuation", **Journal of Financial Economics**, 20, 1988, s. 293-315.

<sup>38</sup> J. McConnell, H. Servaes, "Additional Evidence on Equity Ownership and Corporate Value", **Journal of Financial Economics** 27, 1990, s. 595-612.

<sup>39</sup> Ralph R. Trecartin Jr, "The reliability of the book-to-market ratio as a risk proxy", **Financial Services Review** 9, 2000, s. 361-373

firmalardan daha kârlı olabilmeleri ve küçük firmaların kâr ilanlarının büyük firmaların kâr ilanlarına oranla tutar olarak ta daha yüksek olması gösterilebilir.

Büyüme oranının (katma değer büyüme oranı) bağımsız değişkenlerle yüksek düzeyde ilişkisi bulunamamıştır. Yalnızca nakit akış oranı ile ilişkisi %10 düzeyinde anlamlıdır. Bunun temel nedeni örneklem içinde negatif büyüme oranına sahip firmaların çokluğudur. Örneklemedeki 103 firmanın 46'sının büyüme oranı ilgili dönemde negatif 57'sinin ise pozitifdir.

Uzun dönem katma değer artışının sürekliliği yeni teknolojilerin üretimine bağlıdır. Çünkü, her malın ve hizmetin optimum kalitede ve verimlilikte üretildiği varsayıldığında, teknoloji sabit kalmış olsaydı, büyüme belli bir süre sonra dururdu veya sadece nüfus artışı kadar olurdu. Nitelikli insan gücü, deneyim, rekabet koşulları, kurumsal altyapı ve yönetimin etkisi<sup>40</sup> büyümede etken faktörler olarak sayılmaktadır. Fakat verimlilik artışı da sağlayan yeni ürün ve yeni üretim yöntemlerinin geliştirilmesine olanak veren teknoloji ve Ar-Ge yatırımları büyüme belirleyen temel faktörlerdir<sup>41</sup>.

Çalışmadaki firmalar büyüme oranlarına göre iki gruba ayrıldığında katma değer açısından küçülen firmalarla büyüyen firmalar arasındaki fark belirginleşmektedir (Ek.13). Büyüyen firmaların katmadeğer/çalışan, net kar marjı, piyasa değeri / defter değeri, nakit akış oranı, makina-tesisat-cihazlar / çalışan sayısı oranı ve cari oranı küçülen firmalardan daha yüksektir. Buna karşın küçülen firmaların kaldıraç oranı büyüyen firmalardan yüksektir.

### 3.5.2 2002 Yılı Analizi

Türkiye'de önce Kasım 2000 ve ardından Şubat 2001'de iki kriz yaşanmıştır.

<sup>40</sup> J.B. Barney, "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, 17, 1991, s. 99-120.

B. Wernerfelt, "A resource based view of the firm", *Strategic Management Journal*, 5, 1984, s. 171-180.

<sup>41</sup> Z. Griliches, "Explanations of productivity growth: Is the glass half", *American Economic Review*, 84 (1) 1994, s. 1-25.

F. M. Scherer, "Lagging productivity growth: Measurement technology and shock" *Empirica*, 20, 1993, s. 5-24.

Yükselen faizler, batan bankalar, duran reel ekonomi ve kilitlenen finans sistemi ekonomiye büyük darbe vurmuştur. Büyük işletmelerden küçük ve orta ölçekli işletmelere kadar hepsi bu krizden farklı derecelerde etkilenmişlerdir. Kimi şirketler kapanmış, kimileride büyük oranda üretim kapasitelerini düşürmüşlerdir. Bu durum istihdamda gerilemeye yol açmıştır. Şubat 2001’de dalgalı kur uygulamasına geçilmesi ile birlikte, işletmelerin girdi maliyetleri, buna bağlı olarak da fiyat düzeyinde bir yükselme görülmüştür. Dolayısıyla krizle birlikte talep azalmış, iç pazar küçülmüştür. Üretimdeki azalmaya bağlı olarak yatırımların da azaldığı görülmüştür. Dalgalı kura geçilmesi ile birlikte, döviz cinsinden borçlanan firmaların yükü aşırı ölçüde artmış, bir yandan da TL cinsinden alacakları erimiştir. Dolayısı ile ödeme güçlükleri yaşanmaya başlanmıştır<sup>42</sup>. Bu açılardan 2002 yılı Türkiye’de ekonomik olarak istikrarsız bir dönemi göstermektedir.

Tablo 3.10, 1997 yılı analizinde kullanılan değişkenlerin 2002 yılına ait verilerinin Pearson Korelasyon Katsayılarını göstermektedir. Tabloya göre firma kârlılığı ile kaldıraç oranı arasında  $p=0,000000$  düzeyinde anlamlı negatif bir ilişki vardır. Daha sonra kârlılık ile verimlilik ( $p=0,000000$ ), firma büyüklüğü ( $p=0,000142$ ) ve cari oran ( $p=0,000434$ ) arasında yüksek düzeyde anlamlı pozitif korelasyonlar vardır. Verimlilik ile sırayla nakit akış oranı ( $p=0,000000$ ), kaldıraç ( $p=0,000001$ ), cari oran ( $p=0,000015$ ), büyüklük ( $p=0,000179$ ) ve makina tesisat cihazlar / çalışan sayısı oranı arasında ( $p=0,008083$ ) yüksek düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Bu değişkenlerden verimlilik ile kaldıraç oranı arasındaki ilişki negatif verimlilik ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiler ise pozitifdir. Piyasa değeri / defter değeri oranı olan borsa performansı değişkeni ile büyüme ( $p=0,000000$ ) ve kaldıraç oranı ( $p=0,006483$ ) arasında pozitif ilişki vardır. Büyüme ile başka bir değişken arasında %10 düzeyinde anlamlı ilişki bulunamamıştır.

<sup>42</sup> Nisfet Uzay, “2001 Krizinin Kayseri’deki Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Üzerindeki Etkileri”, Çevrimiçi <http://www.kobinet.org.tr/hizmetler/bilgibankasi/ekonomi/OAKDocs/OAK-T33.pdf>, 20.10.2004



**Tablo 3.10 : Pearson Korelasyon Katsayıları (2002 Yılı)**

Büyüme	Verimlilik	Karlılık	BorsaPer	Ar-Ge	Carioran	Kaldıraç	Stokdh	Nakitakış	Büyüklik	Maktescih
1	0,000572	0,044188	0,614029	0,023036	0,012475	-0,058066	-0,047622	0,023294	0,091252	0,079534
0	0,996038	0,700869	0	0,841332	0,913675	0,613578	0,678851	0,839577	0,426869	0,488823
<b>Verimlilik</b>	0,000572	1	0,644204	-0,04113	0,077269	-0,520432	0,129181	0,538786	0,404653	0,292371
	0,996038	0	0	0,735299	0,492943	0,000015	0,250399	0	0,000179	0,008083
<b>Karlılık</b>	0,044188	0,644204	1	-0,04116	0,363207	-0,748675	0,162469	0,153226	0,410368	0,046841
	0,700869	0	0	0,725893	0,442132	0	0,126027	0,149349	0,000142	0,661097
<b>BorsaPer</b>	0,614029	-0,04113	-0,04116	1	-0,02703	0,311708	-0,01477	-0,093899	-0,01765	-0,014096
	0	0,735299	0,725893	0	0,81793	0,006483	0,899914	0,422954	0,884691	0,904458
<b>Ar-Ge</b>	0,023036	0,077269	-0,08203	-0,02703	1	-0,027533	-0,079277	-0,048372	-0,091577	-0,036471
	0,841332	0,492943	0,442132	0,81793	0	0,796719	0,457637	0,650734	0,416165	0,731438
<b>Carioran</b>	0,012475	0,461028	0,363207	-0,02712	1	-0,54552	0,062073	0,67725	0,129355	0,117303
	0,913675	0,000015	0,000434	0,27713	0	0,796719	0,561101	0	0,249754	0,27086
<b>Kaldıraç</b>	-0,05807	-0,52043	-0,74868	0,311708	-0,54552	1	-0,161287	-0,253238	-0,286056	-0,140636
	0,613578	0,000001	0	0,006483	0,575457	0	0,128844	0,01603	0,00963	0,186128
<b>Stokdh</b>	-0,04762	0,129181	0,162469	-0,01477	0,062073	-0,161287	1	-0,050383	0,07913	0,06251
	0,678851	0,250399	0,126027	0,899914	0,457637	0,561101	0	0,637215	0,482553	0,558339
<b>Nakitakış</b>	0,023294	0,538786	0,153226	-0,0939	0,67725	-0,253238	-0,050383	1	0,205067	0,10187
	0,839577	0	0,149349	0,422954	0,650734	0	0,637215	0	0,066285	0,339372
<b>Büyüklik</b>	0,091252	0,404653	0,410368	-0,01765	0,129355	-0,286056	0,07913	0,205067	1	0,391347
	0,426869	0,000179	0,000142	0,884691	0,416165	0,00963	0,482553	0,066285	0	0,000303
<b>Maktesci</b>	0,079534	0,292371	0,046841	-0,0141	0,117303	-0,140636	0,06251	0,10187	0,391347	1
	0,488823	0,008083	0,661097	0,904458	0,27086	0,186128	0,558339	0,339372	0,000303	0

**Tablo 3.11: Kanonik Korelasyonlar ve Wilk's Lambda Testleri**

Variate Number	Canonical Correlation	R-Squared	F-Value	Num DF	Den DF	Prob Level	Wilks' Lambda
1	0,728809	0,531162	2,44	28	207	0,000188	0,357601
2	0,411646	0,169452	0,92	18	165	0,557166	0,762740
3	0,281491	0,079237	0,51	10	118	0,877899	0,918358
4	0,051109	0,002612	0,04	4	60	0,996983	0,997388

F-value tests whether this canonical correlation and those following are zero.

**Tablo 3.12: Birinci Kanonik Korelasyonun Testleri**

Statistic	Value	F Value	S=4 M=1 N=27.5		
			Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.35772976	2.44	28	206.94	0.0002
Pillai's Trace	0.78185680	2.08	28	240	0.0017
Hotelling-Lawley Trace	1.42596316	2.84	28	133.04	<.0001
Roy's Greatest Root	1.13460826	9.73	7	60	<.0001

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Tablo 3.11 performans değişkenleri ile bunları etkileyebileceği düşünölen bağımsız değişkenler arasındaki kanonik korelasyonları göstermektedir. Analiz The SAS System for Windows V8 İstatistik Paket Programı ile yapılmıştır. Tabloya göre ilk kanonik korelasyon  $R=0,73$  yüksek düzeydedir. Bu kanonik korelasyon  $p=0,000188$  düzeyinde anlamlıdır. Diğer kanonik korelasyonlardan ikincisi orta ( $R=0,41$ ), üçüncü ( $R=0,28$ ) ve dördüncüsü ( $R=0,05$ ) düşüktür. Aynı zamanda bu kanonik korelasyonların anlamlılık düzeyleride düşük olduğundan sadece ilk kanonik değişkenler geçerli sayılıp yorumlanmıştır.

Tablo 3.12; kanonik korelasyonlar arasında ilişki olmadığı veya kanonik korelasyonların sifira eşit olduğu varsayımına dayalı sıfır hipotezinin reddedilmesi halinde hatalı karar vermiş olma riskinin her dört testte de düşük olduğunu göstermektedir (son sütun). Bu nedenle sıfır hipotezi reddedilerek kanonik korelasyonlar arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu iddia eden alternatif hipotez kabul edilmektedir.

Tablo 3.13’de bağımlı ve bağımsız değişken kümelerinin diğer kümenin ve kendi kümesinin kanonik değişkeni tarafından açıklanan varyasyon ortalamalarını vermektedir. Buna göre bağımsız kanonik değişkenler kendi kümelerindeki değişimin ortalama %58.91’ini diğer kümedeki değişimin de ortalama %26.3’ünü açıklamaktadır. Bağımlı kanonik değişken ise kendi kümesindeki değişimin %100’nü açıklarken bağımsız değişken kümesindeki değişimin ortalama %17.9’unu açıklamaktadır.

**Tablo 3.13: Şişkinlik İndeksi**

Canonical Redundancy Analysis

Standardized Variance of the Performance Variables Explained by

Their Own Canonical Variables                      The Opposite Canonical Variables

Canonical Variable Number	Proportion	Cumulative Proportion	Canonical R-Square	Proportion	Cumulative Proportion
1	0.4021	0.4021	0.5315	0.2137	0.2137
2	0.1649	0.5670	0.1687	0.0278	0.2416
3	0.2659	0.8329	0.0790	0.0210	0.2626
4	0.1671	1.0000	0.0026	0.0004	0.2630

Standardized Variance of the Independent Variables Explained by

Canonical Variable Number	Their Own Canonical Variables		The Opposite Canonical Variables		
	Proportion	Cumulative Proportion	Canonical R-Square	Proportion	Cumulative Proportion
1	0.3060	0.3060	0.5315	0.1627	0.1627
2	0.0688	0.3748	0.1687	0.0116	0.1743
3	0.0612	0.4360	0.0790	0.0048	0.1791
4	0.1531	0.5891	0.0026	0.0004	0.1795

Tablo 3.14 kanonik ağırlıkları, Tablo 3.15 ise kanonik yükler ve kanonik çapraz yükleri göstermektedir. Kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler yorumlarda tercih edildiğinden dolayı bu tablolar yorumlandığında bağımsız değişken kümesi içindeki en önemli değişkenler; kaldıraç oranı ( $R=0,82$ ), nakit akış oranı ( $R=-0,82$ ) cari oran ( $R=-0,66$ ) ve firma büyüklüğüdür ( $R=-0,54$ ). Makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı ( $R=-0,23$ ), stok devir hızı ( $R=-0,11$ ) ve Ar-Ge'nin ( $R=-0,05$ ) kanonik değişkenle korelasyonları yüksek değildir. Bağımlı değişkenler içindeki en önemli değişkenler kârlılık ( $R=-0,88$ ) ve verimlilik ( $R=-0,84$ ) kanonik değişkene önemli katkıda bulunmaktadır. Borsa performansı ( $R=0,28$ ) ve katma değer büyüme oranının ( $R=0,22$ ) kanonik değişkenle ilişkisi düşüktür. Negatif (veya pozitif) korelasyonlu değişkenler birbirleri ile pozitif, korelasyonları ters işaretli değişkenler birbirleri ile negatif ilişkili olduğundan kârlılık ve verimlilik kaldıraç oranı ile negatif diğer değişkenler nakit akış oranı, cari oran, firma büyüklüğü, makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı stok devir hızı ve Ar-Ge ile pozitif ilişkilidir.

**Tablo 3.14: Kanonik Ağırlıklar**

**Standardized X Canonical Coefficients Section**

	U1	U2	U3	U4
Ar-Ge	-0,145564	-0,175886	-0,067708	-0,104175
Carioran	-0,070037	0,581964	0,794902	-0,144663
Kaldıraç	0,376596	-0,633333	1,208198	-0,067516
Stokdh	-0,079799	-0,189313	0,017175	0,923251
Nakitakış	-0,489478	-1,098430	0,186889	-0,175783
Büyükük	-0,419653	0,336248	0,730337	0,179197
Maktescih	-0,005995	-0,690271	-0,370775	-0,037675

**Standardized X Canonical Coefficients Section**

	V1	V2	V3	V4
Büyüme	0,073819	-0,422263	-0,237801	-1,177782
Verimlilik	-0,496814	-1,048504	-0,273274	0,259649
Karlılık	-0,586957	0,866855	0,538170	-0,323022
BorsaPerf	0,176515	-0,100562	1,053746	0,685343

**Tablo 3.15: Kanonik Yükler ve Kanonik Çapraz Yükler**

**Kanonik Yükler**

**Correlations Between the Performance and Their Canonical Variables**

	V1	V2	V3	V4
Büyüme	0,218563	-0,407542	0,429120	-0,775884
Verimlilik	-0,841908	-0,522748	0,004106	0,133821
Karlılık	-0,879370	0,279809	0,316686	-0,219375
BorsaPerf	0,280099	-0,370443	0,885163	-0,028352

**Correlations Between the Independent Variables and Their Canonical Variables**

	U1	U2	U3	U4
Ar-Ge	-0,054776	-0,129474	-0,130405	-0,148002
Carioran	-0,663777	0,192068	0,078235	-0,205686
Kaldıraç	0,818400	-0,294452	0,459235	0,038165
Stokdh	-0,110318	-0,090249	-0,038700	0,946116
Nakitakış	-0,817446	-0,257409	0,067415	-0,255584
Büyükükük	-0,541004	0,073350	0,376385	0,236803
Maktescih	-0,229040	-0,513523	-0,235485	0,091863

**Kanonik Çapraz Yükler**

**Correlations Between the Performance and the Canonical Variables of the Independent Variables**

	U1	U2	U3	U4
Büyüme	0,159291	-0,167763	0,120793	-0,039655
Verimlilik	-0,613590	-0,215187	0,001156	0,006839
Karlılık	-0,640893	0,115182	0,089144	-0,011212
BorsaPerf	0,204139	-0,152491	0,249165	-0,001449

**Correlations Between the Independent Variables and the Canonical Variables of the Performance**

	V1	V2	V3	V4
Ar-Ge	-0,039921	-0,053297	-0,036708	-0,007564
Carioran	-0,483767	0,079064	0,022023	-0,010512
Kaldıraç	0,596457	-0,121210	0,129271	0,001951
Stokdh	-0,080400	-0,037151	-0,010894	0,048355
Nakitak	-0,595762	0,105961	0,018977	-0,013063
Büyükükük	-0,394289	0,030194	0,105949	0,012103
Maktescih	-0,166927	-0,211390	-0,066287	0,004695

Kanonik korelasyon analizinin 1997 ve 2002 dönemlerine ait sonuçları karşılaştırıldığında performans göstergelerinden kârlılık ve verimlilik her iki dönemin önemli değişkenleridir. Borsa performansı değişkeninin performans grubuna katkısı 2002 yılında 1997 yılı ile karşılaştırıldığında azalmıştır. Katma değer büyüme oranı her iki dönemde de önemli bir değişken olmamıştır. Bağımsız değişken kümesinde performansı her iki dönemde de en çok etkileyen değişkenler nakit akış oranı, kaldıraç oranı, cari oran ve firma büyüklüğü olmuştur. 1997 yılında nakit akış oranı kaldıraç oranından daha önemli ve bağımsız değişkenler içindeki en önemli değişken iken, 2002 yılında kaldıraç oranı nakit akış oranından daha önemli ve bağımsız değişken kümesinin en önemli değişkeni olmuştur. 1997 yılında makina tesisat cihazlar / çalışan sayısı oranı da önemli bir değişken iken 2002 yılında daha az önemli bir gösterge olmuştur. Ar-Ge ve stok devir hızı oranlarının her iki dönemde de firma performansı üzerinde önemli derecede ekisi saptanmamıştır.



## SONUÇ

Bir işletme terimi olarak performans, iş görme tarzı veya kalitesi olarak tanımlanmaktadır. Bir işi yapan bireyin veya bir grubun, o işle amaçlanan hedefe yönelik olarak nereye varabildiği, o müteşebbisin performansını göstermektedir. Bu nedenle İşletme performansının değerlendirilmesi işletmenin kuruluş amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirdiğinin değerlendirilmesi demektir.

İşletme performansının değerlendirmesi, işletmenin başarı oranının yükseltilmesi ve kuruluş amaçlarını gerçekleştirebilmesi için gereklidir. Ayrıca, performansı etkileyen faktörleri belirleyip bunları kontrol etmesi ve kaynakları bunlara göre düzenlemesi, geleceğe yönelik hedeflerini daha gerçekçi temeller üzerine kurması ve hedeflere zamanında ve daha verimli yollardan ulaşması açısından önemlidir. Ölçülemeyen şeyin geliştirilmesi de mümkün olmadığından, işletmenin optimum yönetimi ve geliştirilebilmesi için kritik performans göstergelerinin saptanıp değerlendirilmesi gereklidir. Tarihsel süreçte farklı yazarlar farklı performans göstergeleri ortaya koymuşlardır. İlk evrede finansal ölçütler ağırlıklı iken daha sonraki evrelerde kalite, yenilik, değişen müşteri gereksinimlerini zamanında karşılamak gibi finansal olmayan göstergeler de ağırlık kazanmıştır.

İşletme ekonomik bir organdır ve sosyal amaçlı kuruluşlar dışında en belirgin hedefi kârın maksimizasyonudur. Bununla birlikte sadece kâr maksimizasyonu bazen firmaya zarar verebilir, çünkü yalnızca hisse senedi ihraç ederek, hazine bonosuna yatırım yaparak vb. bunu gerçekleştirmek mümkündür. Ancak o zaman hisse başına gelir düşecektir. Firma için hisse başına gelir maksimizasyonu bir amaç olarak gösterilebilir fakat tek başına bu bir amaç olamaz. Çünkü hisse başına gelir maksimizasyonu beklenen gelirlerin zamanlaması ve süresini dikkate almamakta, riski değerlendirmemektedir. Bazı yatırım projeleri bazılarına göre daha risklidir. Aynı geliri sağlayan iki yatırım projesinden riskli olana yatırım yapıldığı takdirde, firmanın değeri, risksiz projeye yatırım yapılması durumuna göre daha düşük olacaktır. Büyüme firmanın bir amacı olarak görülebilir, fakat plansız büyüme işletmeye zarar verebilir. İflas eden firmaların bir çoğunun önceden plansız büyüdüğü gözlenmiştir. Firmanın bir başka amacı süreklilik olarak görülebilir. Bu çok önemli olmakla beraber, yıllardır faaliyet gösterip de belirli bir kapasiteye

erişemeyen, ve yatırımcılar için cazip olmayan şirketler mevcuttur. Firmanın bir başka amacı olarak mevcut hissedarları açısından firma değerinin maksimize edilmesi sayılabilir. İşletmeler ayrıca kamu sorumluluğu da yüklenirler, yerel örgütlere, sosyal derneklere sağladıkları katkı ve çevrecilik konularına yaklaşımları işletmelerin sosyal hedefleri olarak sayılmaktadır. Sonuç olarak işletmelerin birden çok hedefi vardır. Bu nedenle işletme performansı değerlendirilmesi yapılırken işletmenin tüm hedeflerini gerçekleştirme derecesi değerlendirilmelidir.

İşletme performansını etkileyebilecek finansal ve finansal olmayan çok sayıda faktörden söz etmek mümkündür. Çalışmada firmaların performans göstergeleri olarak kârlılık, verimlilik, büyüme ve borsa performansı alınmıştır. Performansı etkileyebilecek faktörler olarak ise Ar-Ge faaliyetleri, cari oran, stok devir hızı, kaldıraç oranı, nakit akış oranı, büyüklük, makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı alınmıştır. Bu değişkenler bu alanda uzman olan kişilerin önerileri ve bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalardan yararlanılarak saptanmıştır.

İşletme performansı değerlendirmesinde performans göstergeleri dört değişkenden oluşan bir küme ve performansı etkileyebileceği düşünülen faktörler yedi değişkenden oluşan bir başka küme olarak oluşturulmuştur. Amaç bu iki küme arasındaki bütün ilişkileri ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla çok değişkenli istatistik yöntemlerden en uygun olan kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır. Kanonik korelasyon analizi, bağımlı değişken sayısı iki veya ikiden çok, bağımsız değişken sayısı yine iki veya ikiden çok olduğunda bağımlı değişkenlerle bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamak ve ölçmek, hangi bağımsız değişkenin hangi bağımlı değişken üzerinde etkin ve diğerlerine göre daha etkin olduğunu ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır; Birinci bölümde işletme performansı kavramı incelenmekte, işletme performansını ölçen ve işletme performansını etkileyebilecek değişkenler saptanmaya çalışılmaktadır. İkinci bölümde kanonik korelasyon analizi'nin varsayımları, varsayımların testleri, kanonik değişkenlerin ve kanonik korelasyonların matematik formüllerle elde edilmeleri, kanonik değişkenlerin testleri ve yorumlanmaları incelenmektedir. Üçüncü bölümde ise işletme performansı değerlendirilmesi için İMKB' de işlem gören imalat sanayi firmaları arasından rastgele seçilmiş örneklemin iki farklı dönemine (1997 ve 2002),

ilk bölümde saptanan değişkenler kullanılarak, kanonik korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Ekonomik olarak istikrarlı bir yıl sayılabilecek olan 1997 yılı verilerine uygulanan kanonik korelasyon analizinde, bağımlı ve bağımsız değişken kümeleri arasındaki ilk üç kanonik korelasyon yüksek düzeyde anlamlıdır. Birinci kanonik değişkenle en yüksek korelasyona sahip değişken kârlılık bu nedenle bağımlı değişken kümesinin en önemli değişkeni ve işletme performansı değerlendirmesinde en önemli kriter olmaktadır. Daha sonra verimlilik ve borsa performansı kanonik değişkene anlamlı katkılarda bulunmaktadırlar. Katma değer büyüme hızının işletme performansı üzerinde güçlü bir etkisi olmamaktadır. Kaldıraç oranı hariç tüm bağımsız değişkenler performans göstergeleri ile pozitif ilişki içindedirler. Nakit akış oranı, performans göstergeleri ile ilişkisi en yüksek değişken olarak saptanmıştır. Daha sonra sırayla kanonik değişkenle yüksek korelasyonları bulunan kaldıraç oranı, cari oran, işletme büyüklüğü ve makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranları performans göstergelerini en çok etkileyen değişkenlerdir. Ar-Ge ve stok devir oranı kanonik değişken üzerindeki etkileri yüksek düzeyde bulunmamaktadır. Kârlılık ile bağımsız değişkenlerden nakit akış oranı, kaldıraç, cari oran, büyüklük ve makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranları arasında yüksek düzeyde ilişki vardır. Borsa performansının nakit akış oranı ile ilişkisi olduğu, verimlilik ile büyüklük, makina tesis cihazlar, nakit akış oranı, kaldıraç ve stok devir hızı oranları arasında ilişki olduğu söylenebilir. Katma değer büyüme hızının bağımsız değişkenlerden yalnızca nakit akış oranı ile anlamlı bir ilişkisi vardır. Bunun nedeni araştırmaya katılan firmaların yarıya yakınının negatif katma değer büyüme oranına, diğer yarısının ise pozitif katma değer büyüme oranına sahip olmalarıdır. Bunu test etmek için firmalar büyüyen ve küçülen firmalar olarak iki gruba ayrıldığında büyüyen firmaların kârlılık, verimlilik, borsa performansı, nakit akış oranı, makina-tesisat-cihazlar / çalışan sayısı oranı ve cari oranının küçülen firmalarınkinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşın küçülen firmaların kaldıraç oranı büyüyen firmalardan daha yüksektir.

Ekonomik olarak istikrarsız sayılabilecek olan 2002 yılı verilerine kanonik korelasyon analizi uygulandığında sonuçlar; kaldıraç oranı, nakit akış oranı, cari oran

ve firma büyüklüğünün bağımsız değişken kümesinin en önemli değişkenleri olduğunu göstermektedir. Makina tesis cihazlar / çalışan sayısı oranı, stok devir hızı ve Ar-Ge'nin firma performansı üzerine etkisi düşük bulunmuştur. Bağımlı değişkenler içindeki en önemli değişkenler kârlılık ve verimlilik kanonik değişkene önemli katkılarda bulunmaktadır. Borsa performansı ve katma değer büyüme oranının kanonik değişkenle ilişkisi nispeten düşük bulunmuştur.

Kanonik korelasyon analizinin 1997 ve 2002 dönemlerine ait sonuçları karşılaştırıldığında performans göstergelerinden kârlılık ve verimlilik her iki dönemin en önemli değişkenleri olmaktadır. Borsa performansı değişkeninin performans grubuna katkısı 1997 yılında 2002 yılı ile karşılaştırıldığında daha yüksektir. Katma değer büyüme oranı her iki dönemde de performans açısından önemli bir gösterge olmamıştır. Bağımsız değişken kümesinde performansı her iki dönemde de en çok etkileyen değişkenler nakit akış oranı, kaldıraç oranı, cari oran ve firma büyüklüğü olmuştur. 1997 yılında nakit akış oranı kaldıraç oranından daha önemli iken 2002 yılında kaldıraç oranı nakit akış oranından daha önemli hale gelmiştir. 1997 yılında makina tesisat cihazlar / çalışan sayısı oranı da önemli bir değişken iken 2002 yılında daha az önemli bir gösterge olmuştur. Ar-Ge ve stok devir hızı oranlarının her iki dönemde de firma performansı üzerinde önemli derecede etkisi saptanmamıştır.

Firma sayısının azlığından dolayı analizler sektör bazında yapılamamıştır. Çünkü, İMKB'de işlem gören, imalat sanayinin tüm alt sektörlerinde kanonik korelasyon analizi için yeterli sayıda firma bulunmamaktadır. Ar-Ge geleneği Türkiye'de henüz yerleşmediği için firmaların araştırma geliştirme yatırımları çalışmada tam olarak yansıtılamamıştır. Ar-Ge değişkeni, Ar-Ge yatırımları olan firmalar ve Ar-Ge yatırımları olmayan firmalar olarak kukla değişken şeklinde yer almıştır. Araştırmada Ar-Ge'nin işletme performansı ile ilişkisiz çıkmasının nedenlerinden birisi bu olmalıdır. Bir diğer nedeni ise 1997 yılı verilerinde 103 firmanın sadece 40'ında Ar-Ge yatırımlarının olması, 2002 verilerinde ise örneklemdaki 68 firmanın sadece 7'sinin Ar-Ge yatırımlarının bulunmasıdır. Literatürde Ar-Ge yatırımlarının kârlılık, verimlilik ve uzun dönem büyüme için

gerekliliğini vurgulayan çok sayıda yayın bulunmaktadır. Türkiye’de firmaların Ar-Ge yatırımlarına daha çok önem vermeleri gerekmektedir.

Çalışmada, firmaların kalite göstergesi olarak; müşteri iade oranı, imalat hata oranı veya ortalama hata sayısı oranları, çalışma yaşamının kalitesinin göstergesi olarak; devamsızlık, işçi devir oranı, işçi-işveren uyuşmazlıklarının sayısı, kaza sayısı, büyüme göstergesi olarak; yöneticilerin deneyimi, çalışılan yıllar, nitelikli insan gücü, sosyal amaçlarının göstergesi olarak; işçi ücretleri, işçi devir sayıları, veya sosyal dernek ve kuruluşlara yapılan katkılar yer alabilirdi. Firma sayısının kısıtlı olması incelemeye katılan değişken sayısını da kısıtlamaktadır.

Sonuç olarak işletmeler için performans ölçüm ve geliştirilmesi önemlidir. Firmalar performansı çok boyutlu değerlendirmek zorundadır. Kârlılık, verimlilik, işletmenin borsa performansı ve büyüme oranı işletme performansını çok boyutlu değerlendirmek için kullanılabilir. İşletme performansını yükseltmek için firmaların nakit akış oranını artırmaları, varlıkların borca bağımlılık oranını düşürmeleri, kısa vadeli borçları zamanında ödeyebileceği likiditeye sahip olmaları, teknoloji yoğun çalışmaları gerekmektedir. Araştırmanın bulguları arasında yer almamasına karşın firmaların araştırma geliştirme yatırımları içinde olması uzun dönem firma başarısı için gerekli görülmektedir.

## KAYNAKÇA

1. Acar, Fatma: “Normallik Testlerine İlişkin Bir Karşılaştırma”, çevrimiçi: <http://iktisat.uludağ.edu.tr/dergi/4/fatma/fatma.html> , 04.09.2003
2. Afifi, A.A., Virginia Clark: **Computer -Aided Multivariate Analysis**, Chapman and Hall, 3<sup>rd</sup> ed., 1998
3. Ahmed, A. M, H. S. Abdalla: “An Intellegent System for Performance Measurement Selection”, **Proc. Instn. Mech Engrs. Vol. 216, Part B: J Engineering Manufacture**, 2002, s.591-606
4. Akal, Zuhâl, **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmeler Arası Toplam Performans, Verimlilik, Kârlılık ve Maliyet Karşılaştırmaları**, MPM yayınları, Ankara, 1994
5. Akal, Zühâl: **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi, Çok Yönlü Performans Göstergeleris**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 473, Ankara, 2002
6. Akdeniz, H. Ahmet, Faruk Durmaz: “Verimliliğin genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulaması”, **Dokuz Eylül Üniv. İ.İ.B.F Dergisi**, C:13, S:II, 1998, s. 85-99
7. Akdoğan, Nalan, Nejat Tenker: **Finansal Tablolar ve Analizi**, Savaş Kitap ve Yayınevi, 2. Baskı, 1985
8. Akgüç, Öztin: **Finansal Yönetim**, Avcıol Basım Yayın, 7. Baskı, 1998
9. Aktan, Coşkun Can: “Performans Değerlendirmesi ve Ölçülmesine Yönelik Değişim İlkeleri”, **Değişim ve Yeni Global yönetim**, Mess Yayınları, 1997, çevrimiçi; [www.canaktan.org/yonetim/yeni-yonetim/performans.htm](http://www.canaktan.org/yonetim/yeni-yonetim/performans.htm), 03.06.2003
10. Alpar, Reha: **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2003
11. Alpert, Mark I., Robert A. Peterson: “On the Interpretation of Canonical Analysis”, **Journal of Marketing Research**, 9:2 (1972:May), s.187-192
12. Amaratunga, Dilanthi, David Baldry, Marjan Sarshar: “Assesment of facilities management performance- what next?”, **Facilities**, Vol.18, Number ½, 2000, s. 66-75



13. Anderson, M. H., A. Prezas: "Intangible Investment, Debt Financing, and Managerial Incentives", **Journal of Economics and Business**, 51, 1999, s. 3-19
14. Ashley, David W.: "A Canonical Correlation Procedure for Spreadsheets", **27th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute**, November 24-26, 1996
15. Atılğan, Turan: **Konfeksiyon İşletmelerinde Performans Değerlendirmesi ve Etki Eden Faktörler**, Pamukkale Sempozyumu, çevrimiçi: <http://www.aeri.org.tr/Pamuksempozyumu2002/Word/TURAN%20ATILGA N.doc>, 10.03.2003
16. Avlonitis, George J., Spiros P. Gounaris: "Marketing Orientation and its Determinants", **European Journal of Marketing**, vol.33. No.11/12, 1999
17. Aytaç, Mustafa, **Matematiksel İstatistik**, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2. Baskı, 1999
18. Bai, Z. D., Ling Chen: "Weighted W Test for Normality and Asymptotics a Revisit of Chen-Shapiro Test for Normality", **Journal of Statistical Planning and Inference** 113, 2003, s.485-503
19. Bai, Z. D., Xuming He: "A Chi- Square Test for Dimensionality With Non-Gaussian Data", **Journal of Multivariate Analysis**, Vol. 88, Issue 1, January 2004, s. 109-117
20. Balbi, S., V. Esposito: "Rotated Canonical Analysis onto a Reference Subspace", **Computational Statistics & Data Analysis** 32, (2000), s. 395-410
21. Baloglu, Sehmuz, Muzaffer Uysal: "Market segments of push and pull motivations: a canonical correlation approach", **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 8/3, 1996, s.32-38
22. Baloglu, Seyhmus, Pamela Weaver, Ken W. McClear: "Overlapping Product-Benefit Segments in the Lodging Industry: A Canonical Correlation Approach", **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 10/4, 1998, s.159-166



23. Barcikowski R., Stevens J. P.: "A Monte Carlo Study of the Stability of Canonical Correlations, Canonical Weights and Canonical Variate-Variable Correlations", **Multivariate Behavioral Research**, 10, 1975, s. 353-364
24. Barker, R.C.: "Financial Performance Measurement: Not a Total Solution", **Management Decision**, Vol. 33, No. 2, 1995, pp. 31-39
25. Barney, J. B.: "Firm resources and sustained competitive advantage", **Journal of Management**, 17, 1991, s. 99-120.
26. Bartmann, Flavio C., Peter Bloomfield: "Inefficiency and Correlation", **Biometrika**, Volume 68, Issue 1, Apr., 1981, s. 67-71
27. Bayyurt, Nizamettin, Mustafa Dilber, Mehves Tarım, Selim Zaim: "Critical Factors of Total Quality Management and its Effect on Performance in Health Care Industry: A Turkish Experience", **International Management Development Research Yearbook**, Thirteenth World Business Congress, Vol. I, July 14-18, 2004, Maastricht, Netherlands, s. 64-71
28. Beaumont, N.B., R.M. Schroder: "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance Amongst Australian Manufacturers", **Technovation**, V.17, N.6, 1997, s. 297-307
29. Berenson, Levine, Krehbiel: **Business Statistics**, 8-th Ed., Prentice-Hall, 2002
30. Bernstein, Jeffrey I.: "Inter-Industry and U.S. R&D Spillovers, Canadian Industrial Production and Productivity Growth." Industry Canada, Working Paper No. 19, February 1998.  
Çevrimiçi:<http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/ineas-es.nsf/en/ra01581e.html>, 26.07.2004
31. Bilodeau, Martin, David Brenner: **Theory of Multivariate Statistics**, Springer-Verlag New York, 1999
32. Blair, Steven N., David A. Ludwig, Nancy N. Goodyear: "A Canonical Analysis of Central and Peripheral Subcutaneous Fat Distribution and Coronary Heart Disease Risk Factors in Men and Woman Aged 18-65 Years", **Human Biology**, 60:1, Feb., 1988

33. Blundell, R., R. Griffith, J. V Reenen: "Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms", **Review of Economic Studies**, 66, Issue 3, 1995, s. 529-554
34. Bolak, Mehmet: **İşletme Finansı**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1998
35. Bonett, Douglas G., Edith Seier: "A Test of Normality with High Uniform Power", **Computational Statistics & Data Analysis**, 40, 2002, s.435-445
36. Bonnie K. Ray, Ruey S. Tsay: "Long Range Dependence in Daily Stock Volatilities", **Journal of Business & Economic Statistics**, Vol 18, No. 2, April 2000, s. 254-262
37. Bretscher, Otto: **Linear Algebra with Application**, Prentice Hall, 2002, 2<sup>nd</sup> ed.
38. Brigham, Eugene F., Michael C. Ehrhardt: **Financial Management**, Thomson Learning, 10<sup>th</sup> Ed., 2002
39. Brynjolfsson, E., L. Hitt: "Beyond Computation; Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", **Journal of Economic Perspectives** 14, Vol. 4, Fall 2000, s. 23-48
40. Buzas, Thomas E., Claes Fornel, Byong-Duk Rhee: "Conditions Under Which Canonical Correlation and Redundancy Maximization Produce Identical Results", **Biometrika**, Vol:76, issue 3, sep.,1989, s.618-621
41. Byrd, Terry Anthony, Douglas E. Turner: "An Exploratory Examination of the Relationship Between Flexible IT Infrastructure and Competitive Advantage", **Information and Management** 39, 2001, s. 41-52
42. Campbell, N. A., J. A. Tomenson: "Canonical Variate Analysis for Several Sets of Data", **Biometrics**, Volume 39, Issue 2, Jun., 1983, s. 425-435
43. Canbaş, Serpil, Hatice Düzakın, Süleyman Bilgin Kılıç: "Türkiye’de Hisse Senetlerinin Değerlendirilmesinde Temel Finansal Verilerin ve Bazı Makro Ekonomik Göstergelerin Etkisi",  
çevrimiçi: <http://idari.cu.edu.tr/suleyman/hisse.htm> 09.07.2003
44. Chan, Luis K. C., Yasushi Hamao ve Josef Lakonishok: "Fundamentals and Stock Returns in Japan", **The Journal of Finance**, December 1992, s. 1739-1764

45. Chen, C.W.: "On Some Problems in Canonical Correlation Analysis", **Biometrika**, Vol.58, Issue 2, Aug.,1971, s.399-400
46. Chin, Kwai-Sang, Kit-Fai Pun, Henry Lau: "Development of knowledge-based self-assessment system for measuring organizational performance", **Expert Systems with Applications**, Vol. 24, Issue 4, May. 2003, s. 443-455
47. Clave, Mc, Benson, Sincich: **Statistics for Business and Economics**, Pentice Hall, 2001
48. Co, H.C., K.S.Chew: "Performance and R&D expenditures in American and Japanese manufacturing firms", **Int. J. Prod. Res.**, vol.35, No.12, 1997, s.3333-3348
49. Cramer, Elliot M.: "A Simple Derivation of the Canonical Correlation Equations", **Biometrics**, Vol:29, Issue 2, Jun 1973, s.379-380
50. Çevrimiçi, [www.analiz.com/egitim/oraninp.html](http://www.analiz.com/egitim/oraninp.html), 04.08.2003
51. Çevrimiçi, [www.disyatirim.com](http://www.disyatirim.com), 27.07.2003
52. Çevrimiçi. [www.mylmz.net](http://www.mylmz.net), 04.08.2003
53. Çevrimiçi: <http://mfs.rutgers.edu/conferences/10/mfcindex/mfc61-80.htm>, 01.08.2004
54. Çevrimiçi:<http://nitro.biosci.arizona.edu/zdownload/volume2/Appendix02.pdf>, 04.06.2002
55. Çevrimiçi: <http://özgür.beykent.edu.tr/lokman>, 10.03.2003
56. Çevrimiçi:<http://www.ssc.uwo.ca/economics/undergraduate/400E-01/rkim.pdf> 02.08.2004
57. Çevrimiçi; <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook>, 11.09.2003
58. Çevrimiçi; [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com), 10.06.2002
59. Davis, A. W.: "On the Effects of Moderate Multivariate Nonnormality on Roy's Largest Root Test", **Journal of American Statistical Association**, Volume 77, Number 380, Theory and Methods Section, December 1982, s. 896-900
60. Dess, Gregory G., Richard B. Robinson, Jr.: "Measuring Organizational Performance in the Absence of Objective Measures: The case of the Privately-held firm and Conglomerate Business Unit", **Strategic Management Journal**, Vol.5, Issue 3, s.265-273, Jul.-Sep., 1984

61. Dhawan, R.: "Firm Size and Productivity Differential: Theory and Evidence from a Panel of US Firms", **Journal of Economic Behavior and Organization** 44, 2001, s. 269-293
62. Drury. S. W.: "The Canonical Correlations of a Block Matrix with Given Eigenvalues", **Linear Algebra and its Applications**, Vol. 354, Issue 1-3, 15 October, 2002, s. 103-117
63. Dunlap, William P., Charles J. Brody, Tammy Greer: "Canonical Correlation and Chi-Square: Relationships and Interpretation", **The Journal of General Psychology**, 127 (4), 2000, s. 341-353
64. Duran, Rodophe, Regis Coeurderoy: "Age, Order of Entry, strategic orientation, and organizational Performance", **Journal of Business Venturing** 16, 2001, s. 471-494
65. Eccles, Robert: "The Performance Measurement Manifesto", **Harvard Business Review**, January-February 1991
66. Elliott, J.W.: "Control, Size, Growth, and Financial Performance in the Firm", **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Volume, 7, Issue 1 (Jan., 1972), s. 1309-1320
67. Elmore, Randy F., Chad D. Ellett: "A Canonical Analysis of Personality Charecteristics, Personal and Teaching Practices Beliefs, and Dogmatism of Beginning Teacher Education Students", **Journal of Experimental Education**, 47:2, 1978/1979: Winter, s. 112-117
68. Enhoş, Ömer Altay: "Organizasyonlardaki Performans Yönetim Sistemleri ve Performans Değerlendirme Metodları", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998
69. Erdil, Oya, Nihat Kaya: "Orta Büyüklükteki İşletmelerde Pazar Odaklı Rekabetin Performans Üzerine Etkileri ve Bir Saha Araştırması", **D.E.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, V.3, No.1, 2002, s. 31-44
70. Everett E. Adam Jr, Benito E. Flores, Arturo Maclas: "Quality Improvement Practices and the Effect on Manufacturing Firm Performance: Evidence From Mexico and the USA", **International Journal of Production Research**, v.39, n.1, January 10, 2001, s. 43-63

71. Fama, Eugene F., K.R. French: "The Cross-Section of Exepected Stock Returns", **The Journal of Finance**, 47 1992, s. 427-465
72. Ferrand, Alain, Monique Pages: "Image Management in Sport Organisations: the Creation of Value", **European Journal of Marketing**, v.33, no. ¾, 1999, s. 387-401
73. Fink, Gerhard, Wolfgang Koller: "Did Accession to the EU Affect Small and Large Ar-Ge Firms Differently? The Case of the Austrian Retail and Wholesale Sector", **European Integration online Papers (EIOP)** Vol. 6 No: 9, 2002, çevrimiçi: <http://eiop.or.at/eiop/texte/2002-009a.htm>
74. Finney, Weir, Giordano, Thomas: **Calculus**, 10<sup>th</sup> Ed. Addison Wesley, 2001
75. Forker, Laura B.: "The Contribution of Quality to Business Performance", **International Journal of Operations and Production Management**, Vol.16, No.8, 1996, s.44-62
76. Fornell, Claes: "Problems in the Interpretation of Canonical Analysis: The Case of Power in Distributive Channels", **Journal of Marketing Research**, Vol.15:3, Aug.,1978, s.489-491
77. Freund, John E: **Mathematical Statistics**, 6<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 1999
78. Gagne, Margaret L., Venkateshwar K. Reddy: "Predicting the Performance of Equity Mutual Funds", **Journal of Accounting and Finance Research**, Vol. 6, No.2, Spring 1999, s. 53-64
79. Gao, Dao-De, Rong- Big Huang: "Some Results on Canonical Correlation and Their Applications to a Linear Model", **Linear Algebra and its Applications** 321, 2000, s. 47-59
80. Gompers, Paul, Joy Ishii, Andrew Metrick: "Corporate Governance and Equity Prices", **Quarterly Journal of Economics**, V.118, N.1, (February 01, 2003)
81. Gou, Zhenkun, Colin Fyfe: "A Canonical correlation neural network for multicollinearity and functional data", **Neural Networks**, Vol. 17, Issue 2, March 2004, s. 285-293
82. Green, Paul E., Michael H. Halbert, Patrick J. Robinson: "Canonical Analysis: An Exposition and Illustrative Application", **Journal of Marketing Research**, 3:1, Feb., 1966, s. 32-39

83. Greene, William H.: **Econometric Analysis**, Prentice-Hall, 1997
84. Griliches, Z.: “Explanations of productivity growth: Is the glass half”, **American Economic Review**, 84 (1) 1994, s. 1-25
85. Grimm, Laurence G., Paul R. Yarnold: **Reading and Understanding More Multivariate Statistics**, American Psychological Association, Sep 2000
86. Groebner, David F., Patrick W. Shannon, Philip C. Fry, Kent D. Smith: **Business Statistics**, Prentice Hall, 5<sup>th</sup> ed. 2001, Cd-Rom
87. Gutjahr, Steffen, Norbert Henze, Martin Folkers: “Shortcomings of Generalized Affine Invariant Skewness Measures”, **Journal of Multivariate Analysis** 71, 1999, s.1-23
88. Günçavdı, Öner, Haluk Levent, Burç Ülengin: **İstanbul Menkul Kıymetler Borsasına Kayıtlı Firmaların Finansal Yapılarını Belirleyen Faktörler**, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 209, 1999
89. Gündüz, Lokman, Ekrem Tatoğlu: “Türkiye’de Sanayi Gruplarına Bağlı Olarak Faaliyet Gösteren Firmaların Performansı Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz”, **9. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, Bildiriler**, 24-26 Mayıs 2001, İstanbul. Çevrimiçi, [www.iletme.istanbul.edu.tr/duyurular/kongrebook/1/kongre.htm](http://www.iletme.istanbul.edu.tr/duyurular/kongrebook/1/kongre.htm), 10.03.2003
90. Hacısaliipoğlu, H. Hilmi: **Lineer Cebir**, Gazi Üniversitesi Yayın No: 152, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayın No: 19, 4. Baskı, 1985
91. Hair, Anderson, Tatham, Black: **Multivariate Data Analysis**, Prentice Hall, 1998
92. Hall, Bronwyn H., Katrin Vopel: “Innovation, Market Share, and Market Value”, june 1997, çevrimiçi: <http://elsa.berkeley.edu/users/bhhall/papers/HallVopel97.pdf> 28.07.2004
93. Hall, M., L. Weiss: “Firm Size and Profitability”, **The Review of Economics and Statistics** 49, vol 3., 1967 s.319-331
94. Harris, Richard G.: “Determinants of Canadian Productivity Growth; Issues and Prospects, Industry Canada”, Discussion Paper No.8, Dec 1999, çevrimiçi <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/ineas-aes.nsf/en/ra01736e.html>
95. Helfert, Erich A.: **Techniques of Financial Analysis:A Modern Approach**, IRWIN Professional Publishing, 9<sup>th</sup> ed., 1997, s.99

96. Hitt, Larin M., D. J. Wu, Xiaoge Zhou: "Investment in Enterprise Resource Planning: Business Impact and Productivity Measures", **Journal of Management Information Systems**, vol. 19, No. 1, Summer 2002, s. 71-98
97. Holbrook, Morris B., William L. Moore: "Using Canonical Correlation to Construct Product Spaces for Objects with Known Feature Structures", **Journal of Marketing Research**, 19:1, Feb., 1982, s. 87-98
98. Hoque, Zahirul, Lokman Mia, Manzurul Alam: "Market Competition, Computer Aided Manufacturing and Use of Multiple Performance Performance Measures: An Emprical Study", **British Accounting Review**, n.33, s. 23-45, 2001
99. Hsieh, W. W.: "Nonlinear Canonical Correlation Analysis by Neural Networks", **Neural Networks** 13, 2000, s. 1095-1105
100. Igne C.Kerssens-van, Jan Bilderbeek Drongelen: "R&D Performance Measurement: More Than Choosing a set of Metrics", **R&D Management** 29, 1, 1999, s.35-46
101. İç, Yusuf Tansel, Mustafa Yurdakul: "Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, cilt 15, no 1, 2000, s.1-14
102. İMKB, **Şirketler Yıllığı**, 1998, İMKB süreli yayını, çevrimiçi: [www.imkb.gov.tr](http://www.imkb.gov.tr)
103. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu'nu İzleyen 250 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Kasım 1997
104. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 1998
105. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Eylül 1997
106. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Ekim 1998
107. İSO, **Türkiye'nin İkinci Beşyüz Büyük Sanayi Kuruluşu 2002**, İstanbul, Ekim 2003



108. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi** , İstanbul , Eylül 2003
109. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunu İzleyen İkinci 500 Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi**, İstanbul, Ekim 2002
110. İSO, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu, **İSO Dergisi** , İstanbul , Eylül 2002
111. Jacobson, Robert: "The Validity of ROI as a Measure of Business Performance", **The American Economic Review**, V.77, Issue 3, s. 470-478, Jun.,1987
112. Jacobson, Robert: "Unobservable Effects and Business Performance", **Marketing Science**, V.9, Issue 1, 1990, s. 74-85
113. Johnson, Dallas E.: **Applied Multivariate Methods for Data Analysis**, Duxbury Press, 1998
114. Johnson, Riess,Arnold: **Introduction to Linear Algebra**, Addison Wesley, s. 2002, 5<sup>th</sup> ed
115. Johnson, Richard A., Dean W. Wichern: **Applied Multivariate Statistical Analysis**, Prentice Hall, 2002, s.543.
116. Jung, Kang Mo: " Local Influence Assessment in Canonical Correlation Analysis", **Journal of Applied Statistics**, Vol. 27, No. 3, 2000, s. 293-301
117. Kabadayı, Ebru Tümer: "İşletmelerdeki Üretim Performans ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli Geliştirme ile İlişkisi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 2002/6
118. Kald, Magnus, Fredrik Nilsson: "Performance Measurement at Nordic Companies", **European Management Journal**, V.18, No.1, 2000, s.113-127
119. Karabıyık, Lale: "Enflasyonun Finansal Analiz ve Finansal Kararlar Üzerine Etkileri", **Uludağ Üniv., İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt:18, Sayı:2, Nisan 2000, çevrimiçi: <http://iktisat.uludag.edu.tr/dergi/8/lale/lale1.htm> , 04.08.2003
120. Karluk, S.Rıdvan, **Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim**, Beta Basım, İstanbul, 1999
121. Keller, Warrack: **Statistics for Management and Economics**, 5<sup>th</sup> ed. Duxbury Thomson Learning, 2000

122. Kıral, Gülsen, Nedret Billor: “Bacon Temel Bileşenler Analizi ile Sapan Değerlerin Belirlenmesi”, çevrimiçi: <http://idari.cu.edu.tr/sempozyum/bil27.htm> 04.04.2003
123. Kobu, Bülent: **Üretim Yönetimi**, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım vakfı Yayın No: 04, 10. Baskı, 1998
124. Konishi, Sadanory: “Normalizing Transformations of Some Statistics in Multivariate Analysis”, **Biometrika**, v.68, Issue 3, Dec.,1981, s.647-651
125. Kshirsagar, A. M.: “A Note on Direction and Collinearity Factors in Canonical Analysis”, **Biometrika**, Volume 49, Issue 1/ 2, Jun., 1962, s.255-259
126. La Porta, Rafael, Florancio Lopez-De-Silanes: “The Benefits of Privatization: Evidence From Mexico”,**The Quarterly Journal of Economics**, v.114, n.4, 1999
127. Lai, P. L., C. Fyfe: “Kernel and Nonlinear Canonical Correlation Analysis”, **International Journal of Neural Systems**, Vol. 10, No. 5, 2000, s. 365-377
128. Landin, Anne, Carl-Henric Nilsson: “Do Quality Systems Really Make a Difference?”, **Building Research & Information**, 29 (1), 2001, s, 12-20
129. Larson, Magnus, Michele Capobianco, Hans Hanson: “Relationship Between Beach Profiles and waves at Duck, North Carolina, determined by Canonical Correlation Analysis”, **International Journal of Marine geology, Geochemistry and Geophysics**, 163, 2000, s. 275-288
130. Lau, R.S.M.: “How Does Research and Development Intensity Affect Business Performance”, **South Dakota Business Review**, Vol. LVII, N.1, September 1998, s. 1-8
131. Leon, Steven J.: **Linear Algebra with applications**, Prentice Hall, 2002
132. Leurgans, S. E., R. A. Moyeed, B. W. Silverman: “Canonical Correlation Analysis When the Data are Curves”, **Journal of Royal statistical Society. Series B (Methodological)**, Volume 55, Issue 3, 1993, s. 725-740
133. Levine, Mark S.: **Canonical Analysis and Factor Comparison**, Sage Publications, 1977

134. Levine, Stephan, Krehbiel, Berenson: **Statistics for Managers**, 3-rd Ed., Prentice-Hall
135. Li, Xiaohong, David J. Hamblin: "The Impact of Performance and Practice Factors on UK Manufacturing Companies' Survival", **International Journal of Production Research**, v.41, n.5, 2003
136. Liang, Jiajung, Runze Li, Hongbin Fang, Kai-Tai Fang: "Testing Multinormality based on Low Dimensional Projection", **Journal of Statistical Planning and Inference** 86, 2000, s.129-141
137. Lichtenberg, F. R., D. Siegel: "The effect of Leveraged Buyouts on Productivity and Related Aspects of Firm Behavior", **Journal of Financial Economics**, 27 (1), 1990, s. 165-194
138. Lim, Tjen-Sien, Wei-Yin Loh: "A Comparisen of Tests of Equality of Variances", **Computational Statistics & Data Analysis** 22, 1996, s. 287-301
139. Lima, Marcos A. M., Marcelo Resende, Lia Hasenclever: "Skill Enhancement Efforts and Firm Performance in the Brazilian Chemical Industry: An Exploratory Canonical Correlation Analysis-Research Note", **International Journal of Production Economics**, Vol. 87, Issue 2, 28 January 2004, s. 149-155
140. Lindholm, Byron W., John Touliatos, Amy Rich: "A Canonical Correlation Analysis of Behaviour Problems and School Achievement for Different Grades, Sexes, and Races", **Journal of Educational Research**, 1977: July/Aug, s.340-342
141. Lipovetsky, Stan, Asher Tishler, W. Michael Conklin: "Multivariate Least Squares and its Relation to other Multivariate Techniques", **Applied Stochastic Models in Business and Industry**, 18: 2002, s. 347-356
142. Lipschutz, Seymour: **Linear Algebra**, Schaums, Mc Graw Hill, 1988
143. Lirely, Roger L., Robert B. Weker, Philip L. Little: "An Evaluation of the effect of the 1986 tax Reform ACT on Risk Adjusted Measures of Corporate Tax Equity", **Accounting and Financial Studies Journal**, Vol. 4, No: 1, 2000

144. Loo, Becky P. Y: "An Application of Canonical Correlation Analysis in Regional Science: The Interrelationships...", **Journal of Regional Science**, Feb., 2000, Vol. 40, Issue 1, p. 143-170
145. Luo, Yadong, Seung Ho Park: "Strategic Alignment and Performance of market-Seeking Mncs in China", **Strategic Management Journal** 22, 2001, s. 141-155
146. Mai, Li-Wei, Mitchell R. Ness: "Canonical Correlation Analysis of Customer Satisfaction and Future Purchase of Mail-Order Speciality Food", **British Food Journal**, v.1001, no:11, 1999, s..857-870
147. Maines, A. Lauren, Eli Bartov, Patricia M. Fairfield, D. Eric Hirst, Teresa E. Iannaconi, Russel Mallet, Catherine M. Schrand, Douglas J. Skinner, Linda Vincent: "Recommendations on Disclosure of Nonfinancial Performance Measures", **American Accounting Association Accounting Horizons**, Vol. 16, No. 4, December 2002, s.353-362
148. Marriott, F.H.C.: "Test of Significance in Canonical Correlation", **Biometrika**, v.39, Issue 1 /2 Apr.,1952, s.58-64
149. Matsui, Yoshiki: "Contribution of Manufacturing Departments to Technology Development: An Emprical Analysis for Machinery, Electrical and Electronics, and Automobile Plants in Japan", **International Journal of Production Economics** 80, 2002, s. 185-197
150. McConnell, J., H. Servaes: "Additional Evidence on Equity Ownership and Corporate Value", **Journal of Financial Economics** 27, 1990, s. 595-612.
151. McDavid, James C., Brian Stipak: "Smultaneus Scaling of Offense Seriousness and Sentence Severity Through Canonical Correlation Analysis", **Law and Societ Review**, 16:1, 1981/1982, s.147-162
152. merriam-webster online, Çevrimiçi: [www.m-w.com/dictionary.htm](http://www.m-w.com/dictionary.htm) 02.08.2003
153. Mirtaghizadeh, Hamid: **Kanonik Korelasyon Analizi Üzerine Bir Deneme**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (İstatistik), 1990
154. Morck, R., A. Shleifer, R. W. Vishny: "Management Ownership and Market Valuation", **Journal of Financial Economics**, 20, 1988, s. 293-315.

155. Mudholkar, Govind S., Carol E. Marchetti, C.Thomas Lin: "Independence Characterizations and Testing Normality Against Restricted Skewness-Kurtosis Alternatives", **Journal of Statistical Planning and Inference** 104, 2002, s.485-501
156. Muirhead, Robb J., Christine M. Waternaux: "Asymptotic Distributions in Canonical Correlation Analysis and Other Multivariate Procedures for Nonnormal Populations", **Biometrika**, Volume 67, Issue 1 ( Apr., 1980), s. 31-43
157. NCSS-PASS 2000, İstatistik Paket Programı
158. Neily, Andy: "The Performance Measurement Revolution: Why Now and What Next?", **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, Issue.2, 1999, s.205
159. Newbold, Paul, William L. Carlson, Betty Thorne: **Statistics for Business and Economics**, 5<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 2003
160. Nielsen, B.: "The Likelihood-ratio Test for Rank in Bivariate Canonical Correlation Analysis", **Biometrika** 86, 2, 2001 s. 279-288
161. Nielsen, B.: "Conditional Test For Rank in Bivariate Canonical Correlation Analysis", **Biometrika** 88, 2001, s. 874-880
162. O'Tole, Tom, Bill Donaldson: "Relationship Performance of Buyer- Supplier Exchanges", **European Journal of Purchasing & Supply Management** 8, 2002, s. 197-207
163. Oktay, Müjde: **Ar-Ge Yapan Kobi'ler Açısından Türkiye'deki Ar-Ge Ortami Üzerine Bazı Tespitler**, İstanbul Sanayi Odası, Gümrük Birliği Danışma Ofisi, Yayın No: 1998-8, Önsöz, Ekim 1998
164. Omladic, Matjaz, Vesna Omladic: "More on Restricted Canonical Correlations", **Linear Algebra and its Applications** 321, 2000, s.285-293
165. Opler, T., S. Titman: "Financial Distress and Corporate Performance", **Journal of Finance**, XLIX (3), july 1994, s. 1015-1040
166. Orhunbilge, Neyran: **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, Avcıol Basım Yayın,1997
167. Orhunbilge, Neyran: **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, Avcıol Basım Yayın, İstanbul 2000

168. Orhunbilge, Neyran: **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, İstanbul, 1996
169. Osborn, R.C.: “Concentration and Profitability of Small Manufacturing Corporations”, **Quarterly Review of Economics and Business** 10, 1970, s. 15-26
170. Özdamar, Kazım: **Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2**, Kaan Kitabevi, 2. Baskı, 1999
171. Perry, Micael, B. Curtis Hamm: “Canonical Analysis of Relations Between Socioeconomic Risk and Personal Influence in Purchase Decisions”, **Journal of Marketing Reseach**, 6:3, 1969, s.351-354
172. Pugh, Richard C., Yuehluen Hu: “Use and Interpretation of Canonical Correlation Analyses in Journal of Educational Research Articals:1978-1989”, **Journal of Educatinal Research**, 84:3, s.147-152
173. Ralph R. Trecartin Jr: “The reliability of the book-to-market ratio as a risk proxy”, **Financial Services Review** 9, 2000, s. 361-373
174. Rencher, Alvin C.: “On the Use of Correlations to Interpret Canonical Functions”, **Biometrika**, V.75, Issue 2, s.363-365, Jun., 1988
175. Rencher, Alvin C.: **Multivariate Statistical Inference and Applications**, John Wiley and Sons Inc., 1998
176. Richard, Michael D, LeMay, Stephan A, Taylor G Stephan, Turner Gregory B: “A Canonical Correlation Analysis of Extrinsic satisfaction”, **Logistic and Transportation Review**, Vancouver, Dec 1994, s.28-32
177. Robertson H.W.: “A Construction Company’s Approach to Business Performance”, **Total Quality Management**, Vol. 8, Issue 2/3, June 97, s.254-257
178. Sabuncuoğlu, Zeyyat, Tuncer Tokol: **İşletme**, Furkan Ofset, Bursa 2003
179. Sadun, Lorenzo:, **Applied Linear Algebra**, Prentice Hall, 2001
180. Salmi, Timo, Ilkka Virtanen, Paavo Yli-Olli: “The Generalized Association Between Financial Statements and Security Charecteristics”, **Scand. J. Mgmt**, Vol. 13, No.2, 1997, s.121-136
181. Saweris, Nashat B., M. Masoom Ali: “Moment and Distributions of Certain Multivariate Test Criteria in the Canonical Correlation Case Under

- Violation”, **Journal of Statistical Planning and Inference** 62, 1997, s.235-246
182. Scherer, F. M.: “Lagging productivity growth: Measurement technology and shock”**Empirica**, 20, 1993, s. 5-24
183. Schmalenssee, R.: “Intra- Industry Profitability Differences in US Manufacturing: 1953-1983”, **Journal of Industrial Economics** 37, 1989, s. 337-357,
184. Seo, Takashi, Takashi Kanda, Yasunori Fujikoshi: “The Effects of Nonnormality on Tests for Dimensionality in Canonical Correlation and Manova Models”, **Journal of Multivariate Analysis** 52, 1995, s.325-337
185. Shaker, A. Zahra, Jeffrey G. Covin: “Business Strategy, Technology Policy and Firm Performance” **Strategic Mangement Journal**, Volume 14, Issue 6 (Sep., 1993), s. 451-478
186. Shaker, A. Zahra, Jeffrey G. Covin: “Contextual Influences on the Corporate Entrepreneurship-Peformance Relationship: A Lpngitudinal. Analysis”, **Journal of Business Venturing** 10, 1995, s. 43-58
187. Sharma, Subhash: **Applied Multivariate Techniques**, John Willey & Sons, 1996
188. Shashua, L., Y. Goldschmidt: “An Index for Evaluating Financial Performance”, **The Journal of Finance**, V.29, Issue 3, Jun., 1974, s. 797-814
189. Spanos, Aris, Anya McGuirk: “The problem of near multicollinearity revisited:erratic vs systematic volatility”, **Journal of Econometrics**, V:108, June 2002, s.365-393
190. SPSS 10.0 For Windows İstatistik Paket Programı
191. Srikantan, K.S.: ”Canonical Association Between Nominal Measurements”, **Journal of American Statistical Association**, v.65, Issue 329, Mar., 1970, s.284-292
192. Statistica 5.0 İstatistik Paket Programı
193. Stock, Duane: “A Canonical Correlation Analysis of the Moments of Bond Portfolio Return Distributions”, **Review of Business and Economic Research**, Vol 17, No. 1, Fall 1981, s. 64-71



194. Suiçmez, Halit: Kit'lerde Verimlilik ve Kârlılık Analizi, **Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları**: 541 Ankara, 1994, s.14
195. Tabachnick, Barbara G., Linda S. Fidel: **Using Multivariate Statistics**, Allyn and Bacon, Pearson Education, 2001
196. Tarq, Jacques: **Multivariate Techniques in Social Science Research: From Problem to Analysis**, Sage Publications, 1997
197. Tatlıdil, Hüseyin: **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatiksel Analiz**, Ankara, 1996
198. Terziovski, Mile, Damien Power, Amrik S. Sohal: "The Longitudinal Effects of the ISO 9000 Certification Process on Business Performance", **European Journal of Operational Research** 146, 2003, s. 580-595
199. Thatcher, Matt E., Jim R. Oliver: "The Impact of Technology Investments On a Firm's Production Efficiency, Product Quality and productivity", **Journal of Management Information Systems**, v.18, n.2, (October 1, 2001)
200. The SAS System for Windows V8, İstatistik Paket Programı
201. Tinsley, Howard E. A., Stewen D. Brown: **Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modelling**. Academic Press, 2000
202. Tishler, A., S. Libovetsky: "Canonical Correlation Analyses for Three Data Sets: A Unified Framework with Application to Management", **Computers Ops. Res.**, Vol. 23, No. 7, 1996, s. 667-679
203. Tisler, Asher, Stan Libovetsky: "Modelling and Forecasting with Robust Canonical Analysis: Method and Application", **Computers and Operations Research** 27, 2000, s.217-232
204. Toy, Norman, Arthur Stonehill, Lee Remmers, Richard Wright, Theo Beekhuisen: "A Comperative International Study of Growth, Profitability, and Risk as Determinants of Corporate Dept Ratios in the Manufacturing Sector", **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, volume 9, Issue 5, 1974 Proceedings (Nov., 1974), s. 875-886
205. Tükenmez, Mine, Türker Susmuş, Serdar Özkan, vd.: **Finansal Yönetim**, Vizyon Yayınları, 1999

206. Ulucan, Aydın: “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, **H.Ü. İ.İ.B.F Dergisi**, Cilt 18, Sayı 1, 2000, s. 405-418
207. Uzay, Nisfet: “2001 Krizinin Kayseri’deki Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Üzerindeki Etkileri”, Çevrimiçi  
<http://www.kobinet.org.tr/hizmetler/bilgibankasi/ekonomi/OAKDocs/OAK-T33.pdf>, 20.10.2004
208. Venkatraman, N., Vasudevan Ramanujam: “Measurement of Business Performance in Strategy Research: A comparison of Approaches”, **The Academy of Management Review**, Volume 11, Issue 4 (Oct., 1986), s. 801-814
209. Wackerly, Dennis D., William Mendenhall III, Richard L. Scheaffer: **Mathematical Statistics with Applications**, Duxbury Press, 2002, 6<sup>th</sup> Ed.
210. Walpole, Myers, Myers: **Probability and Statistics for Engineers and Scientists**, Prentice Hall, 6<sup>th</sup> ed. 1998
211. Wang, Margaret C., “Use of Canonical Correlation Analysis in an Investigation of Pupil’s Rate of Learning in School”, **The Journal of Educational Research**, Volume 64, Number 1, September 1970, s. 35-45
212. Watson, Collin J.: “Multivariate Distributional Properties, Outliers, and Transformation of Financial Ratios”, **The Accounting Review**, Vol. 65, No. 3, July 1990, s. 682-695
213. Wernefelt, B.: “A resource based view of the firm”, **Strategic Management Journal**, 5, 1984, s. 171-180.
214. White, Roderick E.: “Generic Business Strategies, organizational Context and Performance: An Empirical Investigation”. **Strategic Management Journal**, Vol. 7, 1986, s. 217-231
215. Whittaker, J.: **Graphical Models in Applied Multivariate Statistics**, John Wiley & Sons, 1990
216. Wilcox, Rand R.: “Inferences Based on Multiple Skipped Correlations”, **Computational Statistics & Data Analysis**, Article in Press, Received 1 June 2002, Received in Revised Form 1 February 2003

217. Wilkes, N, B.G.Dale: "Attitudes to self-assessment and quality awards: A study in small and medium- sized companies", **Total Quality Management**, Vol.9, No.8, 1998, s.731-739
218. Williamson, Robert W.: "Evidence on the Selective Reporting of Financial Ratios", **The Accounting Review**, Vol. LIX, No. 2, April 1984, s. 296-299
219. Winn, J.: "Asset Productivity Turnaround: The Growth / Efficiency Challenge", **The Journal of Management Studies**, 34 (4), 1997, s. 585-600
220. Winston, Wayne L.: **Operations Research**, 3<sup>rd</sup> Ed. Duxbury Press, 1994
221. Wong, Simon, Elaine Lau: "Understanding the Behavior of Hong Kong Chinese Tourists on Group Tour Packages", **Journal of Travel Research**, Vol.40, Aug. 2001, s.57-67,
222. Yalçın, İlker: "Kısmi Kanonik Korelasyon", Bilim Uzmanlığı Tezi, 1988
223. Yeo, In-Kwon, Richard A.Johnson: "A New Family of Power Transformations to Improve Normality or Symmetry", **Biometrika**, 87, 4, 2000 , s. 954-959
224. Yılmaz, Cengiz, Zümrüt Ecevit: "Performans Kriterlerinin Öncelik Derecelerinin Yönetim Kademelerine Göre Farklılığının Belirlenmesi", **Yönetim ve Ekonomi**, 2000, sayı: 6, Celal Bayar Üniv. Manisa
225. Yin, Xiangrong: "Canonical Correlation Analysis Based on Information Theory", **Journal of Multivariate Analysis**, Vol. 91, Issue 2, Nov. 2004, s. 161- 176
226. Yuan, Ke-Hai: "Inferences on Correlation Coefficients in Some Classes of Nonnormal Distributions", **Journal of Multivariate Analysis** 72, 2000, s.230-248
227. Yurdakul, M.: " Measuring Long Term Performance of a Manufacturing Firm Using the Analytic Network Process (ANP) Approach", **International Journal of Production Research**, v.41, n.11, s.2501-2529, 2003
228. Yurdakul, Mustafa, Yusuf Tansel İç: "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.** Cilt 18, n:1, 2003, s. 1-18

229. Zhu, Zhiwei, Larry Scheuermann: "A Comparison of Quality Programmes: Total Quality Management and ISO 9000", **Total Quality Management**, Vol. 10, No. 2, 1999, s. 291-297



## EKLER

### Ek 1. Çoklu Normal Dağılım Fonksiyonu

Bölüm 2.4.1 deki genel çoklu normal dağılım formülünden iki değişkenli (p=2 için) normal dağılım fonksiyonu şu şekilde elde edilir

$$\mu_1 = E(X_1), \quad \mu_2 = E(X_2), \quad \sigma_{11} = Var(X_1), \quad \sigma_{22} = Var(X_2)$$

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11} \cdot \sigma_{22}}} = Kor(X_1, X_2)$$

kovaryans matris ve kovaryans matrisin tersi aşağıdaki gibi olacaktır.

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

$$\Sigma^{-1} = \frac{1}{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2} \begin{bmatrix} \sigma_{22} & -\sigma_{12} \\ -\sigma_{12} & \sigma_{11} \end{bmatrix}$$

korelasyon formülünden  $\sigma_{12} = \rho_{12}\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}}$  kovaryansın tersinde yerine yazılırsa, değişkenlerin ortalamadan uzaklıkları şu şekilde düzenlenebilir.

$$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu)$$

$$= [x_1 - \mu_1, x_2 - \mu_2] \frac{1}{\sigma_{11}\sigma_{22}(1 - \rho_{12}^2)} \begin{bmatrix} \sigma_{22} & -\rho_{12}\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}} \\ -\rho_{12}\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}} & \sigma_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 - \mu_1 \\ x_2 - \mu_2 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{\sigma_{22}(x_1 - \mu_1)^2 + \sigma_{11}(x_2 - \mu_2)^2 - 2\rho_{12}\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}}(x_1 - \mu_1)(x_2 - \mu_2)}{\sigma_{11}\sigma_{22}(1 - \rho_{12}^2)}$$

$$= \frac{1}{(1 - \rho_{12}^2)} \left[ \left( \frac{x_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right)^2 + \left( \frac{x_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right)^2 - 2\rho_{12} \left( \frac{x_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right) \left( \frac{x_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right) \right]$$

son denklem standardize terimler halinde yazılmış oldu.

$|\Sigma| = \sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2 = \sigma_{11}\sigma_{22}(1 - \rho_{12}^2)$  ve p=2 olduğundan iki değişkenli normal dağılım yoğunluk fonksiyonu

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}(1-\rho_{12}^2)}} \times \exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho_{12}^2)}\left[\left(\frac{x_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}}\right)^2 + \left(\frac{x_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}}\right)^2 - 2\rho_{12}\left(\frac{x_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}}\right)\left(\frac{x_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}}\right)\right]\right\}$$

son eşitlikte bazı özel haller için yeni çıkarımlar yapılabilir. Örneğin rassal değişkenler  $X_1$  ve  $X_2$  arasında korelasyon yok ise  $\rho_{12} = 0$  olacağından normal dağılım fonksiyonunda bu yerine yazılırsa, fonksiyon iki tek değişkenli normal dağılım fonksiyonunun çarpımına dönüşür.  $f(x_1, x_2) = f(x_1)f(x_2)$

eğer  $f(x_1, x_2) = f(x_1)f(x_2)$  ise  $X_1$  ve  $X_2$  linear bağımsızdır denir.

Çok değişkenli normal dağılımın bazı özellikleri şöyle sıralanabilir<sup>1</sup>.  $X$  rassal değişkeni çok değişkenli bir normal dağılım gösterebilir

1.  $X$ 'in bileşenlerinin lineer kombinasyonları da normal dağılır.

$X \sim N_p(\mu, \sigma)$  ise  $X$ 'in linear kombinasyonları olan  $a'X = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p$  dağılımı  $N(a'\mu, a'\Sigma a)$  dır.

2.  $X$ 'in bileşenlerinin altkümeleride normal dağılır.

$X$ 'in su şekilde parçalandığını düşünelim ortalama vektörü  $\mu$  ve kovaryansı  $\Sigma$  olmak üzere

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_2 \end{bmatrix} \quad \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \dots \\ \mu_2 \end{bmatrix}$$

$(q \times 1)$                        $(q \times 1)$   
 $(p-q) \times 1$                        $(p-q) \times 1$

ve

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

$(q \times q)$                        $(q \times p-q)$   
 $(p-q \times q)$                        $(p-q \times p-q)$

<sup>1</sup> Richard A. Johnson, Dean W. Wicheren, a.g.e., s.156

$X_1$ 'in dağılımı  $N_q(\mu_1, \Sigma_{11})$  şeklinde normaldir.

3.  $X$ 'in herhangi iki bileşeni lineer bağımsız ise bunların kovaryansı sıfırdır.
4. Bileşenlerin şartlı dağılımları da normaldir. İki değişkenli bir normal dağılım için

$$X_1 \text{ 'in } X_2 = x_2 \text{ olduğunda şartlı yoğunluk fonksiyonu } f(x_1 / x_2) = \frac{f(x_1, x_2)}{f(x_2)} \text{ dir.}$$

Burda  $f(x_2)$ ,  $X_2$  değişkeninin marjinal dağılımıdır. İki değişkenli bir normal dağılım için şartlı yoğunluk fonksiyonu olan

$f(x_1 / x_2)$  nin dağılımı normaldir, dağılım ortalama ve varyans parametreleri ile

$$N\left(\mu_1 + \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{22}}(x_2 - \mu_2), \sigma_{11} - \frac{\sigma_{12}^2}{\sigma_{22}}\right) \text{ şeklindedir.}$$

aynı şekilde  $X_2$ 'in  $X_1 = x_1$  olduğunda şartlı dağılımı  $f(x_2 / x_1)$  nin dağılımı da

$$N\left(\mu_2 + \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}(x_1 - \mu_1), \sigma_{22} - \frac{\sigma_{12}^2}{\sigma_{11}}\right) \text{ şeklindedir.}$$

5. Çoklu normal dağılımın çevre çizgileri (contours) elipsoid oluştururlar

$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) = c^2$  elipsoid denklemi, elipsoidin merkezi  $\mu$  ve eksenleri

$\pm c \sqrt{\lambda_i} e_i$  dir.  $\Sigma e_i = \lambda_i e_i$   $i=1,2,\dots,p$   $\lambda_i$  :  $\Sigma$ 'nın özdeğerleri,  $e_i$  : özvektörleridir.

6.  $X \sim N_p(\mu, \Sigma)$  ve  $|\Sigma| > 0$  ise

$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu)$  p-serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımı gösterir ve  $1 - \alpha$

olasılıkla  $\{(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu)\} \leq \chi^2_p(\alpha)$  dir. Yani

$$P[(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) \leq \chi^2_p(\alpha)] = 1 - \alpha \text{ dır.}$$

( burada  $\chi^2_p(\alpha)$ ,  $\alpha$  alanı sağında bırakan p-serbestlik dereceli Ki-Kare değerini göstermektedir.)

7.  $X_1, X_2, \dots, X_n$  n-boyutlu bağımsız gözlem değerleri; p-değişkenli, ortalaması  $\mu$  ve tekil olmayan kovaryansı  $\Sigma$  olan bir anakütleden seçilmiş örnek verileri göstermek üzere, Örnek ortalamalar vektörü  $\bar{X}$  ve örnek kovaryans matrisi S ise



$\sqrt{n}(\bar{X} - \mu)$  in dağılımı yaklaşık olarak  $N_p(0, \Sigma)$  ve

$n(\bar{X} - \mu)'S^{-1}(\bar{X} - \mu)$  yaklaşık olarak  $\chi^2_p$  dir (büyük  $n - p$  değerleri için veya  $n \rightarrow \infty$ )

## Ek 2. Determinantlar

$A = a_{ij}$  biçimindeki  $m$ ' inci mertebeden bir kare matrisin determinanı  $|A|$  biçiminde gösterilir. Determinant hesaplanacak matrisin bazı özelliklere sahip olması veya matriste yapılacak bazı düzenlemelerle matrisin determinanı arasında aşağıdaki gibi ilişkiler vardır.

- Bir matrisin bir satır ya da sütündeki tüm elemanları sıfır ise o matrisin determinanı sıfırdır.
- Bir matrisin satır ya da sütunları arasında doğrusal bağımlılık var ise o matrisin determinanı sıfırdır.
- Bir matrisin satır ya da sütunları kendi aralarında yer değiştirirse veya satırların ( ya da sütunların) bir kombinasyonu bir başka satıra (veya sütuna) eklenirse determinant değeri değişmez. ( $|A| = |A'|$ )
- Bir matrisin iki satırı (sütunu) karşılıklı yer değiştirirse determinant değerinin işareti değişir.
- Bir matrisin tüm elemanları aynı sabitle çarpılırsa determinant değeride aynı sabitle çarpılır. ( $|B| = \alpha|A|$ )
- A ve B n-boyutlu iki kare matris ise  $\det AB = \det(A)\det(B)$  dir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \Rightarrow |A| = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \text{ dir.}$$

$A = (a_{ij})$  matrisinin  $a_{ij}$  elemanlarının minörü, A matrisinin  $i$ ' inci satır ve  $j$ 'inci sütunu atıldıktan sonra geriye kalan matrisin determinantıdır. Ayrıca  $a_{ij}$  elemanının kofaktörü ise  $A_{ij}$  biçiminde gösterilir ve  $(-1)^{i+j} \times a_{ij}$  'nin minörüdür. Bu durumda  $p$ 'inci mertebeden bir matrisin determinanı aşağıdaki gibi bulunur.

$$|A| = \sum_{j=1}^p a_{ij} A_{ij} = \sum_{i=1}^p a_{ij} A_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, p \quad ^2$$

### Ek 3. Özdeğerler ve Özvektörler

A, p'inci dereceden bir kare matris ve I p'inci dereceden bir birim matris olsun,  $\lambda$  bir sabit olmak üzere

$$b_0 + b_1\lambda + b_2\lambda^2 + \dots + b_{p-1}\lambda^{p-1} + \lambda^p = 0 \quad \text{p'inci dereceden polinomundan elde}$$

edilen p tane köküne veya  $|A - \lambda I_p| = 0$  çözümünden elde edilen p tane köke A

matrisinin özdeğerleri (veya karakteristik kökleri) denir.  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$  A matrisinin

özdeğerleri ise  $|A| = \prod_{i=1}^p \lambda_i$  dir<sup>3</sup>. A matrisi simetrik bir matris ise özdeğerleri reel

sayılardır.

A:  $p \times p$  boyutlu bir matris, I:  $p \times p$  boyutlu bir kare matris ve  $\lambda$  bir sabit olmak üzere, e:  $p \times 1$  boyutlu sıfır olmayan vektör aşağıdaki koşulu sağlıyor ise, bu vektöre A matrisinin  $\lambda$  özdeğerine ait özvektörü denir.

$$(A - \lambda I)e = 0$$

p adet özdeğeri olan bir matrisin, p adet  $p \times 1$  boyutlu özvektörü bulunur.<sup>4</sup>

### Ek 4. Lineer Bağımsızlık

$v_1, v_2, \dots, v_n$  vektörleri bir vektör uzayı V' de lineer bağımsızdır denir eğer;

$$c_1v_1 + c_2v_2 + \dots + c_nv_n = 0 \quad \text{şartını sağlayan bütün } c_1, c_2, \dots, c_n \text{ sabitleri sıfır}$$

ise.  $c_1 = c_2 = \dots = c_n = 0$

<sup>2</sup> Ayrıntılı bilgi için, Seymour Lipschutz, **Linear Algebra**, Schaums, Mc Graw Hill, 1988, s.113-142 ve Otto Bretscher, **Linear Algebra with Application**, Prentice Hall, 2002, 2<sup>nd</sup> ed., s.242

<sup>3</sup> Steven J. Leon, **Linear Algebra with applications**, Prentice Hall, 2002, s.321

<sup>4</sup> Ayrıntılı bilgi için, Johnson, Riess, Arnold, **Introduction to Linear Algebra**, Addison Wesley, 2002, 5<sup>th</sup> ed., s.275

ve Lorenzo Sadun, **Applied Linear Algebra**, Prentice Hall, 2001, s.57

Aksi takdirde  $v_1, v_2, \dots, v_n$  vektörleri lineer bağımlıdır<sup>5</sup>. Yani;  $c_1 v_1 + c_2 v_2 + \dots + c_n v_n = 0$  eşitliğinin çözümünde  $c_1, c_2, \dots, c_n$  skaler değerlerinin bütünü sıfır değildir, bazı  $c_1, c_2, \dots, c_n$  değerleri sıfırdan farklıdır.

Eğer bir vektör kümesi lineer bağımlı ise bir veya daha fazla vektör diğer vektörlerin bir lineer kombinasyonu şeklinde yazılabilir demektir.<sup>6</sup>

## Ek 5. Pozitif Tanımlı, Yarıpozitif Tanımlı, Negatif olmayan Matrisler<sup>7</sup>

Bir matris simetrik ise ve bütün özdeğerleri pozitif ise o matrise pozitif tanımlı matris denir.

Hiçbir özdeğeri negatif olmayan simetrik bir matrisin en az bir özdeğeri sıfır ise o matrise yarıpozitif tanımlı matris denir.

Pozitif tanımlı veya Yarıpozitif tanımlı matrislere Negatif Olmayan Matrisler denir.

Varyans-Kovaryans matrisleri ve korelasyon matrisleri her zaman negatif olmayan matrislerdir, yani bütün varyans-kovaryans matrislerinin ve korelasyon matrislerinin özdeğerleri negatif olmayan reel sayılardır. Bu örneklemin varyans-kovaryans matrisleri ve korelasyon matrisleri içinde geçerlidir.

## Ek 6. Matris Tersi

$A = (a_{ij})$ ,  $p$ 'inci dereceden bir kare matris ve  $|A| \neq 0$  ise  $A$ 'nın  $A^{-1}$  biçiminde gösterilen  $p \times p$  boyutlu bir tersi bulunur. Bu matrise ters matris adı verilir ve şöyle bulunur.

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \cdot A_{ji}, \quad |A| \neq 0$$

Buradaki  $A_{ji}$ ,  $A_{ij}$  matrisinin devriğidir (transpozu)  $A_{ij}$  ise  $a_{ij}$  nin kofaktörüdür.

<sup>5</sup> H. Hilmi Hacısalipoğlu, **Lineer Cebir**, Gazi Üniversitesi Yayın No: 152, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayın No: 19, 4. Baskı, 1985, s. 169

<sup>6</sup> Daha geniş bilgi için; Johnson, Riess, Arnold, **Introduction to Linear Algebra**, Addison Wesley, s. 2002, 5<sup>th</sup> ed, s. 71

<sup>7</sup> Dallas E. Johnson, **Applied Multivariate Methods for Data Analysis**, Duxbury Press, 1998, s. 80

## Ek 7. Bir Matrisin Rank'ı

Bir matrisin satır rank'ı maksimum sayıdaki lineer bağımsız satır vektörleri sayısıdır. Bir matrisin sütun rankı aynı şekilde maksimum sayıdaki lineer bağımsız sütun vektörlerinin sayısıdır. Matrisin sütun rankı satır rankına eşittir, o halde matrisin rankı sütun veya satır rankı'dır.

## Ek 8. Tekil Matris

$A$ ,  $n \times n$  boyutlu bir kare matris olmak üzere eğer;  $Ax = 0$  eşitliğinin tek çözümü  $x = 0$  ise,  $A$  matrisine tekil olmayan (nonsingular) matris denir<sup>8</sup>,

$$A = [A_1, A_2, \dots, A_n] \text{ ise}$$

$$Ax = 0 \quad (x_{n \times 1})$$

$$x_1 A_1 + x_2 A_2 + \dots + x_n A_n = 0 \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

$A$  matrisinin sütun vektörleri lineer bağımsız vektörler ise  $A$  matrisi tekil olmayan matristir, aynı zamanda  $A$  matrisi tekil olmayan bir matris ise sütun vektörleri lineer bağımsızdır.

Bir başka tanımlama ile; Bir matrisin tersi yoksa o matrise tekil (singular) matris denir. Bir matris tekil değilse ona tekil olmayan matris denir.

Bir kare matrisin satır sayısı (veya sütun sayısı) matrisin rankına eşitse matris tekil olmayan bir matristir.

## Ek 9. Ortogonal Matris

iki vektör olmak üzere  $u^T v = 0$  ise bu iki vektöre ortogonal vektörler denir<sup>9</sup>, yani iki vektör birbirine diktir.  $A$  bir kare matris olmak üzere, eğer  $A$  matrisinin bütün sütun vektörleri birbirlerine dik ise,  $A$  ya ortogonal matris denir (satır vektörleri de birbirlerine dik olur). Bir matris ortogonal matris ise lineer bağımsız vektörlerden oluşuyor demektir. Ayrıca  $A^{-1} = A^T$  ise  $A$  ortogonal matristir ve  $A$  ortogonal matris ise  $A^{-1} = A^T$  tir.

<sup>8</sup> Johnson, Riess, Arnold, *Introduction to Linear Algebra*, Addison Wesley, 2002, 5<sup>th</sup> ed, s. 76

<sup>9</sup> Johnson, Riess, Arnold, *a.g.e.*, s. 215

## Ek 10. Kanonik Korelasyon Analizinde Kullanılabilecek İstatistik Paket Programları

SAS, Statistica ve NCSS istatistik paket programlarında kanonik korelasyon analizi menülerden doğrudan yapılabilir. SPSS'te ise direkt olarak kanonik korelasyon analizi için menu olmamasına rağmen iki yolla hesap yapılabilir. Her iki yolda da Syntax dosyasının kullanılması gereklidir.

SAS'ta kanonik korelasyon analizi yapmak için; SAS ana sayfasından Solutions/ Analysis/ Analyst seçilerek açılan sayfaya veriler girilir. Daha sonra Statistics / Multivariate / Canonical Correlation <sup>10</sup> adımları izlenerek sonuçlar alınır. Statistica'da Analysis / Other Statistics ile açılan pencerelerden Custom List / Canonical Analysis seçeneği işaretlenir Replace ve sonrasında Switch to düğmesi ile modül aktif hale getirilerek program çalıştırılır<sup>11</sup>. NCSS' te kanonik korelasyon analizi, diğer çok değişkenli analizlerden; Faktör Analizi, Asal Bileşenler Analizi, Disriminanat Analizi gibi doğrudan Analysis menüsünden yapılabilir<sup>12</sup>. Analysis/ Multivariate Analysis/ Canonical Correlation ile program çalıştırılarak sonuçlar alınır.

SPSS' in 1986 yılına kadar 'CANCORR' adıyla kanonik korelasyon analizi yapan ayrı bir yazılımı vardı. 1986 yılında SPSSX' e geçilmesi ile birlikte CANCORR'da kaldırıldı.<sup>13</sup> SPSS'te kanonik korelasyon analizi yapmak için birinci yol: "canonical correlation.sps macro" kullanılmasıdır, macro SPSS in bir parçasıdır, ve SPSS in bir alt dizininde yüklü olarak bulunur. File/ New/ Syntax' tan Syntax dosyası açılarak aşağıdaki komutlar yazılır<sup>14</sup>.

```
INCLUDE 'Canonical correlation.sps'.  
CANCORR SET1=varlist1 /  
SET2=varlist2 / .
```

<sup>10</sup> The SAS System for Windows V8, İstatistik Paket Programı

<sup>11</sup> Statistica 5.0 İstatistik Paket Programı

<sup>12</sup> NCSS-PASS 2000, İstatistik Paket Programı

<sup>13</sup> Jacques Tarq, **Multivariate Techniques in Social Science Research: From Problem to Analysis**, Sage Publications, 1997, s.339

<sup>14</sup> SPSS 10.0 For Windows İstatistik Paket Programı

Varlist1 kanonik korelasyon analizinin yapılacağı birinci kümenin değişkenleri, varlist2 ise ikinci kümenin değişkenleridir, bunların yerine kanonik korelasyon analizi uygulanan verilerdeki değişken isimleri yazılmalıdır. Değişken kümeleri birbirlerinden / işareti ile ayrılırlar.

SPSS’ te kanonik korelasyon hesaplamasının ikinci yolu ise “MANOVA with DISCRIM subcommand” kullanmaktır. MANOVA; SPSS’te pek çok istatistik analiz yapılmasına imkan veren genel bir prosedürdür. Sadece çok değişkenli varyans analizi değil aynı zamanda regresyon analizi, kovaryans analizi, kanonik korelasyon analizi gibi istatistik analizler de yapılabilmektedir. MANOVA’yla kanonik korelasyon analizi için syntax penceresinde; MANOVA set1 WITH set2 /DISCRIM ALL ALPHA(1) /PRINT SIG(EIG DIM) yazmak gerekir. Yukarıdaki set1 ve set2 komutlarının yerine değişken listesi yazılmalıdır. MANOVA’dan sonra birinci küme değişkenleri yazılmalı, ikinci küme değişkenlerinin yazılmasından önce WITH kullanılmalıdır. Verilerin yazılı bulunduğu SPSS penceresi açık halde iken ‘Run’ menüsü ile program çalıştırılır. Veriler SPSS penceresinde girilmeden syntax’ta da yazılabilir, aşağıdaki program MANOVA kullanılarak kanonik korelasyonun nasıl hesaplanabileceğini göstermektedir.

```
SET WIDTH=75
TITLE “SPSS’te kanonik korelasyon analizi”
DATA LIST FREE
/ X1 X2 ..... Y1 Y2.....
VARIABLE LABELS Y1 ‘DEP1’/
                 Y2 ‘DEP2’/
                 ....
                 X1 ‘IND1’/
                 X2 ‘IND2’/
                 .....
PRINT / X1 X2 .....
        Y1 Y2 .....
BEGIN DATA
...
```

```

... (veriler burya yazılmalı)
...
END DATA
MANOVA Y1 Y2 ....
WITH X1 X2 .....
/ PRINT SIGNIF (MULTIV EIGEN DIMENR)
DISCRIM (STAN COR)
/ DESIGN = CONSTANT

```

Microsoft Excel prosedürü kullanılarak Solver'da excel fonksiyonları ve komutları ile doğrudan kanonik korelasyon analizi yapmak da mümkündür<sup>15</sup>.

## Ek 11. Değişkenlerin Normal Dağılım Testleri (1997 Yılı)

### Normality Test Section of Büyüme Hızı

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W	0,9834614	0,227519			Accept Normality
Kolmogorov-Smirnov	8,584361E-02		0,08	0,087	Accept Normality
Skewness	1,5219	0,128034	1.645	1.960	Accept Normality
Kurtosis	1,3507	0,176801	1.645	1.960	Accept Normality

### Normality Test Section of Verimlilik

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W	0,8814061	0,000000			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1563041		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	3,6637	0,000249	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	0,1850	0,853231	1.645	1.960	Accept Normality

<sup>15</sup> Excel programı için; David W. Ashley, "A Canonical Correlation Procedure for Spreadsheets", 27th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, November 24-26, 1996



**Normality Test Section of Kârlılık**

	<b>Test</b>	<b>Prob</b>	<b>10% Critical</b>	<b>5% Critical</b>	<b>Decision</b>
<b>Test Name</b>	<b>Value</b>	<b>Level</b>	<b>Value</b>	<b>Value</b>	<b>(5%)</b>
Shapiro-Wilk W	0,964974	0,007881			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1172512		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	2,4545	0,014107	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	1,4230	0,154744	1.645	1.960	Accept Normality

**Normality Test Section of Borsa Perf.**

	<b>Test</b>	<b>Prob</b>	<b>10% Critical</b>	<b>5% Critical</b>	<b>Decision</b>
<b>Test Name</b>	<b>Value</b>	<b>Level</b>	<b>Value</b>	<b>Value</b>	<b>(5%)</b>
Shapiro-Wilk W	0,9030323	0,000001			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1388334		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	4,2703	0,000020	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	1,9745	0,048324	1.645	1.960	Reject Normality

**Normality Test Section of Ar-Ge**

	<b>Test</b>	<b>Prob</b>	<b>10% Critical</b>	<b>5% Critical</b>	<b>Decision</b>
<b>Test Name</b>	<b>Value</b>	<b>Level</b>	<b>Value</b>	<b>Value</b>	<b>(5%)</b>
Shapiro-Wilk W	0,5018774	0,000000			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,3289859		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	7,5912	0,000000	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	5,3093	0,000000	1.645	1.960	Reject Normality

**Normality Test Section of Carioran**

	<b>Test</b>	<b>Prob</b>	<b>10% Critical</b>	<b>5% Critical</b>	<b>Decision</b>
<b>Test Name</b>	<b>Value</b>	<b>Level</b>	<b>Value</b>	<b>Value</b>	<b>(5%)</b>
Shapiro-Wilk W	0,8956783	0,000001			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,158337		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	4,6104	0,000004	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	2,7572	0,005831	1.645	1.960	Reject Normality

#### Normality Test Section of Stokdh

	Test	Prob	10% Critical	5% Critical	Decision
Test Name	Value	Level	Value	Value	(5%)
Shapiro-Wilk W	0,9050102	0,000002			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1408863		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	4,5289	0,000006	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	2,6545	0,007944	1.645	1.960	Reject Normality

#### Normality Test Section of TopBorc/TopAktif

	Test	Prob	10% Critical	5% Critical	Decision
Test Name	Value	Level	Value	Value	(5%)
Shapiro-Wilk W	0,9804896	0,132589			Accept Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,0490832		0,08	0,087	Accept Normality
Skewness	-0,4017	0,687910	1.645	1.960	Accept Normality
Kurtosis	-2,3340	0,019598	1.645	1.960	Reject Normality

#### Normality Test Section of Nakitakisoranı

	Test	Prob	10% Critical	5% Critical	Decision
Test Name	Value	Level	Value	Value	(5%)
Shapiro-Wilk W	0,8354732	0,000000			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1965271		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	4,8580	0,000001	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	2,1725	0,029818	1.645	1.960	Reject Normality

#### Normality Test Section of Büyüklük

	Test	Prob	10% Critical	5% Critical	Decision
Test Name	Value	Level	Value	Value	(5%)
Shapiro-Wilk W	0,6347167	0,000000			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,3577051		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	0,5976	0,550077	1.645	1.960	Accept Normality
Kurtosis	28,6975	0,000000	1.645	1.960	Reject Normality

### Normality Test Section of Mak-Tes-Cih/Çalışan

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W	0,7941834	0,000000			Reject Normality
Kolmogorov-Smirnov	0,1516211		0,08	0,087	Reject Normality
Skewness	6,1256	0,000000	1.645	1.960	Reject Normality
Kurtosis	4,1977	0,000027	1.645	1.960	Reject Normality

### Ek 12. Çoklu Doğrusal Bağlantı Testleri (1997 Yılı)

#### Bağımlı Değişkenler

Variable	Variance Inflation	R-Squared Vs Other X's	Tolerance
Büyüme	1,040623	0,039037	0,960963
Verimlilik	1,313345	0,238585	0,761415
Karlılık	1,371216	0,270720	0,729280
BarsaPerf	1,105946	0,095797	0,904203

#### Eigenvalues of Centered Correlations

No.	Eigenvalue	Incremental Percent	Cumulative Percent	Condition Number
1	1,754098	43,85	43,85	1,00
2	0,915439	22,89	66,74	1,92
3	0,815736	20,39	87,13	2,15
4	0,514727	12,87	100,00	3,41

All Condition Numbers less than 100. Multicollinearity is NOT a problem.

### Bağımsız Değişkenler

Variable	Variance Inflation	R-Squared Vs Other X's	Tolerance
ArGe	1,017443	0,017144	0,982856
Carioran	2,142102	0,533169	0,466831
Stokdh	1,039854	0,038327	0,961673
Kaldıraç	3,175156	0,685055	0,314945
Nakitakış	2,057362	0,513941	0,486059
Büyükük	1,090273	0,082799	0,917201
Maktescih	1,405317	0,288417	0,711583

### Eigenvalues of Centered Correlations

No.	Eigenvalue	Incremental Percent	Cumulative Percent	Condition Number
1	2,516260	35,95	35,95	1,00
2	1,193384	17,05	52,99	2,11
3	0,989630	14,14	67,13	2,54
4	0,922515	13,18	80,31	2,73
5	0,773856	11,06	91,37	3,25
6	0,394832	5,64	97,01	6,37
7	0,209525	2,99	100,00	12,01

All Condition Numbers less than 100. Multicollinearity is NOT a problem.

### Ek 13. Büyüme Açısından Firmaların Karşılaştırılması (1997 Yılı)

#### Büyüme

	Count	Mean	Deviation
(-)büyüme	46	-20,31464	17,66915
(+)büyüme	57	29,66916	24,58632

#### Verimlilik

	Count	Mean	Deviation
	46	4547802	3696847
	57	7464072	6283575

**Kârlılık**

Count	Mean	Deviation
46	6,994131	6,866703
57	11,3207	8,655822

**Borsa Perf.**

Count	Mean	Deviation
46	4,359565	2,236103
57	6,325789	4,060073

**Ar-Ge**

Count	Mean	Deviation
46	0,4347826	0,5012063
57	0,3508772	0,4814868

**Carioran**

Count	Mean	Deviation
46	1,703696	0,6978391
57	1,836491	0,6835582

**Stokdh**

Count	Mean	Deviation
46	5,687391	3,435208
57	6,672456	3,649539

**Kaldıraç**

Count	Mean	Deviation
46	57,78804	15,94859
57	51,07597	18,09156

**nakitakış**

Count	Mean	Deviation
46	26,90152	30,96687
57	50,19053	49,09387

**büüklük**

Count	Mean	Deviation
46	0,4565217	0,5036101
57	0,4736842	0,5037454

**maktescihaz/calisan**

Count	Mean	Deviation
46	5355,898	4393,674
57	7884,135	7493,535

#### Ek 14. Çoklu Doğrusal Bağlantı Testleri (2002 Yılı)

Variable	Variance	R-Squared	
	Inflation	Vs Other X's	Tolerance
Büyüme	1,627474	0,385551	0,614449
Verimlilik	1,488282	0,328084	0,671916
Karlılık	1,489926	0,328826	0,671174
BorsaPerf	1,621346	0,383229	0,616771

No.	Eigenvalue	Incremental	Cumulative	Condition
		Percent	Percent	Number
1	1,683051	42,08	42,08	1,00
2	1,497805	37,45	79,52	1,12
3	0,462232	11,56	91,08	3,64
4	0,356912	8,92	100,00	4,72

All Condition Numbers less than 100. Multicollinearity is NOT a problem

Variable	Variance	R-Squared	
	Inflation	Vs Other X's	Tolerance
ArGe	1,016287	0,016026	0,983974
Carioran	2,530605	0,604838	0,395162
Kaldıraç	1,541311	0,351202	0,648798
Stokdh	1,031597	0,030629	0,969371
Sakitakış	2,030325	0,507468	0,492532
Büyüklik	1,326553	0,246167	0,753833
Maktescih	0,000000		

No.	Eigenvalue	Incremental	Cumulative	Condition
		Percent	Percent	Number
1	2,211218	31,59	31,59	1,00
2	1,298808	18,55	50,14	1,70
3	1,003467	14,34	64,48	2,20
4	0,973413	13,91	78,38	2,27
5	0,684241	9,77	88,16	3,23
6	0,595105	8,50	96,66	3,72
7	0,233748	3,34	100,00	9,46

All Condition Numbers less than 100. Multicollinearity is NOT a problem.





## Ek 15. Çalışmanın Örneğini Oluşturan Firmaların Listesi

Adana Çimento	Ege Seramik	Tezsan
Adel Kalemcilik	Eminiş Ambalaj	Tire Kutsan Oluklu M.
Afyon Çimento	Erbosan	Tofaş Otomobil
Anadolu Gıda	Ereğli Demir Çelik	Trakya Cam
Akal Tekstil	Feniş Alüminyum	Tukaş
Akçansa	Gediz İplik	Tümteks Tekstil
Aksu İplik	Göлтаş Çimento	Uki Tekstil
Alarko Carier	Goodyear	Ünye Çimento
Altınyıldız	Gübre Fabrikaları	Uzel Makina
Anadolu Cam	Gümüüşsuyu	Vestel
Arçelik	Güney Biracılık	Yasaş
Ardem	Haznedar	Yataş
Anadolu İsuзу	İhlas Ev Aletleri	Yünsa
Akın Tekstil	İst. Motor Piston	
Bagfaş	İzocam	
Banvit	Kartonsa	
Beko	Kent Gıda	
Berdan tekstil	Kerevitaş	
Bosch Fren	Kelebek Mobilya	
Bisaş Tekstil	Kordsa	
Bolu Çimento	Köytaş Tekstil	
Bossa	Karsu Tekstil	
Brisa	Makina Takım	
Birlik Mensucat	Mudurnu	
Borusan	Merko Gıda	
Batı Çimento	Mutlu Akü	
Bursa Çimento	Oysa-Niğde Çimento	
Bayraklı Boya	Okan Tekstil	
ÇBS Boya	Olmuksa	
Çelik Halat	Otokar	
Çemtaş	Parsan	
Çimsa	Pimaş	
Çimentaş	Pınarsüt	
Ceytaş Tekstil	Polylen	
Dardanel	Park Tekstil	
Denizli Cam	Printaş(ÇBS)	
Derimod	Raks Elektronik	
Deva	Raks Ev Aletleri	
Demisaş	Sarkuysan	
Eczacıbaşı İlaç	Sasa	
Eczacıbaşı Yapı	Sifaş	
Edip İplik	Söktaş	
Ege Endüstri	Sönmez Filament	
Ege Gübre	Tat Konserve	
Ege Profil	Tuborg	

**ÖZGEÇMİŞ**  
**Nizamettin BAYYURT**  
Çamlık Cad. Mine Sk. No: 23/12  
Bahçelievler-İstanbul  
Tel: (212) 4424738  
**E-Posta: nbayyurt@hotmail.com**

**1. K İŞİSEL BİLGİLER**

Doğum Tarihi 1969  
Doğum Yeri Kayseri  
Medeni Hali Evli  
E-Posta nbayyurt@hotmail.com

**2. EĞİTİM**

1999 – Bugüne Öğretim Görevlisi  
Doktora Öğrenimi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,  
İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul,  
Türkiye.

2000 Askerlik Hizmeti, T.C. Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Er  
(15 Tem-14 Ağus) Eğitim Alayı, Balıkesir, Türkiye.

1997-1999 Araştırma Görevlisi  
Yüksek Lisans Öğrenimi, Fatih Üniversitesi, Fen Edebiyat  
Fakültesi, Matematik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

1987–1993 Lisans Öğrenimi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fak.  
Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye

**3. DİLLER**

Türkçe (Anadili)  
İngilizce (Çok iyi)

**4. BİLGİSAYAR DENEYİMİ**

- **OFFICE PROGRAMLARI:** WORD, EXCELL, POWERPOINT,
- **İSTATİSTİK PAKET PROGRAMLARI:** SPSS, SAS, NCSS & PASS,  
MINITAB, STATISTICA
- **MATEMATİK VE SAYISAL KARAR VERME PROGRAMLARI:** MATHEMATİCA 4.1,  
MATHCAD 2000 PROFESSIONAL, ABQM, LINDO, LINGO, GINO
- **İŞLETİM SİSTEMLERİ :** MS DOS 6.2, MS WINDOWS 3..X, MS WINDOWS 95, MS  
WINDOWS 98, MS WINDOWS ME.
- **PROGRAMLAMA DİLLERİ :** MATLAB 5.3, FORTRAN 77, FORTRAN 90