

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

DOKTORA TEZİ

**FİRMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN
YAPISAL EŞİTLİK MODELİ İLE İNCELENMESİ**

BİLGE ACAR BOLAT

2502040154

**TEZ DANIŞMANI :
PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE**

İSTANBUL-2009

ÖZ

Bu çalışmada, işletme performansı göstergeleri ile bu göstergeleri etkileyebilecek faktörler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Performans göstergeleri olarak; karlılık, verimlilik, büyüme, piyasa performans ölçüleri, bu göstergeleri etkileyen faktörler ise pazar payı, sermaye yoğunluğu, kalite, yenilik, ihracat, yabancı sermaye oranı, likidite, mali yapı ve faaliyet oranları olarak belirlenmiştir.

Birden fazla performans göstergesi ile performansı etkileyen birden fazla faktör arasındaki ilişkinin incelenmesi için çok değişkenli bağımlı yöntemlerden biri olan Yapısal Eşitlik Modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda performans göstergelerinin verimlilik, karlılık, büyüme, bu göstergeleri etkileyen faktörlerin ise pazar payı, sermaye yoğunluğu, yenilik, likidite, mali yapı ve faaliyet oranları olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, yeniliğin verimlilik ve büyüme üzerinde pozitif, sermaye yoğunluğunun, pazar payının ve faaliyet oranlarının verimlilik üzerinde pozitif, likidite oranlarının mali yapı oranları üzerinde negatif, mali yapı oranının karlılık üzerinde negatif, verimliliğin karlılık üzerinde pozitif, karlılığın büyüme üzerinde pozitif doğrudan etkisinin olduğu gözlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, the relationship between indicators of firm performance and factors affecting these indicators has been studied. Profitability, productivity, growth, market performance measures have been determined as performance indicators while market share, capital intensity, quality, innovation, export, foreign capitalization rate, liquidity, debt and activity ratios have been selected as the factors affecting firm performance.

The Structural Equation Modeling, which is one of the multivariate dependent methods, has been used to analyze the relationship between performance indicators and factors affecting firm performance. As a result of the analysis, productivity, profitability and growth have been determined as the indicators of firm performance, and market share, capital intensity, innovation, liquidity, debt and activity ratios have been determined as the main factors affecting these indicators. The results showed that innovation has positive effect on productivity and growth, while capital intensity, market share, activity rates have positive effect on productivity. It is found that the liquidity ratios have negative effect on debt ratios and debt ratios have also negative effect on profitability while productivity has positive effect on profitability. It is also observed that profitability has direct positive effect on growth.

ÖNSÖZ

Çalışmada, işletme performans göstergelerinin etkilendiği faktörleri araştırmak için çok değişkenli bağımlı yöntemlerden biri olan Yapısal Eşitlik Modeli uygulanmıştır. Yöntem aracılığıyla performansı etkileyen faktörlerin performans göstergeleri üzerindeki ve performans göstergelerinin kendi içindeki ilişkileri incelenmiştir.

Çalışmada öncelikle işletmelerde performans kavramı, performans göstergeleri ve performansı etkileyebilecek faktörler daha sonra en uygun yöntem olan Yapısal Eşitlik Modeli teorik olarak incelenmiş ve son aşamada ise analiz sonuçları yorumlanmıştır.

Çalışmanın gerçekleşmesinde beni yönlendiren ve bu süreçte çıkan tüm aksaklıklarda hep yanımda olduğunu hissettirerek tekrar motive olmamı sağlayan, yetişmemde büyük emeği olan, sayın hocam Prof.Dr. Neyran Orhunbilge'ye,

akademik yaşantımın başlama aşamasındaki geçen uzun sürede desteği ve gülyüzüyle yılgınlığa düşmemi engelleyerek bugün bu işi yapmamı borçlu olduğum sayın hocam Prof.Dr. Öner Esen'e, lisans ve yüksek öğrenimim boyunca verdikleri eğitimle bana yön veren İ.Ü.İşletme Fakültesi'ndeki tüm hocalarıma,

çalışmamın oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr. Belkis Seval'e, Dr.Bengü Vuran'a , Dr. R. İlker Gökbulut'a çok teşekkür ederim .

Ayrıca birikimleri ve yönlendirmeleri ile ilerlememi sağlayan Yrd.Doç.Dr.Çiğdem Arıcıgil Çılan'a, geçirdiğimiz zorlu süreçte yan yana olduğum umudu ve umutsuzluğu paylaştığım beraber çalışmaktan keyif aldığım arkadaşım Arş.Grv. Şebnem Er'e, sürekli ders çalışmakta olan bir eşe sınırsız tahammül gösteren hayat arkadaşım eşime, gözlerine her baktığımda yaşama daha çok sarılmamı sağlayan minik dev'im kızıma, desteklerini esirgemeyen aileme, insana, yaşama ve yaptığı işe saygılı olan herkese teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ.....	1
1 İŞLETME PERFORMANSI VE İŞLETME PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	3
1.1 İŞLETMELERDE PERFORMANS KAVRAMI.....	3
1.2 İŞLETME PERFORMANSI GÖSTERGELERİ.....	6
1.2.1 Karlılık.....	11
1.2.1.1 Satışlara Göre Karlılık Oranları.....	12
1.2.1.2 Yatırıma Göre Karlılık Oranları.....	13
1.2.2 Verimlilik.....	13
1.2.2.1 Kısmi (Tek Faktörlü) Verimlilik Oranları.....	16
1.2.2.2 Çok Faktörlü Verimlilik Oranları.....	17
1.2.2.3 Toplam Faktörlü Verimlilik Oranları.....	17
1.2.3 Büyüme.....	19
1.2.3.1 Satışlardaki Artış.....	20
1.2.3.2 Dönem Karında Artış.....	21
1.2.3.3 Öz Sermaye Artışı.....	21
1.2.3.4 Varlık Artışı.....	22
1.2.4 Piyasa Performans Ölçüleri.....	22
1.2.4.1 Piyasa- Defter Değeri Oranı.....	22
1.2.4.2 Fiyat Kazanç Oranı.....	23
1.2.4.3 Hisse Başına Düşen Kazanç Oranı.....	23
1.3 İŞLETME PERFORMANSINI ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLER.....	23
1.3.1 Pazar Payı.....	23
1.3.2 Sermaye Yoğunluğu.....	24
1.3.3 Kalite.....	25
1.3.4 Yenilik.....	26
1.3.5 İhracat.....	27
1.3.6 Yabancı Sermaye Oranı.....	28
1.3.7 Finansal Oranlar.....	29
1.3.7.1 Likidite Oranları.....	29
1.3.7.1.1 Cari Oran.....	30
1.3.7.1.2 Asit Test Oranı.....	31
1.3.7.1.3 Nakit Oranı.....	31
1.3.7.2 Mali (Finansal) Yapı Oranları.....	31
1.3.7.2.1 Borçların Aktif Toplamına Oranı.....	32
1.3.7.2.2 Öz Sermayenin Aktif Toplamına Oranı.....	32
1.3.7.2.3 Borç Öz Sermaye Oranı.....	32
1.3.7.2.4 Kısa Vadeli Borçların Kaynaklar Toplamına Oranı.....	33
1.3.7.2.5 Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı.....	33
1.3.7.2.6 Maddi Duran Varlıkların Öz Sermayeye Oranı.....	33

1.3.7.3	Faaliyet Oranları	33
1.3.7.3.1	Alacak Devir Hızı	34
1.3.7.3.2	Stok Devir Hızı	34
1.3.7.3.3	Dönen Varlık Devir Hızı	35
1.3.7.3.4	Maddi Duran Varlık Devir Hızı	35
1.3.7.3.5	Aktif Devir Hızı	35
1.3.7.3.6	Öz Sermaye Devir Hızı	35
2	YAPISAL EŞİTLİK MODELİ	37
2.1	YAPISAL EŞİTLİK MODELİNİN TANIMI	37
2.2	YAPISAL EŞİTLİK MODELİNİN GELİŞİMİ	39
2.3	MODELİN VARSAYIMLARI	44
2.3.1	Çok Değişkenli Normallik Varsayımı	45
2.3.2	Doğrusallık	50
2.3.3	Çoklu Doğrusal Bağlantı	51
2.3.4	Aykırı Gözlemler	53
2.3.5	Eksik Gözlemler	54
2.4	ÖRNEK BÜYÜKLÜĞÜNÜN SAPTANMASI	58
2.5	YOL (PATH) ANALİZİ	60
2.6	YOL MODELİNİN YAPISAL VE ÖLÇÜM MODELİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ	70
2.6.1	Yapısal Model	71
2.6.2	Ölçüm Modeli	75
2.6.3	Model Belirleme	83
2.6.3.1	Yol Analizinde Model Belirleme	83
2.6.3.2	Ölçüm Modelinin Belirlenmesi	87
2.6.4	Model Tanımlama	88
2.6.4.1	Yol Analizinde Model Tanımlama	88
2.6.4.2	Ölçüm Modelinin Tanımlanması	91
2.6.5	Model Tahmini	94
2.6.5.1	Yol Modelinin Tahmini	94
2.6.5.1.1	En Yüksek Olabilirlik Yöntemi	95
2.6.5.1.2	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi	96
2.6.5.1.3	Asimptotik Dağılım	97
2.6.5.1.4	Eliptik Dağılım Teorisi	97
2.6.5.2	Ölçüm Modelinin Tahmini	100
2.6.6	Model Uygunluğunun Test Edilmesi	101
2.6.6.1	Tam Model Uygunluğu	102
2.6.6.1.1	Kesin Uygunluk İndeksleri	102
2.6.6.1.2	Artırımlı Uygunluk İndeksleri	107
2.6.6.1.3	Kısıtlı Uygunluk İndeksleri	109
2.6.6.2	Ölçüm Modelinin Uygunluğu	111
2.6.6.3	Yapısal Modelin Uygunluğu	112
2.6.7	Modelin Düzeltilmesi	113
2.6.7.1	Ki-Kare Farklılık Testi	113
2.6.7.2	Lagrange Çarpanı Testi	114
2.6.7.3	Wald Testi	115
3	İŞLETMELERİN PERFORMANSINI ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI	117
3.1	ARAŞTIRMANIN AMACI VE YÖNTEMİ	117
3.2	ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ	119
3.3	ARAŞTIRMA DEĞİŞKENLERİNİN SEÇİMİ	119

3.3.1	Performans Göstergeleri Arasındaki İlişkiler	122
3.4	YAPISAL EŞİTLİK MODELİNİN VARSAYIMLARI	124
3.5	GÜVENİLİRLİK VE AÇIKLANAN VARYANS	125
3.6	YAPISAL EŞİTLİK MODELİ	131
	SONUÇ	145
	KAYNAKÇA	151
	EK 1 Gizli değişken ve göstergeler.....	161
	EK 2 Gözlenen değişkenlere ait korelasyon matrisi.....	162

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1 İşletme Performansının Kapsamı.....	7
Şekil 1-2 Verimlilik Eğilimlerinin Değerlendirilmesi	18
Şekil 2-1 Yapısal Eşitlik Modelinin Aşamaları	43
Şekil 2-2 Genel Yol Diyagramı Sembolleri.....	62
Şekil 2-3 Beş Gözlenen Değişkene ait Yol Modeli.....	63
Şekil 2-4 Etkilerin Ayrıştırılması	66
Şekil 2-5 Yapısal Eşitlik Modelinin Ölçüm ve Yapısal Model Olarak Ayrıştırılması	78
Şekil 3-1 Modele ilişkin yol diyagramı	133
Şekil 3-2. Düzeltilmiş modele ait yol diyagramı.....	136
Şekil 3-3. Tekrarlanmayan modele ait yol diyagramı	143

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2-1Yapısal Eşitlik Modeline ait Notasyonlar.....	81
Tablo 2-2:Nedensel Etkilerin Matris Formunda Gösterilmesi	84
Tablo 3-1:Karlılık Gizli Değişkenine Ait AFA Sonuçları	126
Tablo 3-2: Büyüme Gizli değişkeni için AFA Sonuçları.....	126
Tablo 3-3: Sermaye yoğunluğu gizli değişkeni için AFA Sonuçları.....	127
Tablo 3-4: Likidite gizli değişkeni için AFA Sonuçları	127
Tablo 3-5: Mali Yapı gizli değişkeni için AFA Sonuçları.....	128
Tablo 3-6: Faaliyet gizli değişkeni için AFA Sonuçları	128
Tablo 3-7:Gizli değişkenlere ait Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları	129
Tablo 3-8: Gamma Matrisi Katsayılarının Testi.....	134
Tablo 3-9: Beta Matrisi Katsayılarının Testi.....	134
Tablo 3-10: LAMBDA-Y matrisi.....	138
Tablo 3-11: LAMBDA-X matrisi.....	139
Tablo 3-12:Bağımsız Gizli Değişkenlerin Bağımlı gizli değişkenler üzerindeki dolaylı etkisi	139
Tablo 3-13:Bağımsız gizli değişkenlerin bağımlı gizli değişkenler üzerindeki toplam etkisi	140
Tablo 3-14:Bağımlı gizli değişkenler arasındaki dolaylı etki	140
Tablo 3-15:Bağımlı gizli değişkenler arasındaki toplam etki.....	141
Tablo 3-16Bağımlı gizli değişkenlerin bağımlı göstergeler üzerindeki toplam etkisi.....	141
Tablo 3-17Bağımsız gizli değişkenlerin bağımlı göstergeler üzerindeki toplam etkisi.....	142

GİRİŞ

Performans genel olarak amaçlı ve planlanmış bir etkinlik sonucunun, nicel veya nitel olarak değerlendirilmesini ifade etmektedir. Her işletme belirli amaçları ve görevleri gerçekleştirmek için kurulmaktadır. Bir bütün olarak tüm varlıkların verimli kullanılmasıyla gerçekleştirilen performans, yaratılan değer bir göstergesidir. Varlıklar verimli kullanıldığında yaratılan değer beklenen değerden büyük olmakta ve işletmelerin sürekliliği gerçekleşmektedir.

Performans değerlendirmesi; işletmenin başarılı olup olmadığını; planlarının gerçekleşme derecesini saptamakta, hedef ve amaçlara yönelik kararların alınmasında yardımcı olmakta, var olan durum ve geliştirilmesi gereken alanlar hakkında bilgi vermekte, uygulanan planların gerçekleşme düzeyi, hedefe ulaşılmadıysa buna neden olan gerekçelerin saptanarak önlem alınmasını sağlamaktadır.

Karmaşık ve çok boyutlu olan işletme performansı ölçüleri için bir genelleme yapılamamakta ancak performans ölçümünün temelini işletmenin ekonomik hedeflerinin gerçekleşme durumunu gösteren finansal göstergeler oluşturmaktadır. İşletme performansı daha geniş anlamda finansal performansın yanında operasyonel performansı da (finansal olmayan) kapsamaktadır. Operasyonel performans finansal performans üzerinde etkili olmakta ve her iki performans göstergesi işletmenin durumu hakkında bilgi vermektedir.

Birinci bölümde işletmelerde performans kavramı, performans göstergeleri, performansı etkileyebilecek faktörler teorik olarak ele alınmaktadır.

Çalışmanın amacı işletme performansını etkileyen faktörlerin incelenmesini kapsamaktadır. Birden fazla performans göstergesi ile performansı etkileyen birden fazla faktör arasındaki nedensel ilişkiyi incelemek için çok değişkenli bağımlı yöntemlerden birinin kullanılması gerekmektedir. Çalışmada birden fazla gösterge ile ölçülebilen değişkenlerde yer aldığı için birden fazla değişkenin eş zamanlı olarak incelenmesini sağlayan Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) en uygun yöntem olarak tercih

edilmiştir. İkinci bölümde Yapısal Eşitlik Modelinin tanımı, gelişimi, varsayımları ve aşamaları teorik olarak ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde işletme performansı göstergeleri ile bu göstergelerle ilişkili olan diğer faktörler arasındaki nedensel ilişki Yapısal Eşitlik Modeli kullanılarak araştırılmıştır. Bu bölümde araştırmanın amacı ve yöntemi, araştırma verilerinin elde edilmesi, araştırma değişkenlerinin seçimi, performans göstergeleri arasındaki ilişkiler, modelin varsayımları, güvenilirlik ve açıklanan varyans, modele ait katsayılarının testi, model uygunluğunun testi, doğrudan, dolaylı ve toplam etkilere yer verilmektedir.

1 İŞLETME PERFORMANSI VE İŞLETME PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1.1 İşletmelerde Performans Kavramı

Performans, amaçlı ve planlanmış bir etkinliğin sonucunun değerlendirilmesi olarak ifade edilebilir. İşletme düzeyinde performans, belirli bir çıktının ya da çalışmanın sonucu olduğu için işletme amacının yerine getirilme derecesi olarak da tanımlanabilir. Bu durumda performans, işletme amaçlarının gerçekleştirilmesinde kullanılan tüm kaynakların değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

İşletme, belirli bir amaç için kurulan ve bu doğrultuda çalışarak varlığını sürdüren örgütsel bir sistemdir. Örgütsel sistem; çalışanlar, bölümler, işlevler, makineler gibi alt sistemlerin toplamıdır. Ayrıca işletme kendi içindeki alt sistemlerin yanı sıra bir de dış sistemlerle ilişkilidir. Dış çevresel etkiler olarak adlandırılan bu sistemler; pazar, ekonomik koşullar, rekabet, girdi maliyetleri, teknoloji ve demografik faktörler v.s'den oluşmaktadır. Örgütsel sistem içinde alt ve dış sistemler hem kendi içinde hem de birbirleriyle ilişkili olduğu için performans değerlemesi de güç olmaktadır ¹.

Yönetimler işletme amaçlarını gerçekleştirmekten sorumlu olan organlardır. Bu sorumluluklarını planlama, organizasyon, yönetim ve denetim olarak tanımlanan temel yönetim işlevlerini içeren döngüsel süreç içinde gerçekleştirmektedirler. Daha geniş bir ifadeyle yönetimler²;

- İşletmelerin amaçlarına ulaşmak için uygun kararları alma, strateji ve etkinlikleri planlama,
- Uygulamaya geçirme, kaynak sağlama, bu kaynakları zamanında ve gereken miktarda etkinliklere dağıtma,
- Uygulamaları denetleme ve etkinliklerin sonucunu planlarla karşılaştırarak değerlendirip geri bildirim sağlayarak yeniden düzenleme ve planlama ile bu süreci sürdürme görevini yüklenen organlardır. Bu görevlerinde temel hareket noktası işletme performansının sürekli geliştirilmesidir. Performans ölçümü yönetimin kontrol

¹ Zuhal Akal, **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi**, Ankara ,MPM:473,2002,s. 1-3.

işlevinin en önemli faaliyetidir. Çağdaş yönetim uygulamalarında işletme performansının ölçülmesi ile yönetim işlevleri arasındaki ilişki performans ölçüm ve denetiminin önemini arttırmıştır.

Yönetimlerin performans anlayışları zaman içinde değişiklik göstermiştir. Geleneksel yönetim anlayışında en düşük maliyetle, en çok üretim ve yüksek kar hedeflenmekteydi. II. Dünya savaşıdan sonra ortaya çıkan ekonomik durgunluk, eldeki kaynaklarla en çok üretimi gerçekleştirme uğraşısı olarak tanımlanan verimlilik kavramının öne çıkmasına neden olmuştur. İlk dönemlerde işgücü, malzeme gibi üretim kaynakları önemliken giderek teknoloji ve enerji kaynakları da dikkate alınmaya başlanmıştır. Teknolojideki hızlı değişimler nedeniyle sermaye yatırımları artmış bu durum ise işçiliğe kıyasla makinelerden maksimum fayda sağlanmasını gerektirmiştir. Enerji, kısıtlı ve yenilenemeyen yüksek maliyetli bir üretim kaynağı olduğu için üretim ekonomisinde kıt hammadde kaynakları kadar önem kazanmıştır. İlerleyen dönemlerde küresel rekabet ve çevre koşullarındaki değişim, işletmelerdeki yönetim anlayışının da gelişmesine neden olmuştur. Bu süreçle birlikte finansal performans ölçülerinin yanı sıra, günümüz rekabetçi koşullarının gereği olarak müşteri memnuniyeti, fırsatları görme gücü, öğrenme hızı, kalite, esneklik, pazar payı, ürün liderliği ve sosyal sorumluluk gibi finansal olmayan performans ölçüleri de kullanılmaya başlanmıştır. Performans anlayışının değişim sürecinde önemini yitirmeyen tek boyutu ise ekonomik performanstır. Bunun nedeni sosyal amaçlı kuruluşlar dışında tüm işletmelerin temel hedefinin karı arttırmak olmasıdır. Kar işletmede bir amaç değil, işletmelerin sürekliliğini sağlayan bir sonuç olarak görülmeli ve bir kısıt olarak değerlendirilmelidir. Ekonomik kaynaklarla işletmelerde yaratılan artı değer bütün toplumlarda sosyal hizmetlerin (eğitim, sağlık, savunma vb) yerine getirilmesini sağlayan temel kaynak olmaktadır³.

²Zuhal Akal, **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmelerarası Toplam Performans, Verimlilik, Karlılık ve Maliyet Karşılaştırması**, , Ankara, MPM:538, 1994.s.7.

³ Ali Coşkun, **Stratejik Performans Yönetimi ve Performans Karnesi**, İstanbul, Literatür Yayınları, 2006, s.5
Z.Akal, a.g.e, MPM:473, s:5-15.

Yöneticiler, işletme sahipleri, muhtemel yatırımcılar, kredi verenler, satıcılar ve müşteriler gibi birçok grubu verecekleri kararlar nedeniyle ilgilendiren performans ölçümü ⁴;

- İşletmenin başarılı olup olmadığını belirlemekte,
- İşletme planlarının gerçekleşme derecesini saptamakta,
- İşletmelerde hedef ve amaçlara yönelik yönetsel kararların alınmasında karar-destek sistemine yardımcı olmakta, var olan durum ve geliştirilmesi gereken alanlar hakkında bilgi vermekte,
- Yönetimin gerek duyduğu geri bildirim düzeninin çalışmasına katkıda bulunmakta,
- Uygulanan planların gerçekleşme düzeyi ve hedefe ulaşılmadıysa buna neden olan gerekçelerin saptanarak önlem alınmasını sağlamakta,
- Yönetici ve çalışanların özendirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Performans ölçümleri performansını geliştirmeyi hedefleyen ve bunun için örgütlenen yönetimler için temel bir araç olmaktadır. Performansın geliştirilmesi için bir çok neden vardır ve bunlar aşağıdaki gibi kısaca özetlenebilir⁵.

- İşletmeler iç ve dış pazarlarda rekabet etmek durumundadır. İşletmelerin sürekliliği ise en azından pazardaki yerini korumasına bağlıdır. Bu durumda pazara düşük maliyetli ve yeterli ürünü sunanlar değil, pazarın değişen gereksinimlerine uygun, en yeni ve farklı ürünleri, en iyi kalite ile en kısa sürede sunma becerisini gösteren işletmeler başarılı olmakta ve büyüyebilmektedir. Aksi durumda pazarı kaybetme, küçülme ve sonuçta da yok olma tehlikesi ile karşılaşmaktadır.
- Hızla değişen pazar koşulları nedeniyle ürünlerin yaşam süreleri kısalmaktadır. Pazara yeni ürün sürme gerekliliği ise ancak esnek ve hızlı bir üretim sürecine olanak verecek üretim teknolojileri ve yöntemleriyle gerçekleşmektedir.

⁴ Charles Parker, Performance Measurement, **Work Study**, Vol:49, No:2, 2000, pp:63-66.
Zuhal Akal, **a.g.e**, MPM:538, s.8.

⁵Zuhal Akal, **a.e.**, s.9-10.

- İşletmeler mevcut durumlarını korumanın yanı sıra gelecekteki gereksinimlerini sağlayacak kaynakları ancak geliştirecek ve büyütürerek sağlayabileceklerdir

1.2 İşletme Performansı Göstergeleri

Bir bütün olarak işletme performansı yani organizasyonel etkinlik, fiziki, sermaye ve insan kaynakları da dahil olmak üzere tüm varlıkların verimli kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Performans, yaratılan değer bir göstergesidir. Varlıklar verimli kullanıldığında yaratılan değer beklenen değerden büyük olmakta ve işletmelerin sürekliliği gerçekleşmektedir. Performans değerlemesi çok boyutlu bir kavramdır, kamu işletmesi, aile işletmesi, kar amaçlı olmayan organizasyonlar vb. için farklı boyutlarda incelenmektedir. Ayrıca kredi verenler, sermaye sahipleri ve müşteriler tarafından yapılan değerlemelerde de farklı performans ölçüleri önemli olmaktadır⁶.

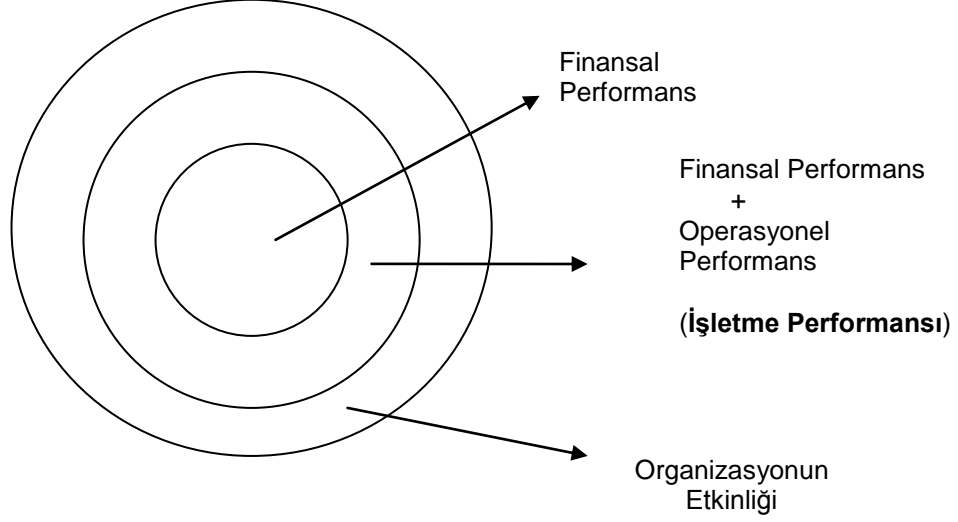
Karmaşık ve çok boyutlu olan işletme performansı ölçüleri için bir genelleme yapılamamaktadır. Bu nedenle aşağıda işletme performansının değerlendirildiği yayınlarda kullanılan göstergelerle ilgili bilgi verilecek ve yaygın olarak kullanılan bu göstergeler çalışmada performans ölçütü olarak kullanılacaktır.

Performans ölçümünün temelini işletmenin ekonomik hedeflerinin gerçekleşme durumunu gösteren finansal göstergeler oluşturmaktadır. Satışlardaki artış, satışlara ve yatırıma göre karlılık, pay başına düşen kar gibi göstergeler kullanılmaktadır. İşletme performansı daha geniş anlamda finansal performansın yanında operasyonel performansı da (finansal olmayan) kapsamaktadır⁷. Bu göstergeler ise pazar payı, yeni ürün, ürün kalitesi, katma değer, teknoloji etkinliği olarak sıralanabilir. Operasyonel performansın finansal performans üzerinde etkisi

⁶ R.B. Carton, C.W.Hofer, **Measuring Organizational Performance**, A.B.D, Edward Elgar Publishing, 2006, s.2-6.

⁷ R.B. Carton, C.W.Hofer, **a.e**, pp.75.

bulunmakta ve her iki performans göstergesi işletmenin durumu hakkında bilgi vermektedir. İşletme performansının kapsamı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir⁸.



Şekil 1-1 İşletme Performansının Kapsamı

Daha geniş kapsamda organizasyonun etkinliği (organizational effectiveness) olarak tanımlanan işletme performansı yönetimin en önemli işlevidir. İşletme performansının ölçümünde amaca göre çeşitli ölçüler kullanılmaktadır⁹.

Steers (1975) daha önce yapılan çalışmaları incelemiş, işletme performansının ölçümünde en sık kullanılan göstergeleri tespit saptamıştır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanların çevreye uygunluk-esneklik, verimlilik, karlılık, büyüme, etkinlik ve çalışan memnuniyeti göstergeleri olduğunu belirlemiştir. Çalışmada performans göstergelerinin belirlenmesinde karşılaşılan güçlüklerle de yer verilmiştir. Örneğin ekonomik koşulların iyi olduğu durumlarda sermaye yatırımlarının iyi bir gösterge olduğunu kötü koşullarda likiditenin önem kazanabileceğini, bu nedenle sabit bir göstergeden bahsetmenin güç olacağını belirtmektedir. Performans değerlemesinde *zaman* faktörünün önemi vurgulanmış ve değerlemenin kısa, orta ve uzun dönemler için yapılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Bir diğer konu ise

⁸N.Venkatraman,V.Ramanujam, Measurement of Business Performance in strategy Research: A Comparison of Approaches, **Academy of Management Review**, Vol:11No:4, 1986,pp. 801-814.

⁹ N.Venkatraman, V. Ramanujam, Measurement Business Economic Performance: An Examination of Method Convergence, **Journal of Management**,, Vol:3,No:1, 1987, pp.109-122.

göstergelerin genelleştirilememesidir. Örneğin büyük işletmeler için karlılık önemliyken kar amaçlı olmayan bir işletme için bu gösterge anlamlı olmamaktadır¹⁰.

Kirchhoff (1976) çalışmasında çok farklı hedefleri olan işletmelerin değerlemesinde tek bir göstergenin kullanılmasının yetersiz olduğunu belirtmekte, çok değişkenli yöntemlerin kullanılması gerekliliğini vurgulamaktadır¹¹.

Performans ölçütlerinin daha çok işletmenin ekonomik performansı ile sınırlandırıldığı görülmektedir. Venkatraman ve Ramanujam (1987) çalışmalarında işletme performansını ekonomik anlamda inceleyerek üç boyutta ele almaktadırlar. Farklı disiplinlerde en yaygın kullanılan ortak performans ölçütlerinin satışlardaki artış (sales growth), net gelir artışı (net income growth), yatırımın getirisi (return on investment) değişkenleri olduğunu belirtmişlerdir¹².

Connolly v.d. (1980) inceledikleri çoğu çalışmada performansın tek bir ölçüyle değerlendirildiğini ancak bu durumun kavramsal olarak çelişkili olduğunu belirtmektedirler. Çalışmalarında işletmelere göre farklı performans göstergelerinin olması gerekliliğini savunmaktadırlar. Daha önceki yaklaşımları, hedeflere ulaşma ve organizasyonel problemlerin çözümlenmesini içeren sistem yaklaşımı olmak üzere iki boyutta inceleyerek, her iki yaklaşımın birlikte değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadırlar¹³.

Cameron (1980) organizasyon performansının değerlendirilmesinde farklı yaklaşımların olduğunu ifade ederek performans ölçümünün aşağıdaki sorulara göre belirlenmesini önermektedir¹⁴.

- Hangi alanda performans değerlemesinin yapılacağı,

¹⁰ Richard M.Steers, Problems in The Measurement of Organizational Effectiveness, **Administrative Science Quarterly**, Vol:20, December 1975,pp.546-558.

¹¹ B.A.Kirchhoff, Organization Effectiveness Measurement and Policy Researcher, **Academy of Management Review**, July 1977, pp.347-355.

¹² N.Venkatraman, V. Ramanujam, **a.g.e.**, **Journal of Management**, pp.109-122.

¹³ T.Connolly,E.J. Conlon, S.J.Deutsch, Organizational Effectiveness : A Multiple-Constituency Approach, **Academy of Management Review**, Vol:5, No:2, 1980, pp:211-217.

¹⁴ K.Cameron, Critical Questions in Assessing Organizational Effectiveness, **Organizational Dynamics**, Vol.9, No:2, Autumn 1980, pp:66-80.

- Hangi görüşe göre değerlendirme yapılacağı (hissedarlar, yöneticiler, kredi verenler vb.)
- Kısa dönemli mi uzun dönemli mi performans değerlemesinin yapılacağı,
- Hangi tür verinin kullanılacağı (anket veya yayınlanmış veriler)
- Performans kıyaslamasının neye göre yapılacağı; başka işletmelere göre mi, geçmişe kıyaslama mı ?

Ford ve Schellenberg (1982) çalışmalarında performans göstergeleriyle ilgili kavramsal bir görüş birliği bulunmadığını belirterek, performansı üç boyutta incelemektedirler. Birincisi hedeflerin gerçekleştirilmesi, ikincisi işletmelerin çevresiyle ilişkisini belirten kaynak yaklaşımı (system resource approach) diğeri ise organizasyonel davranışı (behavior of organization participants) belirten süreç yaklaşımıdır¹⁵.

Dess & Robinson (1984) çalışmalarında ekonomik performans göstergesi olarak karlılık (net kar / toplam aktif) ve büyüme (satışlardaki artış) değişkenlerini kullanmaktadır¹⁶.

Hansen ve Wernerfelt (1989) çalışmalarında, işletme performansını etkileyen faktörleri ekonomik ve organizasyonel olmak üzere iki boyutta incelemektedirler. Ekonomik gösterge olarak aktif karlılığı, rekabet edebilme durumunun göstergesi olarak pazar payını ve büyüklük göstergesi olarak da toplam varlıkların logaritmasını kullanmaktadır. Stratejik açıdan işletme büyüklüğünün, çeşitliliğin göstergesi olabileceğini ve işletme performansını ters yönde etkileyebileceğini de belirtmektedirler. Organizasyonel göstergeler ise insan kaynakları (çalışanların iş memnuniyet vb.) ve hedeflere ulaşma başarısı açısından incelenmektedir ¹⁷.

¹⁵ J.D.Ford, D.A.Schellenberg, Conceptual Issues of Linkage in The Assessment of Organizational Performance , **Academy of Management Review**, Vol:7, No:1, 1982, pp:49-58.

¹⁶ Gregory G.Dess,Richard B.Robinson , 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, Jul-Sep 1984 , pp.265-273.

¹⁷ G.S.Hansen,B.Wernerfelt,Determinants of firm performance:The Relative Importance of Economic and Organizational Factors, **Strategic Management Journal**, ,Vol:10, 1989, pp. 399-411,

Chakravarthty (1986) çalışmasında, bilgisayar sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin performans ayırımını (başarılı-başarısız) belirleyen göstergeleri araştırmaktadır. Performans göstergeleri olarak karlılık, verimlilik, uzun dönem sermaye kaynakları ve araştırma geliştirme harcamalarını kullanmaktadır. Karlılık yatırımlardan sağlanan nakit akışı oranı, verimlilik; emek verimliliği ve sermaye verimliliği olmak üzere iki boyutta incelenmektedir. Emek verimliliği için satışlar/çalışan sayısı, sermaye verimliliği olarak satışlar/ toplam aktif değişkenleri kullanılmaktadır. Sermaye kaynaklarının kullanımı için piyasa defter değeri, borç/ öz sermaye oranı kullanılmaktadır. Diğer göstergeler ise araştırma- geliştirme harcamaları /satışlar, sermaye harcamaları / satışlar, temettü ödeme oranıdır¹⁸.

Capon ve arkadaşları (1990) işletme performansı ile ilgili yapılmış 320 çalışmayı incelemektedirler. Bu çalışmalarda yaygın olarak kullanılan finansal göstergelerin karlılık, büyüme, piyasa değeri piyasa defter değeri, finansal olmayan göstergelerin ise süreklilik, verimlilik, çalışan memnuniyeti, kurum kültürü olduğunu belirtmektedirler¹⁹.

Brush ve Chaganti (1998) çalışmalarında küçük işletmelerde nakit akımı problemlerinin başarısızlığa yol açtığını belirtmektedirler, performans değerlemesinde net nakit akımını bir diğer gösterge olarak da çalışan sayısındaki büyüme göstergesini kullanmaktadırlar²⁰.

Jacobson (1990), işletme performansının değerlendirildiği çoğu çalışmada kurum kültürü, yönetim şekli, kıt kaynaklara erişim gibi finansal olmayan göstergelere ait etkilerin göz ardı edildiğini belirtmektedirler²¹.

Yapılan bir diğer çalışmada 1996-2001 yılları arasında bu konudaki makalelere yer veren 5 dergi incelenerek işletme performansının bağımlı değişken olarak

¹⁸ Balaji S.Chakravarthty, Measuring Strategic Performance, **Strategic Management Journal**, Vol:7, Sep/Oct 1986, pp:437-458 .

¹⁹ N.Capon, J.U.Farley, S.Hoenig, Determinants of Financial Performance: A Meta -Analysis, **Management Science** , Vol:36, No:10, October 1990, pp.1143-1159.

²⁰ C.G.Brush, R.Chaganti, Businesses without Glamour? An Analysis Of Resources on Performance by Size and Age in Small Service and Retail Firms, **Journal of Business Venturing** , Vol:14, No:3, May 1999, pp:233-257.

²¹ R.Jacobson, Unobservable Effects and Business Performance, **Marketing Science**, Vol:9 No:1, Winter 1990, pp.74.

kullanıldığı 138 makale saptanmış, %46 'sında performansın tek, %25'inde iki, %18'inde üç, %11'inde de dört ve daha fazla değişkenin kullanıldığı anlaşılmaktadır. En sık kullanılan performans ölçüsünün karlılık ikincisinin büyüme üçüncüsünün de piyasa temelli ölçüler (piyasa değeri defter değeri oranı) olduğu görülmektedir²².

Bir diğer çalışmada işletme performansının sadece karlılıkla değerlendirilemeyeceği, etkin kaynak kullanımının, verimliliğin, yönetici ve çalışan performansının, sosyal sorumluluğun da dikkate alınması gerekliliği vurgulanmıştır²³.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde piyasa temelli ölçülerinde finansal ölçüler içinde yer aldığı düşünüldüğünde performans ölçülerinin genel olarak iki boyutta ele alındığı görülmektedir. Bunlar;

- Finansal Ölçüler
- Finansal Olmayan Ölçüler

Finansal ölçülerde, en yaygın kullanılan göstergelerin karlılık ve büyüme, piyasa değeri defter değeri finansal olmayanlarda verimlilik, hedeflere ulaşma başarısı, çalışan memnuniyeti, çevreye uyum-esneklik göstergelerinin olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda yenilik, kalite, pazar payı gibi göstergelerin performans göstergeleri kapsamında yer aldığı bazılarında ise karlılık, verimlilik, büyüme göstergelerini açıklayan değişkenler olarak ele alındığı görülmektedir.

Yukarıda belirtilen ölçülerden bir kısmı yayınlanmış verilerden (gelir tablosu, bilanço) ,diğerleri ise sadece anket yoluyla elde edilebilmektedir. Çalışmada imalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin performansını etkileyen faktörler incelenecektir. Çalışmanın kapsamı ankete kıyasla güvenilirliği daha yüksek, ölçüm sistemi kurulu, objektif kaynaklardan elde edilebilecek (gelir tablosu, bilanço) göstergeler ile sınırlandırılacaktır.

1.2.1 Karlılık

İşletme faaliyetlerinin bir ölçütü olan ve işletmenin devamlılığını sağlayan kar, işletmeler için temel amaç olmaktadır. Kar, işletmenin başarı durumunu ölçme,

²² R.B. Carton, C.W.Hofer, **a.g.e**, pp.28-35.

büyüme, yatırım ve en önemlisi varlığını sürdürme aracıdır²⁴. Daha çok kar elde edildiği sürece işletme sahibi sermayesini diğer gruplar ise gelirlerini arttıracığından kar, temel güdüleme unsurudur²⁵. Bunun yanında kar eden işletmelerden alınan vergiler toplum hizmetlerinin yerine getirilmesine önemli bir katkı sağlamaktadır²⁶. Bir işletmenin karlılığını artırması için iki yol vardır. Bunlar verimliliğin artırılması ve satışların artırılmasıdır. Ancak verimlilik artışı ile sağlanacak karlılık artışı, satışların artırılmasına kıyasla daha etkilidir²⁷.

Karın değerlendirilmesinde kullanılan oranlar; satışlara göre karlılığı ve yatırıma göre karlılığı gösteren oranlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır²⁸. Bu oranlar birlikte değerlendirildiğinde işletme faaliyetlerinin etkinliği ortaya çıkmaktadır²⁹.

1.2.1.1 Satışlara Göre Karlılık Oranları

a) Brüt Kar Marjı

Oran, satışlarla maliyet arasındaki olumlu farkı belirten brüt satış karının, net satışlara oranlanması ile hesaplanmaktadır³⁰. Söz konusu oranın yeterli olup olmadığı, benzer işletmeler ile karşılaştırmalar yapılmak suretiyle saptanabilmektedir. Oranın yüksek olması veya yükselme eğilimi göstermesi işletmenin lehine bir durum olarak yorumlanmaktadır.

b) Net Kar Marjı

Net Kar Marjı, net karın net satışlara bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu oranda işletmenin kuruluş amacı dışında kalan faaliyetlerinden doğan tüm faaliyet dışı gelir ve kar unsurları ile faaliyet dışı gider ve zarar unsurları dikkate alınmakta ve işletme faaliyetlerinin net karlılığı hakkında bilgi verilmektedir.³¹

²³ Eric Hallinan, Objectives: Profitability Isn't the Only One, **Reeves Journal: Plumbing, Heating, Cooling**, Vol. 86, No: 4, Apr2006, pp.18-20

²⁴ Z.Sabuncuoğlu, T.Tokol, **İşletme**, , Bursa ,Ezgi Yayınları, 2001, s.22 .

²⁵ Erol Eren, **İşletmelerde Stratejik Planlama ve Yönetim**, 3.baskı, İstanbul, İ.F Yayın No:234, 1990,s.82.

²⁶ Z.Akal, **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi**, MPM:473, Ankara, 2002, s. 40.

²⁷ Bülent Kobu, **Üretim Yönetimi**, 9.Baskı, İstanbul,Avciol Basım, 1996,s.571.

²⁸ Öztin Akgüç, **Finansal Yönetim**, 6.Baskı, İstanbul, Avciol Basım-Yayın, 1994, s.62 .

²⁹ Niyazi Berk, **Finansal Yönetim** , İstanbul,Türkmen Kitabevi, 2003,s.46.

³⁰ Öztin Akgüç, **a.g.e**,s.70.

³¹ N.Akdoğan,N.Tenker, **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, 8.baskı, Ankara, Gazi Kitabevi, s. 635- 636 .

1.2.1.2 Yatırıma Göre Karlılık Oranları

a) Net Karın Öz Sermayeye Oranı

İşletme sahipleri tarafından sağlanan kaynağın bir birimine düşen kar payını gösteren oran işletmenin yönetimindeki başarı derecesi ile karlılık durumunun analizinde önemli bir göstergedir. Oran işletmenin net karlılığı ile öz sermaye devir hızının çarpımına eşittir. İşletmenin net karlılığı ve öz sermaye devir hızı arttıkça karlılık oranı da artmaktadır³².

b) Net Karın Toplam Aktiflere Oranı

Net karın toplam aktiflere oranı, varlıkların işletmede ne ölçüde verimli kullanıldığını göstermekte ve işletmenin net kar marjı ile aktif devir hızının çarpımından elde edilmektedir³³. İşletmelerin çalışma sermayesi unsurlarına ve duran varlık unsurlarına yaptıkları yatırımlardan ne kadar kar elde ettikleri bu oran yardımı ile ölçülmektedir³⁴.

1.2.2 Verimlilik

Verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan emek, sermaye, hammadde, arazi, malzeme, enerji, bilgi gibi kaynakların etkin kullanılıp kullanılmadığının önemli bir göstergesidir. Verimliliğin en genel tanımı mümkün olan en düşük kaynak harcaması ile en iyi sonuca ulaşmaktır³⁵. Yüksek verimlilik aynı miktar kaynakla daha çok üretmek ya da aynı girdiyle daha çok çıktı elde etmektir ve bu ilişki genellikle çıktının girdiye oranlanmasıyla hesaplanmaktadır³⁶. Verimlilik, işletmelerin başarı düzeylerinin değerlendirilmesinde temel göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir.³⁷ Ekonomik sistemin çeşitli düzeylerindeki (birey, atölye, kurum, sektör ve ulusal ekonomi) üretim, tüketilen kaynaklarla karşılaştırıldığında yöneticiler, iktisatçılar,

³² a.e,s.637-638.

³³ Öztin Akgüç, a.g.e, s. 67 .

³⁴ Akdoğan, Tenker, a.g.e, s. 639 .

³⁵ Z.Akal,a.g.e,s.25

³⁶ Joseph Prokopenko, **Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı**, Çev.Olcay Baykal v.d Ankara,MPM:476, 2005,s.19.

³⁷ A.Doğan, İ.Baş, A.Aydın, **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında Verimlilik Karşılaştırmaları**, Ankara,MPM:385, 1989 s. 7 .

politikacılar için de bir kıyaslama aracı ve performans değerlendirme ölçütü olmaktadır³⁸.

Bir ülke ekonomisi küçük orta ve büyük ölçekli pek çok işletmeden oluşmaktadır. Ekonomik sektörün verimliliği alt sektörlerin, alt sektörlerinki ise işletme verimliliğinin fonksiyonu olmaktadır. Bu nedenle işletme verimliliği sektörün ve dolayısıyla ülke verimliliğinin yapı taş olmaktadır.

Ülke ekonomisinde genel durum göstergesi olan enflasyon, ithalat-ihracat, işsizlik, döviz kuru gibi ekonomik göstergeler içinde verimliliğin önemli bir yeri vardır. Verimlilik artışı düşük fiyatlarla tüketiciye yansıtıldığında fiyatlar düşmekte ve talep artmaktadır. Talebin artışı, üretimi, ar-ge çalışmalarını arttırmakta, geliştirilen yeni teknolojiler verimliliği, verimlilik de yine talebi arttırmaktadır. Böylece reel değerlerle daha az maliyet ile daha fazla satın alabilen tüketicinin hayat standardı yükselmiş olmaktadır³⁹.

İşletme faaliyetlerinin bir ölçütü olan kar, işletmeler için temel amaç olmakta ancak verimlilik düzeyi yüksek olan bir işletme olumsuz ekonomik koşullarla mücadelede daha başarılı olmaktadır. İşletmelerin bir diğer amacı olan büyüme ise verimlilik artışıyla sağlanabilmektedir⁴⁰.

Artan verimlilik kısa dönemde karlılığa yol açmamaktadır. Verimlilik artışının karlılık üzerindeki etkisi ancak uzun dönemde görülmektedir⁴¹. Ayrıca verimlilikte düşme olmasına karşın fiyatların yükselmesi nedeniyle de kar elde edilebilmektedir. Diğer taraftan verimli üretilen her ürüne mutlaka talep olmayacağı için her zaman yüksek verimlilik yüksek kar demek değildir⁴².

Verimlilik ölçüm yöntemlerine ilişkin hesaplamalar, temelde Çıktı / Girdi eşitliğine dayanmaktadır. Girdi; işçilik, sermaye, hammadde, malzeme, enerji, dışarıdan satın alınan fayda ve hizmetler olarak tanımlanmaktadır. Çıktı ise fiziksel olarak ton, metre gibi, parasal olarak da satışlar, toplam kazançlar, katma değer, üretim değeri gibi

B.Kobu, **a.g.e**, s.579

³⁸ Joseph Prokopenko, **a.g.e.**, s.19.

³⁹ B.Kobu, **a.g.e**, s.584.

⁴⁰ M.R.Ramsay, **İşletme Verimliliği Ölçümü Uluslar arası İşgücü Verimliliği El Kitabı**, Çev. İlknur Yavuz, Ankara, MPM:705, 2008, s:19-20.

⁴¹ Joseph Prokopenko, **a.g.e**, s.61.

⁴² **a.e**, s.20.

göstergelerdir⁴³.En yaygın kullanılan çıktı ölçüsü olan katma değer aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

NET SATIŞLAR

(+) Cari Fiyatlarla yıl başı ve yıl sonu mamul ve yarı mamul stokları arasındaki herhangi bir artış

(-) Herhangi bir azalış

ÇIKTI: BRÜT ÜRETİM DEĞERİ

(-) Üretimde kullanılan ilk madde ve malzeme

(-) Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler

BRÜT KATMA DEĞER: NET ÜRETİM DEĞERİ

(-) Amortismanlar

NET KATMA DEĞER

Ancak çıktı ve girdilerin sürekli ölçülmesi sorunlar yaratmaktadır. Bir başka sorun ise verimliliği etkileyen ölçülemeyen faktörlerin varlığıdır. Üretim kaynaklarının kalitesi, teknoloji seviyesi, yönetim kabiliyeti, işçi-işveren ilişkileri, ülkenin ekonomik, politik şartları gibi faktörler de verimliliği etkilemektedir. Ancak bu faktörlerin nicel ölçüler ile ifade edilmesi ve verimlilik üzerindeki etkilerinin bulunması çoğu kez imkansız olmaktadır. Tüm güçlüklerine rağmen verimliliği ölçmenin çeşitli yararları ⁴⁴:

1. Makro düzeyde ekonomik analizlerle farklı ülkelerin veya ekonomik sektörlerin performanslarının değerlendirilmesi,
2. Bir şirketin performansını diğer işletmelerle kıyaslanması,
3. Bir işletmede çeşitli departmanların maliyet, kalite, kaynak kullanımı gibi standartlara göre performansının değerlendirilmesi ve kontrolü,
4. İşletmede üretim faktörlerinin etkisini saptamak amacı ile yapılan analizlerde kullanılması şeklinde özetlenebilir.

Verimlilik ölçüleri;

⁴³ İ.Baş, A.Artar, **İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, , Ankara, MPM: 435, 199, s. 37.

⁴⁴ B.Kobu,**a.g.e.**,s.577

- a) Girdilerin tek ya da çok olmasına,
- b) Girdi ve çıktıların fiziksel ya da parasal olarak belirlenmesine,
- c) Zaman içerisinde verimlilik değişimlerinin belirlenmesine göre (durağan ve dinamik verimlilik ölçümleri)

farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır⁴⁵.

İşletme verimliliğinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan verimlilik ölçüleri; girdi faktörlerinin birisinin, bir kısmının ya da tamamının hesaplamalarda kullanılmasına göre üç grupta toplanmaktadır⁴⁶.

1.2.2.1 Kısmi (Tek Faktörlü) Verimlilik Oranları

Kısmi verimlilik oranları toplam çıktının ya da bir bölüm çıktının, ayrı ayrı herbir girdi türüne oranlanması ile elde edilmektedir. Hesaplanan oranlar, toplam faktörlü verimlilik oranının ayrıntılı incelenmesini sağlamaktadır⁴⁷. En yaygın kullanılan kısmi verimlilik oranları emek ve sermayeye ait oranlardır.

a)Emek verimliliği: Sıklıkla kullanılan verimlilik oranları aşağıdaki gibidir.

Katma Değer / Toplam Çalışılan Saat

Katma Değer / Çalışan Sayısı

Katma Değer / Toplam Ücretler

Satışlar / Çalışan Sayısı

b)Sermaye Verimliliği: Bir işletmede varlıkların geri dönüş hızıdır⁴⁸.

Satışlar / Toplam Varlıklar

⁴⁵Deniz Büyükkılıç, **Verimlilik ve Toplam Faktör Verimliliği El Kitabı**, Ankara, MPM:699,2008,s.8.

⁴⁶ Joseph Prokopenko, **a.e.**,s.62-65.

OECD,**Measuring Productivity OECD Handbook**, 2001, (Çevrimiçi)
<http://www.oecd.org/dataoecd/59/29/2352458.pdf>,pp.13.

⁴⁷ S.Küçükberksun, "Prodüktivitenin Anlamı ve Önemi", **İşletme Fakültesi Dergisi**, C:5, No:1, Nisan 1976, s.179 .

⁴⁸ M.R.Ramsay, **a.g.e.**,s.65.

Katma Değer / Maddi ve Maddi Olmayan Varlıklar

Katma Değer / Maddi Varlıklar

Katma Değer / Duran Varlıklar

Katma Değer / Makine ve Teçhizat

1.2.2.2 Çok Faktörlü Verimlilik Oranları

Çıktı birden fazla girdi ile ilişkilendiriliyorsa çok faktörlü verimlilik ölçüleri hesaplanmaktadır.

Çıktı / İşgücü +Malzeme+ Enerji

Çıktı / İşgücü +Malzeme+ Sermaye

1.2.2.3 Toplam Faktörlü Verimlilik Oranları

Toplam çıktının tek tek girdilere değil, üretime katılan girdilerin toplamına oranlanmasıyla bulunmaktadır⁴⁹. Yaygın kullanılan toplam verimlilik oranları aşağıdaki gibidir⁵⁰.

Toplam Çıktı / Toplam Girdi

Üretilen Toplam Mal ve Hizmetler / Kullanılan Tüm Kaynaklar

Verimlilik ölçümü konusunda kısmi verimlilik oranlarına kıyasla toplam faktör verimliliğinin hesaplanması önerilmektedir. Ancak sermaye girdisinin ölçümündeki belirsizlikler ve zorluklar kısmi verimlilik göstergelerinin hesaplanmasını gerektirmektedir. Karşılaştırabilme, yorumlama ve güvenilirlik konusunda en az sorun işgücü verilerinde olduğundan, en yaygın kullanılan göstergenin emek verimliliği olduğu gözlenmektedir⁵¹. Ancak bir işletmenin verimliliğini sadece işgücü faktörüne göre yorumlamak hatalı sonuçlara yol açabilmekte, üretim unsurları içinde işçiliğin payı yüksek ise işgücü verimliliği gerçeği yansıtmaktadır⁵².

⁴⁹ Deniz Büyükkılıç, **a.g.e**,s.8-10.

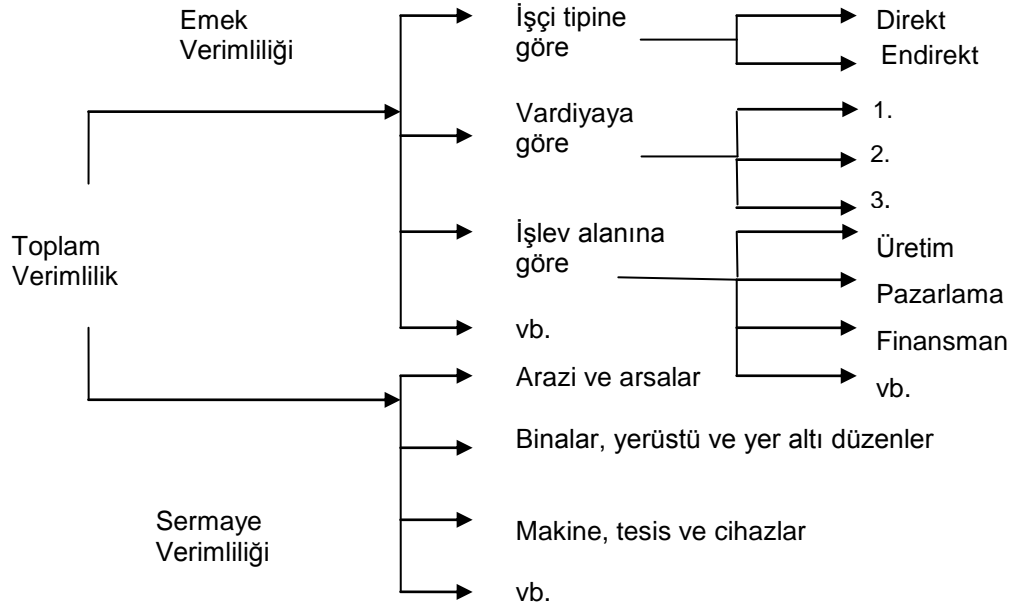
M.R.Ramsay,**a.g.e** ,s:64-65.

⁵⁰ Z.Akal,**a.g.e**,s.151.

⁵¹ Deniz Büyükkılıç, **OECD Ülkelerinde Ekonomik Başarımlar ve Verimlilik Karşılaştırmaları 1984- 1995**, MPM Yayınları No: 623 , Ankara ,1998, s. 10-11 .

⁵² Bülent Kobu,**a.g.e**, s.571.

Toplam verimlilikle ortaya çıkan durum, bir kuruluşun genel performansı hakkında bilgi vermektedir. Durumun iyileşmesi veya kötüye gitmesi halinde nedeninin bulunması gerekmektedir. Genel olarak toplam verimlilik eğiliminin belirlenmesinde sermaye ve emek verimliliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir⁵³. (Şekil 1.2)



Şekil 1-2 Verimlilik Eğilimlerinin Değerlendirilmesi

Emek verimliliği, emek gücünün ne ölçüde iyi kullanıldığını göstermektedir. Eğer verimlilik düşüyorsa bu alanın geliştirilmesi gerekmekte ve nedenini araştırmak için ikincil emek verimlilik oranlarına bakılması önemli olmaktadır. Örneğin işçi tipine, vardiyaya ve işlev alanına göre ikincil emek verimlilik oranları hesaplanarak nedenlerin ortaya çıkarılması sağlanmaktadır.

Sermaye verimliliği, sermayenin ne kadar etkin kullanıldığının göstergesidir. Sermaye verimliliğinde düşme eğilimi, ikincil sermaye verimlilik oranları irdelenmektedir. Düşmekte olan sermaye verimlilik eğilimi sabit sermayenin bir bileşeninden ya da tüm bileşenlerinden kaynaklanabilmektedir.

⁵³ Joseph Prokopenko, **a.g.e**, s.68-69.

Emek verimliliğinin artması, mutlaka işçilerin daha verimli olduğu anlamına gelmemekte, bu artış yeni bir teçhizattan kaynaklanıyor olabilmektedir. Bu nedenle sermayenin emekle ilişkisini sermaye / emek oranlarının eğilimlerini değerlendirerek incelemek gerekmektedir.

1.2.3 Büyüme

Büyüme, hacim artışını veya nicelik olarak bir gelişmeyi ifade etmektedir. İşletmenin özelliklerine göre; satış miktarı, üretim miktarı, çalışan sayısı, harcanan enerji miktarı, öz kaynaklar, yatırım toplamı, kullanılan hammadde veya makine tutarı, pazar payı veya mamül çeşitliliği gibi değişik faktörlerinde meydana gelen nicelik artışları büyüme olarak değerlendirilmektedir⁵⁴. Ancak her hacim artışı sonucunda kesin bir büyüme gerçekleşmemektedir. Nicel gelişme gerekli ancak yeterli bir koşul olmamakta, büyümenin gerçekleşmesi için nitelik (kalitatif) gelişmeler de gerekmektedir. Bu gelişmeler işletmenin yapısını oluşturan maddi ve beşeri faktörlerin nitel olarak iyileştirilmesini, verimli hale getirilmesini gerektirmektedir.

Büyüme daha fazla tüketiciye hitap etmeyi gerektirdiği için müşterilerin istek ve gereksinimlerine uygun ürünler üretilmesini, eski ürünler üzerinde bazı farklılaşmalar yapılmasını veya yeni özelliklere sahip ürünler üreterek ürün çeşitlendirmesini gerektirmektedir⁵⁵. İşletmelerde büyüme gereksinimi her şeyden önce işletme sahip ve yöneticilerinin kar etme düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Büyümenin, işletme maliyetlerini en aza indiren optimal büyüklüğe kadar sürdürülmesi gerekmektedir. Çünkü optimal büyüklükten sonra işletmenin maliyetleri tekrar artmaya başlamaktadır. Bunun yanında fiziki büyümenin getirdiği değişmelerin düzenlenmesi, yeni veya farklılaştırılmış mal ve hizmetlerin sunulması ve bunları başarılı bir şekilde uygulayacak beşeri kaynakların oluşturulması verimliliği arttıracaktır. Ayrıca büyüme işletmelere çevre baskılarına karşı koyma veya uyum sağlama fırsatını vermekte, süreklilik ve rekabet edebilme gücü sağlamaktadır⁵⁶.

İşletmelerde büyüme iç ve dış olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir⁵⁷.

⁵⁴ Ömer Dinçer, **Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**, İstanbul, 1992, s.75.

⁵⁵ Erol Eren, **a.g.e**, 1990, s.87-88.

⁵⁶ Ömer Dinçer, **a.g.e**, s.75-76

⁵⁷ Öztin Akgüç, **a.g.e**, 7.Baskı, s.891 .

- 1) İç Büyüme; işletmelerin faaliyetleri sonucu yarattıkları kaynakları yeni yatırımlara ayırarak büyümeleri olarak tanımlanmaktadır.
- 2) Dış Büyüme; bir işletmenin diğer işletme veya işletmelerin tamamını veya bir bölümünü ya da varlıklarını satın alarak büyümesi olarak ifade edilmektedir.

İşletmeler iç büyümeye kıyasla dış büyümeyi tercih etmektedir. Bu tür büyüme modeli ekonomik yapının gelişmesi, pazarların büyümesi, yeni üretim ve pazarlama yöntemlerinin uygulanması, üretim teknolojisinin değişmesi ile önem kazanmaya başlamıştır.

Hall ve Weiss çalışmalarında büyüme (satışlardaki artış) ile karlılık (Net kar / Öz Sermaye, Net Kar / Toplam Aktif) arasında pozitif ilişki olduğunu saptamaktadırlar⁵⁸. Farklı bir çalışmada da aşırı büyümenin karlılığı düşürebileceği ve aynı zamanda işletmelerin büyüme hedefleri için karlılıklarından fedakarlık edebileceği belirtilmiştir⁵⁹.

Büyüme ölçüleri olarak toplam varlıktaki, satışlardaki ve çalışanlardaki yüzde artış değeri kullanılmaktadır⁶⁰.

Freel, Robson (2004) çalışmalarında büyüme için satışlardaki artış, verimlilikteki artış, çalışan sayısındaki artış değişkenlerini kullanmışlardır⁶¹.

İşletmeye ilişkin büyüme oranları satış, dönem karı (vergi öncesi kar) öz sermaye ve varlık (aktif) toplamı için hesaplanabilmektedir⁶².

1.2.3.1 Satışlardaki Artış

Satışlardaki artış cari fiyatlarla;

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

⁵⁸ Marshall Hall, Leonard Weiss, Firm Size and Profitability, **The Review of Economics and Statistics**, Vol:49, No:3, Aug 1967, pp.319-331.

⁵⁹ William G. Shepherd, **The Elements of Market Structure**, Vol:54, No:1, Feb 1972, pp.25-37.

⁶⁰ R.B. Carton, C.W. Hofer, **a.g.e.**, s.90.

⁶¹ M.S. Freel, P.J.A. Robson, Small Firm Innovation, Growth and Performance, **International Small Business Journal**, Vol:22 No:6, 2004, pp.561-575.

⁶² Öztin Akgüç, **a.g.e.**, s.80-83.

S_t ; t. dönemdeki cari fiyatlarla net satış tutarı, S_{t-1} ; bir önceki dönemdeki net satış tutarını ifade etmektedir.

Fiyat hareketlerinin istikrarlı olmadığı ekonomilerde, cari fiyatlar yerine reel fiyatlarla hesaplanan artışlar kullanılmaktadır.

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

ΔS_r = Bir önceki döneme göre, satışlarda reel artış oranı,

$\% \Delta F$ = Bir önceki yıla göre fiyatlarda ortalama artış yüzdesini belirtmektedir.

Satışlardaki reel büyümenin yeterliliği konusunda, sektörde ortalama satış artış hızı ile karşılaştırma yapmak yerinde olmaktadır. Cari satışlardaki artışın karlılık üzerinde etkili olduğu iddia edilmektedir⁶³.

1.2.3.2 Dönem Karında Artış

Cari Fiyatlarla dönem karındaki artış aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

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

(K_t ; cari fiyatlarla dönem karını, K_{t-1} ; bir önceki dönem karı)

Fiyat artışlarının etkisinden arındırmak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

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

ΔK_r ; Reel kar artış hızını belirtmektedir.

1.2.3.3 Öz Sermaye Artışı

Cari fiyatlarla öz sermaye artışı

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

⁶³ J.Cronin, S.Skinner, "Marketing Outcomes, Financial Conditions and Retail Profit Performance", **Journal of Retailing**, Vol:60 ,No:4 ,1984, pp.9-22.
J.Cronin,T.Page, "An Examination of The Relative Impact of Growth Strategies on Profit Performance", **European Journal of Marketing**, Vol:22, No:1, 1988, pp.57-68

(Ö_t:Cari dönem öz sermaye tutarı, Ö_{t-1}:Bir önceki dönem öz sermaye tutarı)

Reel öz sermaye artışının hesaplanabilmesi için tüm bilanço kalemlerinin fiyat artışlarına göre düzeltilmesi gerekmektedir.

1.2.3.4 Varlık Artışı

Varlık toplamındaki artış cari fiyatlarla;

$$\Delta V = \frac{V_t - V_{t-1}}{V_{t-1}} \times 100 \quad \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

(V_t: Cari dönem varlık tutarı; V_{t-1}: Bir önceki dönem varlık tutarı)

Varlıklarda reel artışı hesaplayabilmek için her bir varlık kaleminin hangi tarihte işletmenin varlık tutarına dahil edildiğinin bilinmesi ve o tarih esas alınarak fiyat artışlarına göre düzeltme yapılması gerekmektedir.

1.2.4 Piyasa Performans Ölçüleri

İşletme sahip veya sahiplerine ölçülü, yeterli bir gelir sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesinde karlılık oranlarının yanında işletmenin hisse senetlerinin mali değerlerinin analizi de önem taşımaktadır⁶⁴.

1.2.4.1 Piyasa- Defter Değeri Oranı

Oran, hisse senedinin borsa fiyatı ile hisse senedinin defter değeri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

$$PD/DD = \frac{\text{Hisse Senedi Borsa Değeri}}{\text{Hisse Senedi Defter Değeri}}$$

Aynı sektörde faaliyet gösteren işletmeler arasından PD/DD oranı küçük olan işletmenin hisse senedine yatırım yapılması karlı olmaktadır.

⁶⁴ N.Akdoğan,N.Tenker,**a.g.e** ,s.643-645.

1.2.4.2 Fiyat Kazanç Oranı

Oran, yatırımda bulunan veya bulunacak yatırımcıların **işletmeye biçtiği saygınlığı** göstermektedir. Hisse senedi karlılığı olarak da ifade edilen oran aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$F/K \text{ Oranı} = \frac{\text{Hisse Senedi Fiyatı}}{\text{Hisse Başına Kar}}$$

1.2.4.3 Hisse Başına Düşen Kazanç Oranı

Oran, anonim şirketlerde her hisse senedi başına düşen kar payını göstermektedir.

$$\text{Hisse Başına Düşen Kazanç Oranı} = \frac{\text{Hisse Başına Kar}}{\text{Hisse Senedi Fiyatı}}$$

1.3 İşletme Performansını Etkileyebilecek Faktörler

1.3.1 Pazar Payı

Genel anlamda işletme satışlarının sektördeki satışlara oranlanması ile hesaplanan pazar payı, işletmenin pazardaki yerini ve sıralamasını göstermektedir. Özellikle karlılığı doğrudan etkilemesi nedeni ile pazar payındaki değişme ve gelişmelerin dikkate alınması gerekmektedir⁶⁵.

İşletmenin pazarlama stratejilerinin karlılığa etkisini (Profit Impact of Market Strategies-PIMS) araştırmak için yapılan çalışmada pazar payının karlılık üzerinde önemli etkisi olduğu saptanmaktadır. Buzzell ve Gale tarafından yapılan çalışmada ortalama olarak %30 'un üstünde pazar payı olan işletmelerin %7 'nin altında olanlara kıyasla üç kat daha fazla yatırım karlılığına sahip oldukları belirlenmiştir. Pazar payının karlılığı etkilemesinin nedeni sermaye devir hızlarının yüksek, pazarlama masraflarının satışlara oranının düşük olmasıdır. Bu durumda satılan

⁶⁵ Ömer Dinçer, a.g.e, s.116.

birim başına pazarlama masraflarının payı düşmekte ve bu durum karlılığı arttırmaktadır⁶⁶.

Shepherd (1972) çalışmasında öz sermaye karlılığı ile pazar payı arasında aynı yönde bir ilişki olduğunu⁶⁷. Schoeffler ve Buzzell⁶⁸, Szymanski vd.⁶⁹ de pazar payı ile karlılık arasında pozitif ilişki saptamıştır.

1.3.2 Sermaye Yoğunluğu

Yüksek sermaye yoğunluğuna sahip işletmelerde kapasite düşüklüğü ya da sabit yatırımların verimsiz kullanılması nedeniyle sermaye devir hızları arttırılamamakta ve karlılık oranları düşük kalmaktadır. Ayrıca yüksek sermaye yoğunluğu nedeniyle pazarlama harcamaları artmakta ve araştırma geliştirme masraflarının satışlar içindeki payı yükselerek karlılık oranını düşürmektedir⁷⁰. Bir diğer durum sermaye yoğunluğu yüksek işletmelerde verimlilik artışının karlılığı arttırmasıdır⁷¹. Bunun nedeni ise teknoloji avantajı ile çıktının kalitesinin artmasıdır⁷². Capon vd. (1990) çalışmalarında sermaye yoğunluğu (Sermaye /Çalışan Sayısı) ile işletme performansı arasında pozitif ilişki olduğunu saptamaktadırlar.

Sermaye yoğunluğunun ölçümünde yaygın kullanılan oranlar; Maddi Duran Varlıklar / Çalışan Sayısı, Makine Techizat / Çalışan Sayısı, Toplam Varlık / Çalışan Sayısı'dır⁷³.

⁶⁶ Erol Eren, **İşletmelerde Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**, s.222-223.

R.Buzzell,B.Gale, "Market Share – A Key to Profitability", **Harvard Business Review**, 1975 (January-February), pp. 53-97.

⁶⁷ William G. Shepherd ,The Elements of Market Structure , **The Review of Economics and Statistics**, Vol:54, No:1, Feb 1972, pp.25-37.

⁶⁸ Schoeffler S, Buzzell RD, Heany DF. Impact of Strategic Planning on Profit Performance. **Harvard Business Review** (March– April)1974 (53), pp:137– 45

⁶⁹ Szymanski DM, Bharadwaj SG, Varadarajan PR. An Analysis of The Market Share– Profitability Relationship, **Journal of Marketing**, Vol: 57,1993,pp.1– 18 (July).

⁷⁰ Ömer Dinçer, **a.g.e**, s.200.

⁷¹ Erol Eren, **İşletmelerde Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**, s.225.

⁷² K.Lumpur, "Total Factor Productivity", **Business Times**, 28 Mayıs 2001,pp.7 .

⁷³ Z.Akal, **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmelerarası Toplam Performans, Verimlilik, Karlılık ve Maliyet Karşılaştırmaları**, s. 53 .

1.3.3 Kalite

Kalite, kaynakların verimli kullanımını sağlayan, ürün ve hizmetlere kullanım uygunluğunu kazandıran, müşteri gereksinimlerine uygun üretim ve hizmet anlayışının gerçekleşmesini sağlayan bir ölçüttür⁷⁴.

Karlılığı etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik araştırmalarda, pazar payı düşük ancak piyasaya kaliteli mal sunan bir işletmenin toplam karlılığının, aynı pazar payına sahip ama düşük kaliteli mal üreten işletmelere göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Çünkü düşük kaliteli ürünlerde yüksek pazarlama harcamaları, karlılığı düşürmekte ve işletme pazar payını kaybetmemek için satışlara oranla pazarlama harcamalarını yüksek tutmak zorunda kalmaktadır. Kaliteli ürünlerde pazarlama masrafları yarıya yakın bir oranda düşmekte⁷⁵, yüksek kaliteli ürünler işletmelerin pazar payını da olumlu yönde etkileyerek karlılığı da arttırmaktadır⁷⁶.

Verimlilik ile kalite arasında da çok yakın bir ilişki vardır. Üretim sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılan girdilerin kalitesizliği, üretimde yavaşlamalara, duraklamalara, önceden belirlenmiş standartlardan sapmalara yol açarak verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Kaliteli girdi, yüksek verimlilik ve kaliteli nihai ürün için önemli olmaktadır⁷⁷.

İşletmelerde kaliteyi sağlama ve geliştirme kalite kontrol bölümünün sorumluluğundadır. Kalite kontrol etkinlikleri temelde iki amaca hizmet etmektedir⁷⁸.

- Üretilen mal ve hizmetlerin kalitesinin arttırarak pazarda üstünlük sağlamak.
- Üretim maliyetlerini azaltarak verimliliği ve dolayısıyla karlılığı arttırmak.

Kalitenin mevcut yöntemlerle değil daha çok yetkin çalışmalarla kontrol altına alınması gerekliliği Toplam Kalite Yönetiminin (TKY) geliştirilmesini sağlamıştır. TKY ile süreç kontrolleri, kalite kontrol çemberleri, öneri- özendirme sistemleri gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu uygulamalar sadece kaliteyi değil üretimi iyileştirici

⁷⁴ Z.Akal, , **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi**,s.28.

⁷⁵Robert D.Buzzell, The PIMS program of Strategy Research : A Retrospective Appraisal, **Journal of Business Research**, Vol:57, 2004, pp: 478-483.

Ömer Dinçer, **a.g.e**, s.199.

⁷⁶ Z.Akal, **a.g.e**,s.29.

⁷⁷ <http://www.mpm.org.tr/verimlilik/>

özellikleri ile tüm üretim işlevlerinin etkinliğini arttıran sonuçlar yaratmaktadır. Bunlar, üretim süreçlerinin kısalması, hatalı üretimin sifıra yaklaşması, müşteri memnuniyetinin arttırılması, çalışan memnuniyeti ve işletmenin güven kazanması olarak sıralanabilir⁷⁹.

1.3.4 Yenilik

Yenilik, ürün veya üretim süreçlerindeki gelişmenin, mal veya hizmet üretim sürecine uygulanması, mevcut ürün veya üretim süreçleri için yeni kullanıcılar, yeni pazarlar bulmak olarak tanımlanmaktadır⁸⁰. İşletmelerin tüm fonksiyonlarını sürekli yenilemesi ve geliştirmesi gerekmektedir. Müşterilerine daha değişik ve yeni teknolojik ürünler sunmak, ürettikleri ürün ve hizmetleri daha düşük maliyetli, daha verimli ve kaliteli üretebilmek için yeni üretim yol ve yöntemleri bulmak ve uygulamak zorundadır. Bu nedenle yeni ürünlerin geliştirilmesi üretimlerin daha kaliteli ve düşük maliyetli olarak gerçekleştirilerek rekabet avantajı sağlamaktadır. İşletmelerde teknolojik gelişim ve değişimleri başarabilmek için araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yapılması gerekmektedir. Araştırma daha çok bilinmeyen bir teknoloji ürün ya da bilgiyi ortaya koymak, keşfetmek ve mümkünse bunları uygulayarak yaşama aktarmaktır. Geliştirme, mevcut teknoloji ya da bilgiyi yeni ürünler için üretim tekniklerine uyarlama, bilineni daha etkin ve sistematik kullanma çabasıdır. Bir işletme ne kadar yenilik yaparsa uzun sürede karlılığını ve büyüme şansını da arttıracaktır⁸¹. OECD'nin (2007) yayınladığı raporda yeniliğin ülke ekonomilerinin kıyaslanmasında kullanılan önemli göstergelerden biri olduğu belirtilmektedir. Teknoloji olanaklarından yararlanan işletmelerin faaliyet gösterdiği bir ülke ekonomisinde büyümenin kaçınılmaz olduğu belirtilmiştir⁸².

Freel ve Robson (2004) yaptıkları çalışmada işletme performansı göstergesi olarak büyümeyi, bu göstergelyi etkileyen değişkenlerden biri olarak da yeniliği kullanmaktadırlar. Çalışmada yenilik için kukla değişken (dummy variable) kullanılmaktadır. Yenilik yeni süreç (process innovation) ve yeni ürün geliştirme

⁷⁸ Z.Akal, **a.g.e**, s.232.

⁷⁹ Z.Akal, **a.g.e**, s.30.

⁸⁰ Baş, Artar, **a.g.e**,s.25 .

⁸¹ Erol Eren, **İşletmelerde Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**,s.322-323.

M.R.Ramsay, **a.g.e**, s:20, s.183.

⁸² OECD,“**Innovation and Growth: Rationale for an Innovation Strategy**”,2007.

Joseph Prokopenko, **a.g.e**,s.14

(product innovation) olarak iki boyutta incelenmektedir. İmalat sanayinde yeniliğin, işçi sayısındaki artış oranı ile pozitif ilişkisi, kısa vadede satışlardaki ve verimlilikteki artışla negatif ilişkisi olduğu, hizmet sektöründe ise pozitif ilişki saptanmaktadır.

Capon vd. (1990) yaptığı çalışmada Ar-ge giderleri /Sermaye ile performans arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Griliches (1986), imalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerde Ar-ge harcamaları ve verimlilik artışı arasındaki ilişkiyi araştırmış ve aynı yönde bir ilişkinin olduğunu saptamıştır. Çalışmada kullanılan Ar-ge göstergelerinden biri ise Ar-ge / Satışlar'dır⁸³.

Ar-Ge harcamaları bilgiye yatırım olarak düşünülebilir. Bu yüzden daha yüksek Ar-Ge harcamaları daha yüksek büyüme hızına neden olmaktadır⁸⁴.

1.3.5 İhracat

Tüm ülkeler ekonomik ve sosyal gelişmelerini gerçekleştirmek ve refah düzeylerini yükseltmek için ihracata büyük önem vermektedir. İşletmeler uluslararası pazarlara yönelerek çeşitli avantajlar elde etmektedir. Bunlar üstünlük, rekabeti koruyabilmek veya rekabetten kaçmak, vergi avantajı elde etmek, ürün yaşamını uzatmak ve karlılığı arttırmaktır.⁸⁵

- Üstünlük avantajı: İşletmelerin üstünlüğe sahip oldukları mal veya hizmetleri daha az başarılı oldukları mal veya hizmetlerle değiştirmeleridir.
- Rekabeti koruyabilmek veya rekabetten kaçmak: Uluslararası pazarlarda genişlemek yurt içindeki rekabetten kaçışın etkin yoludur.
- Vergi avantajı elde etmek: Çoğu ülke ticari teşvik amacıyla dışa açılan işletmelere vergi avantajı sağlamaktadır.
- Ürün yaşamını uzatmak: Ulusal pazarlarda önemini yitiren mal ve hizmetler ihracat ile yeni pazarlarda önem kazanabilmektedir.

⁸³ Z.Griliches, "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's ", **The American Economic Review**, 1986, pp:141-153..

⁸⁴ Meriç Ertekin: **Yenilik Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi** , (Çevrimiçi)

<http://www.mevzuatdergisi.com/2005/08a/02.htm>

⁸⁵ Ömer Akat, **Uluslararası Pazarlama Karması ve Yönetimi**, Ekin Kitabevi, s.2-3.

- Karlılığı arttırmak: Üstünlüğünü kullanan rekabetten kaçan, düşük vergi veren ve ulusal pazarlarda önemini yitirmiş mal ve hizmetlerinin yaşam süresini uzatan uluslararası şirketler iç pazarda faaliyet gösteren diğer şirketlere kıyasla karlılığını daha fazla artırırlar.

İhracat yapan işletmeler daha büyük ve rekabetin yoğun olduğu dış pazarlarda ürünlerini satma fırsatı bulabilirler. İhracat yapan işletmelerde emek verimliliğinin ve sermaye yoğunluğunun yüksek olduğu görülmektedir. Çeşitli işletme performansı göstergeleri büyüklük, satışlar, sermaye yoğunluğu ve istihdam düzeyi işletmelerin dış pazarlara açılmasında kolaylık sağlamaktadır⁸⁶. Capon vd. (1990) yaptıkları analizde ihracat ile işletme performansı arasındaki ilişkinin negatif olduğunu bulurken bunun nedenini piyasaya yeni girmek için, yüksek reklam harcamaları, yüksek sermaye yoğunluğunun gerekliliği olarak belirtmektedirler. Uygulamada toplam satışlar içindeki ihracat oranı kullanılmaktadır⁸⁷.

1.3.6 Yabancı Sermaye Oranı

Küreselleşmeyle birlikte sermayenin serbest dolaşımı artmış, ticaret serbestleşmiş ve tüketici alışkanlıklarında benzerlikler görülmeye başlamıştır. Bu gelişmeler sonucunda ülke pazarları arasındaki sınırlar neredeyse tamamen ortadan kalkarak, tek bir dünya pazarı oluşmuş ve işletmeler de bu pazardan pay kapmak için, birbirleriyle kıyasıya rekabet etmeye ve daha kaliteli ürünleri daha ucuza üretebilmenin yollarını aramaya başlamışlardır.

Gelişmiş ülkeler rekabet güçlerini artırmada gerekli olan daha ucuz işgücü, daha ucuz hammadde, daha uygun yasal düzenlemeler ve vergilendirme sistemini ve şartlarını elde edebilmek için sermaye ve teknoloji transferi yoluna gitmektedir.

⁸⁶ A.E.Isgut, "What's Different About Exporters? Evidence from Colombian Manufacturing", The **Journal of Development Studies** , Vol:37, No:5, June 2001, pp:57-82.

⁸⁷ L.Jooh,D. Blevins, "Profitability and Sales Growth in Industrialized Versus Newly Industrializing Countries", **Management International Review**, Vol:30, No:1, 1990 ,pp. 91 . M.Hsu, B.Lon Chen," Labour Productivity of Small and Large Manufacturing Firms:The Case of Taiwan" , **Contemporary Economic Policy**, Vol:18, No:3, July 2000, pp. 270 –284 .

Gelişmekte olan ülkelerdeki sermaye ve teknoloji yetersizliği ise yabancı sermaye için uygun bir ortam hazırlamaktadır⁸⁸.

Yabancı sermaye oranının, verimlilik üzerinde etkisi olduğu ileri sürülmektedir⁸⁹. Yabancı sermayeli işletmelerin yüksek sermaye yoğunluğu ve kaliteli işgücünü kullanma avantajlarına sahip oldukları için daha verimli oldukları iddia edilmektedir⁹⁰.

1.3.7 Finansal Oranlar

Finansal performans göstergeleri geleneksel performans ölçüm ve denetiminin temelini oluşturmaktadır. Genelde finansal oran analizleri olarak bilinen bu yöntemde kullanılan göstergeler işletmelerin finansal tablolarında yer alan kalemler arasındaki ilişkilerin incelenmesini sağlamaktadır. Finansal analizde temel amaç karar vericilere işletmenin finansal durumu ve gelişimi ile ilgili gerekli bilgi aktarımı sağlamaktır⁹¹. Finansal oranlar; likidite oranları, finansal yapı oranları faaliyet oranları ve karlılık oranları olarak 4 genel başlık altında toplanmaktadır⁹². Karlılığı ölçmede kullanılan karlılık oranları; likidite, faaliyet oranları, finansal yapı oranlarının faaliyet sonuçları üzerindeki birleşik etkisini göstermektedir⁹³.

1.3.7.1 Likidite Oranları

Likidite oranları, işletmenin kısa vadeli borçlarını geri ödeme yeteneğini saptamakta kullanılmaktadır. İşletmenin kısa vadeli borçlarını geri ödemede kullandığı kaynaklar dönen varlıklardır. Bu nedenle oranlar dönen varlıkların kısa vadeli borçlara oranlanmasıyla bulunmaktadır⁹⁴. Dönen varlıklar, işletmenin nakit olarak elinde tuttuğu ve nakite çevrilebilir değerleri ile bir yıldan kısa vadeli alacaklar ve stok

⁸⁸ Suna Oksay

<http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/TanitimKoordinasyonDb/cokulussayi8.doc>

⁸⁹ Negatif etki için bkz. R. Andrew, "Multinationals, Linkages and Economic Development", **American Economic Review**, Vol:86, No:4, 1996, pp. 852-873.

Pozitif etki için bkz., M.Haddad, A.Harrison, "Are The Positive Spillovers from Direct Foreign Investment? Evidence from Panel Data for Morocco", **Journal of Development Economics**, Vol:42, 1993, No:1, pp. 51-75.

⁹⁰ N.Oulton, "Labour Productivity and Foreign Ownership in The UK", (Çevrimiçi) www.niesr.ac.uk/pubs/dps/dp143.pdf, pp. 2.

⁹¹ Z.Akal, **a.g.e**, s.172.

⁹² İlknur Yavuz, **a.g.e**, s. 19.

Karlılık oranları için bkz. Bölüm 1.1.1

⁹³ Eugene F.Brigham, çev. Özdemir Akmut, Halil Sarıaslan, **a.g.e**, s.277.

⁹⁴ Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, Türkmen Kitabevi, 2003, s.35.

kalemlerini kapsamaktadır. Bu nedenle işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmede dönen varlıklar ve kısa vadeli borçlar arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekmektedir. Uzun sürede işletmenin yükümlülüklerini karşılama gücü ise karına ve borçluluk derecesine bağlı olmaktadır⁹⁵.İşletmenin ödeme gücünün analizinde Cari Oran, Asit-Test Oranı ve Nakit Oranı olmak üzere üç temel orandan yararlanılmaktadır⁹⁶.

1.3.7.1.1 Cari Oran

İşletmenin ilgili dönemdeki mali gücünü gösteren oran, dönen varlıkların kısa vadeli borçlara oranlanmasıyla bulunmaktadır. Oranın hesaplanmasındaki amaç işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmek ve çalışma sermayesinin yeterli olup olmadığını saptayabilmektir. Çalışma sermayesi, dönen varlıklarla kısa vadeli borçlar arasındaki farkı göstermektedir, başka bir ifadeyle işletmenin kısa vadeli borçlarını ödedikten sonra kalan işletme sermayesi tutarıdır. Çalışma sermayesi tutarı tek başına işletmenin borç ödeme gücünü göstermemekte , bu nedenle cari oran daha iyi bir gösterge olarak kabul edilmektedir.⁹⁷

Cari oranın birden büyük olması, işletmenin ödeme gücünün emniyet marjı olarak görülmektedir. Cari oranın 2 olması ise yeterli görülmektedir. Ancak bu durum işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünün yeterli olduğunu göstermemektedir. Örneğin, cari oranı küçük olsa dahi stok devir hızı ile alacak devir hızı yüksek olan bir işletme borçlarını kolaylıkla ödeyebilmektedir. Diğer taraftan dönen varlık unsurları içinde hazır değerleri ile süratle paraya çevrilebilir değerleri fazla olan işletmeler, dönen varlıklarının büyük bir kısmı stoklardan oluşan işletmelere kıyasla borçlarını daha kolay ödeyebilmektedir⁹⁸.

⁹⁵ Akgüç , **a.g.e** , s.21 .

⁹⁶ Akdoğan,Tenker , **a.g.e**, s .611 .

⁹⁷ Akgüç , **a.g.e** ,s.22

E.Brigham,L.C.Gapenski, **Intermediate Management Financial Management**,5.baskı,.A.B.D, Dryden Press, s.623.

⁹⁸ Akdoğan Nalan,Tenker Nejat, **a.g.e**,s.612 .

Atilla Gönenli, **İşletmelerde Finansal Yönetim**, İstanbul Matbaası, İstanbul 1978, s.57

1.3.7.1.2 Asit Test Oranı

Likidite oranı olarak da bilinen oran, dönen varlıklardan stoklar, diğer dönen varlıklar ve açılan akreditifler çıkarıldıktan sonra bulunan dönen varlıkların kısa vadeli borçlara oranlanması ile bulunmaktadır⁹⁹.

$$\text{Asit Test Oranı} = \frac{\text{Kasa} + \text{Bankalar} + \text{Menkul Kıymetler} + \text{Kısa Vadeli Alacaklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Oran işletmenin her 1 YTL için ne kadar süratle paraya çevrilebilir likit dönen varlığı olduğunu göstermektedir¹⁰⁰.

1.3.7.1.3 Nakit Oranı

Nakit oranı işletmenin alacaklarını tahsil edememesi ve elindeki stokları paraya çevirememesi durumundaki borç ödeme yeteneğinin göstermektedir.

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

Oranın 0.20'nin altına düşmemesi genel bir kural olarak kabul edilmekte ancak karar verilirken işletme alacaklarının ve stoklarının niteliğine de bakılması gerekmektedir. Stoklar kolayca paraya dönüştürülür ve borçlular da güvenilir ise oranın 0.20'nin altında olması önemli olmamaktadır¹⁰¹.

1.3.7.2 Mali (Finansal) Yapı Oranları

İşletmelerin uzun vadeli borçlarını ödeme gücünün belirlenmesinde sermaye yapısına ilişkin bilgi veren mali yapı oranları kullanılmaktadır. İşletmenin sermaye yapısı, işletmelerin kar oranını, risk derecesini ve likiditesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle mali yapı oranları işletme performansı açısından anlamlı olmaktadır.¹⁰²

⁹⁹ Niyazi Berk, **a.g.e**,s.36.

¹⁰⁰ Akdoğan Nalan, Tenker Nejat, **a.g.e**,s.613.

¹⁰¹ Niyazi Berk, **a.g.e**,s.37.

¹⁰² Z. Akal , **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi**,s.173

1.3.7.2.1 Borçların Aktif Toplamına Oranı

Toplam borçların aktif toplamına oranı (kaldıraç oranı), aktiflerin yüzde kaçının borçlarla finanse edildiğini göstermektedir. Oranın yüksek olması kredi verenler açısından işletmenin faiz ve anapara taksitlerini ödeyememe riskini göstermektedir. Kredi verenler oranın küçük olmasını, ortaklar ise oranın belirli bir düzeye kadar yüksek olmasını istemektedir¹⁰³. Oranın büyük olması öz sermayeye oranla, borçlardan daha fazla yararlanıldığını göstermektedir. Bu durum işletme sahiplerine, az bir sermaye ile geniş kaynakları kullanma olanağı vererek finansal kaldıraçın etkisi ile işletme karlılığını artırıp işletme sahiplerinin daha fazla kar payı almalarına olanak vermektedir¹⁰⁴.

1.3.7.2.2 Öz Sermayenin Aktif Toplamına Oranı

Bu oran işletme kaynaklarının yüzde kaçının işletme sahipleri tarafından sağlandığını ve işletmenin uzun vadeli borç ödeme gücünü göstermektedir. Öz sermayenin toplam kaynaklar içindeki payının yüksek olması uzun süreli kredi verenlere işletmenin gücünü göstermektedir. Uzun dönemde işletme yükümlülüklerini yerine getirmese dahi mali yönden zor duruma düşme olasılığının az olduğunu göstermektedir¹⁰⁵. Normal koşullarda öz sermayenin aktif toplamına oranının % 50'nin altına düşmemesi hedeflenmektedir¹⁰⁶.

1.3.7.2.3 Borç Öz Sermaye Oranı

Borçlanma katsayısı olarak da bilinen oran, işletmenin borçlanma yoluyla sağladığı yabancı kaynak ile işletme sahiplerinin kattığı sermaye arasındaki ilişkiyi oransal olarak göstermektedir. Oran, işletmenin mali bağımsızlık derecesini göstermekte, birden büyük olması kredi verenlerin işletme sahiplerine kıyasla o işletmeye daha fazla yatırımda bulunmuş olduğu anlamına gelmektedir. Aynı zamanda işletmenin ağır bir faiz yükü altında bulunduğunu ve alacaklıların kar marjının düşük olduğunu da göstergesidir. Borç / Aktif Toplamı, Öz Sermaye / Aktif Toplamı, Borç / Öz

¹⁰³E.F.Brigham, M.C.Ehrhardt, **Financial Management Theory and Practice**, A.B.D, Thomson South Western, , 2002,s.80.

Akdoğan Nalan,Tenker Nejat,**a.g.e** s.618.

¹⁰⁴ Akgüç,**a.g.e**, s.30-31 .

¹⁰⁵ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 619 .

¹⁰⁶ Akgüç, **a.g.e**, 35-36 .

Sermaye oranları birbiriyle ilişkilidir ve aynı durumu farklı şekillerde göstermektedirler. Analizlerde bu oranlardan yalnız birinin kullanılmasıyla da aynı sonuçlara ulaşmak mümkün olmaktadır.¹⁰⁷

1.3.7.2.4 Kısa Vadeli Borçların Kaynaklar Toplamına Oranı

Kısa vadeli borçların toplam finansman kaynaklarına (Borç + Öz Sermaye) veya aktif toplamına oranı, işletmenin iktisadi varlıklarının (aktif değerlerin) yüzde kaçının kısa vadeli borçlarla finanse ettiğini göstermektedir. Oranın yüksek olması, aktiflerin büyük bölümünün kısa vadeli yabancı kaynaklarla finanse edilmiş olduğunu göstermektedir. Genelde üretim yapan işletmelerde, oranın 0.30 'dan fazla olmaması uygun görülmektedir¹⁰⁸.

1.3.7.2.5 Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı

Oran işletmenin vade yapısı hakkında bilgi vermektedir. Kısa vadeli borçların toplam borç içindeki payının yüksek olması ana para ve faizlerinin ödenmesinde sorun olabileceğini göstermektedir. Dönen varlıkları yüksek, emek yoğun teknoloji kullanan işletmelerde bu oran yüksek, buna karşılık daha çok duran varlıklara yatırım yapmış, sermaye yoğun teknoloji kullanan işletmelerde ise düşük olmaktadır.¹⁰⁹

1.3.7.2.6 Maddi Duran Varlıkların Öz Sermayeye Oranı

Arazi, arsa, bina, makine teçhizat, taşıt gibi maddi duran varlıkların ne ölçüde öz sermaye ile finanse edildiğinin saptanmasında kullanılan orandır. Oranın 1'den küçük olması maddi duran varlıkların tamamının öz sermaye ile finanse edildiğini göstermektedir¹¹⁰.

1.3.7.3 Faaliyet Oranları

Faaliyet oranları, bilanço kalemleri ile gelir tablosu kalemleri (genellikle satışlar) arasındaki ilişkiye dayanmakta ve çeşitli varlıkların geri dönme çabukluğunu ortaya

¹⁰⁷ Akgüç, a.e, s.35 .

¹⁰⁸ Akdoğan, Tenker, a.g.e, s. 621 .

¹⁰⁹ Akgüç,a.g.e, s.36-37 .

koymaktadır. Likidite oranlarının tek başına incelenmesi, işletmenin gerçek nakit yaratma gücü hakkında bilgi vermemektedir. Faaliyet oranlarının incelenmesi ile yatırım kapasitesinden yeterince yararlanılıp yararlanılmadığı, stoklara yapılan yatırımın uygunluğu, müşterilere tanınan ödeme sürelerine uyulup uyulmadığı gibi durumlara açıklık getirilmektedir. Bu amaçla alacaklar, stoklar ve toplam varlıklarla ilgili çeşitli oranlar oluşturulmaktadır¹¹¹. Hesaplanan oranlar işletmenin faaliyetlerinde kullandığı varlıklarını verimli kullanıp kullanmadığının göstergeleridir¹¹².

1.3.7.3.1 Alacak Devir Hızı

Belirli bir dönemdeki kredili satışlar tutarının hesap dönemi sonundaki ticari alacaklar tutarına veya aylık ortalama ticari alacaklar tutarına oranlanması ile bulunmaktadır. Oran işletmenin likidite durumunun ölçülmesinde yararlanılan tamamlayıcı oranlardan birisidir. Yüksek devir hızı alacakların zamanında tahsil edilebildiğini göstermektedir¹¹³.

1.3.7.3.2 Stok Devir Hızı

Stok devir hızı stokların likiditesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Satılan mal maliyetinin ortalama stoklara bölünmesi ile hesaplanan oran, yatırımların getirisi ile doğrudan ilgilidir. Stok devir hızının artması işletmenin stok yönetiminin daha çok etkinlik kazandığını göstermektedir. Bu durum işletme stoklarının sık sık tükenmesinin bir sonucu da olabilmektedir. Oran stokların satışlar yoluyla alacaklara dönüşüm hızı hakkında bilgi vermektedir¹¹⁴. Stok devir oranının düzeyi ile kar oluşumu arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır¹¹⁵. Çünkü stok devir hızı artan işletme, stoklara daha az kaynak bağlayacak ve daha etkili bir rekabet olanağına sahip olacaktır.

¹¹⁰ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 622-623.

¹¹¹ E.F.Brigham, M.C.Ehrhardt, **Financial Management Theory and Practice**, s.77.

Niyazi Berk, **a.g.e**, s.39-40.

¹¹² Zühal Akal, **a.g.e**, s.176

¹¹³ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 628.

¹¹⁴ Niyazi Berk, **a.g.e**, s.42-43.

¹¹⁵ Zühal Akal, **a.g.e**, s.177

1.3.7.3.3 Dönen Varlık Devir Hızı

Net satışların ortalama dönen varlıklara oranlanmasıyla hesaplanan oranın yüksek olması dönen varlıkların verimliliğinin de yüksek olduğunu göstermektedir. Yüksek karlılıkla birlikte yüksek devir hızı işletmenin verimliliğini de artırarak iyi bir performans tutturduğunu göstermektedir¹¹⁶

1.3.7.3.4 Maddi Duran Varlık Devir Hızı

Net satış tutarının maddi duran varlıklara oranı, işletmedeki duran varlıkların verimliliğini ve duran varlıklara yapılan yatırımın uygunluğunu belirtmektedir. Diğer bir ifadeyle oran işletmede atıl kapasite olup olmadığını araştırmak için kullanılmaktadır. Bu oranın benzer işletmelere kıyasla düşük olması işletmenin atıl kapasite ile çalıştığını, yüksek olması ise işletmede kapasite kullanımının yükseldiği anlamına gelmektedir¹¹⁷.

1.3.7.3.5 Aktif Devir Hızı

Aktif devir hızı, net satışların toplam aktiflere bölünmesi ile elde edilmektedir. İşletmenin sahip olduğu tüm varlıkların verimliliğinin ölçümünde kullanılan oranın düşük olması işletmenin tam kapasite ile çalışmadığını göstermektedir¹¹⁸. Oranın yüksek olması işletmelerde verimliliği ve karlılığı olumlu yönde etkilemektedir. İşletme diğer koşullar aynı kalmak şartıyla aktif devir hızını arttırmak yoluyla öz sermaye karlılığını arttırabilmektedir¹¹⁹.

1.3.7.3.6 Öz Sermaye Devir Hızı

Öz sermayenin verimliliğini gösteren oran net satış tutarının ortalama öz sermayeye bölünmesi ile elde edilmektedir. Oranın yüksek olması işletme öz sermayesinin çok ekonomik ve verimli bir biçimde kullanıldığı anlamına gelmektedir. Ancak oranın

¹¹⁶ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 632.

¹¹⁷ Akgüç, **a.g.e**, s. 56-57.

E.Brigham,L.C.Gapenski, **Intermediate Management Financial Management**,s.626.

¹¹⁸ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 633.

¹¹⁹ Akgüç, **a.g.e**, s.57-58

normalin çok üstünde olması, işletme öz sermayesinin yetersiz olduğunu ve önemli ölçüde yabancı kaynaklardan yararlandığını göstermektedir¹²⁰.

Çalışmanın amacı işletme performansını etkileyen faktörlerin incelenmesini kapsamaktadır. Birden fazla performans göstergesi ile performansı etkileyen birden fazla faktör arasındaki ilişkiyi incelemek için çok değişkenli bağımlı yöntemlerden birinin kullanılması gerekmektedir. Analiz yöntemi olarak birden fazla göstergeyle ölçülebilen değişkenlerin de analiz edilebilmesini ve birden fazla değişkenin eş zamanlı olarak incelenmesini sağlayan Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) tercih edilmiştir. Yöntem çoklu bağımlı ilişkilerin tek bir modelde ve karmaşık ilişkilerin aynı anda analiz edilebilmesini sağlamaktadır.

¹²⁰ Akdoğan, Tenker, **a.g.e**, s. 634.

2 YAPISAL EŞİTLİK MODELİ

2.1 Yapısal Eşitlik Modelinin Tanımı

Çok sayıda değişkenin, eş zamanlı olarak incelenmesi çok değişkenli istatistik yöntemler yardımıyla gerçekleştirilmektedir¹²¹. Bu yöntemler, değişken grupları arasındaki karşılıklı ilişkileri ölçme ve açıklama olanağı vermektedir¹²². Çoklu Regresyon Analizi, Diskriminant Analizi gibi tek bağımlı değişkenli çok değişkenli yöntemler sadece tek bir ilişkiyi analiz etmektedir. Buna paralel birden fazla bağımlı değişkenli, MANOVA, Kanonik Korelasyon analizi gibi yöntemler de, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki tek bir ilişkiyi ortaya çıkarmaktadır¹²³. Yapısal Eşitlik Modeli-YEM (Structural Equation Modeling) ise diğer çok değişkenli yöntemlerden farklı olarak gözlenen ve/veya gözlenemeyen (gizli değişken) birden fazla bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki nedensel ilişkileri ortaya çıkarmaktadır¹²⁴.

YEM, Nedensel Modelleme (Causal Modeling), Nedensel Analiz (Causal Analysis), Eşanlı Denklem Sistemi Modelleme (Simultaneous Equation Modeling), Kovaryans Yapı Analizi (Covariance Structures Analysis) olarak da tanımlanmaktadır¹²⁵.

YEM gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için kullanılan diğer yöntemlerde olduğu gibi, teorik modelin hipotezinin nicel testlerle sınanmasını sağlamaktadır. Çeşitli teorik modellerin test edilmesinin yanı sıra, Doğrulayıcı Faktör Analizi (Confirmatory Factor Analysis-DFA) ile gizli değişkenler arasındaki ilişkileri ve değişken setlerinin gizli değişkenleri tanımlamada yeterli olup olmadığını da ortaya koymaktadır¹²⁶. YEM' de gözlenebilen (observable) ve gözlenemeyen (unobservable) değişkenler kullanılabilir. Gözlenemeyen değişkenler gizli değişken (latent variable) olarak tanımlanmaktadır. Gizli değişken doğrudan

¹²¹ J. Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **Multivariate Data Analysis**, 5.baskı, New Jersey, Prentice Hall, 1998, s. 6.

¹²²R. Gatty, **Multivariate Analysis for Marketing Research: An Evaluation Applied Statistics**, Vol:15, No:3, 1966, pp.157.

¹²³ J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **a.g.e**, pp. 578.

¹²⁴ Neil H., Timm, **Applied Multivariate Analysis**, A.B.D, Springer,2002,s.557.

¹²⁵ B.Tabachnick, L.Fidell, **Using Multivariate Statistics**, A.B.D, 3.baskı, Harper Collins, 1996, s. 709.

¹²⁶ Randall E.Schumacker, **Beginner's Guide to Structural Equation Modeling**, A.B.D, Lawrence Erlbaum Associates, 2004, s.2 .

ölçülemeyen ancak bir veya birden fazla gözlenen değişken¹²⁷ ile temsil edilebilen değişken olarak ifade edilmektedir. Örneğin, tüketicinin ürün alma davranışı kesin olarak ölçülememekte, ancak tüketiciye sorulacak sorularla değerlendirilebilmektedir.¹²⁸ IQ testinin sonucu, zeka gizli değişkenini temsil etmek için kullanılabilir. Bireylerin sağlık durumu gizli bir değişken, kan basıncı, kolesterol düzeyi, kilo gibi değişkenler ise sağlık durumunu tanımlayabilmektedir.¹²⁹

YEM' in diğer çok değişkenli yöntemlerden farkı, gözlenen değişkenlerin yanı sıra gizli değişkenler arasındaki ilişkilerin de test ve tahmin edilmesini sağlamasıdır. Diğer genel doğrusal modellerle (General Linear Model) karşılaştırıldığında gizli değişkenler belki yalnızca bir ölçü ile gösterilebilmekte ancak ölçüm hataları (measurement error) modellenememektedir. YEM 'de birden fazla gösterge kullanılarak gizli değişkenler temsil edilmekte ve belirleme hatası (specification error) ölçülebilmektedir. Bu farklılık, gizli değişkenlerin geçerliliğine karar verilmesine olanak sağlamaktadır¹³⁰.

Gizli ve gözlenen değişkenler analizde bağımlı veya bağımsız değişken olarak kullanılabilir. Örneğin öğrencinin sosyal yapısının (bağımsız gizli değişken), okuldaki başarı düzeyini (bağımlı gizli değişken) etkilemesi, müşteri memnuniyetinin (bağımsız gizli değişken), satışları (bağımlı gözlenen değişken) arttırması gibi.

YEM' in temel amacı, teorik modelin örnek veri tarafından desteklenip desteklenmediğini araştırmaktır. Örnek veri seti teorik modeli destekliyorsa, daha karmaşık teorik modelin hipotezinin sınanabilmesine olanak vermektedir. Desteklemiyorsa, orijinal model düzeltilerek (modified) test edilebilir veya diğer teorik modeller geliştirilerek test edilebilir. Sonuç olarak YEM, teorik modelleri test ederek, gizli değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır¹³¹.

YEM, regresyon analizi ve faktör analizinin bileşik bir uzantısıdır ve regresyon analizi varsayımlarını temel almaktadır. Araştırmacı hangi bağımsız değişkenin

¹²⁷ Genelde gizli değişkenleri ölçmek için kullanılan gözlenen değişkenler "gösterge" (indicator) olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle ilerleyen kısımlarda gösterge ifadesi kullanılacaktır.

¹²⁸ J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.581.

¹²⁹ Randall E.Schumacker, **a.g.e.**, pp.3

¹³⁰ R.Weston, P.Gore, A Brief Guide To Structural Equation Model, **The Counseling Psychologist**, Vol:34, 2006 pp. 719-751

bağımlı değişkeni daha iyi açıkladığının yanı sıra hangi bağımsız değişkenin tahminlerde daha önemli olduğunu da bilmek durumundadır. Regresyon analizi bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki göreceli ilişkiyi ortaya koymaktadır. YEM regresyon analizinin sağladığı tüm bilgileri vermekle beraber, bağımsız değişkenler ile birden fazla bağımlı değişken arasındaki ilişkiler hakkında da bilgi vermektedir¹³². YEM ise çoklu bağımlı ilişkilerin tek bir modelde analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu durum, karmaşık ilişkilerin aynı anda analiz edilebilmesine olanak vermektedir. Özellikle, bir bağımlı değişken, daha sonraki fonksiyonda bağımsız değişken durumuna geçiyorsa YEM kullanılmaktadır¹³³. Regresyon analizi, Yol Analizi (Path Analysis), Doğrulayıcı Faktör Analizinin geliştirilmesi YEM' nin ortaya çıkmasına öncülük etmiştir¹³⁴.

2.2 Yapısal Eşitlik Modelinin Gelişimi

YEM, geleneksel iki istatistik yaklaşımının geliştirilmesiyle ortaya çıkan bir yöntemdir. Birincisi, psikometri ve psikoloji disiplinlerinde faktör analizinin geliştirilmesi, ikincisi ise ekonometride eşanlı denklem sistemlerinin kullanılmaya başlanmasıdır¹³⁵. Daha önce belirtildiği gibi YEM, Regresyon Analizi, Yol ve Doğrulayıcı Faktör analizlerinin geliştirilmesiyle şekillenmiş bir modeldir.

Doğrusal regresyon modelinin temeli, Karl Pearson'ın (1896) korelasyon katsayısının formülünü geliştirmesine dayanmaktadır. Regresyon analizi, herhangi bir değişkenin bir veya birden fazla değişkenle arasındaki ilişkinin matematik fonksiyon şeklinde yazılmasıdır¹³⁶.

Spearman (1904,1927), hangi değişkenler arasında ilişki olduğunu veya hangi değişkenlerin birlikte hareket ettiğini belirleyerek faktör modelinin temelini atmıştır. Spearman, faktör analizi tanımını ilk kez zekanın teorisini iki faktörlü gizli değişken (a two factor construct) ile incelediği çalışmasında ortaya koymuştur. Lawley ve Thurstone (1940) değişken setlerini (sets of items) kullanarak, gizli değişkenleri,

¹³¹ Randall E.Schumacker, **a.g.e**, s.3-4.

¹³² Geoffrey M. Maruyama, **Basics of Structural Equation Modeling**, A.B.D, Sage Publication, 1998,s.22.

¹³³J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **Multivariate Data Analysis**, s.578.586.

¹³⁴ Randall E.Schumacker, **a.g.e**, s.3.

¹³⁵David Kaplan, **Structural Equation Modeling Foundations and Extensions**, Sage Publications,A.B.D ,2000,s.1.

¹³⁶ Daha fazla bilgi için bkz. Neyran Orhunbilge, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**,2.Baskı,İ.Ü. Basım,İstanbul 2002.

göstergeleri kullanarak modellerine dahil etmişler ve böylece faktor analizi uygulamalarını geliştirmişlerdir.

Teorik gizli değişkenlerin varlığını test eden Doğrulayıcı Faktör Analizi, Howe (1955), Anderson & Rubin (1956) ve Lawley (1958) tarafından geliştirilmiştir. Jöreskog 1960 'da başladığı çalışmasında, değişken setlerinin gizli değişkenleri tanımlayıp tanımlamadığını test etmiş ve çalışmasını geliştirerek 1969 yayınladığı makalesiyle, ilk doğrulayıcı faktör analizi paket programının geliştirilmesine öncülük etmiştir¹³⁷.

Jöreskog & Lawley (1968), Lawley (1958,1967) ve Lawley & Maxwell (1971) yaptıkları çalışmalarla, belirlenmiş faktörlerin test edilmesini sağlayan En Yüksek Olabilirlik (Maximum Likelihood) yaklaşımını geliştirmişlerdir. En Yüksek Olabilirlik fonksiyonunun minimizasyonu, N-1 serbestlik derecesinde Ki-kare dağılımı göstermekte ve veri setinin model için uygunluğunun test edilmesini sağlamaktadır¹³⁸.

Yol modelinin temeli 1920'li yılların başında genetikçi Sewell Wright tarafından atılmıştır. Ebeveynlerin genetik yapısının, sahip oldukları çocukların genetik yapısını nasıl etkilediğini, eşanlı denklemleri çözmeye çalışarak araştırmıştır. Wright çalışmasında (1918,1921,1934) ilk kez tam olarak "yol analizini" uygulamış ve aynı zamanda modeldeki denklemlerden, doğrudan etki, dolaylı etki ve toplam etkilerinin nasıl tahmin edileceğini de ortaya çıkarmıştır¹³⁹.

¹³⁷ C.Spearman, "General Intelligence, Objectively Determined and Measured", **American Journal of Psychology**, Vol:15, 1904, pp201-293.

D.N Lawley,, The Estimation of Factor Loadings by the Method of Maximum Likelihood, **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh**, Vol:60,1940,pp.64-82.

Randall E, Schumacker, **a.g.e**, s.5

D.N.Lawley,"Estimation in Factor Analysis under Various Initial Assumptions", **British Journal of Statistical Psychology**, Vol:11,1958,pp.1-12.

¹³⁸ K.G.Joreskog, D.N.Lawley, New Methods in Maximum Likelihood Factor Analysis, **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, Vol:21,1968, pp.85-96.

K.G.Joreskog," A General Approach to Confirmatory Maximum Likelihood Factor Analysis, **Psychometrica**, Vol:32,1969, pp.443-482.

D.Kaplan,**a.g.e**,s.3.

¹³⁹ S.Wright, "On the Nature of Size Factors",**Genetics**, Vol:3,1918, pp.367-374.

S.Wright,"Correlation and Causation, **Journal of Agricultural Research**, Vol:20, 1921, pp.557-585.

Yol analizi, sosyal bilimlerde 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Blalock (1964) ve Duncan (1966)'ın yaptığı çalışmalar ile yol analizi sosyal bilimlerde popüler olmaya başlamıştır. Çalışmada bireylerin eğitim ve iş hayatındaki başarısını etkileyen faktörleri araştırmak için açıklayıcı değişken olarak, geçmişteki akademik başarı, ailenin sosyal sınıfı ve sosyal destek değişkenleri, bağımlı değişken olarak, eğitim yeteneği (eğitim süresi, alınan dereceler) ve iş statüsü değişkenleri kullanılmıştır. Yol analizinde parametreler, denklem sistemlerinin doğrusal cebir (linear algebra) doğrusal eşanlı denklemler (simultaneous equation) yöntemiyle veya çoklu regresyon analizinin kullanılmasıyla tahmin edilmektedir.¹⁴⁰

Yapılan çalışmalar, YEM' inin geliştirilmesine temel olmuş ve YEM yol modeli ve doğrulayıcı faktör analizinin birleşimden oluşan ve gözlenen ile gizli değişkenlerinde kullanılabilirdiği bir model olarak ortaya çıkmıştır. YEM' ne Karl Jöreskog (1973), Ward Keesling (1972) ve David Wiley' in (1973) çalışmaları yön vermiş ve 1973 'de İlk LISREL (Linear Structural Relations Model) paket programının oluşturulmasını sağlamışlardır. YEM için geliştirilen ilk paket program LISREL olmakla birlikte 1980' li yılların ortalarında yeni paket programlar geliştirilmiştir. Bunlar içinde en yaygın kullanımı olanlar ise EQS ve AMOS programlarıdır¹⁴¹.

YEM, Jöreskog (1973) tarafından, iki bölüme ayrılmıştır¹⁴².

- Ölçüm Modeli (Measurement Model)
- Yapısal Model (Structural Model)

Ölçüm modeli, gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki ilişkinin ölçülmesini sağlamaktadır. Ölçüm modeli doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmektedir. Analizde varsayılan faktörler (hypothesized factor) gizli değişken olarak ifade edilmektedir. Araştırmacı tarafından belirlenen gözlenen değişkenler (göstergeler), gizli değişkenlerin ölçüm modelinde tanımlanmasını sağlamaktadır.

S.Wright, The Method of Path Coefficient, **Annals of Mathematical Statistics**, Vol:5,1934, pp.161-215.

G.Maruyama, **a.g.e**, s.16.

¹⁴⁰ O.D.Duncan, Path Analysis:Sociological Examples, American **Journal of Sociology**, Vol:72,1966, pp.1-16.

G.. Maruyama, **a.g.e**, s.17.

¹⁴¹ Schumacker, Randall E, **a.g.e**, s.5-6.

¹⁴² Kaplan D., **a.g.e**, s.5.

J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **a.g.e**, s.17.

Yapısal model, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkaran yol modelini içermektedir. Teori ve önceki deneyimlerden hareketle, bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılabilmektedir.¹⁴³. Yapısal model, değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkisini eşanlı denklem sistemlerini kullanarak gerçekleştirmektedir. Model parametrelerinin tahmini, en yüksek olabilirlik yöntemi kullanılarak yapılmaktadır. Gözlenen değişkenlere ait ölçüm hatasının olmadığı varsayımı altında teorik model eşanlı denklemler şekline dönüşmektedir.

Ölçüm Modeli ve Yapısal Model birlikte düşünüldüğünde bu modele “tam yapısal model” (full model) adı verilmektedir.

YEM’ beş adımda gerçekleştirilmektedir¹⁴⁴.

1. Model Belirleme (Model Specification)
2. Model Tanımlama (Model Identification)
3. Model Tahmini (Model Estimation)
4. Modelin Uygunluğunun Test edilmesi (Testing Model Fit)
5. Modelin Düzeltmesi (Model Manipulation-Modification)

Yukarıda belirtilen beş adımı içeren YEM’ inin uygulama aşamaları, Şekil 2-1 ‘de gösterilmektedir¹⁴⁵.

¹⁴³ J.Hair,R. Anderson, R.Tatham, W. Black,**a.g.e**, s.17

¹⁴⁴ Randall E.Schumacker, **a.g.e**, s.61 .

(Çevrimiçi) <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/path/SEMwebpage.htm>

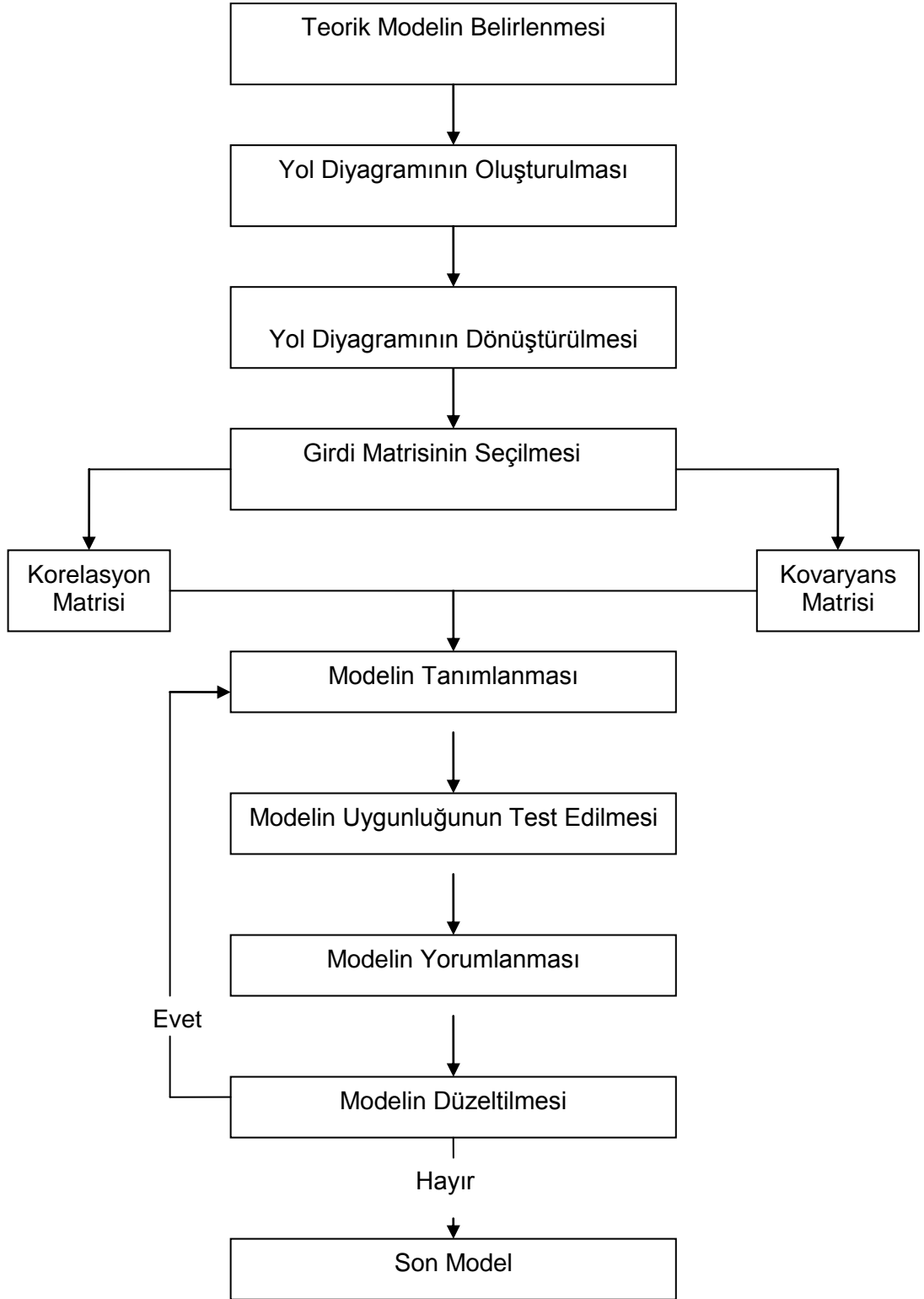
Bazı kaynaklarda model tanımlama, model belirleme veya model tahmini aşamaları içerisinde gösterilmektedir.

Belirtilen beş temel aşama bazı kaynaklarda doğrulayıcı faktör analizi ve yol analizi için ayrı ayrı incelenmektedir. Çalışmada her bir aşama tek başlık altında DFA ve Yol analizi için ayrı ayrı incelenecektir

¹⁴⁵ J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **Multivariate Data Analysis with Readings**,s.436.

Kaplan D.,**a.g.e**,s.8.

Şekil 2-1Yapısal Eşitlik Modelinin Aşamaları



Daha önce belirtildiği gibi YEM analizinin temelini oluşturan regresyon analizi tek bağımlı ve bir veya birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemekte¹⁴⁶ ve analizde sadece gözlenen değişkenler kullanılabilir. Yol modelinde de sadece gözlenen değişkenler kullanılmakta, ancak birden fazla bağımlı ve birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkinin incelenmesine olanak vermektedir. Bu nedenle yol modeli, regresyon analizine oranla daha karmaşık modellerin test edilmesini sağlamaktadır¹⁴⁷.

1970'li yıllarda geliştirilen YEM'i yaygın kullanım nedeniyle günümüzde de yeni eklentilerle sürekli geliştirilen bir model olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni tahmin modelleriyle, iki şıklı değişkenler (dichotomous), ordinal ölçekli kategorik değişkenler (ordered-categorical) ve sürekli değişkenlerden (continuous variables) oluşan normal olmayan (non-normal distribution) dağılımlara ait parametrelerin tahminine de olanak vermektedir. Ayrıca YEM, gelişme eğrisi (growth curve) parametrelerinin tahmininde kullanılan tekrarlı veriyi (longitudinal data) de içeren çok düzeyli veri (multilevel data) için de kullanılabilir¹⁴⁸.

2.3 Modelin Varsayımları

Diğer çok değişkenli yöntemlerde de geçerli olan üç temel varsayım YEM'de de geçerli olmaktadır. Bu varsayımlar; gözlemlerin bağımsızlığı (independent observations), birimlerin tesadüfi örnekleme yoluyla seçilmesi (random sampling) , tüm ilişkilerin doğrusal olmasıdır (linearity of all relationships). Ayrıca YEM, verinin dağılımına da duyarlı bir yöntemdir. Çoklu normalliğin sağlanması gerekmekte, verinin oldukça basık (kurtosis) veya asimetric (skewness) olmasına karşı yöntem duyarlı olmaktadır. Alternatif tahmin yöntemlerinden biri olan Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (Generalized Least Square) yaklaşımı çoklu normallikten sapmayı düzeltebilmekte, ancak bu yöntemin karmaşıklığı nedeniyle uygulanması güç olmaktadır. Çok değişkenli normallikten sapmalar, Ki-kare istatistiklerini arttırarak H_0 hipotezinin red edilmesini (H_0 : Anakütle ve örnek varyans-kovaryans matrisi arasında fark yok ($\Sigma = \Sigma(\theta)$)) ve katsayıların anlamlılığının belirlenmesinde kritik

¹⁴⁶ Daha fazla bilgi için bakınız Prof.Dr.Neyran Orhunbilge , **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, 2. Baskı, İ.Ü Basım, İstanbul, 2002

¹⁴⁷ Randall E.Schumacker, **a.g.e**, s.4.

¹⁴⁸ Kaplan D.,**a.g.e**,s.7.

değerin yanlı olarak yükselerek katsayıların anlamsız olarak yorumlanmasına neden olmaktadır¹⁴⁹.

2.3.1 Çok Değişkenli Normallik Varsayımı

YEM' de de diğer çok değişkenli yöntemlerde olduğu gibi çok değişkenli normallik varsayımı söz konusudur. Çok değişkenli normalliği sağlamadan önce değişkenlere ait aykırı gözlemlerin (outliers) saptanması, asimetri ve basıklık ölçülerinin test edilmesi gerekmektedir¹⁵⁰. Ölçülebilen (measured) değişkenlerin, bağımlı ve bağımsız değişken ayırımı yapılmaksızın, aykırı gözlemler açısından değerlendirilmesi önerilmektedir¹⁵¹. Anlamlı asimetri gözlemlendiğinde değişkenlere dönüşüm yapılabilmektedir. Ancak aşırı asimetri ve basıklık durumunda dönüşüm yapılması çok etkili olmamaktadır. Dönüştürme yapılmasına rağmen normallik sağlanamazsa veya değişkenin özelliğinden dolayı normallik sağlanamıyorsa, tahmin aşamasında normal olmayan dağılıma (non-normality) uygulanabilecek tahmin yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir¹⁵².

YEM' in parametrelerinin tahmin edilmesinde kullanılan ve en temel tahmin yöntemi olarak kabul edilen en yüksek olabilirlik tahminleyicisinin kullanılabilmesi için çok değişkenli normallik varsayımının sağlanması beklenmektedir. Varsayım sağlanmadığı takdirde hatalar yanlı, test istatistikleri yanlı, I .tip hatada ise artış görülmektedir. Normal dağılmayan veri kümesi ile analiz yapıldığında, sapmanın türüne göre sonuçlar, olması gerekenden farklı olarak model iyi uygun (good fit) veya zayıf uygun (poor fit) özelliği taşıyacaktır¹⁵³. ML, normallikten küçük sapmalara karşı biraz güçlü (robust) olsa da, alternatif tahmin yöntemleri, değişkenlerin

¹⁴⁹ J.Hair, , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.601.

¹⁵⁰ Daha fazla bilgi için bkz. Subbash Sharma, **Applied Multivariate Techniques**, John Wiley & Sons., Kanada, 1996 ,s.376,

Alvin Rencher, **Methods of Multivariate Analysis**, John Wiley & Sons, Kanada, 1995, s. 105 .

J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e**, s. 72-73

B.Tabachnick, L.Fidell, **Using Multivariate Statistics**, 3.Baskı, Harper Collins, A.B.D, 1996, s. 72 .

Neyran Orhunbilge, **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, Avcıol Yayınevi, İstanbul, 2000,

s.281-283

¹⁵¹B. Tabachnick. L.Fidell, **a.g.e**,s.715.

¹⁵² **a.e**,s.715.

¹⁵³ R.Weston, P.Gore, “ A Brief Guide To Structural Equation Model”, **The Counseling Psychologist**, , 34 ,2006, pp.719-751.

dönüştürülmesi, güçlü tahmin süreçlerinin (örneğin bootstrapping) kullanılması uygun olmaktadır¹⁵⁴.

Tek değişkenli normal dağılımın test edilmesindeki amaç zor ve karmaşık olan çok değişkenli normallik varsayımının gerçekleşmesini kolaylaştırmak ve tek değişkenli normal dağılıma uymayan değişkenlerin belirlenmesini sağlamaktır¹⁵⁵. Tek değişkenli normallik grafik yöntem ve istatistik testler kullanılarak araştırılmaktadır.

Grafik yöntemler arasında Dal-Yaprak Grafiği, histogram, kutu grafiği ve Q-Q grafik yöntemleri sayılabilir¹⁵⁶. En çok kullanılan Q-Q grafik yöntemidir¹⁵⁷. Tek değişkenli normalliğin testi için ise Asimetri (Skewness) ve Basıklık (Kurtosis) ve iki ölçüyü birlikte ele alan Jarque-Bera testi, Kolmogorov-Smirnov, Ki-kare uygunluk testleri kullanılmaktadır¹⁵⁸.

Veriler normal dağılmıyorsa, dağılımın basıklık ve asimetri göstergeleri incelenerek daha detaylı değerlendirmeler yapılabilir. Asimetri ve basıklık testlerinin gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki Z veya t istatistikleri hesaplanmaktadır¹⁵⁹.

Asimetri için,

H_0 : Dağılım simetriktir ($\alpha_3 = 0$)

H_1 : Dağılım simetrik değil. ($\alpha_3 \neq 0$)

¹⁵⁴ M.P.Martens, "The Use of Structural Equation Modeling in Counseling Psychology Research", **The Counseling Psychologist**, 33,2005, pp.269-297

¹⁵⁵ Sharma, **a.g.e.**, s. 376 .

¹⁵⁶ P.Newbold, **İşletme ve İktisat için İstatistik**, çev. Ümit Şenesen, 4.baskı, İstanbul, Literatür Yayıncılık, 2001, s. 33.63 .

Sharma, **a.g.e.**, s. 376 .

¹⁵⁷ Daha fazla bilgi için bkz. Sharma,**a.e.**,s.376, Alvin Rencher, **Methods of Multivariate Analysis**, John Wiley & Sons, Kanada, 1995, s. 105 .

¹⁵⁸ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e.**, s. 72-73 .

¹⁵⁹ B.Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e.**, s. 72 .

$$Z = \frac{\alpha_3 - 0}{\sqrt{6/n}} \quad (\alpha_3 : \text{Momentlere dayanan asimetri ölçüsü})$$

Basıklık için,

H_0 : Basıklık normale uygun. $((\alpha_4 - 3) = 0)$

H_1 : Basıklık normale uygun değil. $((\alpha_4 - 3) \neq 0)$

$$Z = \frac{(\alpha_4 - 3) - 0}{\sqrt{24/n}} \quad [(\alpha_4 - 3) : \text{Momentlere dayanan basıklık ölçüsü}]$$

$\sqrt{6/n}$ çarpıklığın, $\sqrt{24/n}$ ise basıklığın standart hatasını belirtmektedir.

Hesaplanan her iki Z istatistiğinin [örnek küçük ise ($n < 30$) $f = n - 1$ serbestlik dereceli t tablosu] belirli bir anlamlılık düzeyi için (genelde %5 yeterli kabul edilmektedir.) normal dağılım tablosundan veya t tablosundan elde edilen kritik değerden küçük olması durumunda H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Buna göre incelenen seri normal dağılmaktadır. Hesaplanan Z veya t istatistiklerinden herhangi birinin kritik değeri aşması durumunda normallik varsayımının sağlanamadığı sonucuna varılarak H_0 hipotezi red edilmektedir¹⁶⁰.

Ki-kare uygunluk testi herhangi bir örneğin belirli bir teorik olasılık dağılımı gösteren (Üniform, Normal, Binom, Poisson, Hipergeometrik, vs) anakütleden gelip gelmediğinin araştırılmasında kullanılmaktadır. Testin uygulanabilmesi için olasılık şıklarına ait frekansların ≥ 5 olması gerekmektedir. H_0 hipotezi, örneğin belirli bir teorik dağılım gösteren anakütleden geldiğini belirtmektedir. Hesaplanan Ki-kare

¹⁶⁰ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s. 72-73 .

değeri tablo değerinden küçük olduğunda H_0 hipotezi kabul, tersi durumunda ise red edilmektedir ¹⁶¹.

Kolmogorov-Smirnov testi, Ki-kare uygunluk testinin alternatifidir. Şıklara ait frekansların ≥ 5 olma koşulu bulunmadığından kolaylıkla uygulanabilmektedir. Test örnekten elde edilen kümülatif nisbi frekans dağılımının H_0 'da ileri sürülen anakütle teorik olasılık dağılımıyla karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Gözlenen kümülatif nisbi frekans dağılımı (f) ile H_0 'daki kümülatif teorik frekans dağılımı (f') arasındaki maksimum mutlak fark D ile gösterilmektedir. ($D = \max|f - f'|$). Hesaplanan D değeri çeşitli anlamlılık düzeyleri ve örnek birim sayıları için "Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testinde Maksimum Sapmanın Kritik D Değerleri" tablosundan bulunan değerle karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan değer tablo değerinden küçükse H_0 kabul edilmektedir.¹⁶²

Örnek birim sayısının artması, standart hatanın küçülmesine ve standart normal dağılım değerinin büyümesine neden olmaktadır. Bu durum H_0 hipotezinin red edilme olasılığını arttırdığından asimetri ve basıklık testlerinin bir dezavantajı olarak kabul edilmektedir¹⁶³.

Bir diğer yaklaşım asimetri ve basıklık değerlerinin mutlak değerlerinin incelenmesidir. Asimetri 3'den büyük ise aşırı asimetriyi, basıklık 10'dan büyükse yüksek, 20'den büyük ise aşırı basıklığı göstermektedir¹⁶⁴.

İncelenen bir veri kümesinde, çok değişkenli normal dağılımının sağlanıp sağlanmadığının araştırılmasında, kullanılan yöntemlerden birisi Mahalanobis uzaklıklarının karelerinin (MD^2) hesaplanması yaklaşımıdır. Mahalanobis uzaklıkları, anakütle normal dağılım gösterdiğinde veya örnek birim sayısı yeteri

¹⁶¹ W.W. Daniel, J.Terrell, **Business Statistics**, 4.Baskı, Houghton Mifflin Company, Boston, 1986, s. 501 .

¹⁶² Neyran Orhunbilge, **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, Avcıol Yayınevi, İstanbul, 2000, s.281-283

¹⁶³ Tabachnick, Fidell, **a.g.e**, s. 73 .

¹⁶⁴ Rex B.Kline, **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, 2.Baskı, Guilford Press, New York,2005,s. 49-50.

kadar büyük olduğunda $n \geq 30$ Ki-kare dağılımına uymaktadır¹⁶⁵. Ki-kare değerleri ile Maholonobis uzaklıkları arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmakta ve hesaplanan değer 1'e yaklaşık bir değerse çok değişkenli normalliğin sağlandığına karar verilebilmektedir¹⁶⁶.

Çok değişkenli normalliğin sağlanmasında kullanılan bir diğer yaklaşım asimetri ve basıklık ölçüsünün birlikte sınındığı Mardia tarafından geliştirilen testtir (Mardia's test). Çoklu asimetri ölçüsü $b_{1,p}$ testi;

$$b_{1,p} = \left(\frac{1}{N^2} \right) \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (z_i - \bar{z})' S^{-1} (z_j - \bar{z})^3$$

z_i , i. gözleme, z_j ise j.gözleme ait değişkenlerin sütun vektörünü, \bar{z} ilgili sütun vektörüne ait örnek ortalamasını göstermektedir.

Çoklu basıklık ölçüsü $b_{2,p}$ testi;

$$b_{2,p} = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^N (z_i - \bar{z})' S^{-1} (z_i - \bar{z})^2 \text{ 'dir}$$

Çoklu asimetri ve basıklık ölçüleri kullanılarak elde edilen test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır¹⁶⁷.

$$K^2 = W b_{1,p}^2 + W b_{2,p}^2$$

¹⁶⁵ R.Johnson, D.Wichern, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 4.baskı, Prentice Hall, U.S.A, 1998, s.196 .

¹⁶⁶ Ayrıntılı bilgi için bkz. R.Johnson, D.Wichern ,**a.g.e**,s.196. Sharma, **a.g.e** , s. 382 .

(H_0 : Çok değişkenli normallik yok. H_1 =Çok değişkenli normallik var.)

¹⁶⁷ Kenneth A.Bollen, **Structural Equations with Latent Variables**, John Wiley & Sons, Inc, Kanada, 1989, s.423.

Formülde $W(b_{1,p})^2$ ve $W(b_{2,p})^2$ çoklu asimetri ve basıklık ölçüleri için ayrı ayrı hesaplanan test istatistiğidir¹⁶⁸. K^2 değeri iki serbestlik dereceli ki-kare dağılımı göstermektedir. Hesaplanan değer tablo değerinden büyükse çok değişkenli normalliğin sağlanmadığına karar verilmektedir.

YEM' inde çok değişkenli normallik varsayımının test edilmesi çok sayıda doğrusal kombinasyonun test edilmesini gerektirdiği için uygun olmamaktadır. Bu durumda her bir gözlenen değişkenin i tekli normalliğinin araştırılması önerilmektedir¹⁶⁹. Normal dağılıma uymayan değişkenlere dönüşümler uygulanarak normal dağılıma yakın bir dağılım elde edilebilmektedir. Dönüşümün türü dağılımın çarpıklığı ve basıklığına göre belirlenmektedir¹⁷⁰. Örneğin basık bir dağılım için genellikle hiperbolik, çarpık bir dağılım için ise karekök, logaritmik ve hiperbolik dönüşümler kullanılabilir. Değişkenin pozitif asimetrisi varsa karekök dönüşümü, yüksek pozitif asimetrisi varsa logaritmik, aşırı pozitif asimetri varsa ters dönüşüm yapılmaktadır. Ancak modelde kullanılacak değişkenin orijinal hali anlamlı ise (örneğin boy) veya yaygın olarak kullanılıyorsa (örneğin I Q skoru) dönüşüm uygulamak değişkenin yorumlanması zorlaştıracaktır¹⁷¹. Uygulamada olası tüm dönüşümler denenerek en iyi sonucu sağlayan dönüşüm seçilmektedir. Ayrıca oranlardan oluşan değişkenler için logit, korelasyonlardan oluşan değişkenler için Fisher-Z dönüşümü en iyi sonucu sağladığı iddia edilmektedir¹⁷².

2.3.2 Doğrusallık

YEM'inde gizli değişkenler ve gizli değişkenler ile göstergeler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılmaktadır¹⁷³. Gizli değişkenler arasındaki

¹⁶⁸ Ayrıntılı bilgi için bkz. K.V Mardia, (1985), K.V. Mardia & K.Foster (1983).

¹⁶⁹ R.Weston, P.Gore, " A Brief Guide To Structural Equation Model", **The Counseling Psychologist**, , 34 ,2006, s.735 .

¹⁷⁰ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e**, s. 77 .

¹⁷¹ Rex B.Kline, **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, 2.Baskı, Guilford Press, New York,2005,s.50.

R.Weston, P.Gore, " A Brief Guide To Structural Equation Model", **The Counseling Psychologist**, , 34 ,2006, s.737 , s.719-751

¹⁷² James Stevens, **Applied Multivariate Statistics for The Social Sciences** , 3.baskı, Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1996, s.246 .

J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e**, s. 77 .

B.Tabachnick, Fidell, **a.g.e**, s. 82-83 .

¹⁷³(Çevrimiçi) <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm>

doğrusallığın saptanması zor olmakta bununla birlikte gözlenen değişkenler arasındaki doğrusallık serpilme diyagramları ile ortaya çıkarılabilmektedir¹⁷⁴. Serpilme diyagramı ile doğrusallığın araştırılması subjektif olacağından iki değişken arasındaki Pearson korelasyon katsayısına bakılarak (anakütle) veya testi (örnek) yapılarak karar verilmektedir¹⁷⁵. Doğrusal korelasyon katsayıları sadece değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise gerçek ilişkiyi göstermektedir. Yani doğrusal olmayan ilişkiler için elde edilen doğrusal korelasyon katsayıları, ilişkinin derecesini daha düşük hesaplamaktadır¹⁷⁶. Doğrusallıktan sapma söz konusu ise dönüştürme uygulanarak doğrusallık sağlanabilmektedir¹⁷⁷.

Varsayımdan sapmalar model uygunluğunun (model fit) gerçekleşmemesine ve standart hataların yanlış olarak tahmin edilmesine neden olmaktadır. Normallik varsayımından sapmalar da doğrusal olmayan ilişkilerin gerçekleşmesine neden olabilmektedir. Model karmaşıklaştığında YEM’de doğrusallığın araştırılması zorlaşmaktadır¹⁷⁸. Bazı yazarlar doğrusal olmayan modellerin parametre ve standart hata tahminlerinde bootstrap yönteminin kullanılmasını savunmaktadır¹⁷⁹.

2.3.3 Çoklu Doğrusal Bağlantı

Bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yüksek yani aralarındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının 1’e yakın olması durumunda çoklu doğrusal bağlantı söz konusu olmaktadır¹⁸⁰. Birden fazla gözlenen değişken ve gizli değişkenin olduğu YEM modellerinde gözlenen değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayısı 0.85 ‘den büyükse çoklu doğrusal bağlantı problemi olduğuna karar verilmektedir¹⁸¹.

¹⁷⁴ Tabachnick, Fidell, **a.g.e**, s.716.

Randall E. Schumacker, **a.g.e**, s.33.

¹⁷⁵ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.24.

Schumacker, Randall E,**a.g.e**, s.33.

¹⁷⁶ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black , **a.g.e**, s. 75 .

¹⁷⁷ Ayrıntılı bilgi için bkz.J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black , **a.e**, s. 77 .

¹⁷⁸ B.Pugesek, A.Tomer, A. von Eye, **Structural Equation Modeling: Applications in Ecological and Evolutionary Biology**, Cambridge University Press, 2003 ,s.189.

¹⁷⁹ <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm>

¹⁸⁰ N.Orhunbilge, **a.g.e**, s. 240 .

¹⁸¹ R.Kilne,**a.g.e**,s.56.

Çoklu doğrusal bağlantı, katsayıların varyans ve kovaryanslarını arttırmaktadır. Bu durum bağımsız değişkenlerden hepsinin veya çoğunun anlamsız olmasına neden olmakta ancak çoklu korelasyon katsayısı suni olarak yükselmektedir. Bunun dışında bağımsız değişkenlerin kısmi regresyon katsayıları beklenen durumun (teorinin) tersi bir işaret alabilmektedir¹⁸².

YEM’inde çoklu doğrusal bağlantının ortaya çıkarılmasında kullanılan en önemli ve etkin yöntem Varyans Artış Faktörleri (Variation Inflation Factors) yöntemidir. Bağımsız değişken sayısı ikiden fazla ise korelasyon katsayılarının incelenmesi yeterli olmamaktadır. Varyans artış faktörleri kısaca VİF olarak gösterilmekte ve $(VIF)_k = (1 - R_k^2)^{-1}$ şeklinde hesaplanmaktadır. (R_k^2 ; k. bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki çoklu korelasyon katsayısının karesidir.) $(VIF)_k$ ‘nın 1’e yakın olması R_k^2 ‘nın 0’a yakın olduğunu, yani x_k ’nin diğer bağımsız değişkenlerle doğrusal ilişkisinin olmadığını göstermektedir. VİF’ler büyüdükçe ciddi bir çoklu doğrusal bağlantının varlığından söz edilmektedir. Uygulamada 10’nun üzerindeki ($R_k^2 \geq 0.90$) VİF’lerin ciddi doğrusal bağlantı göstergesi olduğu kabul edilmektedir. VİF’lerden hareketle elde edilen Tolerans = $\frac{1}{VIF} = 1 - R_k^2$ değerlerinden de yararlanılmaktadır. Aynı bilgiyi veren bu iki ölçüden biri çoklu doğrusal bağlantının belirlenmesinde kullanılabilir. R_k^2 bire yaklaşırken tolerans değeri sıfıra, VİF ‘de doğal olarak sonsuza yaklaşmakta ve önemli bir çoklu doğrusal bağlantı olduğunu göstermektedir¹⁸³.

Çoklu doğrusal bağlantı sorunu olduğunda bir bağımsız değişkenin bir veya birden fazla bağımsız değişken tarafından tam olarak tahmin edilmesi durumuna teklik (singularity) denilmektedir¹⁸⁴. YEM’de kovaryans matrisinin determinantı oldukça düşükse bu durum çoklu doğrusal bağlantı veya tekliği göstermektedir. Genellikle YEM paket programları kovaryans matrisi tekliği durumunda çalışmamaktadır, bu durumda veri seti kontrol edilmeli tekliğe yol açan değişkenler

¹⁸² D.Gujarati, **Temel Ekonometri**, çev.Ümit Şenesen, Literatür Yayıncılık, İstanbul 1999, s. 327-331 .

¹⁸³ Neyran Orhunbilge, **a.g.e**, s. 241-242 .

Rex B.Kline,**a.g.e**,s.57.

¹⁸⁴ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e.**, s.146 .

analizden çıkarılmalıdır. Ancak bu değişkenlerin analizde yer alması gerekiyor ise değişkenlerin birleştirilmesi önerilmektedir¹⁸⁵. Örnek birim sayısının artırılması da çoklu doğrusal bağlantının giderilmesini sağlayabilmektedir¹⁸⁶.

2.3.4 Aykırı Gözlemler

Aykırı gözlemler (Outliers), veri setindeki diğer gözlemlere kıyasla belirgin bir şekilde farklılığı saptanabilen gözlemlerdir. Aykırı gözlemler aşağıdaki nedenlerden kaynaklanmaktadır¹⁸⁷.

- Verinin girilmesi veya kodlanması aşamasındaki basit hatalar bu sonucu ortaya çıkarabilmektedir. Bu aykırı gözlemler verinin düzenlenmesi aşamasında ortaya çıkabilir ancak bu aşamada da gözden kaçırılırsa ya temizlenir ya da eksik gözlem (missing value) olarak kaydedilebilir.
- Aykırı gözlemler olağan dışı olayların sonucunda gerçekleşebilmektedir. Analizde yer alması gereken bir gözlem değilse iptal edilmelidir.
- Araştırmacı tarafından herhangi bir basit hatayla açıklanamayan aykırı gözlemler modelden çıkarılmaktadır.

Aykırı gözlemler tekli ve çoklu durumlarda, iki şıklı (dischotomous) ve sürekli değişkenler için bağımlı ve bağımsız değişkenler için gerçekleşebilmektedir. Aykırı gözlemler ile yapılan analiz sonuçları olması gerekenden fazla hesaplandığından gerçeği yansıtmamaktadır.

Aykırı gözlemlerin iki şekilde saptanabilir¹⁸⁸.

- *Tekli Aykırı Gözlemler:* Bir değişken içinde uç değerler varsa tekli aykırı gözlemlerden bahsedilmektedir. Bu gözlemlerin saptanmasında değişkenler standardize edilmektedir. 80 birimden küçük örnekler için standardize değeri 2.5 ve daha fazla olan gözlemler aykırı gözlem olarak kabul edilmekte daha büyük örnekler için ise standardize değerlerin 3 ile 4 arasında gerçekleşmesi beklenmektedir¹⁸⁹. Bir diğer yaklaşım ise grafik yöntemlerin

¹⁸⁵ B .Tabachnick, Fidell L. ,**a.g.e**,s.716.

¹⁸⁶ Gujareti,**a.g.e**, s. 346.

¹⁸⁷ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e.**, s.64 .

¹⁸⁸ B.Tabachnick , L.Fidell ,**a.g.e**, s.67-68.

¹⁸⁹ J.Hair,R.Anderson,R.Tatham,W.Black, **a.g.e.**, s.65.

kullanılmasıdır. Histogram, kutu grafiği (box plot), normal dağılım grafikleridir (normal probability plot).

- **Çoklu Aykırı Gözlemler:** İki veya daha fazla değişkene ait değerlerin gerekenden büyük olması çoklu aykırı gözlemlerin nedenidir. Bu gözlemlerin saptanmasında Mahalanobis Uzaklıklarının Karesi (Mahalanobis Distance- D^2) kullanılmaktadır. D^2 büyük örnekler için, serbestlik derecesi örnek büyüklüğü olan, χ^2 dağılımı gösteren $p < 0.001$ ¹⁹⁰ değerleri çoklu aykırı gözlemlerin varlığını kanıtlamaktadır¹⁹¹.

Çoklu Aykırı gözlemlerin saptandıktan sonra tanımlanmaları gerekmektedir. Az sayıda aykırı gözlem varsa her birinin ayrı ayrı incelenmesi önerilmektedir. Çok sayıda ise aykırı gözlemlere bir (1) diğer değişkenlere sıfır (0) değeri verilerek kukla değişken (dummy variable) oluşturulmakta ve diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi gibi çok değişkenli yöntemler kullanılmaktadır. Aykırı gözlemlerle diğer gözlemler arasındaki ayırım belirginleştirilene kadar analizlere devam edilmektedir. Çoklu aykırı gözlemler tanımlandıktan sonra analizde yer alıp almayacağına karar verilmesi gerekmektedir¹⁹². Aykırı gözlemler bağımlı bağımsız değişken ayırımı yapılmaksızın tüm değişkenlerdeki gözlemler için dikkate alınmalıdır¹⁹³.

2.3.5 Eksik Gözlemler

Eksik gözlemler, veri girişinde yapılan geçersiz kodlamalar, cevaplayıcının sorulara tam olarak cevap vermemesi gibi birçok nedenden kaynaklanabilmektedir. Veri setinde ne kadar ve niçin eksik veri bulunduğu araştırılması gerekmektedir¹⁹⁴. Eksik verinin tesadüflerden ileri gelip gelmediği eksik veri sayısının büyüklüğünden daha önemli olmaktadır. Tesadüflerden kaynaklanan eksik gözlemler veri setinde ciddi problemlere yol açmazken, tesadüflerden kaynaklanmayanlar ise sayıları az da olsa sonuçları etkilemektedir. Büyük veri setinde tesadüfi eksik gözlem sayısı az ise çeşitli yöntemlerle giderilen eksik gözlemlere ait sonuçlar benzer olmaktadır. Küçük

¹⁹⁰ Rex B.Kline, **a.g.e**, s.51.

¹⁹¹ J.Stevens, **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**, 3.baskı, Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1996, s.18-20.

B.Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e**, s.94.

¹⁹² J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e.**, s.66.

¹⁹³ B.Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e**, s.715.

¹⁹⁴ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s. 46.

veri setinde eksik gözlem sayısı fazla ise önemli problemler ortaya çıkabilmektedir. Ancak hangi örneklem büyüklüğü için ne kadar eksik verinin kabul edilebilir olduğu ile ilgili genel bir kural bulunmamaktadır¹⁹⁵.

Eksik verinin tesadüflerden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için kullanılan iki yaklaşım bulunmaktadır. İki değişkene (X ve Y) ait veri toplandığını X'e ait eksik gözlem olmadığı Y' de ise olduğu varsayalım. X ve Y değişkeni arasında güçlü ilişki varsa eksik gözlemlerin tesadüften ileri gelmediği ve eksik gözlemlerin giderilmesi için gerekli düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Y değişkenine ait eksik gözlemler Y değişkeni yerine X değişkenine bağlıysa bu durum "tesadüfi eksik" (missing at random -MAR) olarak değerlendirilmektedir. Her bir X değişkeni için gerçekleşen Y değişkeninin tesadüfi örneklemden kaynaklandığı ancak Y değerleri için verinin tesadüfi örneklem göstermediği düşünülmektedir.

Diğer yaklaşım ise "tamamen tesadüfen eksik" (missing completely at random-MCAR) yaklaşımıdır. Yukarıdaki örnekten hareketle tüm Y değerlerinin tesadüfi örneklemden kaynaklandığı düşünülmektedir. Y değişkenine ait eksik gözlemler X değişkenine bağımlı değilse yani tesadüflerden ileri geliyorsa bu durum ortaya çıkmaktadır.

Eksik gözlem bazı durumlarda göz ardı edilebilmektedir. Kullanılacak yöntemde eksik verinin olması sorun yaratmıyorsa eksik verinin giderilmesi gerekmemektedir. Bir diğer durumda "sansürlü verilerdeki" (censored data) eksik gözlemler için geçerli olmaktadır. Örneğin bir veri kümesinde ölüm nedeni değişkeni ile ilgili bilgiler, halen hayatta olan bireylerden alınamayacağı için bu veri sansürlü veri olarak tanımlanmaktadır.

Eksik gözlemin tesadüfi olup olmadığını saptamak için aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır.

- Eksik gözleme sahip olan değişken iki gruba ayrılarak, diğer değişkenlerle iki grup arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmaktadır. Anlamlı farklılıklar eksik verilerin tesadüflerden kaynaklanmadığını belirtmektedir. Örneğin X değişkeni cinsiyet, Y değişkeni ise gelir olsun. Y değişkenine ait eksik gözlemler iki gruba ayrılarak her bir gruptaki eksik gözlemler için cinsiyet oranı karşılaştırılmaktadır. Erkekler için gelir değişkeninde eksik

¹⁹⁵ B.Tabachnick , L.Fidell ,**a.g.e.** ,s.60.

gözlem oranı fazlaysa eksik gözlemlerin tesadüflerden ileri gelmediğine karar verilir. Karşılaştırılan değişken kategorik değil metrik ise anlamlılık testleri yapmak uygun olmaktadır.

- Bir diğer yaklaşım ise eksik gözleme sahip değişkenlerle diğer değişkenler arasında basit korelasyon katsayısının hesaplanmasıdır. Her bir değişkende eksik veriye sahip gözlemlere sıfır (0), diğerlerine ise 1 verilerek korelasyon katsayıları hesaplanmaktadır. Korelasyon katsayıları her bir değişkendeki eksik gözlemler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Düşük korelasyon katsayıları eksik gözlemlerin tesadüflerden ileri geldiğinin kanıtıdır. Tesadüfiliğe karar verilmesi için hangi düzeydeki korelasyon katsayısının yeterli olduğu ile ilgili bir kural olmamasına rağmen korelasyon katsayısı testi ile tesadüfiliğin düzeyi belirlenebilmektedir. Tüm değişkenler için tesadüfiliğe karar verildiyse eksik gözlemler için *tesadüfen tam eksik (MCAR)* kararı verilmektedir. Bazı değişkenler için tesadüfiliğe karar verildiyse tesadüfi eksiklikten (MAR) söz edilmektedir.

Sonuç olarak tesadüfiliğin saptanmasında kullanılacak yöntemler ile eksik verinin MCAR olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağına karar verilmektedir. Anlamlı farklılık bulunmadığında ise MCAR'dan söz edilmektedir.

Eksik gözlem probleminin giderilmesi için bir çok yöntem söz konusudur,

1. Eksik gözleme sahip birimin tüm değişkenler için iptal edilmesi (Listwise)
2. Eksik gözleme sahip olan değişken içinde eksik gözlemin iptal edilmesi (Pairwise). YEM'de ve kovaryans matrisi içeren diğer çok değişkenli yöntemlerde kullanılması önerilen bir yöntem değildir. Çünkü farklı birimlere sahip değişkenler, oluşturulacak kovaryans matrisi değerinin beklenenden farklı gerçekleşmesine neden olmaktadır¹⁹⁶.
3. Eksik gözleme sahip değişkenin ortalamasının, eksik veri yerine konulması (mean substitution). Basit olan bu yöntemin, değişkenliği azaltmak ve dağılımın ortalama etrafında yoğunlaşmasına neden olmak gibi dezavantajları bulunmaktadır.

¹⁹⁶ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.54

4. Eksik gözleme sahip değişken bağımlı ve diğer gözlenen değişkenler bağımsız olmak üzere oluşturulacak regresyon denkleminde elde edilen tahmini değerler, eksik gözlem yerine konulması (regresyon imputation). Bu yaklaşımın dezavantajı tahminlerin ortalamaya yaklaşık değerler almasını sağlayarak varyansın küçülmesine sebep olmasıdır. Diğer bir dezavantajı ise bağımsız değişkenler eksik veri için iyi birer tahminleyici değilse elde edilecek sonuçlar ortalamasının eksik gözlem yerine konulmasıyla hemen hemen benzer olmaktadır. Sonuç olarak tahmini eksik veri değerleri olması gerekenden farklı çıkıyorsa bu yaklaşım kullanılmamaktadır¹⁹⁷.
5. Eksik gözlemin giderilmesinde kullanılan bir diğer yaklaşım en yüksek olabilirliktir. Bu yaklaşım eksik verinin yerine en doğru ve mantıklı değer tahmin edilmesini sağlamaktadır. İki aşamalı bir yöntem olan bu yaklaşımın ilk aşamasında eksik veriyle ilgili olabilecek en iyi tahmin yapılmakta, ikinci aşamasında ise eksik veri yerine konulacak parametrelerin (ortalama, standart sapma veya korelasyon) tahmini yapılmaktadır. Bu süreç tahmini değerler arasındaki farklılıklar önemsiz sayılacak kadar küçük olana dek sürdürülmektedir¹⁹⁸. YEM'de *tesadüfi eksik veri (MAR)* için çok sayıda eksik gözlem varsa EQS, LISREL-PRELIS paket programlarının sunduğu olanaklarla bu yaklaşımın kullanılması önerilmektedir. *Tesadüfen tam eksik veri (MCAR)* için ise *tam bilgi en yüksek olabilirlik* (full information maksimum likelihood-FIML)¹⁹⁹ yaklaşımının kullanılması önerilmektedir²⁰⁰.
6. Bir diğer yaklaşım çeşitli yöntemlerin kombinasyonunun kullanılmasıdır. Bu yaklaşımda iki ve daha fazla yöntemde elde edilen tahminlerin, genellikle bu tahminlerin ortalamalarının, eksik gözlem yerine konulması ile gerçekleştirilmektedir (multiple imputation).

MCAR veri için eksik verinin ortalama ile yer değiştirmesi varyans-kovaryans matrisi tahminlerinin yanlı olmasına sebep olmaktadır. FIML, *listwise* ve *pairwise* yöntemleri ise uygun sonuçlar vermektedir. MAR veri için ise FIML uygun sonuçlar verirken eksik verinin ortalama ile yer değiştirmesi, *listwise* ve *pairwise* yöntemleri yanlı

¹⁹⁷ B.Tabachnick , L.Fidell ,**a.g.e** ,s.64.

¹⁹⁸ J.Hair, , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.54

¹⁹⁹ AMOS paket programı yardımıyla bu yaklaşım kullanılabilir.

²⁰⁰ Randall E. Schumacker, **a.g.e**, s.26.43.

sonuçlar vermektedir. Eksik veri göz ardı edilemiyorsa tüm yaklaşımlar yanlış sonuçlar vermekte ancak FIML daha az yanlış olmaktadır. Parametre tahminlerinin eksik verinin giderilip giderilmediğinden etkilenip etkilemediğini araştırmak gerekmektedir. YEM'de eksik veri için FIML'in kullanılması önerilmektedir²⁰¹.

Son araştırmalar, YEM 'nin tahmin edici modellerde (estimated models) az yanlış (bias) olduğunu göstermiş, veri setindeki eksik veri oranı çok büyük değilse, *pairwise* ve *listwise* seçeneklerinin yeterli olduğu görülmektedir. Listwise methodunun kullanılmasında bir sakınca örnek büyüklüğünün düşürülmesini sağlamasıdır. Pairwise yaklaşımı veri matrisinde düzensizliğe neden olarak, tahmin aşamasında ciddi problemlere yol açmaktadır. Böylece en iyi sonuç için tek bir çözümün bulunmadığı, mümkünse araştırmacının çeşitli yaklaşımları deneyerek sonuçlarda istikrarı sağlamasıdır²⁰².

Eksik Gözlemin (Missing Data) veri matrisinin hesaplanmasında ve tahmin sürecine büyük etkisi bulunmaktadır. Eksik Gözlemin yapısal eşitlik modelinde yer alması iki şekilde olabilmektedir. Birincisi, model parametrelerinin tamamlanmış veya eksik veri setinden tahmin edildiği doğrudan metottur, ancak bu yaklaşım nadiren kullanılmaktadır. İkincisi yaygın olarak kullanılan dolaylı metottur, veri matrisinden değişkenlerin bazılarının veya tümünün tahmin edilmesiyle gerçekleştirilmektedir²⁰³.

2.4 Örnek Büyüklüğünün Saptanması

YEM tahminlerinde ve sonuçlarının yorumlanmasında örnek büyüklüğü önemli rol oynamaktadır. Diğer istatistik yöntemlerinde olduğu gibi örnek büyüklüğü örnekleme hatasının tahmini için temel oluşturmaktadır. Kovaryans ve korelasyon katsayıları küçük örnekler için hesaplandığında sabit olmamaktadır. Bilindiği gibi YEM kovaryans matrisini temel alan bir yöntemdir. Parametre tahminleri ve uygunluğun Ki-kare istatistiği ile belirlenmesi örnek büyüklüğüne karşı çok duyarlı olmaktadır²⁰⁴. Bazı kaynaklara göre yol modelinin tahminlerde kullanılabilmesi gerekli örnek büyüklüğü yüzden küçük olduğunda küçük ($n < 100$), yüzle iki yüz arasında olduğunda orta ($100 \leq n \leq 200$), iki yüzden büyük ($n > 200$) olduğunda büyük örnek

²⁰¹ Randall E. Schumacker, **a.g.e.**, s.43.

²⁰² Hair, J., R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.603.

²⁰³ **a.e.**, s.603.

²⁰⁴ B.Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e.**,s.715.

olarak tanımlanmaktadır²⁰⁵. Örnek büyüklüğü aşağıdaki üç durumda etkili olmaktadır²⁰⁶.

Modelin Belirlenememesi: Modelin, belirleme hatasından (specification error) dolayı zarar görmesi anlamına gelmektedir. Belirleme hatası, modelde yer alması gereken değişkenlerin ihmal edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Modelde yer alması gereken değişkenler modele dahil edilmediğinde tüm yapısal denklemler belirleme hatasından etkilenmektedir. Örnek büyüklüğü, modelin doğru tahmininde ve belirleme hatasının ortaya çıkarılmasında etkisi bulunmaktadır. Belirleme hatasının etkisini azaltmak için örnek büyüklüğünün artırılması gerekmektedir.

Normallikten Sapma: Veri seti normal dağılımdan sapma gösteriyorsa, her bir tahmin edilecek parametre için 15 gözlemden daha fazla gözleme gereksinim duyulmaktadır. Bazı tahmin yöntemleri için normal dağılım şartı gerekmesede, özellikle normal dağılım göstermeyen verilerde örnekleme hatasının düşürülmesi için uygun örnek büyüklüğünün seçilmesi gerekmektedir.

Tahmin Yöntemi: En yüksek olabilirlik tahmininin örnek büyüklüğü en az 50 birim olduğunda geçerli sonuçlar verdiği gözlenmiş, ancak genellikle bu tahmin yönteminin uygun sonuçlar vermesi için kullanılan minimum örnek sayısının 100 ile 150 arasında olması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Örnek büyüklüğü arttıkça ML verideki farklılıkları ortaya çıkarmada daha hassas olmaktadır. Örnek büyüklüğü 400 ile 500 'den fazla olduğu zaman yöntem oldukça duyarlı olmakta ve hemen hemen hiç bir farklılığı ortaya çıkaramamakta, tüm uygunluk ölçüleri (goodness of fit) zayıf uygunluk (poor fit) göstermektedir. Ancak kesin bir örnek büyüklüğü olmamakla birlikte, büyüklüğün 100 ile 200 arasında olması önerilmektedir. Bir yaklaşım da, orijinal örnek büyüklüğü ne olursa olsun testi 200 birimlik örnek için yapmaktır, çünkü kritik örnek büyüklüğü 200 olarak önerilmiştir. Eğer dağılım olarak asimptotik dağılım (asymptotically distribution) ve serbest tahmin (free estimation) seçilmişse örnek büyüklüğünün artması gerekmektedir.

Özet olarak örnek büyüklüğünün belirlenmesine birçok faktör etki etmektedir. Modelin belirlenememesinden kuşku duyuluyorsa, model büyük veya karmaşık, veri seti normal dağılmıyorsa veya alternatif tahmin modelleri kullanılıyorsa örnek büyüklüğünün 200 birim olması önerilmektedir. Bir diğer yaklaşım kritik örnek

²⁰⁵ Rex B.Kline, a.g.e, s.111.

büyükliğini (Critical N diagnostic) temel almaktır. Kritik örnek büyüklüğü, belirli bir anlamlılık düzeyinde modelin uygunluğunun (model fit - χ^2 ile ölçülmektedir.) anlamlılığı için gerekli olan örnek büyüklüğüdür. Ki-kare ölçüsü, örnek büyüklüklerinin karşılaştırmasına temel olmaktadır. Çeşitli örnek büyüklükleri belirlenerek modelin örnek büyüklüğüne duyarlılığı incelenmektedir²⁰⁷. Bununla birlikte YEM 'inde her bir değişken için kaç gözlem gerektiğinden çok her bir parametre için kaç gözlem gerektiği önem taşımaktadır. Modelde değişken sayısı ile parametre sayısı arasında doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır. Çoğu zaman küçük ve orta büyüklükte modeller için 200 birimlik örnek büyüklüğü yeterli olmaktadır. Tahminlerin etkisi büyükse ve gözlenen değişkenler normal dağılıyorsa her bir tahmin edilecek parametre için 10 birimlik gözlem yeterli olabilmektedir²⁰⁸. Parametre başına düşen gözlem sayısı 5' den küçük olduğunda elde edilen sonuçlar yetersiz kabul edilmektedir²⁰⁹.

2.5 Yol (Path) Analizi

Daha önce belirtildiği gibi yol analizi, çoklu regresyon analizinin geliştirilmiş biçimidir. Birden fazla bağımlı ve bağımsız gözlenen değişkene ait birden çok regresyon denklemlerini içermektedir²¹⁰. Regresyon analizini, yol analitik modeli olarak düşünmek yanlış olmayacaktır. Yol modeli ve regresyon analizi, YEM için temel bilgileri vermektedir. Bu iki model regresyon analizinden gizli değişkenli YEM'e geçişte iki önemli adım olmaktadır²¹¹. Birbiriyle ilişkisi olan birden fazla değişken arasındaki karmaşık ilişkileri, görsel olarak belirlemek için yol diyagramından yararlanılmaktadır. Bu diyagram yol analizinin temelini oluşturmakta, modelle ilgili iddia edilen (hypothesized) ilişkilerin açıkça görülmesini ve bu ilişkilerin yapısal denklemlere dönüştürülmesinde kolaylık sağlamaktadır²¹².

Yol diyagramındaki ilişkiler için çeşitli semboller kullanılmaktadır. Gözlenen değişkenler (*observed variables, indicators, manifest variables*) kare veya dikdörtgenle gösterilmektedir. Bir gözlenen değişkenden, diğer gözlenen değişkene

²⁰⁶ J. Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.604-605.

²⁰⁷ **a.e.**, s.605.

²⁰⁸ B. Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e.**, s.715.

²⁰⁹ Rex B.Kline,**a.g.e.**,s.111.

²¹⁰ Schumacker, Randall E,**a.g.e.**, s.150.

²¹¹ Geoffrey M.. Maruyama,**a.g.e.**, s.24.

²¹² B. Tabachnick,. L.Fidell,**a.g.e.**,s.710.

giden ok, doğrudan etkiyi (direct effect), diğer bir ifadeyle bir değişkenin diğer değişkeni doğrudan etkilediğini belirtmektedir. İki veya daha fazla, gözlenen değişkenle belirtilen gizli değişken, yapı veya gözlenemeyen değişken (constructs-unobserved variable) olarak da adlandırılmakta, daire veya elips şekliyle gösterilmektedir.²¹³ Çift uçlu ok, iki bağımsız gözlenen değişken arasında korelasyon olduğunu belirtmektedir. Bağımsız değişkenleri etkileyebilecek ölçülemeyen ilişkiler yol modelinin kapsamı dışında kalmakta ve her bir bağımlı değişkene ait hata terimi ise daire/elips ile ilgili ucu bağımlı değişkene doğru bir okla gösterilmektedir. Hata terimi, modelle açıklanamayan kısmın göstergesidir²¹⁴. Yol diyagramına ait genel semboller aşağıdaki şekilde yer almaktadır²¹⁵.

²¹³ B. Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**, s.710.

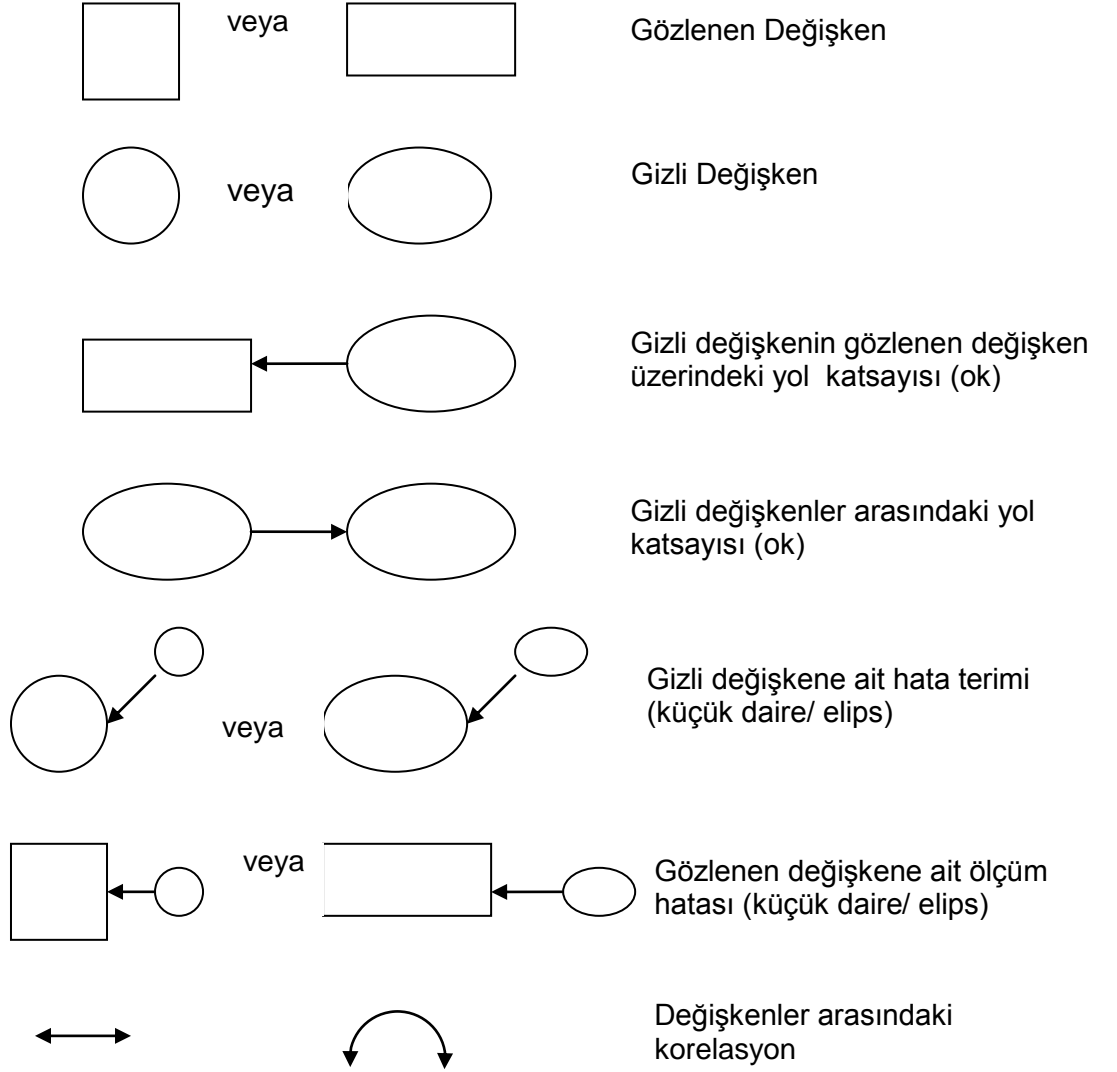
²¹⁴ Randall E Schumacker, ,**a.g.e**, s.152.

²¹⁵ B. Bryne,**Structural Equation Modeling with Lirsel,Preliş and Simplis**, Lawrence Erlbaum, A.B.D,1998, s.15

Randall E Schumacker, ,**a.g.e**, s.153.

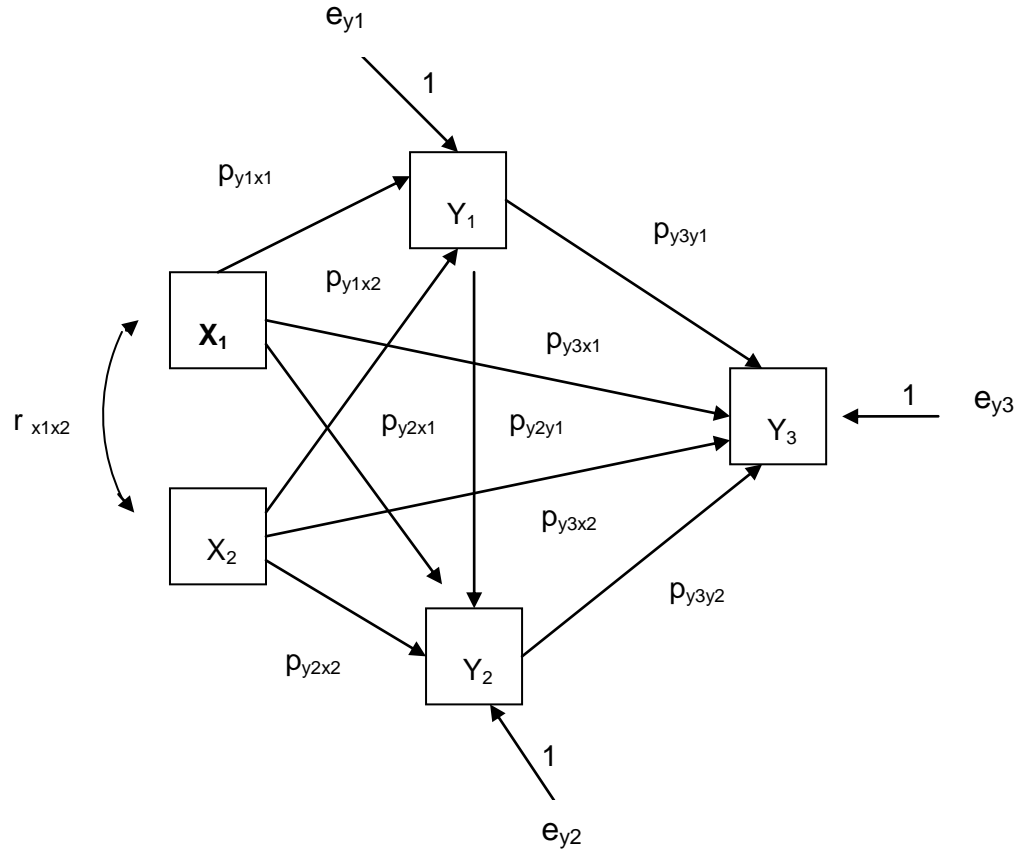
Şekil 2-2 Genel Yol Diyagramı Sembolleri

SEMBOL



Aşağıdaki Şekil 2.3 'de ise, beş gözlenen değişkene ait yol analizi diyagramı gösterilmektedir²¹⁶.

Şekil 2-3Beş Gözlenen Değişkene ait Yol Modeli



Diyagramda her bir gözlenen değişken bir kutunun içinde yer almaktadır. Tek uçlu okla gösterim, okun başlangıcındaki değişkenlerle bitimindeki değişkenler arasında neden-sonuç (cause to effect) ilişkisi olduğunu belirtmektedir. Yol modelinde genellikle standardize değişkenler kullanıldığından korelasyon ve kovaryans değerleri aynı olmaktadır²¹⁷. Modelde kullanılan yol katsayıları, bağımsız değişkenin,

²¹⁶ Geoffrey M. Maruyama, a.g.e, s.38

²¹⁷ Loehlin, John C. **Latent Variables Models an Introduction to Factor, Path and Structural Equation Analysis**, 4.baskı, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, A.B.D, s.8

bağımlı değişken üzerindeki doğrudan etkisini gösteren standardize kısmi regresyon katsayılarıdır. Standardize değişkenlere ait iki değişkenli regresyon modelinde, regresyon katsayısı ve basit korelasyon katsayısı aynı değeri almaktadır. Aynı durumda yol modelinde de yol katsayısı (regresyon katsayısı) basit korelasyon katsayısına eşit olmaktadır. Birden fazla nedensel etkinin olduğu durumda, yol katsayıları, kısmi regresyon katsayıları özelliği taşımakta ve bu karmaşık ilişkileri ortaya çıkarmak için standardize veriler veya korelasyon matrisi girdi olarak kullanılmaktadır.²¹⁸ Yol katsayısı olarak kullanılan p_{ij} 'lerin altındaki iki indisden birincisi etkilenen değişkeni yani bağımlı değişkeni (variable effected) ikincisi ise nedensel yani bağımsız değişkeni (causal variable-predictor) göstermektedir.

Değişkenlere doğru dik oklarla gösterilen "e" ler ise hataların etkileri için kullanılmaktadır. Bağımlı değişkenleri açıklayabilecek tüm etkiler modelde gösterilemeyeceğinden hata terimi devreye girmektedir²¹⁹. Bilindiği gibi hata terimi bağımlı değişkende, bağımsız değişkenler tarafından açıklanamayan kısmı göstermekte ve dolayısıyla sadece bağımlı değişkenler için hesaplanabilmektedir. Bağımsız değişkenler için etkilerin tümü bilinemeyeceğinden hata terimi hesaplanamamaktadır.²²⁰.Bu nedenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişki (korelasyon) çift yönlü okla belirtilmektedir. Hata teriminden bağımlı değişkene doğru giden tek yönlü okta bir (1) değerinin olması analizin standardize edilmemiş değişkenler ile yapıldığını aksi durum ise standardize edilmiş değişkenlerin kullanıldığını belirtmektedir²²¹.Yol analizinde hatalar standardize edilmiş katsayılarıdır. Regresyon analizinde olduğu gibi $1-R^2$ yani toplam varyans ile açıklanan varyans arasındaki farkı ifade etmektedir. Şekil-2.3'de Y_1, Y_2, Y_3 bağımlı değişkenlerdir ve Y_1 değişkenine ait hata terimi, bu değişkenin doğrudan nedeni olan X_1 ve X_2 değişkenleri tarafından açıklanamayan kısmı göstermektedir²²².

Çift oklu eğri ise nedensel olmayan ilişkileri göstermekte ve modelin başlangıç sürecinde kullanılmaktadır. Bilindiği gibi bu değişkenler bağımsız değişken veya dışsal değişken (exogenous variable) olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.3'de X_1 ve X_2 bağımsız değişkenlerdir. X_1 ile X_2 ilişkili olduğu için çift uçlu ok ile gösterilmektedir. Belirtilmesi gereken bir diğer husus, tüm bağımsız değişkenlerin her zaman ilişkili

²¹⁸ <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm>

²¹⁹ Geoffrey M.. Maruyama, **a.g.e.**, s.36-37.

²²⁰ Rex B.Kline, **a.g.e.**, s.69.

²²¹ **a.e.**, s.69.125.

²²² **a.e.**, s.69.

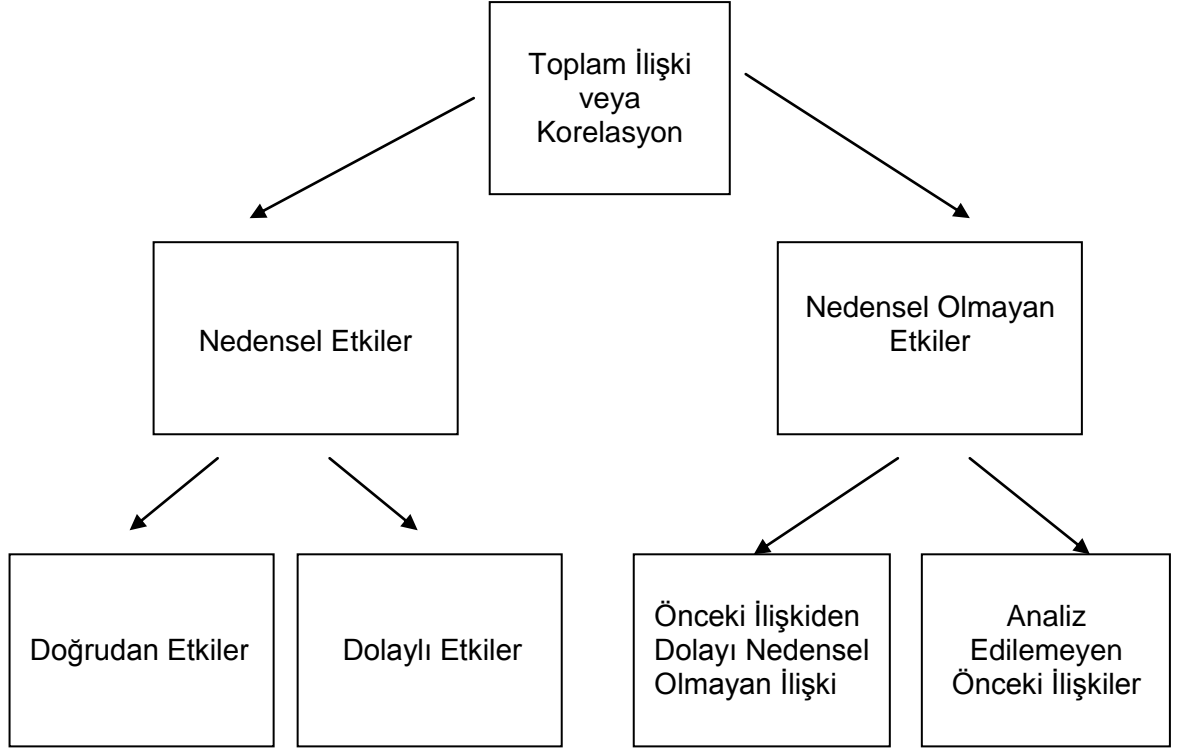
olamayacağı, dolayısıyla bağımsız değişkenlerin her zaman çift oklu eğri ile gösterilmesine gerek duyulmayacağıdır. Geleneksel yol yaklaşımında diyagrama ait nedensel akış soldan sağa doğru gitmektedir. X_1 ile X_2 bağımsız ve nedensel olmadıkları için hataları belirtilmemiştir, bunların varyansları açıklanmamıştır ve hataları varyanslarına eşit olmaktadır.²²³

Yol analizi, değişkenler arasındaki nedensel ve nedensel olmayan etkilerin (causal –noncausal effect) ortaya çıkarılmasını da sağlamaktadır. Yol modelinde Etkilerin Ayrıştırılması (Decomposition of effects) aşağıdaki şekil yardımıyla gösterilmiştir²²⁴.

²²³ Geoffrey M.. Maruyama, **a.g.e**, s.37.

²²⁴ **a.e**, s.37.

Şekil 2-4Etkilerin Ayrıştırılması



Nedensel etkiler (Causal Effects) ikiye ayrılmaktadır, bir değişken diğer değişkeni doğrudan etkiliyorsa bu ilişki “doğrudan etki” (direct effect) olarak tanımlanmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişki başka bir değişken üzerinden dolaylı olarak (mediated) gerçekleşiyorsa bu durum ise “dolaylı etki” (indirect effect) olarak ifade edilmektedir.

Nedensel Olmayan Etkiler (Noncausal Relations) de ikiye ayrılmaktadır. İki değişken arasındaki ilişki, her iki değişkenin birlikte üçüncü değişkenin nedeni olmasından (non causal due to shared antecedent) kaynaklanabilmektedir. Birden fazla bağımsız değişkenin olduğu modellerde bazı değişkenler arasındaki ilişki, teorik olarak açıkça ifade edilemiyorsa “analiz edilemeyen önceki ilişkiler” (unanalyzed prior association) olarak tanımlanmaktadır²²⁵. Aşağıda Şekil 2-3’ de yer alan modele ait nedensel ve nedensel olmayan etkiler incelenmektedir.

²²⁵ Geoffrey M.. Maruyama, a.g.e, s.36.

1. NEDENSEL ETKİ

1.1 Doğrudan Etki

Modellerde iki değişken arasındaki nedensel ilişkiyi göstermek için kullanılan tek yönlü oklar doğrudan etkiyi gösterdiği için şekil 2.3' de X_1 ve Y_1 arasındaki ilişkinin nedensel etki olduğu anlaşılmaktadır. Doğrudan etkiler (direct effect) yol olarak tanımlanmakta ve tahmininde yol katsayıları kullanılmaktadır. Yol modelinde doğrudan etki, En Küçük Kareler (Least Squares / Ordinary Least Squares) Yöntemiyle Regresyon Analizi kullanılarak ortaya çıkarılmaktadır.

Bilindiği gibi her bir bağımlı değişken (endogenous variable) ve bağımsız değişkenler (exogenous variable) için oluşturulan regresyon denklemi yapısal denklem (structural equation) olarak tanımlanmaktadır. Doğrudan etkiyi gösteren yol katsayısı(ları)nı²²⁶ bulmak için her bir bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler için regresyon denklemi oluşturulmaktadır. Örneğin Y_3 bağımlı değişkeni ile X_1 , X_2 , Y_1 , Y_2 arasındaki regresyon denklemi çözüldüğünde doğrudan etki (direct effect) elde edilmektedir. Yolların sayısı, yolları tahmin edecek parametrelerin sayısı ile aynıysa tam tanımlanmış (just identified) model söz konusudur. Bu durumda regresyon analizi çözüm yollarından biri olurken diğer mümkün çözüm yollarıyla da benzer sonuç vermektedir. Yolların sayısı, parametre sayısından fazla ise az tanımlanmış (under identified) model olmakta ve bu durumda mümkün sonuç bulunmamaktadır. Yol sayısı ve parametre sayısı eşitse eşanlı denklemler ile regresyon analizi sonuçları benzer olmaktadır. Fazla tanımlanmış (over identified model) modellerde parametre sayısı, yol sayısından fazla olmakta ve regresyon modeli optimal sonucu vermektedir²²⁷.

1.2 Dolaylı Etki

Yol modelinde dolaylı etki (indirect causal effect), bir değişken ikinci değişkenin nedeni ve bu değişkende üçüncü değişkenin nedeni olduğunda ortaya çıkmaktadır. Bir başka ifadeyle birinci değişkenin üçüncü değişken üzerindeki etkisi ikinci değişken aracılığıyla gerçekleşmekte ve ikinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

²²⁶ İlerleyen bölümlerde path katsayısı yerine path ifadesi kullanılacaktır.

Dolaylı nedensel etkiler, yol katsayısı olarak yol diyagramında yer almamakta ve yol katsayıları gibi serbestlik derecesine sahip olmamaktadırlar. Yol modelinde dolaylı etkiler, iki veya daha fazla doğrudan etki oklarının iki değişkeni birleştirilmesiyle görülmektedir.

Şekil 2-3'e göre X_1 ve X_2 'nin Y_2 ve Y_3 üzerinde dolaylı etkisi bulunmaktadır²²⁸. Bu değişkenlerin Y_2 üzerindeki dolaylı etkisi Y_1 değişkeni aracılığıyla gerçekleşmektedir. Oysa bu değişkenlerin Y_3 üzerindeki dolaylı etkisi Y_1 , Y_2 ve hem Y_1 hem Y_2 'nin bileşimi üzerinden gerçekleşmektedir.

Dolaylı etkilerin büyüklüğü yol (path way) üzerindeki yol katsayılarının çarpımı yoluyla elde edilmektedir. Bir başka ifadeyle birbiriyle nedensel ilişkisi olan iki değişkenin yol üzerindeki yol katsayılarının çarpımı ile her bir dolaylı etki hesaplanabilmektedir.

İki değişken arasındaki toplam dolaylı etkinin hesaplanması için, hesaplanan dolaylı etkilerin toplanması gerekmektedir.

Şekil 2-3'e göre X_1 , Y_1 aracılığıyla Y_3 'ün dolaylı nedeni ($X_1 \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_3$) ve bu etkinin büyüklüğü X_1 'den Y_1 'e giden yol katsayısı ile Y_1 'den Y_3 'e giden yol katsayısının ($p_{y_3y_1} \cdot p_{y_1x_1}$) çarpımından elde edilmektedir. Benzer şekilde X_1 , Y_3 'ün Y_2 üzerinden dolaylı nedenidir ve ilişkinin büyüklüğü ise ($p_{y_3y_2} \cdot p_{y_2x_1}$) çarpımından elde edilmektedir. X_1 'in Y_1 ve Y_2 üzerinden Y_3 'e dolaylı etkisi ise; ($p_{y_3y_2} \cdot p_{y_2y_1} \cdot p_{y_1x_1}$)'in çarpımından hesaplanmaktadır. X_1 'in Y_3 üzerindeki toplam dolaylı etkisi yukarıdaki üç denklemin toplamından elde edilmektedir.

$$(p_{y_3y_1} \cdot p_{y_1x_1}) + (p_{y_3y_2} \cdot p_{y_2x_1}) + (p_{y_3y_2} \cdot p_{y_2y_1} \cdot p_{y_1x_1})$$

Karmaşık modellerde dolaylı etki arada olan birçok değişkeni içerdiğinden toplam dolaylı etkinin hesaplanması güçleşmektedir²²⁹.

²²⁷ Model Tanımlama bölümünde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

²²⁸ Bu değişkenlerin aynı zamanda Y_2 ve Y_3 üzerinde doğrudan etkileri de bulunmaktadır. Bu bölümde bu durum göz ardı edilmektedir.

²²⁹ Geoffrey M. Maruyama, a.g.e, s.40

2. NEDENSEL OLMAYAN ETKİ

2.1 Önceki İlişkiden Dolayı Nedensel Olmayan Etkiler

Bu ilişki, gerçek olmayan ilişki olarak da tanımlanabilmektedir. Bu ilişkilerde korelasyon / kovaryanslar nedensel değildir. Genelde nedensel ve nedensel olmayan olarak iki ayırım yapılmasına rağmen çoğu bilgisayar programı nedensel olmayan etkilere kıyasla daha çok nedensel etkiler üzerinde durmaktadır. Nedensel olmayan etkiler ise toplam etki (total association –korelasyon-kovaryans) ile toplam nedensel etkiler arasındaki farkı belirtmektedir²³⁰.

Nedensel Olmayan Etkiler daha önce belirtildiği gibi bir veya daha fazla nedenin iki bağımlı (endogenous) değişken tarafından müşterek olarak paylaşılmasını ifade etmektedir.

Şekil 2-3 'de Y_1 ve Y_2 değişkenlerinin nedenleri X_1 ve aynı zamanda X_2 'dir. Burada nedensel olmayan ilişkinin önceden paylaşılan ilişkiden dolayı (due to shared antecedent) iki kaynağı bulunmaktadır²³¹. Y_1 ve Y_2 arasındaki korelasyon her ikisinin nedeninin X_1 ve X_2 olmasından kaynaklanmaktadır. Y_1 ve Y_2 arasındaki kısmi korelasyon katsayısı sıfır ise bu ilişki sahte ilişki olarak tanımlanmaktadır. Aksi durumda ilişkinin anlamlı olduğuna karar verilmektedir²³². Y_2 ve Y_3 arasındaki ilişki X_1 , X_2 ve Y_1 arasındaki nedenselliğin ürünüdür.

Yol analizi doğrudan ve dolaylı etkileri tahmin ederek nedensel ve nedensel olmayan ilişkileri ortaya çıkarmaktadır²³³.

2.2 Analiz Edilemeyen Önceki İlişkiler

Bu ilişki iki yönlü okla gösterilmektedir, daha önce belirtildiği gibi bağımsız değişkenler (exogenous variable) arasında ilişkinin olduğu modeldir.

²³⁰ Geoffrey M. Maruyama a.e,s.40.

²³¹ Geoffrey M.. Maruyama,a.g.e, s.41.

²³² Rex B.Kline, a.g.e,s.69.

²³³ Rex B.Kline, a.g.e,s.69.

Bağımsız değişkenler arasındaki ilişki, aynı zamanda bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında ve bağımlı değişkenler arasındaki analiz edilemeyen önceki ilişkinin sonucu olmaktadır²³⁴.

X_1 ve X_2 arasındaki ilişki analiz edilemeyen önceki ilişkilerden kaynaklanmaktadır. X_1 ve X_2 nin olduğu diğer ilişkilerde de kısmen aynı ilişki bulunmaktadır. Örneğin X_1 , X_2 ile ilişkisinden dolayı Y_1 ile ilişkili olmaktadır.

Yol analizinde her bir teorik değişken tek bir ölçümle ifade edilmekte ve değişkenler arasında önceden belirlenmiş nedensel ilişkiler test edilmektedir. Yapısal modelin belirlenmesinde öncelikle tüm nedensel hipotezler belirlenmektedir. Yol modeli, gözlenen değişkenli bir yapısal model olarak ifade edilmektedir²³⁵.

Yol analizi, aslında nedensellikten daha çok, teorik ilişkileri test etmektedir. Sosyal bilimlerdeki nedensellik konusu, doğa bilimlerindeki kadar açık olmamakla beraber modellenmesi olasıdır²³⁶. Değişkenler arasındaki ilişkilerin nedensel olup olmadığına karar verilebilmesi için kapsamlı teorik araştırma yapılması gerekmektedir. Teorik değişkenler belirlenip model kurulmakta, model doğru ve değişkenler ölçülebilirse, model belirlenebilmekte ve nedensellikten bahsedilebilmektedir²³⁷.

2.6 Yol Modelinin Yapısal ve Ölçüm Modeline Dönüştürülmesi

Teorik model geliştirildikten ve yol diyagramı oluşturulduktan sonra, modele ait denklemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum, yapısal denklemlerin oluşturulması, gizli değişkenleri ölçen değişkenlerin etkinliğinin ölçüm modeli ile belirlenmesi, gözlenen veya gizli değişkenler arasındaki korelasyonların test edilmesi için matrislerin düzenlenmesi aşamalarını içermektedir²³⁸.

²³⁴ Geoffrey M.. Maruyama, **a.g.e**, s.43.

²³⁵ Rex B.Kline, **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, 2.Baskı, Guilford Press, New York,2005,s. 66-67.

²³⁶ Schumacker, Randall E, **a.g.e**, s.150 .

²³⁷ Geoffrey M.. Maruyama, **a.g.e**, s.34.

²³⁸ J.Hair, , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.596.

2.6.1 Yapısal Model

Bu aşama yol modelinin (diyagram), eşanlı denklem sistemlerine dönüştürülmesini içermektedir. Her bir bağımlı değişken için doğrudan nedensel etkileri gösteren ayrı denklemler kurulmaktadır.

Şekil 2.3'e ait yol modeli aşağıdaki gibi yapısal denklemlere dönüştürülebilir. Modelde 9 tane nedensel etki bulunmaktadır. Üç bağımlı değişkene ait yapısal denklemler;

$$Y_1 = p_{y_1x_1}X_1 + p_{y_1x_2}X_2 + e_{y_1}$$

$$Y_2 = p_{y_2x_1}X_1 + p_{y_2x_2}X_2 + p_{y_2y_1}Y_1 + e_{y_2}$$

$$Y_3 = p_{y_3x_1}X_1 + p_{y_3x_2}X_2 + p_{y_3y_1}Y_1 + p_{y_3y_2}Y_2 + e_{y_3}$$

olarak yazılmaktadır.

Dokuz adet yol katsayısı ve 9 adet nedensel etki bulunmaktadır. Model tam tanımlanmış model olarak ifade edilmektedir²³⁹.

Denklemlerden görüleceği gibi her bir bağımlı değişken, bağımsız değişkenler ve bağımlı değişken(ler) tarafından açıklanmaktadır. Bir başka ifadeyle bir denklemdaki bağımlı değişken diğer denklemde bağımsız değişken durumuna geçmektedir. Denklemlerde dikkat edilmesi gereken bir diğer durum, regresyon analizinde olduğu gibi tahmin hatalarının bulunmasıdır. Hata terimi, belirleme hatasının (spesification error) ve tesadüfi ölçüm hatasının (random measurement error) toplamını ifade etmektedir. Özel durumların dışında bu iki hatayı ayırt etmek mümkün olamamaktadır²⁴⁰.

²³⁹ Geoffrey M.. Maruyama, **a.g.e**, s.40

²⁴⁰ J.Hair, , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.597.

Yapısal denklemler matris formunda aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$y = \alpha + By + \Gamma x + \xi \quad (2.1)$$

y ; gözlenen bağımlı değişkene ait px_1 boyutlu vektörü,

x ; gözlenen bağımsız değişkene ait qx_1 boyutlu vektörü,

α ; yapısal sabitlere (structural intercepts) ait px_1 boyutlu vektörü

B ; bağımlı değişkenlerin birbiriyle ilişkisini gösteren pxp boyutlu katsayılar matrisini,

Γ ; bağımsız değişkenlerle bağımlı değişkenler arasındaki pxq boyutlu katsayılar matrisini,

ξ ; px_1 boyutlu hatalara ilişkin vektörü göstermektedir²⁴¹.

B ve Γ değişkenler arasındaki yapısal ilişkileri vermektedir. Örneğin Şekil 2-3'de Y_1 'in Y_2 üzerindeki ilişkisi B 'nin, X_2 'nin Y_2 ile ilişkisi Γ 'nin unsurlarından biri olmaktadır.

B ve Γ ye ait parametrelerin 3 farklı türünü ayırt etmek gerekmektedir. Birinci parametre seti tahmin edilebilmekte ve bu parametrelere serbest parametre adı verilmektedir. Şekil 2-3'de gözlenen parametreler serbest parametre olarak ifade edilmektedir²⁴². İkinci parametre seti genelde sabit parametre olarak tanımlanmaktadır. Sabit parametre seti genelde sifıra (0) eşitlenmekte ve bu durum ilişkinin olmadığını göstermektedir. Eğer teoride kullanılması belirtilen bir değer varsa, sabit parametre olarak ilgili değer kullanılmaktadır. Şekil 2-3' de X_1 ile X_2 arasında doğrudan ilişki bulunmamakta, böylece sabit parametre olarak tanımlanan bu yol sifıra eşitlenmektedir²⁴³.

Sonuçta, modelde parametrelerden bazıları diğer parametrelere eşitse kısıtlı parametre olarak tanımlanmaktadır. X_1 'in Y_1 üzerindeki etkisi ile, X_2 'nin Y_1 üzerindeki etkisi aynıdır ve bu nedenle kısıtlı parametre olarak adlandırılmaktadır.

Genellikle YEM'de sadece gözlenen değişkenler değil aynı zamanda gizli değişkenlerde kullanılabilir. Bu nedenle literatürde genel olarak Keesling

²⁴¹ Kaplan D., **a.g.e.**, s.14.

²⁴² Serbest parametrelerin tahmin metodları model tahmini bölümünde anlatılacaktır

²⁴³ Kaplan D., **a.g.e.**, s.15-16.

(1972), Wiley (1973), Jöreskog'un (1973,1977) temelini oluşturduğu LISREL (Linear Structural Relations) programının notasyonları kullanılmaktadır. LISREL yazılımında tüm değişkenlerin standardize edildiği ve ortalamalarının sıfır olduğu kabul edilmekte ve sabit kullanılmamaktadır²⁴⁴.

Genel yapısal modeli aşağıdaki gibidir.

$$\eta_i = B \eta_i + \Gamma \xi_i + \zeta_i \quad (2.2)$$

$mx1 \quad mxm \quad mx1 \quad mxn \quad nx1 \quad (mx1)$

η_i , ξ_i ve ζ_i notasyonları sırasıyla gizli bağımlı değişkenleri (endogenous), gizli bağımsız değişkenleri, tesadüfi yapısal hataları belirten vektörleri göstermektedir. $i=1,2,\dots, n'$ e giderken ξ_i , ortalaması sıfır varyans- kovaryans matrisi Φ olan normal dağılıma ($\xi_i \sim N_n(0, \Phi)$) yaklaşmaktadır. Aynı şekilde yapısal hataların ortalaması sıfır, varyans- kovaryans matrisi Ψ olan normal dağılıma ($\zeta_i \sim N_m(0, \Psi)$) yaklaşmaktadır.

B, köşegeni sıfır ve gözlemleri birbirinden bağımsız olan, bağımlı değişkenler (η_i) arasındaki regresyon katsayılarını gösteren matrisi, (I-B) tekil olmayan (nonsingular) matrisi belirtmek üzere ²⁴⁵, denklem (2.2) aşağıdaki gibi yazılabilmektedir²⁴⁶.

$$\eta = (I - B)^{-1} \Gamma \xi + (I - B)^{-1} \zeta \quad (2.3)$$

Yapısal modelin kovaryans matrisi (Σ); bağımlı değişkenlere ($\Sigma_{\eta\eta}$), bağımsız değişkenlere ($\Sigma_{\xi\xi}$), bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait olmak üzere ($\Sigma_{\eta\xi}$) üç kovaryans matrisini içermektedir .

Bağımlı değişkenlere ait kovaryans matrisi aşağıdaki formülden hesaplanmaktadır.

$$\Sigma_{\eta\eta} = E(\eta\eta')$$

²⁴⁴ Neil H., Timm, **a.g.e**,s.559

²⁴⁵ "I "birim matrisi belirtmektedir

²⁴⁶ Neil H., Timm,**a.g.e**,s.559.

Kaplan D.,**a.g.e**,s.19.

$$\begin{aligned}
&= \mathbf{E} \left[\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \Gamma \xi + \zeta \left(\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \Gamma \xi + \zeta \right)' \right] \\
&= \mathbf{E} \left[\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \Gamma \xi + \zeta \quad \xi' \Gamma' + \zeta' \quad \mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \right] \quad (2.4) \\
&= \mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} (\mathbf{E} \Gamma \xi \xi' \Gamma' + \mathbf{E} \Gamma \xi \zeta' + \mathbf{E} \zeta \xi' \Gamma' + \mathbf{E} \zeta \zeta') \mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \\
&= (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma' + \Psi) (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}
\end{aligned}$$

Φ = Bağımsız değişkenlere ait kovaryans matrisini ,

Ψ = Hata terimlerine ait kovaryans matrisini göstermektedir.

Bağımsız değişkenlere ait kovaryans matrisi;

$$\begin{aligned}
\Sigma_{\xi\xi} &= \mathbf{E}(\xi\xi') \\
&= \Phi \text{ 'dir.} \quad (2.5)
\end{aligned}$$

Bağımsız ve bağımlı değişkenlere ait kovaryans matrisi,

$$\begin{aligned}
\Sigma_{\xi\eta} &= \mathbf{E} \quad \xi \eta' \\
&= \mathbf{E} \left[\begin{array}{c} \xi \quad \mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1} \Gamma \xi + \zeta \end{array} \right] \quad (2.6)
\end{aligned}$$

= $\Phi \Gamma' \mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}$ eşitliğinden elde edilmektedir.

Yapısal modelin kovaryans matrisi, aşağıdaki gibi yazılmaktadır²⁴⁷.

$$\begin{aligned}
\Sigma &= \begin{bmatrix} \Sigma_{\eta\eta} & \Sigma_{\eta\xi} \\ \Sigma_{\xi\eta} & \Sigma_{\xi\xi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{E}(\eta\eta') & \mathbf{E}(\eta\xi') \\ \mathbf{E}(\xi\eta') & \mathbf{E}(\xi\xi') \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma' + \Psi) (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} & (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \Gamma \Phi \\ \Phi \Gamma' (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} & \Phi \end{bmatrix} \quad (2.7)
\end{aligned}$$

²⁴⁷Kenneth A.Bollen, **a.g.e**,s.85-86.
Neil H., Timm **a.g.e**,s.559

Denklemler beş varsayım temel alınarak çözülmektedir²⁴⁸.

1. ξ ve ζ birbirinden bağımsızdır .
3. ε ve η birbirinden bağımsızdır.
4. δ ve ξ birbirinden bağımsızdır
5. ζ ile ε ve δ birbirinden bağımsızdır

2.6.2 Ölçüm Modeli

Ölçüm modelinde, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılmaktadır. DFA, Açıklayıcı Faktör Analizinden (Exploratory Factor Analysis) farklı olarak her bir faktöre (gizli değişken) ait faktör yüklerinin sayısını önceden belirleme olanağı vermektedir. Genellikle DFA' inde bir gözlenen değişkenin bir gizli değişkene ait faktör yükü bulunmaktadır²⁴⁹. Oysa açıklayıcı faktör analizinde tüm değişkenlerin küçük de olsa faktörler üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Ölçüm modeli bağımlı ve bağımsız gizli değişkenler için yapılabilmektedir²⁵⁰. DFA, yol modeli gibi görünmektedir. Genel DFA' i gizli değişkenlerle gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmektedir. DFA ile gizli değişkenli yol modeli arasındaki farklılık, yol modelinde gizli değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler test edilmekte, DFA' de ise gizli değişkenler arasında ilişki bulunmamaktadır²⁵¹. Bir başka ifadeyle, DFA modellerinde gizli değişkenler bağımsız değişkenler olarak incelenmektedir²⁵².

Gözlenen değişkenler ile gizli değişkenler arasındaki ilişki ölçüm modeli ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir²⁵³.

$$Y_i = \Lambda_y \eta_i + \varepsilon_i$$

$p \times 1 \quad p \times m \quad m \times 1 \quad p \times 1$

$$X_i = \Lambda_x \xi_i + \delta_i$$

$q \times 1 \quad q \times n \quad n \times 1 \quad q \times 1$

(2.8)

²⁴⁸ B.Pugesek, A.Tomer, A. von Eye, **a.g.e.**, s.26.

²⁴⁹ Bir gözlenen değişkenin birden fazla gizli değişkenle de ilişkisi bulunabilmektedir. Ancak belirli teorik durumlar dışında uygulanması önerilmemektedir.

²⁵⁰ J.Hair, , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.598.

²⁵¹ G.Maruyama,**a.g.e.**s.139.

²⁵² Rex B.Kline, **a.g.e.**,s.167

y_i ve x_i , gizli bağımlı vektör η_i ve gizli bağımsız ξ_i vektörüne ait gözlenen vektörlerdir. ε_i ve δ_i ölçüm hatasını gösteren vektörleri, Λ_y ve Λ_x sırasıyla, y ile η ve x ile ξ 'e ilişkin regresyon katsayılarını belirtmektedir. ε_i ortalaması sıfır, varyans-kovaryans matrisi Θ_ε olan normal dağılıma yaklaşmaktadır [$\varepsilon_i \sim N_p(0, \Theta_\varepsilon)$]. Aynı şekilde δ_i ortalaması sıfır, varyans-kovaryans matrisi Θ_δ olan normal dağılım göstermektedir [$\delta_i \sim N_q(0, \Theta_\delta)$].

Ölçüm modeli yapısal model ile birleştirildiğinde aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

$$y = \Lambda_y\eta + \varepsilon \quad (2.9)$$

$$x = \Lambda_x\xi + \delta$$

B , Γ , Λ_y ve Λ_x doğrudan etki matrisleridir.

Bağımlı gizli değişkenlerin göstergelerine ait kovaryans matrisi ;

$$\Sigma_{yy} = \text{Cov } yy' = E yy'$$

$$= E \left[\begin{array}{c} \Lambda_y\eta + \varepsilon \\ \Lambda_y\eta + \varepsilon' \end{array} \right]$$

$$= \Lambda_y E \eta\eta' \Lambda_y' + \Lambda_y E \eta\varepsilon' + \Lambda_y E \varepsilon\eta + E \varepsilon\varepsilon' \quad (2.10)$$

$$= \Lambda_y \Sigma_{\eta\eta} \Lambda_y' + \Theta_\varepsilon$$

Eşitlik 2.4 yukarıdaki denklemde yerine konulduğunda

$$= \Lambda_y [1 - B^{-1} \Gamma\Phi\Gamma' + \Psi^{-1} 1 - B^{-1}] \Lambda_y' + \Theta_\varepsilon \text{ elde edilmektedir}^{254}.$$

Bağımsız gizli değişkenlerin göstergelerine ait kovaryans matrisi (Σ_{xx}) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır²⁵⁵.

²⁵³ Neil H., Timm, a.g.e, s.560.

²⁵⁴ Subbash Sharma, a.g.e, s.448.

$$\begin{aligned}
\Sigma_{xx} &= \text{Cov}(xx) = E(xx') \\
&= E \left[\begin{array}{cc} \Lambda_x \xi + \delta & \Lambda_x \xi + \delta' \end{array} \right] \\
&= \Lambda_x E \xi \xi' \Lambda_x' + \Lambda_x E \xi \delta' + \Lambda_x E \delta \xi + E \delta \delta' \\
&= \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta
\end{aligned} \tag{2.11}$$

Gizli değişkenlere ait bağımsız göstergeler ile bağımlı göstergelere ait kovaryans matrisi (Σ_{xy}) ise aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
\Sigma_{xy} &= \text{Cov}(xy) = E(xy') \\
&= E \left[\begin{array}{cc} \Lambda_x \xi + \delta & \Lambda_y \eta + \varepsilon' \end{array} \right] \\
&= \Lambda_x E \xi \eta' \Lambda_y' + \Lambda_x E \xi \varepsilon' + E(\delta \eta') \Lambda_y' + E \delta \varepsilon' \\
&= \Lambda_x \Sigma_{\xi \eta} \Lambda_y'
\end{aligned} \tag{2.12}$$

Denklem 2.6, 2.12'de yerine konulduğunda aşağıdaki denklem elde edilmektedir²⁵⁶.

$$\Lambda_x \Phi \Gamma' (1 - B^{-1}) \Lambda_y'$$

Formül 2.9' daki YEM'ine ait aşağıdaki kovaryans matrisine ulaşılmaktadır²⁵⁷.

$$\Sigma_\theta = \begin{bmatrix} \Lambda_y \left[(1 - B^{-1}) \Gamma \Phi \Gamma' + \Psi (1 - B^{-1}) \right] \Lambda_y' + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y (1 - B^{-1}) \Gamma \Phi \Lambda_x' \\ \Lambda_x \Phi \Gamma' (1 - B^{-1}) \Lambda_y' & \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta \end{bmatrix} \tag{2.13}$$

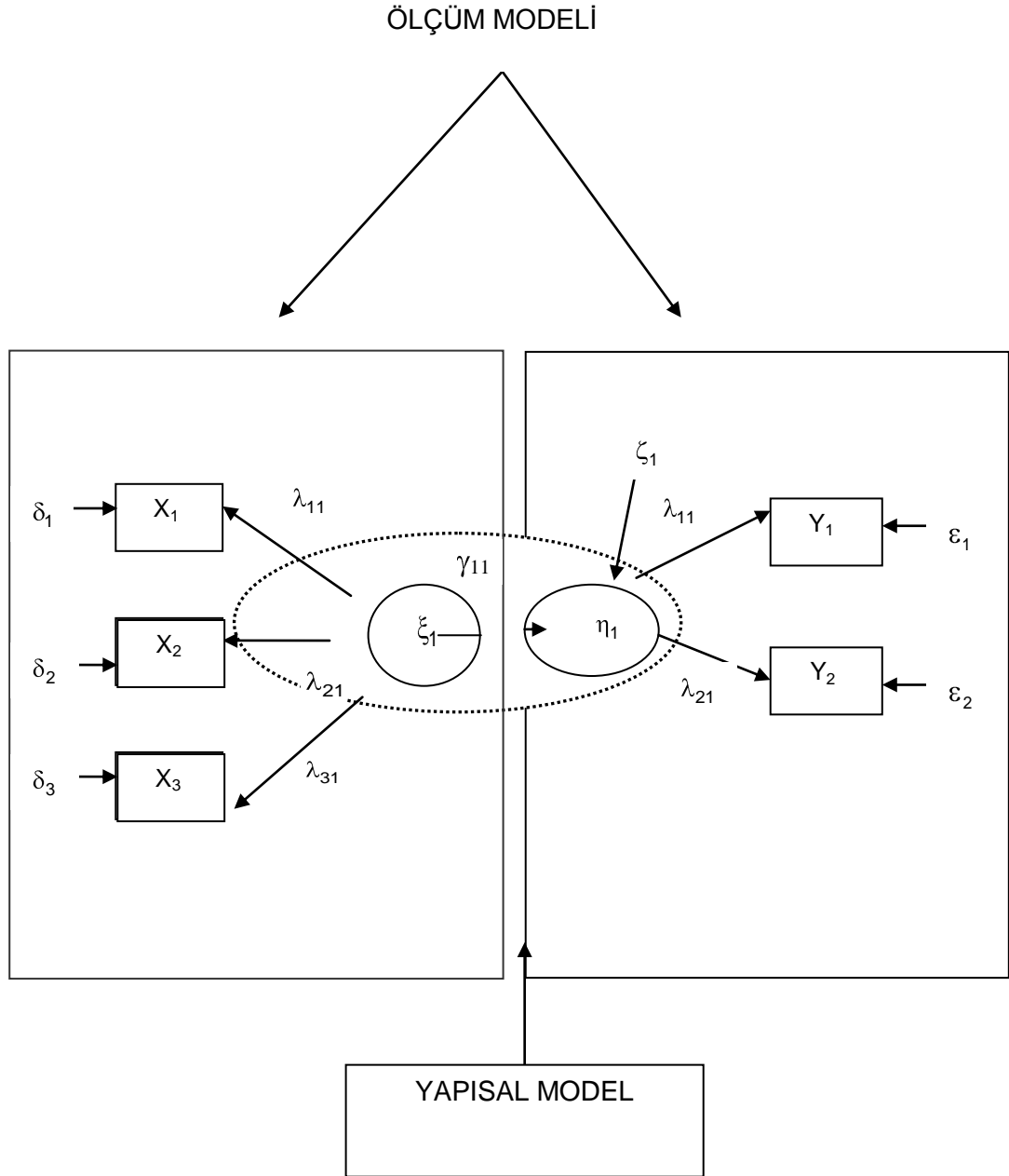
Yapısal ve ölçüm modellerini içeren bir örnek şekil 2.5'de gösterilmektedir²⁵⁸.

²⁵⁵ Kenneth A. Bollen, **a.g.e.**, s.35,236.

²⁵⁶ Subbash Sharma, **a.g.e.**, s.448.

²⁵⁷ Neil H., Timm, **a.g.e.**, s.561.

Şekil 2-5Yapısal Eşitlik Modelinin Ölçüm ve Yapısal Model Olarak Ayrıştırılması



Şekil 2.5 'te ölçüm modeline ilişkin bağımsız değişkenlere ait regresyon denklemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

η_1 ve ξ_1 arasındaki yapısal denklem ise;

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1$$

Ölçüm Modeline ait bağımsız ve bağımlı değişkenlere ait regresyon denklemleri ise aşağıdaki gibidir.

$$x_1 = \lambda_{11}\xi_1 + \delta_1 \quad y_1 = \lambda_{11}\eta_1 + \varepsilon_1$$

$$x_2 = \lambda_{21}\xi_1 + \delta_2 \quad y_2 = \lambda_{21}\eta_1 + \varepsilon_2$$

$$x_3 = \lambda_{31}\xi_1 + \delta_3$$

Modelin varsayımları;

$$\begin{aligned} \text{COV}(\xi_1, \delta_1) &= 0 & \text{COV} \xi_1, \delta_2 &= 0 & \text{COV} \xi_1, \delta_3 &= 0 & \text{COV} \xi_1, \varepsilon_1 &= 0 & \text{COV} \xi_1, \varepsilon_2 &= 0 \\ \text{COV} \xi_1, \zeta_1 &= 0 & \text{COV} \eta_1, \varepsilon_1 &= 0 & \text{COV} \eta_1, \varepsilon_2 &= 0 & \text{COV} \delta_1, \delta_2 &= 0 & \text{COV} \delta_1, \delta_3 &= 0 \\ \text{COV} \delta_2, \delta_3 &= 0 & \text{COV} \delta_1, \varepsilon_1 &= 0 & \text{COV} \delta_1, \varepsilon_2 &= 0 & \text{COV} \delta_2, \varepsilon_1 &= 0 & \text{COV} \delta_2, \varepsilon_2 &= 0 \\ \text{COV} \delta_3, \varepsilon_1 &= 0 & \text{COV} \delta_3, \varepsilon_2 &= 0 & \text{COV} \varepsilon_1, \varepsilon_2 &= 0 & \text{COV} \varepsilon_1, \varepsilon_3 &= 0 & \text{COV} \varepsilon_2, \varepsilon_3 &= 0 \\ \text{COV} \delta_1, \zeta &= 0 & \text{COV} \delta_2, \zeta &= 0 & \text{COV} \delta_3, \zeta &= 0 & \text{COV} \varepsilon_1, \zeta &= 0 & \text{COV} \varepsilon_2, \zeta &= 0 \end{aligned}$$

Matris formunda ise aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} \\ \lambda_{21} \\ \lambda_{31} \end{bmatrix} \xi_1 + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} \quad \Theta_{\delta} = \begin{bmatrix} \sigma_{\delta_1}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\delta_2}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\delta_3}^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} \\ \lambda_{21} \end{bmatrix} \eta_1 + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad \Theta_{\varepsilon} = \text{diag}[\sigma_{\varepsilon_i}^2]$$

Modelde tahmin edilebilecek varyans-kovaryans sayısı en fazla, v bağımlı ve bağımsız toplam gözlenen değişken sayısını ($v=p+q$) ifade etmek üzere, $[v(v+1)/2]$ kadardır. Örnekte gözlenen değişken sayısı 5 olduğundan modelden türetililecek parametre sayısı en fazla $[5(5+1)/2]= 15$ olacaktır. Modelde tahmin edilen parametre sayısı ise 12 'dir: 5 adet ölçüm modeline ait regresyon katsayısı

(faktör yükleri-factor loadings) (3 adet λ_x , 2 adet λ_y), 1 adet yapısal regresyon katsayısı (γ_{11}), 5 adet ölçüm hatası (3 adet δ , 2 adet ε), 1 adette yapısal hata (ζ) bulunmaktadır. 3 (15-12) serbestlik derecesi modelin fazla tanımlanmış olduğunu göstermektedir.

YEM'e ait notasyonların toplu olarak bir arada bulunduğu tablo aşağıda gösterilmektedir²⁵⁹.

²⁵⁹ Kenneth A. Bollen, **a.g.e.**, s.14.20.

J. Hair, , R. Anderson, R. Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.646.

B. Tabachnick, L. Fidell, **a.g.e.**, s.734.

Tablo 2-1Yapısal Eşitlik Modeline ait Notasyonlar

LISREL MODEL ÖĞELERİ		TANIMLAMA	SEMBOL	
MATRİS			MATRİS	ELEMENT
Yapısal Model				
Beta	Bağımlı gizli değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon katsayıları matrisi		B	β_{mm}
Gamma	Bağımlı ve Bağımsız gizli değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon katsayıları matrisi		Γ	γ_{mn}
Phi	Bağımsız gizli değişkenler arasındaki korelasyon / kovaryans matrisi		Φ	ϕ_{nn}
Psi	Hata terimlerine ait korelasyon matrisi / kovaryans matrisi		Ψ	ψ_{mm}
Ölçüm Modeli				
Lambda –X	Bağımsız değişkene ait yükler		Λ_x	λ_{qn}^x
Lambda –Y	Bağımlı değişkene ait yükler		Λ_y	λ_{pm}^y
Theta-delta	Bağımsız gizli değişkenlerin tahmin hatalarına ilişkin matrisi		Θ_δ	θ_{qq}^δ
Theta-epsilon	Bağımlı gizli değişkenlerin tahmin hatalarına ilişkin matrisi		Θ_ϵ	θ_{pp}^ϵ

Tablo 2-1:Devamı

Gizli Değişken ve Göstergeler		
Gizli Değişken		
Bağımsız	Bağımsız gizli değişken	ξ
Bağımlı	Bağımlı gizli değişken	η
Gösterge		
Bağımsız	Bağımsız gösterge	X
Bağımlı	Bağımlı gösterge	Y
Yapısal ve Ölçüm Modeline ait Denklemler		
Yapısal Model	Bağımlı ve bağımsız gizli değişkenler arasındaki ilişki	$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$
Ölçüm Modeli		
Bağımsız	Bağımsız gizli değişkenlerin göstergelerini belirleme	$x = \Lambda_x\xi + \delta$
Bağımlı	Bağımlı gizli değişkenlerin göstergelerini belirleme	$y = \Lambda_y\eta + \varepsilon$
Matrislerin Alt İndisleri		
	Bağımsız gizli değişkenlerin sayısı	n
	Bağımlı gizli değişkenlerin sayısı	m
	Bağımsız gizli değişkenlerin göstergelerinin sayısı	q
	Bağımlı gizli değişkenlerin göstergelerinin sayısı	p

2.6.3 Model Belirleme

YEM' ine tahmin edilecek modelin belirlenmesi ile başlanmaktadır. YEM' in temel kavramlardan biri olan "model" , değişkenler arasındaki ilişkinin istatistik yapısı olarak tanımlanabilmektedir²⁶⁰. Model Belirleme, araştırmanın yapılacağı konu ile ilgili teorik bilgiler ve önceden yapılmış çalışmalardan hareketle teorik modelin geliştirilme aşamasıdır. Teorik modelde, hangi değişkenlerin modelde yer alacağına karar verilmekte ve değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmektedir. Belirleme, modelin saptanmasında bir ön çalışma olarak ifade edilebilir²⁶¹.

2.6.3.1 Yol Analizinde Model Belirleme

Model belirleme aşaması, değişkenler arasındaki tüm ilişkilerin ve modeldeki parametrelerin belirlenmesini içermektedir. Araştırmacı, örnek varyans kovaryans matrisinden en iyi modeli elde etmeye (türetmek- generate) çalışmaktadır. Teorik model ve/veya kovaryans yapısı bilinmediğinde, örnekten elde edilen kovaryans matrisi, kovaryans yapısından elde edilecek modele en yakın modelin tahmin edilmesine temel oluşturmaktadır. Örneğin; X ile Y arasındaki ilişki sorgulanırken;

- X ile Y arasındaki ilişki hangi teorik temelden kaynaklanmaktadır.
- X' mi Y 'yi etkiliyor?
- Y' mi X' i etkiliyor?
- Veya üçüncü bir değişken Z' mi X ile Y' yi etkiliyor?

Bu ilişkiyi ortaya çıkarmak için buna benzer birçok nedenin araştırılması gerekmektedir. Araştırmacı, önceki araştırmalardan ve teorik bilgilerden hareketle en uygun modeli belirlemeye çalışmaktadır.

Model belirleme aşamasında parametrelerin büyüklüğü ve işaretleri belirlenirken, model parametreleri serbest parametre (free parameter) ve sabit parametre olarak belirlenmektedir. Sabit parametre, veriden tahmin edilemeyen, değeri sıfır (0) olan parametredir. Serbest parametre, değeri veriden tahmin edilebilen ve sıfırdan farklı bir değeri olan parametredir. Çeşitli model uygunluk indeksleri ile veri setine ait

²⁶⁰ Hoyle Rick H., **Structural Equation Modeling Concept , Issues and Applications**, Sage Publications, A.B.D, 1995, s.3 .

²⁶¹ a.e,s.2.

varyans kovaryans matrisinden tahmin edilen sabit ve serbest parametrelerin uygunluğu incelenmektedir²⁶².

YEM' de, gözlenen veya gizli değişkenler arasındaki nedensel etkilere ilişkin tablo aşağıda gösterilmektedir²⁶³.

Tablo 2-2:Nedensel Etkilerin Matris Formunda Gösterilmesi

	η	y	x
<u>Bağımsız gizli değişken (ξ)</u>			
Doğrudan Etki	Γ	0	Λ_x
Dolaylı Etki	$I - B^{-1} \Gamma - \Gamma$	$\Lambda_y I - B^{-1} \Gamma$	0
Toplam etki	$I - B^{-1} \Gamma$	$\Lambda_y I - B^{-1} \Gamma$	Λ_x
<u>Bağımlı gizli değişken (η)</u>			
Doğrudan Etki	B	Λ_y	0
Dolaylı Etki	$I - B^{-1} - I - B$	$\Lambda_y I - B^{-1} - \Lambda_y$	0
Toplam etki	$I - B^{-1} - I$	$\Lambda_y I - B^{-1}$	0

Örnekten elde edilen doğru model (true model) ile teorik modelin (implied theoretical model) uyumlu olmaması, teorik modelin yanlış belirlendiğini (misspecified) göstermektedir. Bu iki model arasındaki farklılık; önemsiz olduğu halde modele dahil edilmiş ve / veya tam tersi önemli olduğu halde unutulmuş değişkenler ile parametrelerden kaynaklanabilmektedir. Yanlış veya eksik belirlenen model ile yapılan parametre tahminleri yanlı (biased) olmaktadır. Daha önce

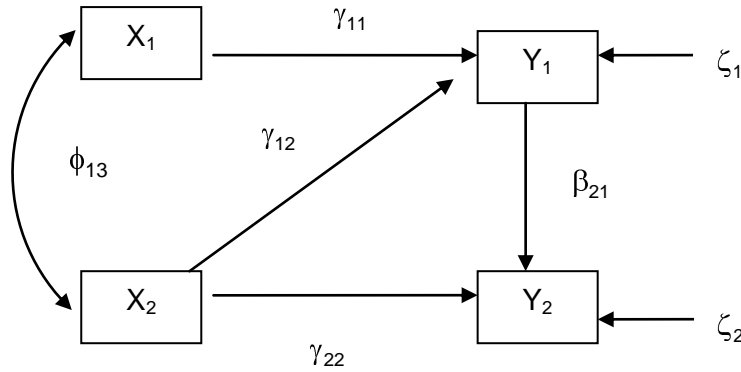
²⁶² Hoyle Rick H, a.g.e, s.3.

²⁶³ Kenneth A.Bollen, a.g.e, s.382.
D.Kaplan, a.g.e, s.35-36.

belirtildiği gibi bu durum belirleme hatası (specification error) olarak tanımlanmaktadır. Belirleme hatası, genelde değişkenlerin teorik model için uygun olmamasından kaynaklanmaktadır. Belirleme hatası'nın ortaya çıkarmak için birçok yöntem önerilmektedir. (Modelin düzeltilmesi bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.)

Bilindiği gibi yol analizinde her bir gösterge tek bir gizli değişken ile ilişkili olmakta ve bağımsız değişkenler için hata hesaplanmamaktadır. Bu nedenle bağımsız değişkenlerin belirlenmesinde yüklerin güvenilir (reliable) ve geçerli (valid) olması gerekmektedir²⁶⁴.

Temel yol modelinin iki türü bulunmaktadır. Birincisi, aşağıdaki şekilde gösterilen hataların bağımsız ve nedensel etkilerin tek yönlü olduğu Tekrarlanan (Yinelenen) Modeller (Recursive Models),



Şekil 2-6 Tekrarlanan Yol Modeli

ϕ bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonu, γ bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon katsayısını, β bağımlı değişkenler arasındaki regresyon katsayısını, ζ yapısal modellere ait tesadüfi hatayı göstermektedir.

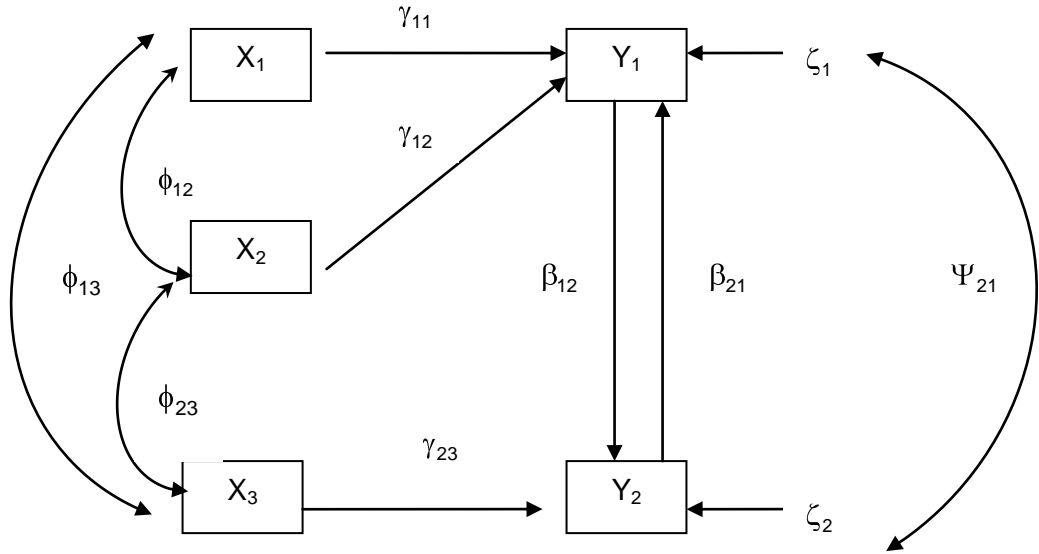
²⁶⁴ Rex B.Kline, a.g.e, s.96

Tekrarlanan modele ilişkin yapısal model aşağıdaki gibidir.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ 0 & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix}, \quad \Psi = \begin{bmatrix} \Psi_{11} & 0 \\ 0 & \Psi_{22} \end{bmatrix}$$

ikincisi ise iki yönlü (feedback loops) ilişkilerin ve hatalar arasında korelasyon (Ψ) olan Tekrarlanmayan Modellerdir (Non-recursive model) ²⁶⁵.



Şekil 2-7Tekrarlanmayan Yol Modeli

²⁶⁵ Neil H., Timm, **a.g.e**, s.581-582.

D.Kaplan, **a.g.e**, s.17.

Tekrarlanmayan modeller uygulanma kısıtından dolayı OLS (Ordinary Least Squares) ile çözülemez.

Tekrarlanmayan Modelin yapısal modeli aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \beta_{12} \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix}$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} \end{bmatrix} \quad \Psi = \begin{bmatrix} \Psi_{11} & \Psi_{12} \\ \Psi_{21} & \Psi_{22} \end{bmatrix}$$

2.6.3.2 Ölçüm Modelinin Belirlenmesi

Doğrulayıcı Faktör Analizinde gizli değişkenin gözlenen değişken üzerindeki doğrudan etkisi tek yönlü okla gösterilmektedir. Bu doğrudan etkinin istatistik tahmini için faktör yükü (factor loading- pattern coefficients), yol yükü (path loading) terimleri kullanılmaktadır. Genelde bunlar standardize edilmiş (veya edilmemiş) regresyon katsayısı olarak yorumlanmaktadır. DFA 'da göstergeler bağımlı, gizli değişken bağımsızdır ve göstergelere ait ölçüm hataları (measurement error) hesaplanmaktadır. DFA' inde ölçüm hatası, gözlenemeyen bağımsız değişken olarak da görülmektedir. Ölçüm hatası, iki açıklanamayan varyans bileşeninden oluşmaktadır.

$$\delta = s + e$$

s; her bir değişkene ait spesifik açıklanamayan varyansı, e; tesadüfi hatayı göstermektedir²⁶⁶.

Her bir gösterge tek bir faktör ile ilişkiliyse ve hatalar da bağımsızsa "tek boyutlu ölçüm" (unidimensional measurement), bir gösterge birden fazla faktörle ilişkiliyse veya hatalar arasında ilişki varsa "çok boyutlu ölçüm" (multidimensional measurement) söz konusu olmaktadır. Hatalar arasında ilişki olması iki göstergenin modelde açıkça gösterilemeyen bir şeyleri ortak olarak ölçtüğünü belirtmektedir.

²⁶⁶ Kenneth A. Bollen, **a.g.e.**, s.233.

Örneğin yinelenen ölçümlü değişkenler için (repeated measures variable) hatalar arasında otokorelasyonun olduğu varsayılmaktadır²⁶⁷.

2.6.4 Model Tanımlama

YEM' inde tanımlama iki temele dayanmaktadır²⁶⁸.

a. Serbest parametre sayısından daha fazla varyans-kovaryans sayısının olması, yani modelin serbestlik derecesinin sıfıra eşit veya büyük olması ($df_m \geq 0$) gerekmektedir.

2) Her bir gizli değişkene ait göstergelerin ve ölçüm hatalarının metrik olması zorunludur.

2.6.4.1 Yol Analizinde Model Tanımlama

YEM' de parametrelerin tahmin edilmesinde, model tanımlamanın çok önemli bir rolü vardır. Örnek verileri, örnek kovaryans matrisi (S) , teorik model ise anakütle kovaryans matrisi Σ ile ifade edilmektedir. Örneğin; teorik modelde, $X+Y = ?$ değerinin araştırıldığı varsayıldığında, örnekten hareketle $X+Y = 10$ bulunduğu düşünüldüğünde, bu eşitliği sağlayan çeşitli X ve Y değerleri bulunmakta ve bu durum belirsizlik (indeterminancy) olarak tanımlanmaktadır. Bu problemi çözmek için X veya Y değişkeni için bir kısıtın konulması gerekmektedir (örneğin $Y=1$ gibi) Model daha karmaşık olduğunda bu durumu çözmek oldukça zor olmaktadır. Bilindiği gibi her bir olası parametre için, serbest (free parameter), sabit (fixed parameter), kısıtlı parametrelerin (constrained parameter) tanımlaması gerekmektedir. Serbest parametre, bilinmeyen fakat tahmin edilmesi gereken parametre olarak tanımlanmaktadır. Sabit parametre, belirli bir değere eşitlenen ve bu değeri genellikle 0 veya 1 olan, kısıtlı parametre ise bilinmeyen fakat bir veya birden fazla diğer parametreye eşit olabilen parametredir. Örneğin yol modelinde hatanın ilgili değişkene olan doğrudan etkisini göstermek için hesaplanan yol katsayısı sabit parametredir ve değeri birdir²⁶⁹.

Model tanımlama, bu parametrelerin belirlenmesine dayanmaktadır. Birkaç sete ait parametre değerleri, aynı anakütle kovaryans matrisi (Σ) 'nden türetilbilirse, bu

²⁶⁷ Rex B. Kline, **a.g.e.**, s.166-168.

²⁶⁸ **a.e.**,s.105.

²⁶⁹ **a.e.**,s.110.

parametrelerin eşdeğer (equivalent) olduğu kabul edilmekte ve eşdeğer modeller olarak ifade edilmektedir.

Yol analizinde tahmin edilebilecek parametre sayısını gözlenen değişkenlerden hesaplanan varyans-kovaryans²⁷⁰ sayısı (data point) belirlemektedir. Bilindiği gibi modelde tahmin edilebilecek varyans-kovaryans sayısı en fazla, v bağımlı ve bağımsız toplam gözlenen değişken sayısını ($v=p+q$) ifade etmek üzere, $[v(v+1) / 2]$ kadardır. Örneğin modelde 4 gözlenen değişken varsa en fazla 10 adet varyans-kovaryans değeri hesaplanabilmektedir. t, modelde tahmin edilen serbest parametre sayısını belirtmek üzere $t < v(v+1) / 2$ ise modelin fazla tanımlanmış olduğu, büyükse tanımlanamadığı, eşitse tam tanımlanmış olduğu kabul edilmektedir²⁷¹. Örnek birim sayısının artması veya azalması varyans-kovaryans sayısını değiştirmez ancak modele girecek yeni bir değişken hesaplanacak değeri değiştirmektedir. İlerleyen bölümlerde daha ayrıntılı açıklanacağı gibi parametre sayısının varyans- kovaryans sayısını geçmemesi istenmektedir. İkisi arasındaki fark modelin serbestlik derecesini (df_m) vermektedir. Modelde en azından varyans-kovaryans sayısının parametre sayısından fazla olması beklenmekte, bu durumda serbestlik derecesi sıfırdan büyük olmaktadır ($df_m \geq 0$). Yol modelinde parametre sayısı, bağımsız değişkenlere ait varyans- kovaryans sayısı, bağımlı değişkenlere ait doğrudan etkilerin toplamından oluşmaktadır. Serbestlik derecesinin sıfıra eşit veya sıfırdan küçük olması ($df_m \leq 0$) modelin tanımlanmamış olduğunu göstermekte, bu durumda matematik çözüm yapılamamakta ve parametrelere ait tek tahmin mümkün olmamaktadır²⁷². Örnek varyans kovaryans matrisinden elde edilen bilgiler, modeldeki parametrelerin tahminine temel oluşturmaktadır.

Model tanımlanması ile ilgili ayrıntılı bilgiler Şekil 2.3'teki model üzerinden aşağıda ele alınmaktadır²⁷³.

1. **Tam Tanımlanmış Model (Just-Identified)**: Bilinmeyen parametre sayısı ile denklem sayısı eşit ise tam tanımlanmış model söz konusu olmaktadır ($df_m=0$). Bu durumda regresyon analizi ve doğrusal eşanlı denklemler (linear

²⁷⁰ Standardize edilmiş değişkenler için korelasyon katsayısı olmaktadır.

²⁷¹ D.Kaplan, **a.g.e.**, s.21.

²⁷² Rex B.Kline, **a.g.e.**, s.100.

²⁷³ G.M.Maruyama, **a.g.e.**, s.17-19.

Rick H.Hoyle, **a.g.e.**, s.4.

Randall E.Schumacker, **a.g.e.**, s.64.

J. Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black, **a.g.e.**, s.608.

algebra) benzer sonucu vermektedir. Şekil 2.3'te yer alan modelin tam tanımlanmış model olduğu görülmektedir.

- 2. Az Tanımlanmış Model (Under-Identified):** Tahmin edilecek parametre sayısı, denklem sayısından fazla ise bu durum az tanımlanmış model olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda sonsuz sayıda alternatif çözümler bulunabilir ancak bunlar arasından herhangi bir çözümü seçmek anlamlı olmamaktadır. Örneğin şekil 2.3'te Y_2 'den Y_1 ' e yeni bir yol eklediğimizde modelde bilinmeyen sayısı fazla olacağından tek çözümü olmayacaktır.
- 3. Fazla Tanımlanmış (Over-Identified)** Bilinmeyen sayısı, denklem sayısından az olduğunda bu durum fazla tanımlanmış model olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde parametrelerin tahmin edilmesinde denklemler yeterli bilgiye sahiptir. Sonuç olarak en azından bazı parametrelerin tahmin edilmesinde birden fazla yol vardır ve tümü aynı sonucu vereceğinden çözüm yollarından herhangi birini kullanmak yeterli olmaktadır. Bir kez daha şekil 2.3'e bakıldığında, teorik olarak sıfır olmasını düşündüğümüz yollardan herhangi birini iptal ettiğimizde model fazla tanımlanmış olacak, böylece denklem sayısı parametre sayısından fazla olacaktır. Bu durumda bağımsız değişkenler ile her bir bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon analizi en iyi tahmini yapmaktadır. Bunun yanında tam tanımlanmış modelde ise En yüksek olabilirlik ile En küçük kareler (Least Squares) yöntemleri ile tahmin benzer sonuçlar vermektedir.

Tüm eşdeğer setlerde parametre aynı değeri alıyorsa, tanımlanmış (identified) olmaktadır. Bir başka ifadeyle her bir parametre için tek bir tahminin yapılması olarak da ifade edilebilir. Parametrelerin tümü modelde tanımlanmış ise model tanımlanmış, ancak parametrelerden birkaçı tanımlanmamış ise tanımlanmamış olmaktadır. Tanımlama verinin değil modelin özelliği olduğundan, tanımlanmamış model söz konusu olduğunda örnek büyüklüğünün artırılması değil modelin yeniden belirlenmesi gerekmektedir²⁷⁴.

²⁷⁴ Rex B.Kline, a.g.e, s.105.

2.6.4.2 Ölçüm Modelinin Tanımlanması

Bağımsız değişkenlere (gizli değişken ve ölçüm hatası) ait toplam varyans-kovaryans sayısı ile gizli değişkenlerin göstergelerine ait (factors on indicator) yüklerinin (doğrudan etkisinin) toplamı, parametre sayısına eşit olmaktadır.

Yol modelindeki hatalarda olduğu gibi DFA'indeki ölçüm hatası da 1'e sabitlenmektedir. DFA'da bu durum Birim Yük Tanımlama (Unit Loading Identification -ULI) olarak ifade edilmektedir. Birim yük tanımlama, ölçüm hatasının göstergeler tarafından açıklanamayan varyansını göstermek için kullanılmaktadır.

Gizli değişkeni ölçeklendirmek (scaling factor) için iki yöntem bulunmaktadır. Birincisi ölçüm hatalarında olduğu gibi gizli değişkenin, gösterge üzerindeki doğrudan etkisini belirten standardize edilmemiş faktör yükünü (veya katsayısını) 1'e sabitlemektir. Sabitlenen bu gösterge referans değişkeni (reference variable) olarak tanımlanmaktadır. Referans değişken ilgili faktörü en iyi temsil eden gösterge olmaktadır. Her bir göstergeye ait yükler eşit ölçüde güvenilir ise, referans değişkenin seçimi keyfi olarak yapılabilmektedir.

İkincisi, gizli değişkenlerin varyansını sabitlemektir. Bu işleme Birim Varyans Tanımlama (Unit Variance Identification-UVI) adı verilmektedir. Gizli değişkenin varyansını sabitlemek gizli değişkenin standardize olduğunu göstermektedir. Gizli değişkeni, birim varyans ile ölçeklendirmek (UVI) tüm göstergelerin serbest parametre olarak tahmin edileceğini göstermektedir. Gizli değişkeni ULI ve UVI ile ağırlıklandırmak her bir gizli değişkendeki tahmin edilecek serbest parametre sayısını azaltmaktadır.

Her iki yöntem de tam modelin uygunluğu için genelde benzer sonucu vermekte ancak her zaman bu durum geçerli olmamaktadır. Bu nedenle gizli değişkenleri ölçeklendirmek için kullanılacak yöntem, standardize veya standardize edilmemiş veriyle çalışılmak istendiğine bağlı olarak değişmektedir. DFA' inde tüm gizli değişkenler bağımsız değişken olarak kabul edildiğinden²⁷⁵ UVI sadece bağımsız gizli değişkenler için kullanılabilir.

Standart DFA' inde tek gizli değişkenin en az 3 göstergesi varsa model tanımlanmış (identified), iki ve ikiden fazla gizli değişkenin olduğu modelde her bir gizli değişken

²⁷⁵ Yapısal modelde bağımlı gizli değişkende olabilmektedir.

için en az 2 gösterge varsa model yine tanımlanmış olmaktadır. Ancak küçük örneklem için gerçekleştirilecek modellerde iki göstergeli gizli değişken tahmin aşamasında sorun yaratacağından genel olarak her bir gizli değişken için en az üç göstergenin olması önerilmektedir²⁷⁶.

Şekil 2.8 (a) 'da görüldüğü gibi iki göstergeli tek gizli değişkenli model az tanımlanmıştır (underidentified). Çünkü iki gösterge için, en fazla üç serbest parametre $[2(2+1)/2=3]$ bulunması gerekirken ancak üç varyans (bir tanesi gizli değişkene , iki tanesi ölçüm hatasına ait) ve bir tane faktör yükü olmak üzere 4 parametre bulunmaktadır.

Şekil 2.8 (b)'de ise üç gösterge bulunmakta ve model tam tanımlanmış (just-identified) olmaktadır. Modelden hesaplanabilecek altı serbest parametre bulunurken, tahmin edilen parametre sayısı da altıdır. Bunlar dört adet varyans (bir tanesi gizli değişkene üç tanesi ölçüm hatasına ait) ve iki adet faktör yükünden oluşmaktadır. Standart DFA'nin fazla tanımlanmış olabilmesi için tek gizli değişkenli DFA'da en az dört adet gösterge olması gerekmektedir.

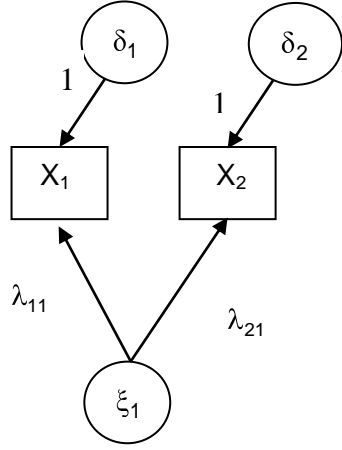
Şekil 2.8 (c)'de ise fazla tanımlanmış bir model görülmektedir. Modelde 10 serbest parametre $[4(4+1)/2=10]$ bulunmakta tahmin edilebilen parametre sayısının da dokuz olduğu görülmektedir. Altı varyans (ikisi gizli değişkene ait ,dördü ölçüm hatasına ait), bir tane iki gizli değişken arasında analiz edilemeyen önceki ilişki ve iki adet faktör yükü bulunmaktadır . $df_m > 0$ olduğundan fazla tanımlanmış bir model olduğu görülmektedir²⁷⁷.

²⁷⁶ Rex B. Kline, **a.g.e.**, s .172.

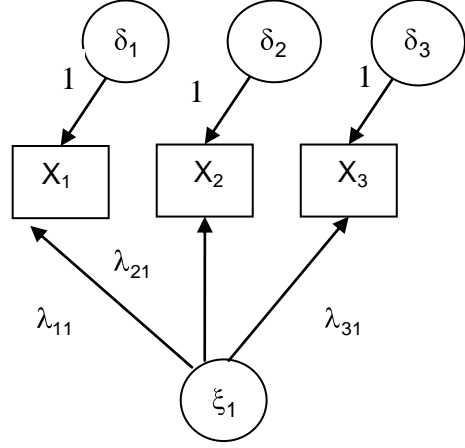
²⁷⁷ **a.e.**, s .169-175.

Şekil 2-8 Standart Doğrulayıcı Faktör Analizi Modelleri

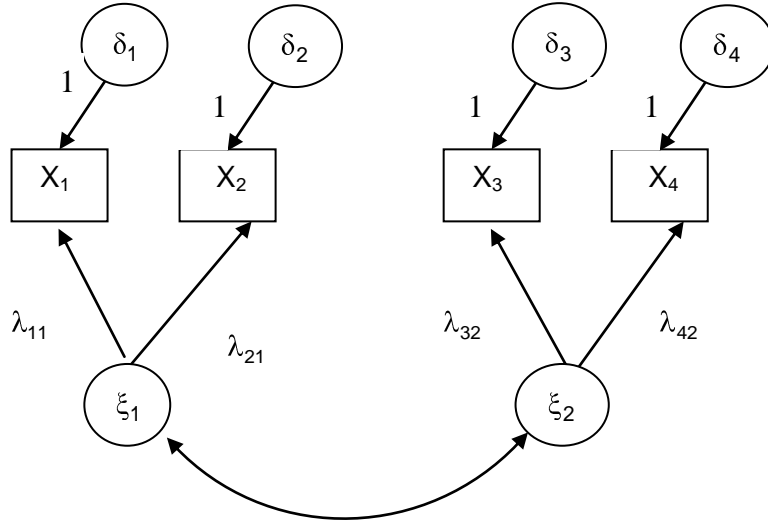
a) İki Göstergeli Tek Gizli Değişken



b) Üç Göstergeli Tek Gizli Değişken



c) İkişer Göstergeli İki Gizli Değişken



2.6.5 Model Tahmini

Model parametreleri tanımlandıktan sonra bu parametrelerin tahmin edilmesi gerekmektedir. Model parametreleri;

- a) Bağımsız değişkenlere ait varyans ve kovaryanslar (Φ)
- b) Varyans kovaryanslara ait hata terimi (Ψ)
- c) Yol Katsayıları (B ve Γ)'dir.

Tüm parametrelere ait parametre vektörü Ω sembolü ile gösterildiğinde amaç uzaklık / farklılık fonksiyonunu (discrepancy function) minimize ederek $F(S, \hat{\Sigma})$, parametre tahminini yapmaktır. Model tahmininden elde edilen kovaryans matrisi anakütle kovaryans matrisine eşitse ($H_0: \hat{\Sigma} = \Sigma(\hat{\Omega})$) uygun kovaryans matrisi (fitted covariance matrix) adını almaktadır. $F(S, \hat{\Sigma})$ 'i fonksiyonu örnek kovaryans matrisi S ile uygun kovaryans matrisi arasındaki farklılığı ölçen sabittir ve aşağıdaki özellikleri gösterir²⁷⁸.

- $F(S, \hat{\Sigma}) \geq 0$
- $F(S, \hat{\Sigma}) = 0$, eğer $\hat{\Sigma} = S$ ise,
- $F(S, \hat{\Sigma})$, S ve $\hat{\Sigma}$ 'nin sürekli fonksiyonudur.

2.6.5.1 Yol Modelinin Tahmini

Yol modelinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki çoklu regresyon analizi, ikincisi YEM paket programlarında kullanılan çeşitli tahmin yöntemleridir. Paket programlarla çeşitli tahmin yöntemleri kullanılabilir. Bunlar içinde en yaygın kullanılanı En Yüksek Olabilirlikle tahmin yöntemidir. Daha önce belirtildiği gibi tam tanımlanmış modellerde yol katsayılarının (doğrudan etkilerin) tahmininde Regresyon analizi ve En yüksek olabilirlik sonuçları aynı olmaktadır. Ancak hata varyanslarının tahmininde küçük farklılıklar bulunmaktadır. Fazla tanımlanmış modellerde iki yöntemin sonuçlarında farklılık olmakla birlikte örnek büyüklüğü arttıkça genelde elde edilen sonuçlar birbirine yaklaşmaktadır. En yüksek olabilirlikle

²⁷⁸ D.Kaplan, a.g.e, s.24.

tahminin regresyon analizine göre bir üstünlüğü model uygunluğunun test edilmesine olanak sağlamasıdır²⁷⁹.

Diğer tahmin yöntemleri ise, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (Generalized Least Squares-GLS), Ağırlıklandırılmamış En küçük Kareler Yöntemi (Unweighted Least Squares Estimation-ULS), Normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda kullanılan Asimptotik Dağılımsız (Asymptotically Distribution Free-ADF) ve veri setinde anlamlı basıklık düzeyi olduğunda kullanılabilen Eliptik Dağılım Teorisi (Elliptical Distribution Theory-EDT)' dir²⁸⁰.

2.6.5.1.1 En Yüksek Olabilirlik Yöntemi

Bilindiği gibi En Yüksek Olabilirlik Tahmini (ML), bağımlı değişkenlere ait anakütle dağılımlarının çoklu normalliğe uyduğu varsayımını temel almaktadır. ML modele ait parametrelerin tümünü tahmin eden tam bilgi (full information) veren bir modeldir. Regresyon modeli, kısmi bilgi (partial information) veya kısıtlı bilgi (limited information) veren bir yöntemdir. ML tahminleme iteratif bir yöntem olduğu için çözümü bilgisayarsız pek mümkün olmamaktadır. ML tahmininin yapılabilmesi için bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bunlar veri setinde eksik gözlem (missing value) olmaması; gözlemlerin bağımsızlığı, bağımlı değişkenlerin çoklu normalliğe uyması, bağımsız değişkenlerle hataların (disturbance) bağımsız olması ve modelin doğru belirlenmiş olması varsayımlarıdır²⁸¹. Çoklu normalliğin sağlanmaması ML tahmininin ve yapılacak istatistik testlerinin de yanlı olmasına neden olmaktadır.

Bazı parametre tahminleri beklenenin dışında gerçekleşebilmektedir, bu durum "Heywood Case" olarak tanımlanmaktadır. Örneğin negatif varyans veya gizli değişken ile göstergeler arasındaki korelasyonun birden büyük çıkması gibi. Bu sonuç veri setinde aykırı gözlemlerin olması, tanımlanmamış (nonidentification) model, küçük örnek ($N < 100$), ölçüm modelinde gizli değişken için iki göstergenin

²⁷⁹ Rex B.Kline,**a.g.e.**,s.111.

²⁸⁰ B.Tabachnick,L.Fidell,**a.g.e.**,s.746.

Rex B.Kline,**a.g.e.**,s.196.

²⁸¹ Rex B.Kline,**a.g.e.**,s.114-115.

olması gibi durumlardan kaynaklanabilmektedir. Bazı paket programlar (örn: EQS) Heywood case sonuçlarına izin vermemektedir. Araştırma sonuçları yorumlanırken bu duruma dikkat edilmelidir²⁸².

ML fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılmaktadır²⁸³.

$$F_{ML} = \log|\Sigma(\Omega)| + \text{tr} \left[S \Sigma^{-1}(\Omega) \right] - \log|S| - t \quad (2.14)$$

t, bağımlı (Y) ve bağımsız (X) toplam değişken sayısını (t=p+q) belirtmektedir. Model tam uygunsa (perfectly fit) birinci ve üçüncü terimlerin toplamı sıfır (anakütle ve örnek kovaryans matrisleri birbirine eşit), ikinci ve dördüncü terimlerin toplamı sıfır olmaktadır.

2.6.5.1.2 Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi

Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (Generalized Least Squares-GLS), Aitken (1934,1935) tarafından geliştirilmiş, yol analizinde uygulanması ise Jöreskog ve Goldberger (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde uygulanması için çoklu normal dağılım varsayımının gerçekleşmesi gerekmektedir²⁸⁴.

GLS fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır²⁸⁵.

$$F_{GLS} = (S - \Sigma(\Omega))' W^{-1} [S - \Sigma(\Omega)] \quad (2.15)$$

W^{-1} , örnek ve anakütle kovaryans matrisleri arasındaki farklılığını ($S - \Sigma(\Omega)$) ağırlıklandırarak, bir ağırlık matrisidir.

GLS, Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Yöntemi (Weighted Least Squares-WLS) tahminleyenleri ailesinde yer almaktadır. Ağırlık matrisinin W^{-1} seçiminde, WLS tahminleyenleri önemli rol oynamaktadır. Birinci seçimde ağırlık matrisi, birim matrise eşitlenmektedir. Ağırlık matrisi birim matris olarak ($W^{-1}=I$) seçildiğinde Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (WLS) , Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler yöntemine (Unweighted Least Squares-ULS) dönüşmektedir. ULS, En Küçük Kareler Yöntemine (Ordinary Least Squares- OLS) benzer şekilde olası farklı

²⁸² a.e, s. 114-115

²⁸³ D.Kaplan,a.g.e,s.27.

²⁸⁴ a.e,s.28.

varyanslılık hatasını (heteroscedastic error) yok saymaktadır. ULS, model parametrelerinin yansız (unbiased) olarak tahminini sağlasa da, tahminleyenlerin seçiminde çok etkili olmamaktadır.

Bu problemin giderilmesi için ağırlık matrisi, örnek kovaryans matrisine eşitlenmektedir ($W^{-1}=S^{-1}$). Böylece GLS aşağıdaki yazılmaktadır.

$$F_{GLS} = \frac{1}{2} \text{tr} \left[S^{-1} (S - \Sigma) \right]^2$$

$$= \frac{1}{2} \text{tr} \left[I - S^{-1} - \Sigma^{-1} \right]^2 \quad (2.16)$$

2.6.5.1.3 Asimptotik Dağılım

Yapay Dağılım Fonksiyonu (Arbitrary Distribution Function-ADF) olarak da ifade edilen bu yöntem, dağılım varsayımı olmadan bir başka ifadeyle normal dağılım varsayımının sağlanmasını gerektirmeyen bir tahmin yöntemidir. Asimetrik ve basık olan veriye uygulanan bu dağılım örnek büyüklüğünün 2500'den büyük olmasını gerektirmektedir²⁸⁶. Dağılım aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$F_{ADF} = \left[s - \sigma \Theta \right]' W^{-1} \left[s - \sigma \Theta \right] \quad (2.17)$$

2.6.5.1.4 Eliptik Dağılım Teorisi

Diğer bir tahmin yaklaşımı olan Eliptik Dağılım Teorisi (Elliptical Distribution Theory - EDT) simetrik dağılım gerektirmektedir. Bu yöntem veri setinin basıklığının derecesini tahmin etmekte ADF 'de olduğu gibi büyük örnek gerektirmemektedir.

$$F_{EDT} = \frac{1}{2} (\kappa + 1)^{-1} \text{tr} \left[S - \Sigma(\Theta) \right] W^{-1} - \delta \text{tr} \left[S - \Sigma \Theta \right] W^{-1} \quad (2.18)$$

²⁸⁵ a.e,s.29-30.

²⁸⁶ Rex B.Kline,a.g.e,s.196.

B.Tabachnick,L.Fidell,a.g.e. s.747.

Formülde W , Σ için uygun tahminleyeni, κ basıklık ölçüsünü, δ , p bağımlı q bağımsız göstergeleri belirtmek üzere $\kappa / \left[4 \kappa + 1^2 + 2(p+q)\kappa \kappa + 1 \right]$ formülünden elde edilen sabiti belirtmektedir²⁸⁷.

Tahmin tekniğine karar verildikten sonra, çeşitli tahmin süreçlerinden biri kullanılabilir. Dört farklı süreç aşağıda belirtilmektedir.

1) Doğrudan Tahmin (Direct Estimation): Yaygın olarak kullanılan tahmin süreçlerinden biri olan doğrudan tahmin yöntemi, seçilmiş tahmin prosedürüne göre doğrudan tahmin edilen modeli belirtmektedir. Diğer çok değişkenli modellerde olduğu gibi bu süreçte önce parametreler tahmin edilmekte daha sonra örnekleme hatasına dayanarak tahmin edilen her bir parametre için güven aralığı belirlenmektedir. Parametreler ve güven aralıkları tek bir örnekten tahmin edilen modelden hesaplanmaktadır.

2) Bootstrapping: Bu süreçte parametre tahminleri ve güven aralıkları çoklu tahminlere dayanarak saptanmaktadır. Normal dağılım teorisini kullanan, anakütle ve örnek dağılımının aynı olduğunu varsayan parametrik olmayan bootstrapping yöntemi de normal dağılım varsayımının sağlanamadığı durumlarda kullanılan bir diğer yöntemdir. Bootstrap yaklaşımında, parametreler, standart hatalar ve model test istatistikleri çok sayıda türetilmiş deneysel örneklemden tahmin edilmektedir²⁸⁸.

Bootstrapping 4 aşamada gerçekleşmektedir.

- Anakütleden orijinal örnek belirlenir.
- Orijinal örneğin tesadüfi altsetleri için yeni örnekler türetilir (genelde birkaç bin türetme işlemi yapılır.)
- Her bir örnek için model tahmin edilir, tahmin edilen parametreler kayıt edilir.
- Son adımda, tüm örnekler için hesaplanan parametre tahminlerinin ortalaması alınarak parametre tahminleri yapılmaktadır.

²⁸⁷ B.Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e**, s.747.

Kenneth A.Bollen,**a.g.e**,s.430.

²⁸⁸ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.197.

Güven aralığı, örnekleme hatası ile tahmin edilmemekte, bunun yerine parametrelerin ortalama etrafında dağılımı incelenmekte parametrelerin dağılımı varsayımlara dayanmamaktadır²⁸⁹.

Yöntem, örneklem küçük olduğunda ($N \leq 100$) büyük standart hata tahmini yapmakta, çoğu türetilen örneklem pozitif tanımlı olmayan (nonpositive definite matrisden) dolayı kullanılamamaktadır. Bu durum değişken setleri arasında çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda ve/veya eksik gözlemlerin giderilmesinde kullanılan **pairwise** yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Çözüm için veri setinde çoklu doğrusal bağlantının giderilmesi ve/veya eksik gözlemler için farklı yaklaşımların kullanılması önerilmektedir²⁹⁰.

3) Simülasyon: Bir diğer yol çoklu örnek ve model tahminlerine dayanan simülasyon yöntemidir. Örneklerin türetilme süreci açısından bootstrapping tekniğinden farklılık göstermektedir. Simülasyonda araştırmanın amacına göre örneğin kesin karakteristikleri değiştirilebilmektedir. Örneğin korelasyon katsayısının serbestlik dereceleri, çapraz örnekler için sistematik şekilde çeşitli olabilmektedir. Belirlenen örnekle bootstrapping yönteminde olduğu gibi her bir örnek için model tahmin edilmekte ve sonuçlar listelenmektedir.

4) Jackknifing: Bu yöntemde orijinal örnekten tesadüfi örnekler türetilmektedir. Yöntemin diğerlerinden farkı çok sayıda tesadüfi örnek türetme yerine N orijinal örnek sayısı olmak üzere N tane örnek türetmektedir. Her seferinde yeni bir örnek atanmakta, bir farklı gözlem çıkarılmaktadır. Böylece her örnekleme bir gözlem düşürülmekte, örneğin ikinci örnekleme örnek birim sayısı N-1 üzerinden hesaplanmaktadır. Bu yöntemin avantajı, etkili gözlemleri (influential observations) parametre tahminlerindeki değişiklikleri sınavarak ortaya çıkarmasıdır. Yöntemde, sonuç parametreleri parametrelerin ortalaması hesaplanarak ortaya çıkarılmakta, ancak küçük örnekler için yeteri kadar örnek türetilmeyeceği için hesaplanamayacaktır²⁹¹.

²⁸⁹ J.Hair , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.606.

²⁹⁰ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.54. 197.

J.Hair, R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.607.

²⁹¹ J.Hair , R. Anderson, R.Tatham, W. Black **Multivariate Data Analysis**, s.607.

2.6.5.2 Ölçüm Modelinin Tahmini

Doğrulayıcı faktör analizinin parametre tahmini için de yol modelinde olduğu gibi en yüksek olabilirlik tahmini, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ve ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemleri kullanılmaktadır.

DFA' inde standardize edilmemiş tahminler aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır. Gizli değişken çiftleri veya ölçüm hataları arasındaki analiz edilemeyen önceki ilişkiler²⁹² kovaryans olarak tanımlanmaktadır. Faktör yükleri (pattern coefficients), gizli değişkenin gösterge üzerindeki doğrudan etkisini gösteren standardize edilmemiş regresyon katsayıları gibi yorumlanmaktadır. Gizli değişkene ait göstergelerin bire (1) sabitlenmesi, ilgili gizli değişkenin standardize edilmemiş olduğunu ve standart hataları da olmadığından istatistik anlamlılığının test edilemediğini belirtmektedir.

Tahmini ölçüm hatasının varyansının, ilgili göstergenin varyansına oranı açıklanamayan varyans oranını vermektedir. Bu oranın birden çıkarılmasıyla göstergeler tarafından açıklanan varyans bulunmaktadır (R^2).

Standardize edilmiş tahminler için "analiz edilemeyen ilişkiler" korelasyonu belirtmektedir. Göstergeler sadece tek bir faktör için belirtilmişse standardize edilmiş faktör yükleri de korelasyon olarak tahmin edilmektedir. Standardize faktör yüklerinin kareleri göstergelerin açıklanan varyansını belirtmektedir. Gösterge birden fazla faktörle ilişkiliyse, standardize faktör yükleri, standardize regresyon katsayıları olarak yorumlanmaktadır.

Gösterge ile gizli değişken arasındaki tahmini korelasyon katsayısı yapısal katsayı (structure coefficient) olarak tanımlanmaktadır. Gösterge sadece tek bir faktöre ait ise standardize yük, yapısal katsayı olmakta aksi takdirde bu durum geçerli olmamaktadır.

DFA' inde Heywood Case'i içeren negatif varyans tahmini veya tahmini korelasyonların birden büyük çıkması gibi uygunsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu duruma her bir gizli değişken için iki göstergenin bulunduğu DFA modelleri veya

²⁹² Bkz. Bölüm 2.4.

örnek büyüklüğünün 100 ile 150 birimden daha az olması neden olmaktadır. Örneğin küçük olması durumunda mümkünse her bir gizli değişken için en az üç gösterge olması önerilmektedir. DFA 'inde olması önerilen minimum örnek büyüklüğü, her bir serbest parametre için 10 daha iyi sonuçlar için 20 birimdir²⁹³.

2.6.6 Model Uygunluğunun Test Edilmesi

Model belirlendikten sonra parametreler tahmin edilmekte ve tahmin edilen modelin iyi (good fitting) olup olmadığına karar verilmesi gerekmektedir. Modelin iyiliği örnek kovaryans matrisi ile tahmin edilen anakütle kovaryans matrisinin uygun olması ile ortaya çıkmaktadır.

Model uygunluğunda ilk olarak tahmini katsayıların beklenenden farklı şekilde gerçekleşmesi veya modelin yapısal veya ölçüm modeli bölümlerinde gerçekleşen problemleri ortaya çıkarmak için uygunsuz tahminlerin (offending estimates) araştırılması gerekmektedir. Uygunsuz tahminler, yapısal veya ölçüm modelinde tahmini katsayıların kabul edilebilir sınırlar dışında gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu durumlar aşağıda belirtilmiştir.

- Gizli değişkenlere ait negatif hata varyansları veya anlamsız hata varyansları,
- Standardize korelasyon katsayılarının biri aşması veya bire çok yakın değerler alması,
- Tahmini katsayılara ait büyük hata varyansları.

Yukarıdaki problemler gerçekleştiğinde sorunun giderilmesi gerekmektedir. Model tanımlama bölümünde anlatılan çeşitli yaklaşımlar denenmeli hala sorun devam ediyorsa farklı çözüm yollarına başvurulmaktadır. Negatif hata varyansı (Heywood case) sorununda, bir çözüm yolu hata değerinin küçük bir pozitif değere (0.005) sabitleme yaklaşımıdır. Ancak bu durum sadece sorunu gizlemekte ve bu nedenle yorumlama aşamasında yapılan bu değişikliğin dikkate alınması gerekmektedir. Standardize korelasyon katsayıları biri aşıyorsa, iki gözlenen değişken (veya iki gizli

²⁹³ Rex B. Kline, a.g.e, s.176-178.

değişken) arasındaki ilişki yüksek ise, bir değişken çıkarılmalıdır. Bu durumlar çoğu kez model kurulurken teorik araştırmanın iyi yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

Model uygunluğu tam model (overall model) ve daha sonra ölçüm ve yapısal model için ayrı ayrı incelenmektedir²⁹⁴.

2.6.6.1 Tam Model Uygunluğu

YEM sonuçlarının anlamlılığının yorumlanması için birçok test istatistikleri hesaplanmaktadır. Uygunluk indeksleri (fit indices) olarak tanımlanan bu istatistikler, gizli değişkenler ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olarak temsil edilip edilmediğine karar verilmesini sağlamaktadır. Uygunluk indeksleri, sonuçların teorik olarak anlamlı olduğunu göstermemektedir. Örneğin bazı yol katsayılarının beklenenden ters işarete sahip olmasına karşın indeks değeri anlamlı olabilmektedir²⁹⁵. Model uygunluğu, yol modelini ve ölçüm modelinin ikisini birden içermektedir.

Fazla tanımlanmış yol modellerinde model uygunluğu gerçekleşmemektedir²⁹⁶. Model uygunluğu indeksleri üç başlık altında toplanabilmektedir²⁹⁷.

1. Kesin Uygunluk İndeksleri (Absolute Fit Indices)
2. Artırımlı Uygunluk İndeksleri (Incremental-Comparative Fit Indices)
3. Kısıtlı Uygunluk İndeksleri (Parsimonious Fit Indices)

2.6.6.1.1 Kesin Uygunluk İndeksleri

Bu indeksler tüm modelin (overall model) yani yapısal ve ölçüm modellerinin gözlenen (observed) kovaryans / korelasyon matrisinin tahmin derecesini göstermektedir. Yapısal modelin mi, ölçüm modelinin mi uygun olduğu veya olmadığı ile ilgili bir ayrım bulunmamaktadır. Kesin uygunluk indeksleri arasından en yaygın kullanılanı Ki-kare istatistiği, Uygunluk indeksi /Uyum İyiliği İndeksi (Goodness of Fit), Hataların Kareli Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square

²⁹⁴ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, a.g.e, 639-640.

²⁹⁵ Rex B.Kline,a.g.e,s.134.

²⁹⁶ a.e,s.134.

²⁹⁷ a.e,s.144.

Residuals-RMSR), Hataların Kareli Ortalaması Yaklaşımı (Root Mean Square Error Of Approximation-RMSEA),.

2.6.6.1.1.1 Ki-kare İstatistiği

En yaygın kullanılan uygunluk istatistiği; $(N-1)F_{ML}$ formülüyle hesaplanmaktadır. $N-1$ örneğe ait tüm serbestlik derecesini, F_{ML} ise En Yüksek Olabilirlik (Maximum Likelihood-ML) tahmininde minimize edilen istatistik değeri belirtmektedir. Büyük örneklerde, çok değişkenli normallik varsayımı altında $(N-1)F_{ML}$, serbestlik derecesi modelin serbestlik derecesine eşitlenirken, Pearson Ki-kare dağılımı göstermektedir. Serbestlik derecesi $\frac{1}{2}(p)(p+1)-t$ formülünden hesaplanmaktadır. p ; gözlenen değişken sayısını, t ; tahmin edilen parametre sayısını belirtmektedir²⁹⁸.

İyi uygunluk (good fit) anlamsız Ki-kare değeri ile sağlanmaktadır. H_0 hipotezi örnek ve tahmin edilen anakütle kovaryans matrisi arasında fark olmadığını $(H_0; \Sigma = \Sigma(\theta))$ ²⁹⁹, anlamsız Ki-kare değeri ise H_0 'ın kabul edilmesini sağlamaktadır³⁰⁰. Ancak her zaman modelin uygunluğuna Ki-kare istatistiği ile karar verilememektedir. Büyük örneklerde örnek ve tahmin edilen anakütle kovaryans matrisi arasındaki önemsiz sayılacak farklılıklar bile minimum fonksiyon $N-1$ ile çarpıldığından dolayı anlamlı olabilmektedir. Küçük örnekler için hesaplanan Ki-kare değeri, hatalı olasılık düzeylerine (probability level) neden olduğundan, Ki-kare dağılımı göstermeyebilmektedir. Ki-kare test istatistiği varsayımlarına uygunluk olmadığında olasılık düzeyleri hatalı olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı çok sayıda model uygunluğu indeksleri önerilmekte ve sürekli yeni indeksler geliştirilmektedir. Yalnız bunların geçerli olabilmesi doğrudan Ki-kare değeri ile ilişkili olmaktadır. Ki-kare değerinin serbestlik derecesine oranının Ullman (2001) ikinin altında³⁰¹, Kline (2005)

²⁹⁸ B.Bryne, **a.g.e.**, s.110.

²⁹⁹ **a.e.**, s.110.

³⁰⁰ M.P.Martens, The Use of Structural Equation Modeling in Counseling Psychology Research, **The Counseling Psychologist**, Vol:33, No:3 May 2005, s.269-298, s.275

³⁰¹ MARSH, H.W. and HOCEVAR, D. (1985) Applications of confirmatory factor analysis to the study of self-concept: first and higher order factor models and their invariance across groups. **Psychological Bulletin**, Vo. 97, pp.562-582.

üç ve altında, Marsh and Hocevar (1985) ise beşin altında olmasının iyi uygunluğu gösterebileceğini belirtmiştir³⁰².

Serbestlik derecesine bağlı olarak büyük Ki-kare değeri örnek ve tahmin edilen anakütle varyans-kovaryans matrislerinin farklı olduğunu göstermektedir. İstatistik anlamlılık düzeyi bu farklılığın örnek varyasyonundan kaynaklandığını belirtmektedir. %5 veya %1 anlamlılık düzeyindeki Ki-kare tablo değerinden küçük Ki-kare değerleri örnek ve tahmini anakütle varyans- kovaryans matrisleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte istatistik anlamsızlık doğru modeli garanti etmemektedir ancak önerilen modelin (proposed model) örnek varyans-kovaryans matrisi için uygunluğuna karar verilmesini sağlamaktadır. Bu durum diğer bir modelin uygun olmayacağını belirtmemektedir. H_0 hipotezinin kabul edilmesi için anlamlılık düzeyinin minimum 0,05 'den büyük olması, 0,10 ve 0,20'yi aşması önerilmektedir. Ki-kare dağılımı örnek büyüklüğüne karşı, duyarlı bir dağılımdır. Örnek büyüklüğünün artması H_0 hipotezinin red edilmesini sağlamaktadır. Örnek büyüklüğünün küçük olması durumunda ise H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Ki-kare istatistiğinin gerçekçi sonuçlar verebilmesi için örnek büyüklüğünün 100 ile 200 birim arasında olması önerilmektedir. Bu değerler dışındaki örnek büyüklüğü için elde edilecek test istatistiği güvenilir olmamaktadır. Bu nedenle diğer uygunluk testlerinin hesaplanarak sonucun desteklenmesi gerekmektedir³⁰³.

2.6.6.1.1.2 Uygunluk İndeksi

Uygunluk İndeksi (Goodness of Fit-GFI), değeri sıfır (0) ile bir (1) arasında değerler alabilen istatistik olmayan bir ölçüdür. Sıfıra yaklaşık değerler zayıf uygunluğu (poor fit), bire yaklaşık değerler ise iyi uygunluğu (perfect fit) göstermektedir. Serbestlik derecesi olmayan bir indekstir. Ayrıca zayıf veya güçlü uygunluğa hangi sınırlar içinde karar verileceğiyle ilgili kesin bilgi bulunmamaktadır³⁰⁴.

GFI regresyon analizindeki Çoklu Korelasyon katsayısına (R^2) benzetilmekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³⁰⁵.

³⁰² B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.748.

³⁰³ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black .**a.g.e**.s.654-655.

³⁰⁴ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black **a.g.e**.s.655.

³⁰⁵ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.750

Rex B.Kline,**a.g.e**,s.144.

$$GFI = 1 - V_{res} / V_{tot} \quad (2.19)$$

V_{res} : örnek kovaryans matrisinde açıklanamayan değişkenliğin, V_{tot} : örnek kovaryans matrisindeki toplam değişkenliğin ölçüsüdür.

2.6.6.1.1.3 Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü

Bu indeks (Root Mean Square Residual-RMSR), örnek ve tahmini anakütle kovaryansları arasındaki farklılıkları yani kovaryans hatalarını temel almaktadır³⁰⁶. Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü, örnek ve tahmini anakütle girdi matrisleri arasındaki hata ortalamasının kareköküdür. Girdi matrisi olarak kovaryans matrisi kullanılıyorsa kovaryanslara ait hatalarının ortalaması, korelasyon matrisi kullanılıyorsa korelasyonlara ait hatalar hesaplanmaktadır.³⁰⁷ Değişkenlerin ölçüğü hataların büyüklüğünü etkilediği için, standardize edilmemiş hataların yorumlanması güçleşmektedir. Bu nedenle korelasyon matrisinin kullanılması, tüm değişkenler biriminden büyüklüğünden arındırıldığı için, daha uygun olmaktadır. Bu ölçü sıfır ve bir arasında değerler almaktadır. İyi uygunluk (good fit) için küçük RMSR değeri gerekmektedir. Ancak bu ölçüyle ilgili de uygunluğa karar verilebilmesi için kesin bir değer bulunmamakla birlikte 0,5 ve altı değerlerin gerçekleşmesi beklenmektedir³⁰⁸. İyi uygunluk için 0,1 'den küçük değerlerin olmasının daha iyi olduğu kabul edilmektedir³⁰⁹.

2.6.6.1.1.4 Hata Kareleri Ortalaması Yaklaşımı

Hata Kareleri Ortalaması Yaklaşımı (Root Mean Square Error of Approximation-RMSEA), doğru H_0 hipotezi gerektirmeyen, bir başka ifadeyle kurulan modelin uygunluğunun kusursuz olduğunu varsaymayan, merkezi olmayan Ki-kare yaklaşımı (noncentral chi-square approximation) göstermektedir. Merkezi olmayan Ki-kare dağılımının, merkezi olmayan parametre (noncentrality parameter- δ) olarak tanımlanan ilave bir parametresi bulunmaktadır. Bu parametre H_0 hipotezinin yanlış olma derecesini (degree of falseness) ölçmektedir. H_0 hipotezi doğruysa $\delta=0$ olacak, merkezi Ki-kare dağılımı gösterecektir. δ değeri yükseldikçe H_0 hipotezinin

³⁰⁶ Rex B.Kline, **a.g.e**, s.141.

³⁰⁷ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s.656.

³⁰⁸ B .Tabachnick, L.Fidell, **a.g.e**, s.752.

³⁰⁹ Rex B.Kline, **a.g.e**, s.141.

kabul edilmesi yanlış olacaktır. YEM' inde δ , kurulan modelin yanlış belirlenme derecesini de belirtmektedir. Parametre, pozitif olma koşulu ile, modelin Ki-kare değeri ile serbestlik deresi arasındaki farkın bulunmasıyla elde edilmektedir³¹⁰.

$$\hat{\delta}_M = \max(\chi_m^2 - df_m, 0) \quad (2.20)$$

Brownie ve Cudeck (1993) model uygunsuzluğunu (lack of model fit) ikiye ayırmaktadır. Bunlardan ilki yaklaşım hatası (error of approximation) olarak tanımlanmakta, anakütle kovaryans matrisi ile modelin uygunsuzluğunu (lack of fit) belirtmektedir. RMSEA yaklaşım hatasını ölçmekte, bu nedenle anakütle temelli indeks (population-based index) olarak da bilinmektedir. İkincisinde örnek kovaryansı ile modelin uygunluğu incelenmekte, anakütle kovaryans matrisi ile modelin uygunluğu arasındaki farklılık olarak tanımlanan tahminin hatası (error of estimation) olarak ifade edilmektedir. Yukarıda belirtilen iki tür hataya tam hata (overall error) adı da verilmektedir. Tam hata, anakütle kovaryans matrisi ile örnekten tahmin edilen kovaryans matrisi arasındaki farklılık olarak ifade edilmektedir. Ki-kare ve diğer merkezi Ki-kare dağılımlı uygunluk indeksleri tam hatayı ölçmektedir. Bu nedenle bu ölçüler örnek temelli indeksler (sample-based indexes) olarak da tanımlanmaktadır.

RMSEA aşağıdaki formül yoluyla hesaplanmaktadır³¹¹.

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\hat{\delta}_M}{df_m(N-1)}} \quad (2.21)$$

RMSEA değerinin sıfır (0) olması en iyi uygunluğu, yükselen değerler ise kötü uygunluğu göstermektedir. $RMSEA \leq 0,05$ olması iyi uygunluğu, 0,05 ve 0,08 arasındaki değerler makul uygunluğu, $RMSEA \geq 0,10$ ise zayıf uygunluğu göstermektedir³¹².

³¹⁰ Rex B.Kline, **a.g.e**, s.138.

³¹¹ **a.e**, s.139.

³¹² **a.e**, s.139.

2.6.6.1.2 Artırmalı Uygunluk İndeksleri

Artırmalı Uygunluk İndeksleri (Incremental Fit Indexes), araştırmacı tarafından belirlenen modelin (proposed model) yokluk modeli (null model) ile karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Yokluk modeli bağımsız model olarak da (independence model) tanımlanmakta, gözlenen değişkenlerin anakütle kovaryanslarının sıfır olduğunu varsaymaktadır. Bir başka ifadeyle bağımsız model değişkenler arasında ilişki olmadığını varsaymaktadır. Modelin Ki-kare değeri χ^2_B ile tahmini modelin Ki-kare değerinden χ^2_M genelde daha büyük olmaktadır. Bu durum modelin, bağımsız modelden daha geliştirilmiş olduğunu göstermekte aksi durumda ise modelin tercih edilmesi için bir neden kalmamaktadır³¹³.

2.6.6.1.2.1 Karşılaştırmalı Uygunluk İndeksi

Karşılaştırmalı Uygunluk İndeksi (Comparative Fit Index-CFI), merkezi olmayan Ki-kare dağılımı gösteren $\hat{\delta}_M$ ve $\hat{\delta}_B$ parametreleriyle hesaplanmaktadır.

$$CFI = 1 - \frac{\hat{\delta}_M}{\hat{\delta}_B} \quad (2.22)$$

$\hat{\delta}_B$, parametresi de formül 2.20 'deki gibi hesaplanmakta serbestlik derecesi tahmini modelin serbestlik derecesidir. CFI ve diğer karşılaştırmalı uygunluk indeksleri için 0,90'dan büyük değerler modelin uygunluğunun iyi olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte CFI=1 olması modelin Ki-kare değerinin serbestlik derecesinden küçük olduğu durumda ($\chi^2_M < df_m$) gerçekleşmekte dolayısıyla modelin mükemmel iyi olduğunu göstermemektedir³¹⁴. İlerleyen bölümde anlatılacağı gibi NFI ve TLI indeksi H_0 hipotezinin doğru olduğunu varsaymakta bu nedenle merkezi Ki-kare dağılımlı test istatistiği olarak bilinmektedir. H_0 hipotezinin her zaman doğru olamayacağı düşünüldüğünde, merkezi olmayan Ki-kare dağılımı ile tahmin uygun olmaktadır³¹⁵.

³¹³ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.140.

³¹⁴ **a.e**,s.140.

³¹⁵ D.Kaplan,**a.g.e**,s.108-109.

2.6.6.1.2.2 Düzeltilmiş Uygunluk İndeksi

Bu İndeks (Adjusted Goodness of Fit Index-AGFI), Uyum İyiliği İndeksi'ne, modelin (proposed model) serbestlik derecesinin etkisinin katılmasıyla hesaplanmaktadır. İlerleyen bölümde anlatılacak olan kısıtlı uygunluk indeksine (PNFI) benzemektedir. 0,90'dan büyük değerler için uygunluğun iyi olduğunu gösteren indeks, aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³¹⁶.

$$AGFI = 1 - (1 - GFI) \sqrt{v + 1} / 2df_M \quad (2.23)$$

AGFI değeri, düzeltilmiş R² değerine benzemektedir.

2.6.6.1.2.3 Standartlaştırılmış Uygunluk İndeksi

Yaygın olarak kullanılan Standartlaştırılmış Uygunluk İndeksi (Normed Fit Index-NFI), Bentler-Bonett tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. Modelin Ki-kare değeri χ_B^2 ile tahmini modelin Ki-kare değerinin (null model-independence model) χ_M^2 karşılaştırılmasıyla aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³¹⁷.

$$NFI = 1 - \frac{\chi_M^2}{\chi_B^2} \quad (2.24)$$

İndeks, sıfır (0) ile bir (1) arasında değerler almaktadır. 0,90 ve üzerindeki değerler modelin uygunluğunun iyi (good-fitting model) olduğunu göstergesidir. Küçük örnekler için NFI değeri olması gerekenden düşük çıkabilmektedir.

³¹⁶ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**,s.657.

Rex B.Kline,**a.g.e**,s.144

³¹⁷ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.749.

2.6.6.1.2.4 Tucker-Lewis İndeksi (TLI)

NFI 'nın serbestlik derecesi ile birleştirilmesiyle Tucker-Lewis İndeksi (TLI) oluşturulmuştur. İndeks Standartlaştırılmamış Uygunluk İndeksi (Non-Normed Fit Index -NNFI) olarak da bilinmektedir³¹⁸.

$$TLI = \frac{(\chi_B^2 / df_B) - (\chi_M^2 / df_M)}{(\chi_B^2 / df_B - 1)} \quad (2.25)$$

İndeks, uygun modelin indeks değerinin olması gerekenden düşük çıkma problemini düzeltmektedir. TLI değeri 0 ile 1 arasında değerler almakta, ancak bazen değer 1 'den büyükte olabilmektedir. Diğer uygunluk indekslerinde küçük örnekler için yeterli uygunluk değeri elde edilebilse de TLI değeri zayıf uygunluk (poor fit) gösterebilmektedir³¹⁹.

2.6.6.1.3 Kısıtlı Uygunluk İndeksleri

Bu indekslerde (Parsimonious Fit Indices), model uygunluğunun iyiliği modelden tahmin edilecek parametre sayısı ile ilişkilendirmektedir³²⁰. Bu indeksler, fazla parametreye sahip olan model için iyi uygunluğu elde etmenin daha kolay olacağı mantığına dayanmaktadır. Tam tanımlanmış model için uygunluk kusursuz olmaktadır³²¹.

2.6.6.1.3.1 Standartlaştırılmış Kısıtlı Uygunluk İndeksi

Standartlaştırılmış Kısıtlı Uygunluk İndeksi (Parsimonious Normed Fit Index- PNFI), NFI indeksinin modifiye edilmiş halidir³²².

$$PNFI = \left(\frac{df_M}{df_B} \right) NFI \quad (2.26)$$

Yüksek PNFI değerleri beklenmektedir. Bu indeksin başlıca kullanım amacı farklı serbestlik dereceleri için karşılaştırma olanağı sağlamasıdır. Alternatif modellerin karşılaştırılmasını sağlayan indeks için kabul edilebilir uygunluk düzeyi

³¹⁸ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.749.

³¹⁹ **a.e**,s.749

³²⁰ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s.658.

³²¹ D.Kaplan,**a.g.e**,s.109.

³²² J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black,**a.g.e**,s.658.

bulunmamakta, ancak 0.6 ve 0.9 arasındaki değerler model farklılıklarının önemli olduğunu göstermektedir³²³. Bir başka ifadeyle tahmini ile bağımsız model (null model) arasında farklılık olduğunu belirtmektedir.

2.6.6.1.3.2 Kısıtlı İyi Uygunluk İndeksi

İndeks (Parsimonious Goodness Of Fit Index- PGFI), GFI'nin AGFI'dan farklı olarak değiştirilmiş halidir. AGFI, GFI'nin tahmini ve bağımsız modelin serbestlik derecesi ile düzeltilmiş biçimini göstermektedir. İndeks, "v" gözlenen değişken sayısını belirtmek üzere, aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³²⁴.

$$PGFI = df_M / v(v+1)/2 * GFI \quad (2.27)$$

0 ile 1 arasında değerler gözlenmekte, 1'e yaklaşık değerler modelin uygunluğunun iyi olduğunu göstermektedir³²⁵. Çok sayıda parametreye sahip model için hesaplanacak indeks değerinin bire yaklaşık olması zorlaşmaktadır.

2.6.6.1.3.3 Akaike Bilgi Kriteri

Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion-AIC), Ki-kare değerinin fonksiyonu olmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³²⁶.

$$AIC = \chi_M^2 - 2df_M \quad (2.28)$$

AIC değeri sıfıra yaklaştıkça uygunluğun iyi olduğunu göstermektedir. Küçük değer, küçük serbestlik derecesi ile gerçekleşen küçük Ki-kare değeriyle gerçekleşmektedir³²⁷. İndeksin, ne kadar küçük olması ile ilgili kesin bir değer aralığı bulunmamaktadır, çünkü indeks 0-1 aralığına göre düzenlenmemiştir. Bu nedenle

³²³ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s.658.

³²⁴ Rex B.Kline,**a.g.e**,s.144.

³²⁵ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**,s.658.

³²⁶ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.751.

³²⁷ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, **a.g.e**, s.659.

diğer indeks değerleriyle karşılaştırılmalıdır. Ayrıca indeks, En Yüksek Olabilirlik yöntemiyle tahmin edilen modeller için uygulanabilmektedir³²⁸.

Uygunluğu iyi olan modeller (good-fitting models) farklı uygunluk indeksleri için benzer sonuçları vermektedir. Birçok indeks benzer sonucu veriyorsa, karar vermek için herhangi bir indeks tercih edilebilmektedir ancak genelde bir çok indeks sonuçlarına da yer verilmektedir. Uygunluk indeksleri sonuçları benzer değilse modelin yeniden incelenmesi gerekmektedir³²⁹.

2.6.6.2 Ölçüm Modelinin Uygunluğu

Tam modelin uygunluğu araştırıldıktan sonra her bir gizli değişkene ait göstergelerin tek boyutluluğunun (unidimensionality) ve güvenilirliğinin (reliability) değerlendirilmesi gerekmektedir. Tek boyutluluk güvenilirliğin hesaplanması varsayımına dayanmakta, her bir göstergenin sadece tek bir gizli değişkenle ilişkili ve hatalarının bağımsız olması durumu (a single factor / one dimensional model) belirtmektedir³³⁰. Güvenilirlik ölçümlerinin kullanımı, Örneğin Cronbach'ın alfası (Cronbach's alpha), tek boyutluluğu garanti etmez ancak var olduğunu kabul etmektedir. Güvenilirlik değerlendirilmeden önce çok göstergeli gizli değişkenler için tek boyutluluk testlerinin sağlanması önerilmektedir.

Diğer adım, tahmini yüklerin istatistik anlamlılığının değerlendirilmesidir. İstatistik anlamlılık gerçekleşmiyorsa gösterge (indicator) modelden çıkarılabilir veya uygunluğun iyileştirmesi için düzeltilebilmektedir

Ölçüm modelinde her bir gösterge için yüklerin sınanmasında temel yaklaşım birleşik güvenilirliğin (composite reliability) , her bir gizli değişken için açıklanan varyansın (variance extracted) değerlendirilmesidir. Güvenilirlik, göstergelerin gizli değişkeni tanımlama derecesindeki tutarlılığı ölçmektedir. Açıklanan varyans ölçümü ise, göstergeler tarafından gizli değişkende açıklanan kısmı göstermektedir. Güvenilirlik aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

³²⁸ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.751.

³²⁹ **a.e**,s.752.

³³⁰ Rex.B.Kline,**a.g.e**,s.167

$$\text{Güvenilirlik} = \frac{(\sum \text{Std. yükler})^2}{(\sum \text{Std. yükler})^2 + \sum \varepsilon_j} = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum \varepsilon_j} \quad (2.29)$$

λ_i , standardize edilmiş faktör yüklerini, ε_j ise her bir göstergeye ait ölçüm hatasını göstermektedir. Ölçüm hatası $1 - (\text{standardize yük})^2$ 'den veya ölçüm hatası korelasyon matrisinin (Θ_δ) köşegen değerlerinden elde edilmektedir. Güvenilirliğin, 0.70 'in üzerinde olması beklenmektedir.

Açıklanan varyans ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Açıklanan Varyans} = \frac{\sum \text{Std. yükler}^2}{\sum \text{Std. yükler}^2 + \sum \varepsilon_j} = \frac{\sum \lambda_i^2}{\sum \lambda_i^2 + \sum \varepsilon_j} \quad (2.30)$$

Açıklanan varyansın ise 0.50'nin üzerinde olması önerilmektedir. Bu değer, güvenilirlik ölçüsünün tamamlayıcısı olmakta ve yüksek değerler göstergelerin gizli değişkeni çok iyi temsil ettiği anlamına gelmektedir³³¹.

2.6.6.3 Yapısal Modelin Uygunluğu

Yapısal modelin uygunluğunun sınanmasında, tahmini katsayılarının anlamlılığı test edilmektedir. Elde edilen tahmini katsayılar ve bu katsayılarla ait standart hatalardan hareketle her katsayı için t istatistiğinin hesaplanması gerekmektedir.

$$t = \frac{\text{tahmini parametre}}{\text{tahmini parametrenin standart hatası}} \quad (2.31)$$

Varsayılan nedensel ilişki için, belirlenen anlamlılık düzeyinde kritik değerin seçilmesinde teorik modele göre karar verilmektedir. Pozitif veya negatif ilişki test edilmek isteniyorsa tek taraf testi, ilişkinin yönü bilinmiyorsa çift taraf testinin uygulanması söz konusu olacaktır.

Diğer bir yaklaşım ise varyansların eşit ve en büyük değer bir olduğu standardize edilmiş tahmini katsayıların değerlendirilmesidir. Böylece bu katsayılar regresyon

³³¹ J.Hair, R.Anderson, R.Tatham, W.Black, a.g.e, 611-612

analizindeki beta katsayılarına dönüşmektedir. Katsayının büyümesi nedensel ilişkinin önemli olduğunu göstermektedir.

Tam yapısal modelin ölçümünde çoklu regresyon analizindeki Çoklu Korelasyon Katsayına (R^2) benzer bir değer hesaplanmaktadır. İstatistik anlamlılık ile ilgili bir test bulunmamasına rağmen, her bir yapısal denklem için ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

Gizli değişkenler arasındaki ilişkinin tahmin edildiği yapısal modelde çoklu doğrusal bağlantı problemi analiz sonuçlarını etkilemektedir. Korelasyon matrisinde 0.85'den büyük değerler ise çoklu doğrusal bağlantının olduğunu göstermektedir. Bu durumda ilgili değişken modelden çıkarılabilir veya nedensel ilişki yeniden düzenlenebilir.

2.6.7 Modelin Düzeltilmesi

Modelin düzeltilmesi için iki neden vardır. Bunlardan biri modelin uygunluğunu arttırmak (araştırma çalışmalarında - exploratory work) diğeri de hipotezlerin test edilmesi (teorik çalışmalar için) nedeniyle yapılmaktadır. Modelin düzeltilmesi için, serbest parametreler sabitlenerek veya sabit parametreler serbest parametreye dönüştürülerek uygun olmayan model yeniden belirlenmeye çalışılmaktadır³³². Modelin düzeltilmesi için üç temel yöntem vardır. Bunlar, Ki-Kare Farklılık Testi (Chi-square Difference Tests), Lagrange Çarpanı Testi (Lagrange Multiplier Tests-LM) ve Wald Testi 'dir.

2.6.7.1 Ki-Kare Farklılık Testi

Alt Modeller (Nested model) ³³³ söz konusuysa, büyük modele ait hesaplanan Ki-kare değeri (F_{ML_1}) ile küçük modelin hesaplanan Ki-kare değeri F_{ML_2} arasındaki fark alınarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³³⁴.

$$\Delta\chi^2 = n(F_{ML_1} - F_{ML_2}) \quad (2.32)$$

³³² R.Hoyle, a.g.e., s.8.

³³³ Modellerin birbirinin alt seti olması durumu alt model (nested model) olarak tanımlanmaktadır.

³³⁴ D.Kaplan, a.g.e., s.32.

$\Delta\chi^2$ dağılımının serbestlik derecesi iki modelin serbestlik derecesi arasındaki farka eşit olmaktadır. Hesaplanan Ki-kare değeri, tablo değerinden büyükse modele eklenen parametrenin modeli anlamlı olarak geliştirdiği kararı verilmektedir ($p < 0,05$). Ki-kare farklılık testinin hesaplanması için iki modelin her bir parametresinin tahmin edilmesi ve Ki-kare değerlerinin hesaplanması gerekmektedir ancak bu durum büyük modeller söz konusu olduğunda fazla zaman almaktadır. Bir diğer problem ise küçük örnekler için iki modelin Ki-kare değerleri arasında farklılık bulmasındaki zorluktur³³⁵.

2.6.7.2 Lagrange Çarpanı Testi

Bu test istatistiği, hangi parametrenin modele dahil edilerek model uygunluğunun arttırılabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Yöntem ileriye adım adım regresyon (forward stepwise regression) yöntemine benzemektedir.³³⁶ Lagrange çarpanı testi düzeltme indeksi (modification index) olarak da tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır³³⁷.

$$LM = \left[s(\hat{\Omega}_r) \right]' I(\hat{\Omega}_r)^{-1} \left[s(\hat{\Omega}_r) \right]$$

$s(\Omega)$; log olabilirlikteki değişimleri gösteren yük vektörü (score vector) olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$s_{\Omega} = \frac{\partial \log L_{\Omega}}{\partial \Omega} \quad (2.33)$$

Modelde daha önce sabit olan parametrenin serbest olması sonucunda düzeltme indeksi değeri yüksek çıkıyorsa, bu parametrenin tam uygunluğun gerçekleşmesi için önemli bir parametre (yol) olduğu kabul edilmektedir³³⁸. LM, iki modelin serbestlik derecesi arasındaki farklılık ile asimptotik Ki-kare dağılımı göstermektedir. Anlamlılık düzeyinin 0,05'den küçük olması modele eklenen parametrenin anlamlı olduğunu belirtmektedir³³⁹.

³³⁵ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.753.

³³⁶ **a.e**,s.753.

³³⁷ D.Kaplan,**a.g.e**,s.32-33.

³³⁸ R.Kline,**a.g.e**,s.148

³³⁹ D.Kaplan,**a.g.e**,s.32-33.

2.6.7.3 Wald Testi

Wald testi ise hangi parametrenin modelden çıkarılacağına karar vermek için kullanılmaktadır. Bu test ile değişkenler modelden çıkarılarak anlamsız değişimler araştırılmakta, yöntem geriye adım adım regresyon (backward stepwise regression) yöntemine benzemektedir³⁴⁰. Modelde serbest olan parametre sabitlenerek hesaplanmaktadır³⁴¹.

$$W = \left[r \quad \hat{\Omega}_u \right]' \left\{ \left[\frac{\partial r \quad \hat{\Omega}_u}{\partial \hat{\Omega}_u} \right] \left[(\hat{\Omega}_u)^{-1} \right] \left[\frac{\partial r \quad \hat{\Omega}_u}{\partial \hat{\Omega}_u} \right] \right\}^{-1} \left[r \quad \hat{\Omega}_u \right] \quad (2.34)$$

$r(\hat{\Omega})$, sifıra sabitlenen yolları gösteren kısıtlı modele ait matristir. Kısıtlı model kısıtlanmayan tahminleri içeriyorsa $r \quad \hat{\Omega}_u$ olarak tanımlanmaktadır.

Ki-kare dağılımının serbestlik derecesi kısıtlı parametre sayısına eşitlendiğinde Wald testi asimptotik (asymptotically) dağılım göstermektedir. Tek kısıt varsa $\omega_j = 0$ olmakta, formül 2.28 aşağıdaki eşitliğe dönüşmektedir.

$$W_j = \frac{\hat{\omega}_j^2}{\text{var}(\hat{\omega}_j)} \quad (2.35)$$

$\text{var}(\hat{\omega}_j)$; tahmini asymptotik kovaryans matrisinin j. köşegen elemanını göstermektedir. Büyük örneklerde W_j , bir serbestlik derecesi ile Ki-kare dağılımı göstermektedir. 2.29 denkleminin karekökü alındığında,

$$z = \frac{\hat{\omega}_j}{\text{se}(\hat{\omega}_j)} \quad (2.36)$$

ortalaması sıfır (0) varyansı (1) olan asimptotik normal dağılım göstermektedir. Modelde sabitlenen parametre ile hesaplanan Ki-kare değeri, tablo değerinden küçük olduğunda ($p > 0,05$) modelde sabitlenen parametrenin anlamlı olmayan

³⁴⁰ B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e.**,s.758.

³⁴¹ R.Hoyle,**a.g.e.**,s.8.

azalmaya neden olduğuna karar verilmektedir. Wald testinde, LM'den farklı olarak anlamsızlık aranmaktadır³⁴².

Ki-kare farklılık, Lagrange çarpanı ve Wald testlerinin asimptotik olarak eşdeğer olduğu kabul edilmektedir³⁴³. Model düzenlendikten sonra, model tanımlama aşamasına geri dönölerek gerekli işlemler yapılmalıdır.

³⁴² B .Tabachnick, L.Fidell,**a.g.e**,s.758.

³⁴³ D.Kaplan,**a.g.e**,s.33-34.

3 İŞLETMELERİN PERFORMANSINI ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

3.1 Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Araştırmanın amacı, ilk bölümde ele alınan işletme performansı göstergeleri ile bu göstergelerle ilişkili olan diğer faktörler arasındaki nedensel ilişkilerin ortaya çıkarılmasıdır.

Bilindiği gibi işletme performansı, işletmenin tüm bileşenlerinin etkileşimi ve ortak çabaları ile oluşan toplam sonucu ifade etmektedir. Nitel veya nicel olarak değerlendirilebilen performans ölçümü çok kapsamlı ve bütünlük bir yapı taşıyan ölçümleri gerektirmektedir. Performans değerlemesiyle ilgili görüş birliğine ulaşılan tek konu, performansın yalnız bir ölçüyle ifade edilemeyeceğidir. Çalışmada performans göstergeleri olarak; karlılık, verimlilik, büyüme, piyasa performans ölçüleri, bu göstergeleri etkileyen faktörler ise pazar payı, sermaye yoğunluğu, kalite, yenilik, ihracat, yabancı sermaye oranı ve finansal oranlar olarak belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda kalite ve yeniliğin performans göstergesi olarak kullanıldığı bazıları ise karlılık, verimlilik, büyüme göstergelerini açıklayan değişkenler olarak ele alındığı gözlenmektedir. Çalışmada ise performansı etkileyen faktörler arasında yer alması uygun bulunmuştur.

Bilindiği gibi çalışmanın amacı işletme performansını etkileyen faktörlerin incelenmesini kapsamaktadır. Birden fazla performans göstergesi ile performansı etkileyen birden fazla faktör arasındaki ilişkiyi incelemek için çok değişkenli bağımlı yöntemlerden birinin kullanılması gerekmektedir. Tüm değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında birden fazla değişkenin eş zamanlı olarak incelenmesini sağlayan Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) uygun yöntem özelliği taşımaktadır. Model ölçüm modelini ve yapısal modeli içermektedir. Ölçüm modeli, gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki ilişkinin ölçülmesini sağlamaktadır. Yapısal model ise bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarılabilmektedir

Yöntem olarak YEM'in seçilmesinin nedenleri aşağıda sıralanmaktadır.

- Yöntem çoklu bağımlı ilişkilerin tek bir modelde analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu durum, karmaşık ilişkilerin aynı anda analizine olanak vermektedir. Özellikle bir bağımlı değişken, daha sonraki fonksiyonda bağımsız değişken durumuna geçiyorsa YEM kullanılmaktadır. Örneğin verimlilik karlılığı etkilerken, karlılık büyümeyi arttırabilmektedir.
- YEM' de gözlenen değişkenlerin yanı sıra doğrudan ölçülemeyen ancak bir veya birden fazla gözlenen değişken ile temsil edilebilen gizli değişkenler de kullanılabilir. Örneğin birden fazla oran ile ölçülen karlılık bir gizli değişken olarak ifade edilebilir (bkz. Bölüm 1.2.1).
- YEM'de gözlenen değişkenlerin yanı sıra gizli değişkenler arasındaki ilişkiler de test ve tahmin edilebilmektedir.
- Yöntemin temel amacı, teorik modelin örnek veri seti tarafından desteklenip desteklenmediğini araştırmaktır. Örnek veri seti teorik modeli destekliyorsa, daha karmaşık teorik modelin hipotezinin sınanabilmesine olanak vermektedir. Desteklemiyorsa, orijinal model düzeltilerek test edilebilir veya diğer teorik modeller geliştirilerek test edilebilir.
- YEM' inde, gözlenen veya gizli değişkenler arasındaki nedensel ilişkiye ait doğrudan ve dolaylı etkiler hesaplanabilmektedir. Doğrudan etki, iki değişken arasındaki doğrudan ilişki, dolaylı etki ise bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkene olan etkisinin aracı değişken yardımıyla ortaya çıkmaktadır

İşletme performansı ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla her bir göstergenin tek bir değişken ile ifade edildiği görülmektedir. Örneğin bazı çalışmalarda karlılık için satış karlılığı kullanılırken bazılarında ise yatırıma göre karlılık ölçütleri kullanılmıştır. Bu çalışma ile daha önce yapılmış çoğu çalışmadan farklı olarak birden fazla gösterge ile ölçülebilen işletme performansı değişkenleri ile bu değişkenleri etkileyebilecek (yine birden fazla gösterge ile ölçülebilen) değişkenler aynı anda modele dahil edilerek analiz sonuçları yorumlanmaya çalışılmaktadır.

3.2 Araştırma Verilerinin Elde Edilmesi

Araştırmaya dahil edilen 174 şirket, İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında (İMKB) İmalat sanayii sektöründe faaliyet gösteren firmalardır. Araştırmada sanayi kuruluşlarının seçilme nedeni; ekonominin ana sektörü olan sanayi sektörünün yarattığı katma değerle ekonomik büyümeye en fazla katkı yapan sektör olması ve bu özelliği nedeniyle ticaret, ulaşım, finans sektörünün de gelişmesinde öncü sektör olmasıdır.

İşletmelere ait veriler İMKB'nin yayınladığı mali tablolar, tablolara ait dipnotlar, ve faaliyet raporlarından bir kısmı ise İstanbul Sanayi Odasının (İSO) 2008 yılında yayınladığı yıllıkta elde edilmiştir. Verilerin analizinde LISREL 8.51 ve SPSS 13.0 programları kullanılmıştır.

3.3 Araştırma Değişkenlerinin Seçimi

Performans ölçümünde nicel ve nitel birçok değişken kullanılmaktadır. Son dönemde geliştirilen performans değerlendirme yöntemlerden biri ise nicel ve nitel değişkenlerin bir arada incelenmesini sağlayan performans karnesi³⁴⁴ (balanced scorecard) modelidir. Performans karnesi yöntemiyle performans, finansal, müşteri, süreçler öğrenme-büyüme olmak üzere dört boyutta incelenmektedir³⁴⁵. Performans karnesinin diğer performans yönetim sistemlerinden en önemli farkı, finansal ölçülerin yanı sıra finansal olmayan ölçüleri de içermesidir³⁴⁶. Bazı çalışmalarda da çalışan memnuniyeti ve sosyal sorumluluk gibi göstergeler de performans göstergesi olarak ele alınmaktadır Bu bağlamda performans ölçümü genel olarak altı boyutta incelenebilmektedir³⁴⁷. Performans karnesi içinde her işletme için değişen sayılarda performans boyutları ve her bir performans boyutu

³⁴⁴ Türkçe yazında Performans Karnesi için "Puan Kartı", "Strateji Karnesi", "Toplam Başarı Göstergesi", "Kurum Karnesi" gibi kavramlarda kullanılmaktadır.

³⁴⁵ R.Kaplan, D.Norton , Using The Balanced Scorecard As A Strategic Management System", *Harvard Business Review*,1996, pp.75-84

³⁴⁶ Ali Coşkun, Stratejik Performans Yönetimi ve Performans Karnesi, Literatür Yayınları,2006,s.53.

³⁴⁷ K.Y. Kutucuoglu, J. Hamali, v.d, A framework for managing maintenance using performance measurement systems, **International Journal of Operations & Production Management**,21 (1/2), 2001, pp .173-194

içinde işletmenin stratejilerine göre belirlediği performans ölçütleri bulunmaktadır. Performans karnesi uygulamasıyla her bir performans ölçüsünün ve dolayısıyla işletmenin toplam olarak konulan hedefine ne kadar yaklaştığı belirlenebilmektedir. Hedefler müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak, rekabet etkinliğini sağlamak ve finansal amaçlara ulaşmak için gerekli performans değerleridir³⁴⁸.

Uygulanacak yöntem birim sayısının büyük olmasını gerektirmekte bunun yanında modele dahil edilecek her bir değişken için de birim sayısının artırılması zorunlu olmakta, dolayısıyla değişken sayısı arttıkça birim sayısının da artması gerekmektedir. Daha önce belirtildiği gibi her boyutuyla performans ölçümü yapmak, birim sayısı da arttığında, doğru ve ayrıntılı veriye ulaşma güçlüğü nedeniyle zor olmaktadır Bu nedenle çalışmayı sadece yayınlanan göstergelerle kısıtlamak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada bağımlı değişken olarak karlılık, verimlilik, büyüme ve piyasa performans ölçüleri, bağımsız değişken olarak; pazar payı, sermaye yoğunluğu, kalite, yenilik, ihracat, yabancı sermaye oranı, faaliyet, mali yapı, likidite oranları olarak belirlenmiştir.

Karlılık, verimlilik, büyüme, piyasa performans ölçüleri, sermaye yoğunluğu, mali yapı ve likidite oranlarının her birinin ölçümü için birden fazla gösterge kullanıldığından bu değişkenler çalışmada gizli değişken olarak tanımlanmıştır.

Karlılık oranları; yatırıma ve satışlara göre karlılık olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Bölüm 1.2.1'de ki karlılık göstergesi beş oran olarak ele alınmaktadır.

Verimlilik göstergeleri toplam faktörlü, çok faktörlü ve kısmi verimlilik oranları olmak üzere üç bölümde sınıflandırılmaktadır. Ancak toplam faktörlü ve çok faktörlü oranların hesaplanabilmesi için gereken tüm verilere ulaşılamadığından sadece kısmi verimlilik oranlarına yer verilmiştir. Kısmi verimlilik göstergeleri ise emek verimliliği ve sermaye verimliliği olmak üzere iki boyutta incelenmiştir.

Büyüme gizli değişkeni için satışlarda, dönem karında, öz sermaye ve varlıklardaki reel artışlar alınmıştır.

Piyasa performans ölçüleri için ise hisse başına düşen kazanç, fiyat-kazanç oranı, piyasa değeri- defter değeri göstergeleri kullanılmıştır.

Pazar payı göstergesi işletme satışlarının sektördeki satışlara oranıdır.

Sermaye yoğunluğu için Maddi Duran Varlıklar / Çalışan Sayısı, Makine Techizat / Çalışan Sayısı oranları kullanılmıştır.

Kukla değişken (dummy variable) olarak tanımlanması gereken kalite değişkeni analiz kapsamındaki şirketlerin hemen hemen tümü toplam kalite yönetimi uyguladığı için analize dahil edilmemiştir

Yenilik değişkeni için Ar-ge harcamaları/ Satışlar oranı, ihracat değişkeni için ise toplam satışlar içindeki ihracat payı kullanılmıştır.

Yabancı sermaye oranı, şirketlere ait bağımsız denetim raporları incelenerek elde edilmiştir.

Likidite, Faaliyet ve Mali yapı oranları için Bölüm 1.3.7 'de yer alan oranlar hesaplanarak modele dahil edilmiştir.

Tüm değişkenlere ait basit korelasyon katsayıları incelendiğinde piyasa defter değeri ve fiyat kazanç oranı değişkenlerinin diğer değişkenlerle arasındaki ilişkiler anlamsız olduğundan modelden çıkarılmıştır. Hisse Başına Kazanç değişkeninin ise karlılık gizli değişkeni altında yer alması uygun görülmüştür. Sermaye verimliliği ile karlılık göstergeleri arasındaki ilişki yüksek olduğundan tek boyutluluk³⁴⁹ varsayımını ihlal edebileceğinden modelden çıkarılmasına karar verilmiş ve verimlilik göstergesi olarak sadece emek verimliliği modele dahil edilmiştir.

³⁴⁸ Ali Coşkun, a.e., s.65.

³⁴⁹ Her bir göstergenin sadece tek bir gizli değişkenle ilişkili ve hatalarının bağımsız olması durumunu belirtmektedir..

İhracat, yabancı sermaye oranı ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiler anlamsız olduğundan modelden çıkarılmasına karar verilmiştir. Yapılan ön değerlendirme sonucunda modele dahil olacak değişken sayısı 18 olarak belirlenmiştir.

3.3.1 Performans Göstergeleri Arasındaki İlişkiler

Karlılık ve Büyüme arasındaki ilişki;

İşletmenin temel amaçlarının odak noktasındaki işletme varlığını sürdürme amacı, karın artırılması ve büyüyen ekonomi içinde en azından ekonomik büyüme oranındaki büyümeyle mümkün olmaktadır. Bu durumda temel ekonomik amaçlar birbiri içine girmiş bir şekilde karlılık büyüme ve süreklilik olarak belirlenebilmektedir. Günümüzde kurum ve kuruluşların temel amacı da ekonomik büyümeyi ve gelişmeyi sağlamak olmuştur. Sürekli olarak büyüyen bir ekonomik yapı içinde işletmelerin en azından aynı oranda büyümeleri, mevcut konumlarını muhafaza etmek için zorunlu olmaktadır. Aksi durumda küçülme kaçınılmaz olacağından, büyüme işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmesinin önemli bir aracı olmaktadır³⁵⁰.

Verimlilik ve Büyüme arasındaki ilişki:

Her işletme varlığını sürdürmek ve büyümek için faaliyet göstermektedir. Büyüme dinamik bir işletme için vazgeçilmez bir amaçtır, büyüme olmazsa durgunluk ortaya çıkmaktadır. Gerçek büyüme ise verimlilik artışıyla meydana gelir³⁵¹.

Verimliliğin gelişmişlik düzeyi ve ekonomik sistem farklılığı olmaksızın tüm ülkeler için ulusal refahın artırılmasında büyük rolü vardır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın ana kaynaklarından biri olarak ise verimlilik artışı görülmektedir. Verimlilikteki düşme, ekonomideki durgunluk ve enflasyona neden olmaktadır. Düşük verimlilik artan maliyetlere ve zorunlu olarak artan fiyatlara yol açmaktadır. Artan fiyatlar satışların düşmesine bu durum da atıl kapasiteye neden olmaktadır. Atıl kapasite, sermayenin yetersizleşmesi sorunu ile birlikte düşük verimliliği besleyerek kısır döngü oluşturmaktadır. Verimlilik artışının asıl sağlandığı yer işletmelerdir, ulusal ekonominin çekirdeğini oluşturan işletmelerin verimsiz

³⁵⁰ Ömer Dinçer, a.g.e ,s.71-77.

³⁵¹ M.R.Ramsay, a.g.e ,s.20.

çalışmaları durumunda ulusal ekonomideki verimlilikten söz edilemez. Diğer taraftan düşük verimlilik işletmelerin ulusal ve uluslararası piyasalarda, uzun dönemde iyi bir performans düzeyi sağlamasını olanaksızlaştırmaktadır³⁵².

Verimlilik ve karlılık arasındaki ilişki:

Günümüzde piyasa koşulları hızlı ve sürekli bir biçimde değişmektedir. İşletmeler müşterilerin; yüksek kalite, hızlı teslimat, daha iyi müşteri hizmeti, düşük fiyat gibi çok çeşitli gereksinimlerine cevap vermek zorundadır. Aynı zamanda ürünlerin yaşam süreleri giderek kısalmaktadır. İşletmelerin sürekliliğini sağlama etkili bir şekilde rekabet edebilme gücüne bağlıdır. Bunun için ya maliyet avantajı ya da değer avantajına sahip olmak gerekmektedir, en ideali ise her ikisine sahip olmaktır. Bu nedenle imalat sanayi işletmeleri emek yoğun yerine teknoloji yoğun çalışmak zorunda kalmaktadırlar. İşletmelerin devamlılığını sağlama çalışmaları ise verimlilik ve karlılık artışına neden olmakta ve verimlilik operasyonel maliyetleri düşürürken, ürün kalitesini yükselterek işletmelerin rekabet gücünü de arttırmaktadır³⁵³.

Amerika Verimlilik ve Kalite merkezi (APQC) karlılıktaki değişimin verimlilik ve fiyattaki değişimin bir ürünü olduğunu belirtmektedir.

Karlılık kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörlerin etkileşiminin sonucunu içermektedir. Kontrol edilemeyen faktörler ekonomik ve politik çevre, piyasanın büyümesi veya küçülmesi, enflasyon gibi faktörleri içermektedir. Kontrol edilemeyen faktörlerdeki değişim ise karlılık üzerinde negatif veya pozitif etkiler yaratmaktadır. Bu nedenle karlılıktaki değişim yorumlanırken kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir³⁵⁴.

³⁵² İ.M.Baş,A.Artar, **a.g.e**,s.9-11.

³⁵³ Imad Alsyouf, The role of maintenance in improving companies productivity and profitability, **International Journal of Production Economics**, 2007 ,105,pp. 70–78.

³⁵⁴ Loggerenberg, V., Bazil, J., Cucchiaro, S.J.,. Productivity measurement and the bottom line. **National Productivity Review** 1 ,1981, (1), pp.87–99.

3.4 Yapısal Eşitlik Modelinin Varsayımları

Bilindiği gibi YEM’de birden fazla tahmin yöntemi bulunmaktadır. Çalışmada öncelikle Bölüm 2.3’de ayrıntılı olarak açıklanan varsayımların geçerli olup olmadığı araştırılmıştır. Normallik varsayımı için tek değişkenli normallik varsayımı için Bölüm 2.3.1’de yer alan testler uygulanmış ve varsayımın sağlanamadığı saptanmıştır. Çok değişkenli normalliğin ön koşulu olan tek değişkenli normallik sağlanamadığı için de bu varsayım sağlanamamıştır³⁵⁵. Bu nedenle araştırmada normallik varsayımına dayanmayan ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir³⁵⁶.

Doğrusallık varsayımını saptamak için iki değişken arasındaki serpilme diyagramına bakılarak karar verilebilmektedir. Ancak yapılacak olan yorum subjektif olacağından bir diğer yaklaşım olan değişkenler arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısına bakılarak karar verilmiştir. Ek-2 incelendiğinde değişkenler arasındaki anlamlı katsayılar doğrusallık varsayımının sağlandığını göstermektedir.

YEM’ de çoklu doğrusal bağlantı problemi olduğunda korelasyon/kovaryans matrisinin determinantı oldukça düşük olmakta ve bu durum tekilliği (singularity) göstermektedir. Kullanılan matriste kabul edilebilir sınırlar dışında yer alan değerler oluşması pozitif tanımlı olmayan matrise (nonpositive definite) neden olmaktadır³⁵⁷. Ancak kullanılan tahmin yönteminde pozitif tanımlı matris şartı aranmamasına³⁵⁸ rağmen modele ait matris incelendiğinde matrisin pozitif tanımlı olduğu gözlemlenmiş ve çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığına karar verilmiştir.

Aykırı gözlemlerin saptanmasında Mahalanobis uzaklıkları kullanılmıştır. Bilindiği gibi Mahalanobis uzaklıkları serbestlik derecesi değişken sayısı olan χ^2 dağılımına uymaktadır. Hesaplanan Mahalanobis uzaklıkları χ^2 tablo değerinden büyük olduğunda ilgili gözlemin aykırı gözlem olduğuna karar verilmektedir. Hesaplanan

³⁵⁵ Bilindiği gibi normal dağılıma uymayan değişkenlere dönüşüm yapılarak normal dağılıma yakın bir dağılım elde edilebilmektedir. Ancak yorum gücünü ve değişken sayısı fazla olduğunda uygulanabilirliği zor olduğundan dönüşüm uygulanmamıştır.

³⁵⁶ <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/structur.htm>

³⁵⁷ Pozitif tanımlı olmayan matrisin oluşmasına eksik gözlem, normal dağılımın sağlanmaması, aykırı gözlemler gibi nedenler de yol açmaktadır.

³⁵⁸ K.Bollen,S.Long, **Testing Structural Equation Modeling**, Sage Publications, A.B.D,s.272.

uzaklıkları %5 anlamlılık düzeyindeki 18 serbestlik dereceli χ^2 tablo değerinden (28.869) büyük olan 16 işletme veri setinden çıkarılmıştır.

Ayrıca veri setinde 6 işletmeye ait eksik veri bulunmuş ve bu işletmeler listwise seçeneği ile analiz dışı bırakılmış böylece araştırma 174 işletme yerine 152 işletme ile sürdürülmüştür.

3.5 Güvenilirlik ve Açıklanan Varyans

Bilindiği gibi güvenilirlik, göstergelerin gizli değişkeni tanımlama derecesindeki tutarlılığı ölçmektedir. Açıklanan varyans ölçümü ise, göstergeler tarafından gizli değişkende açıklanan kısmı göstermektedir. Güvenilirlik analizinde yaygın olarak Cronbach Alpha kullanılmakta ve 0.70 'in üzerinde değerlerin güvenilirliğin göstergesi olduğu belirtilmektedir. Ancak gösterge sayısı az olduğunda Cronbach Alpha değeri düşük olmaktadır³⁵⁹. Bu nedenle güvenilirlik ölçümünde birleşik güvenilirlik (composite reliability) uygun görülmüş ve birleşik güvenilirlik ile açıklanan varyansın hesaplanabilmesi için doğrulayıcı faktör analizine başvurulmuştur. Ancak öncelikle teoriye dayanarak elde edilen gizli değişkenlerin gerçekten ilgili gizli değişkeni temsil edip etmediğini (tek boyutluluk) belirlemek için Açıklayıcı Faktör Analizinin (AFA) uygulanması gerekmektedir. AFA ile her gizli değişkenin tek bir faktörde toplanıp toplanmadığı araştırılmıştır. Analiz sonucunda ortak varyans (communalities) değeri ve faktör yükleri 0.50'nin altında olan ve birden fazla faktörle 0.50 'nin üzerinde ilişkili olan göstergeler çıkarılarak yeniden analiz yapılmış ve tek boyutluluğun sağlanıp sağlanamayacağı incelenmiştir.

a) Karlılık Gizli değişkeni için Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Karlılık faktörü için brüt kar marjı (BK), net kar marjı (NK), aktif karlılığı (AK), öz sermaye karlılığı (OK) ve hisse başına kar (HBK) olmak üzere toplam beş gösterge için³⁶⁰ yapılan açıklayıcı faktör analizi sonucunda değişkenlerin tümünün tek faktör altında toplandığı saptanmış ancak brüt kar marjı göstergesine ait ortak varyans

³⁵⁹ <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/structur.htm>

değeri 0.498 olduğu için modelden çıkarılarak tekrar analiz yapılmıştır. Karlılık gizli değişkenine ait ortak varyans değerleri ve faktör yükleri 0.5 'den büyük olan göstergelere ait özdeğerler ve açıklanan varyans oranları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3-1: Karlılık Gizli Değişkenine Ait AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Karlılık	NK	0.94
	AK	0.97
	OK	0.95
	HBK	0.82
Özdeğer		3.42
Açıklanan Varyans Oranı		%85.47

Sonuçlar incelendiğinde satışlara, yatırıma göre karlılık oranları ve piyasa performans göstergesi olan hisse başına düşen kazancın karlılık gizli değişkenini temsil ettiği görülmektedir. Bu durumda karlılık gizli değişkenin faaliyet, yatırım ve piyasa olmak üzere üç boyutu kapsadığı söylenebilmektedir.

b) Büyüme Gizli değişkeni için açıklayıcı faktör Analizi Sonuçları

Büyüme gizli değişkeni göstergesi olarak satışlarda (SB), dönem karında (KB), öz sermaye (OB) ve varlıklardaki artışlar (VB) seçilmiştir. Satışlar ve öz sermayedeki artış değişkenlerinin ortak varyans değerleri 0.5'in altında olduğu için modelden çıkarılarak tekrar analiz yapılmış ve Tablo 3-2'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3-2: Büyüme Gizli Değişkeni için AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Büyüme	KB	0.883
	VB	0.883
Özdeğer		1.56
Açıklanan Varyans Oranı		%77.88

³⁶⁰ Gizli değişkenlere ait göstergeler için bkz. EK-1

Büyüme gizli değişkenini en iyi temsil eden göstergelerin kar ve varlıkta büyüme olduğu görülmektedir.

c) Sermaye yoğunluğu gizli değişkeni için Açıklayıcı faktör analizi Sonuçları

Sermaye yoğunluğu için kullanılan iki göstergeye ait sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 3-3: Sermaye yoğunluğu gizli değişkeni için AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Sermaye Yog.	SY1	0.933
	SY2	0.933
Özdeğer		1.739
Açıklanan Varyans Oranı		%86.97

Tablo incelendiğinde her iki göstergenin tek bir faktör altında toplandığı ve faktör yüklerinin 0.5'in üzerinde olduğu görülmektedir

d) Likidite oranı gizli değişkeni için Açıklayıcı faktör analizi Sonuçları

Üç gösterge ile ele alınan Likidite oranı için yapılan analiz sonucunda üç göstergenin de tek faktör altında toplandığı, yüklerinin de 0.5'in üzerinde olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3-4: Likidite gizli değişkeni için AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Likidite Oranı	CO	0.893
	LO	0.900
	NO	0.896
Özdeğer		2.466
Açıklanan Varyans Oranı		%82.21

Likidite oranları, işletmenin kısa vadeli borçlarını geri ödeme yeteneği hakkında bilgi vermektedir.

e) Mali yapı oranı gizli değişkeni için Açıklayıcı faktör analizi Sonuçları

Mali yapı oranı için kullanılan altı göstergeden tek boyutluluğu sağlayanlara ait sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3-5: Mali Yapı gizli değişkeni için AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Mali Yapı	KLD	0.802
	KT	0.802
Özdeğer		1.286
Açıklanan Varyans Oranı		%64.29

Kaldıraç oranı (KLD), varlıkların yüzde kaçının borçlarla finanse edildiğini göstermektedir. Toplam borcun varlıklar içerisindeki payının yüksek olması, varlıkların borçları ödeme gücünü düşürmektedir. Kısa vadeli borçların toplam borç içindeki payının (KT) yüksek olması anapara ve faizlerinin ödenmesinde sorun olabileceğini göstermektedir.

f) Faaliyet Gizli değişkeni için Açıklayıcı Faktör analizi Sonuçları

Faaliyet gizli değişkenine de ait altı göstergeden gerekli koşulları sağlayanlara ait sonuçlar aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 3-6: Faaliyet gizli değişkeni için AFA Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü
Faaliyet	MDVD	0.894
	OZSD	0.894
Özdeğer		1.597
Açıklanan Varyans Oranı		%79.84

Maddi duran Varlık Devir Hızı (MDVD) maddi duran varlıklara aşırı bir yatırım yapıp yapılmadığını ve işletmede atıl kapasite olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Öz Sermaye Devir Hızı (OZSD) sermayenin etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı hakkında bilgi vermektedir.

Gizli değişkenlerin güvenilirliğinin belirlenmesinde Doğrulayıcı faktör analizinden (DFA) yararlanılmış ve ölçüm hataları ile t değerlerine ait sonuçlar aşağıdaki Tablo 3-7'de gösterilmektedir³⁶¹.

Tablo 3-7: Gizli değişkenlere ait Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Gizli Değişken	Gösterge	Faktör Yüğü	Ölçüm Hatası	t değeri
Karlılık	NK	0.97	0.05	21.67
	AK	0.99	0.02	21.78
	OK	0.92	0.16	20.74
	HBK	0.71	0.50	17.30
Büyüme	KB	0.60	0.64	10.41
	VB	0.93	0.13	10.57
Sermaye yoğunluğu	SY1	0.85	0.28	9.80
	SY2	0.87	0.24	10.39
Likidite Oranı	CO	0.86	0.25	17.96
	LO	0.84	0.29	17.07
	NO	0.86	0.26	17.57
Mali Yapı Oranları	KLD	0.74	0.45	6.42
	KT	0.68	0.54	6.40
Faaliyet Oranları	MDVD	0.50	0.75	6.98
	OZSD	1.00		20.46

Tüm "t değerleri" incelendiğinde 0,05 anlamlılık düzeyindeki tablo değeri ± 1.96 'dan büyük olduğu için faktör yüklerinin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır³⁶². Birleşik güvenilirlik ve açıklanan varyans oranına ait sonuçlar aşağıdaki gibidir³⁶³.

³⁶¹ Tek göstergeyle ölçülen gizli değişkenler modele dahil edilmemiştir.

Karlılık gizli değişkeni birleşik güvenilirlik	$= \frac{(3.59)^2}{3.59^2 + 0.73} = 0.95$
Karlılık gizli değişkeni için açıklanan varyans	$= \frac{3.27}{3.27 + 0.73} = 0.82$
Büyüme gizli değişkeni birleşik güvenilirlik	$= \frac{(1.53)^2}{(1.53)^2 + 0.78} = 0.75$
Büyüme gizli değişkeni açıklanan varyans	$= \frac{1.22}{1.22 + 0.78} = 0.61$
Sermaye Yoğunluğu gizli değişkeni birleşik güvenilirlik	$= \frac{(1.72)^2}{(1.72)^2 + 0.52} = 0.85$
Sermaye Yoğunluğu gizli değişkeni açıklanan varyans	$= \frac{1.48}{1.48 + 0.52} = 0.74$
Likidite gizli değişkeni için birleşik güvenilirlik	$= \frac{(2.56)^2}{(2.56)^2 + 0.80} = 0.89$
Likidite gizli değişkeni açıklanan varyans	$= \frac{2.18}{2.18 + 0.80} = 0.73$
Mali Yapı gizli değişkeni birleşik güvenilirlik	$= \frac{(1.42)^2}{(1.42)^2 + 0.99} = 0.67$
Mali Yapı gizli değişkeni için açıklanan varyans	$= \frac{1.01}{1.01 + 0.99} = 0.51$
Faaliyet gizli değişkeni birleşik güvenilirlik	$= \frac{(1.5)^2}{(1.5)^2 + 0.75} = 0.75$
Mali Yapı gizli değişkeni için açıklanan varyans	$= \frac{1.25}{1.25 + 0.75} = 0.63$

Tüm gizli değişkenler için birleşik güvenilirlik 0.70, açıklanan varyans 0.50 'nin üzerinde olduğu için göstergelerin gizli değişkenleri iyi temsil ettiği sonucuna varılmaktadır.

³⁶² Bilindiği gibi örnek birim sayısı ($n \geq 30$) arttığında t dağılımı normal dağılıma yaklaşmaktadır. Ancak kaynaklarda her örnek büyüklüğü için "t değeri (t value)" tanımlaması yapıldığı için çalışmada bu ifade kullanılmıştır.

Joreskog, K., Sörbom, D., **LISREL 8 :Structural Equation Modeling with the Simplis Command Language**, SSI, 1993, s.107.

B. Bryne, a.g.e, s.104.

³⁶³ Formüller için bkz. Bölüm 2.6.6.2

3.6 Yapısal Eşitlik Modeli

Daha önce belirtildiği gibi çalışmada amaç, işletme performansını etkileyen faktörlerin incelenmesidir. İşletme performansı göstergeleri (bağımlı gizli değişken) verimlilik, karlılık ve büyüme performansı etkileyen faktörler (bağımsız gizli değişken) ise gerekli incelemeler yapıldıktan sonra yenilik, pazar payı, sermaye yoğunluğu, likidite, mali ve faaliyet oranları olarak belirlenmiştir.

Modele ilişkin hipotezler iki grupta incelenmektedir. Birincisi bağımsız ve bağımlı gizli değişkenler arasındaki ilişkinin inceleneceği hipotezlerdir. Bir başka ifade ile Gamma matrisinde yer alan regresyon katsayılarının (γ) anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır. Bunlar³⁶⁴;

Hipotez1(H1) :Sermaye yoğunluğunun verimlilik üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 2 (H2) :Yeniliğin büyüme üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 3 (H3) : Yeniliğin verimlilik üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez (H4) : Pazar payının karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 5 (H5) : Pazar payının verimlilik üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 6 (H6) : Likidite oranının karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 7 (H7) : Mali Yapı oranının karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Hipotez 8 (H8) : Faaliyet oranının karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

İkincisi bağımlı gizli değişkenler arasındaki ilişkinin diğer bir ifade ile beta matrisinde yer alan regresyon katsayılarının anlamlılığının sorgulanacağı (β) hipotezlerdir.

Hipotez 9 (H9) : Verimliliğin karlılık üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

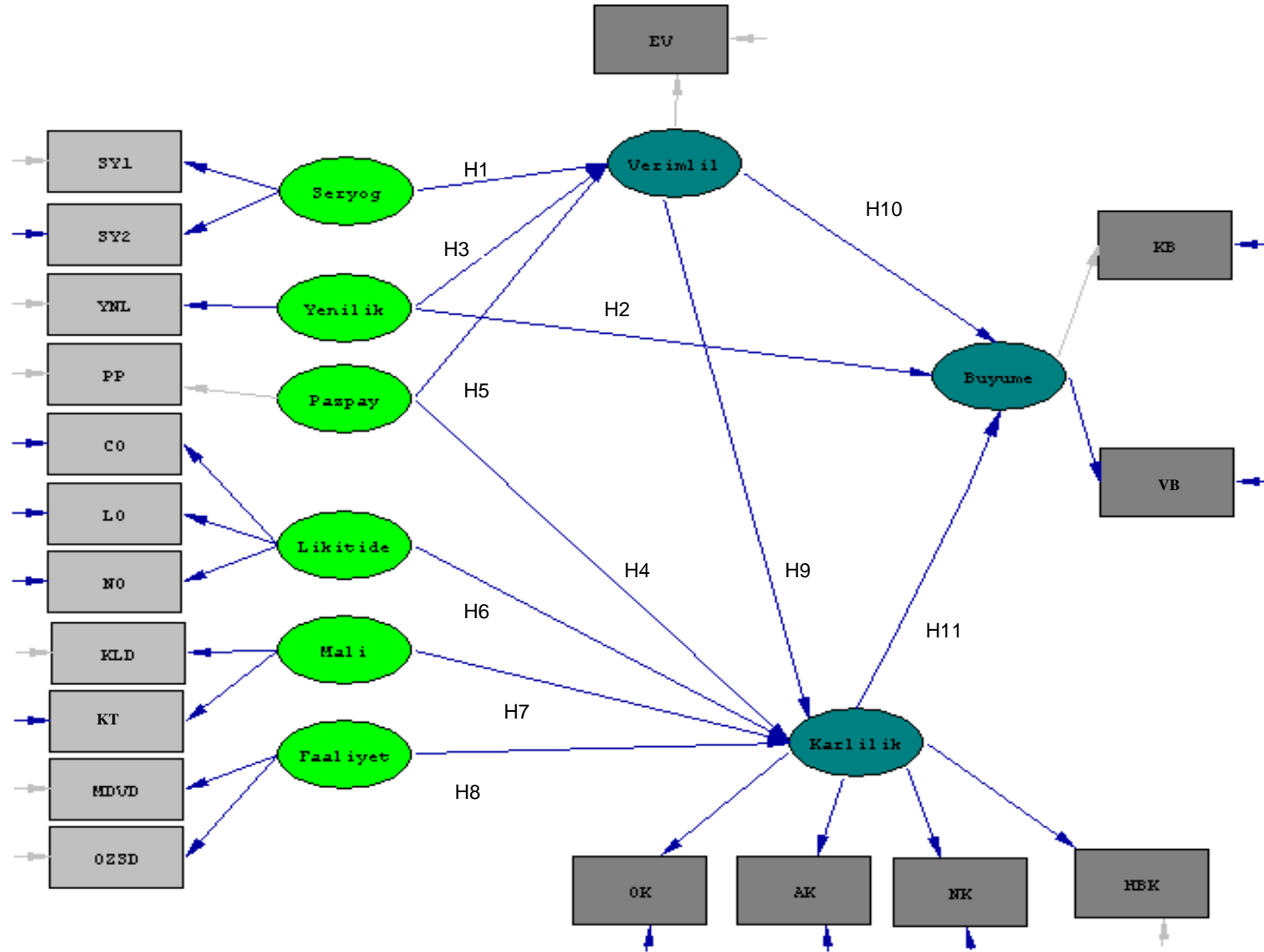
Hipotez 10 (H10):Verimliliğin büyüme üzerinde doğrudan ve pozitif yönde etkisi bulunmaktadır

³⁶⁴ Hipotezler H_0 : "Değişkenler birbirini etkilememektedir" sıfır hipotezlerinin alternatif hipotezleridir.

Hipotez 11 (H11): Karlılığın büyüme üzerinde doğrudan pozitif yönde etkisi bulunmaktadır.

Modele ait Yol Diyagramı (Path Diagram) aşağıda belirtilmektedir.

Sekil 3-1 Modele ilişkin yol diyagramı



Analiz sonucunda gamma matrisine ait sonuçlar incelendiğinde, hipotez 4,6 ,7 ve 8 ile ilgili regresyon katsayılarının “t değerleri “ %5 düzeyinde tablo değeri $\pm 1,96$ 'dan küçük olduğu için anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3-8: Gamma Matrisi Katsayılarının Testi

Hipotez	Gama Katsayısı (γ)	t değeri
1	0.42	4.25
2	-0.16	-3.51
3	-0.50	-2.83
4	0.04	0.49
5	0.87	4.72
6	0.08	0.33
7	-0.24	-1.10
8	-0.03	-0.66

Beta katsayılarının testinde H10 ile ilgili regresyon katsayısına ait “t değerleri “ %5 düzeyinde tablo değeri 1.96'dan küçük olduğu için anlamlı değildir.

Tablo 3-9: Beta Matrisi Katsayılarının Testi

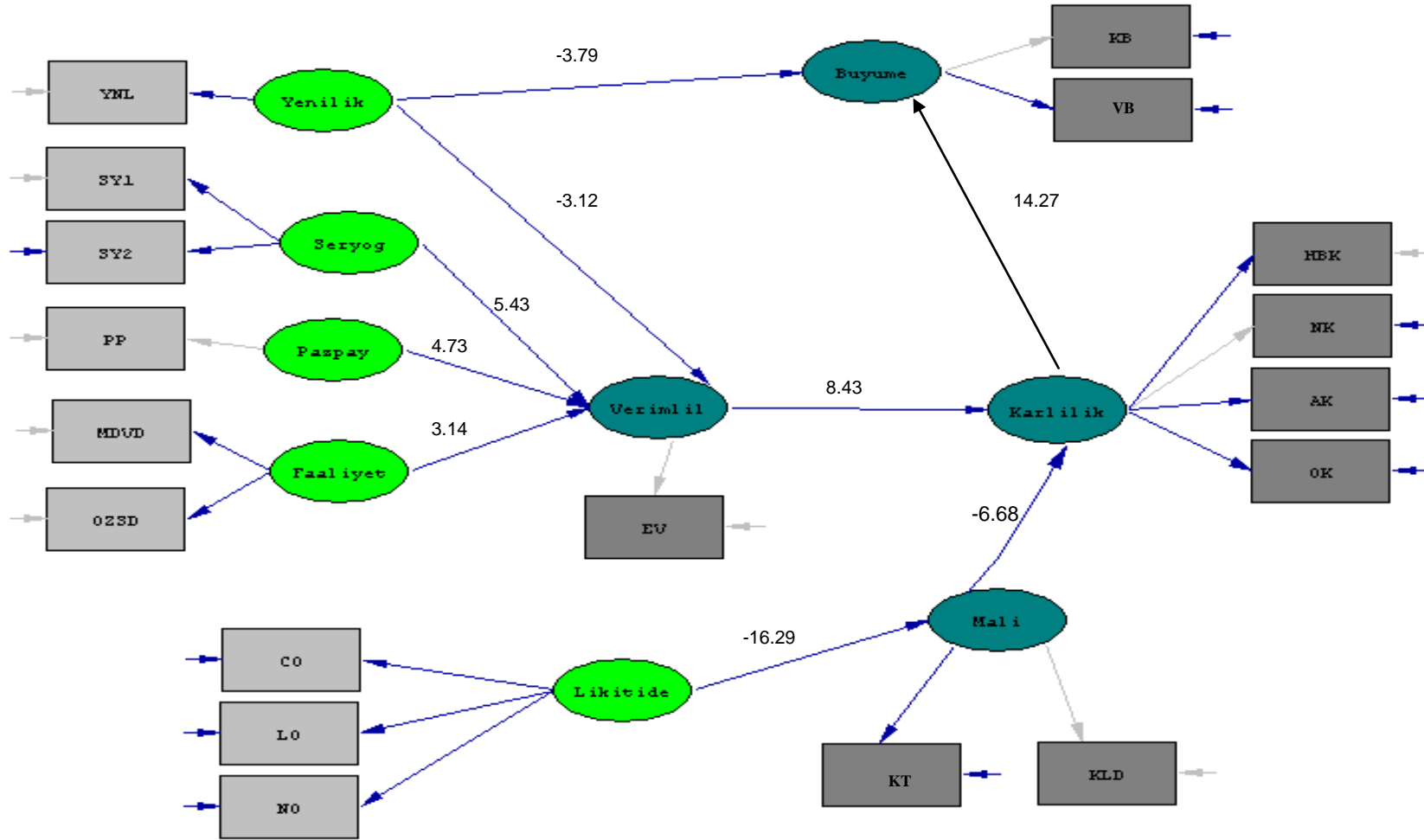
Hipotez	Beta Katsayısı (β)	t değeri
9	0.50	4.01
10	-0.12	-1.86
11	0.69	9.59

Bilindiği gibi modelin anlamlılığı Uygunluk indeksleri (fit indices) ile yorumlanmaktadır. İndeksler gizli değişkenler ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olarak temsil edilip edilmediğine karar verilmesini sağlamaktadır. Modele ait uygunluk indeksleri incelendiğinde Ki-kare değerinin (122,536.07) serbestlik derecesine oranı (112) beklenen değerlerin çok üzerinde olduğundan³⁶⁵ zayıf bir uyumun göstergesi olmaktadır. RMSEA değerinin (2.691) 0.10 'dan büyük olması da zayıf bir uyumun kanıtıdır. GFI değerinin 0.93, AGFI'nın 0.89, NFI'nın 0.89, CFI'nın 0.93 olduğu görülmektedir. Ancak GFI ve CFI 'nın dışındaki diğer indeksler uygunluğun zayıf olduğunu gösterdiği için modelin düzeltmelerle yeniden incelenmesi gerekmektedir.

³⁶⁵ Bkz. Bölüm 2.6.6.1.1.1

Desteklenmeyen hipotezler modelden çıkarılmadan önce Hipotez 6, 7 ve 8 'e konu olan bağımsız gizli değişkenler teorik olarak incelendiğinde bu değişkenlerin birbirleriyle yakından ilişkili olabileceği dikkat çekmektedir. Bu durum aracı değişken (mediated) etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Gerekli düzeltmeler yapıldığında Mali yapı gizli değişkeninin likidite ve karlılık gizli değişkeni arasındaki ilişkide aracı değişken olduğu görülmektedir. Düzeltme indekslerine (Modification indexes) bakıldığında faaliyet gizli değişkeninin ise verimlilik ile ilişkilendirilmesinin modelin uygunluğunu arttırabileceği görülmektedir. Gerekli düzeltmeler yapıldığında Şekil 2'deki modele ulaşılmış olmaktadır.

Şekil 3-2.Düzeltilmiş modele ait yol diyagramı



Şekil üzerinde gösterilen modele ait katsayıların “t değerleri “ %5 anlamlılık seviyesindeki tablo değerinden (1.96) büyük olduğu için anlamlı oldukları anlaşılmaktadır. Uygunluk indeksleri incelendiğinde Ki-kare değerinin (329.20) serbestlik derecesine (119) oranı 2.79’dur ve bu durum iyi uygunluğun bir göstergesidir. RMSEA değerinin 0.078 olarak hesaplanması da uygunluğun iyi olduğunu göstermektedir. GFI değerinin 0.92, AGFI’nın 0.90, NFI’nın 0.90, CFI 0.93 olması ve tüm uyum indeks sonuçları benzer olduğundan modelin uygunluğunun iyi olduğuna karar verilmektedir.

Modele ait yapısal denklemler ise aşağıda gösterilmektedir. Eşitliklerde bir denklemden bağımlı olan değişkenin diğer denklemden bağımsız değişken olduğu anlaşılmaktadır.

$$\text{Mali} = -0.84 * \text{Likidite}, R^2 = 0.71 \quad (3.1)$$

$$\text{Verimlilik} = 0.71 * \text{Seryog} - 0.39 * \text{Yenilik} + 0.77 * \text{Pazpay} + 0.41 * \text{Faaliyet}, R^2 = 0.75 \quad (3.2)$$

$$\text{Karlılık} = 0.46 * \text{Verimlilik} - 0.34 * \text{Mali}, R^2 = 0.45 \quad (3.3)$$

$$\text{Büyüme} = 0.60 * \text{Karlılık} - 0.17 * \text{Yenilik}, R^2 = 0.41 \quad (3.4)$$

Eşitlikler incelendiğinde likidite ile mali yapı arasındaki ilişkinin ters yönde olduğu ve regresyon katsayısının -0,84 olduğu görülmektedir. Likiditenin mali yapı oranında açıkladığı değişkenlik (R^2) ise 0.71 olarak elde edilmiştir. Likidite oranının Mali yapı oranında açıklayamadığı değişkenlik ($1 - R^2$) ise 0.29’dur. Verimlilikle sermaye yoğunluğu (0.71), pazar payı (0.77) ve faaliyet oranları (0.41) arasında aynı yönde, yenilikle (-0.39) ters yönde bir ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır. Bu değişkenlerin birlikte verimlilikte açıkladığı değişkenlik ise 0.75 ‘dir. Karlılık değişkeninin verimlilikle aynı yönde (0.46), mali yapı oranı ile ters yönde (-0.34) bir ilişkisinin olduğu gözlemlenmektedir. Bu iki değişkenin karlılığı açıklama oranı ise 0.45’dir. Büyümenin karlılık (0.60) ile aynı yönde yenilik (-0.17) değişkeni ile ters yönde bir

ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu değişkenlerin büyüme açıklama oranı ise 0.41'dir³⁶⁶.

Bağımlı gizli değişkenlerin göstergelerine ait faktör yükleri aşağıdaki tabloda görülmektedir. Karlılık gizli değişkenine en yüksek katkının sırasıyla net kar marjı (NK), Aktif Karlılığı (AK), Öz Sermaye Karlılığı (OK), Hisse Başına Kazanç oranı (HBK) tarafından gerçekleştiği görülmektedir. Verimlilik gizli değişkeni tek gösterge emek verimliliği (EV) ile tanımlanmıştır. Bir gizli değişken tek bir gösterge ile tanımlanıyorsa (single item measure) faktör yükü 1'e sabitlenmektedir. Büyüme gizli değişkenine en yüksek katkının sırasıyla varlıktaki (VB) ve kardaki büyüme (KB), Mali gizli değişkeni için ise kaldıraç oranı (KLD) , Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı (KT) tarafından gerçekleştiği gözlemlenmektedir.

Tablo 3-10: LAMBDA-Y matrisi

Gösterge	Karlılık	Verimlilik	Büyüme	Mali
NK	0.99			
AK	0.98			
OK	0.94			
HBK	0.80			
EV		1		
KB			0.59	
VB			0.94	
KLD				0.91
KT				0.60

Bağımsız gizli değişkenlere ait faktör yükleri incelendiğinde (Tablo11) daha önce belirtildiği gibi yenilik ve pazar payı değişkenlerinin tek gösterge ile ölçüldüğü görülmektedir. Likidite oranına en yüksek katkının sırasıyla likit oranı (LO), Nakit Oranı (NO) ve Cari Oran (CO), faaliyet gizli değişkenine ise öz sermaye devir hızı (OZSD) ile Maddi Duran Varlık Devir Hızı (MDVD) tarafından gerçekleştiği görülmektedir.

³⁶⁶ Katsayılar için "t değerleri" için Şekil. 3-2'ye bakınız.

Tablo 3-11: LAMBDA-X matrisi

Gösterge	Seryog	Yenilik	Pazpay	Likidite	Faaliyet
SY1	0.94				
SY2	0.77				
YNL		1.00			
PP			1.00		
CO				0.87	
LO				0.90	
NO				0.88	
MDVD					0.86
OZSD					0.99

Bilindiği gibi YEM' de, gözlenen veya gizli değişkenler arasındaki nedensel ilişkinin doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı tipi bulunmakta, her ikisinin toplamı ise toplam etkiyi belirtmektedir. Tablo 3-12'de bağımsız gizli değişkenlerin bağımlı gizli değişkenler üzerindeki dolaylı etkisi gösterilmektedir.

Tablo 3-12:Bağımsız Gizli Değişkenlerin Bağımlı gizli değişkenler üzerindeki dolaylı etkisi

	Seryog	Yenilik	Pazpay	Likidite	Faaliyet
Karlılık	0.33	-0.18	0.35	0.29	0.19
Verimlilik	-	-	-	-	-
Büyüme	0.20	-0.11	0.21	0.17	0.11
Mali	-	-	-	-	-

Tablo incelendiğinde sermaye yoğunluğu değişkeninin karlılık üzerinde 0.33'lük büyüme üzerinde ise 0.20' lik dolaylı etkisi söz konusu olmaktadır. Şekil 2' ye bakıldığında bu etkinin verimlilik değişkeni üzerinden gerçekleştiği görülebilmektedir. Yenilik değişkeninin ise karlılık ve büyüme değişkeni ile ters yönde dolaylı ilişkisinin olduğu görülmekte; karlılık üzerindeki dolaylı etkisinin (-0,18) verimlilik, büyüme üzerindeki (-0,11) ise verimlilik ve karlılık değişkeni aracılığıyla gerçekleştiği dikkat çekmektedir. Aynı şekilde Pazar payı, Likidite ve Faaliyet değişkenlerinin de karlılık ve büyüme değişkenleri üzerinde dolaylı etkisi olduğu görülmektedir. Pazar payının (0,35) ve faaliyet değişkeninin (0,19) karlılık üzerindeki etkisi verimlilik, Likiditenin ki (0,29) ise Mali yapı değişkeni aracılığıyla gerçekleşmektedir. Pazar Payının (0,21) ve Faaliyetin (0.11) büyüme üzerindeki etkisi verimlilik ve karlılık, Likiditenin ki (0.17) ise Mali yapı ve karlılık aracılığıyla oluşmaktadır.

Tablo 3-13'de ise toplam etkiler görülmektedir. Bilindiği gibi toplam etkiler dolaylı ve doğrudan etkileri içermektedir. Yenilik değişkeninin büyüme üzerindeki toplam etkisinin -0.28 olduğu görülmektedir. Tablo 3-12 incelendiğinde ise bu etkinin -0.11 'inin dolaylı etkiden -0.17'sinin ise doğrudan etkiden kaynaklandığı görülmektedir³⁶⁷. Sermaye yoğunluğunun, yeniliğin, pazar payının ve faaliyet oranının verimlilik üzerindeki ve likidite oranının mali yapı oranı üzerindeki etkisinin, Tablo 3-12 ile birlikte incelendiğinde, sadece doğrudan etkilerden kaynaklandığı görülmektedir. Pazar payının (0.77) ve sermaye yoğunluğunun (0.71) verimlilik üzerindeki etkisinin aynı yönde ve doğrudan, Likidite oranının (-0.84) mali yapı üzerinde ise ters yönde ve doğrudan ilişkisi olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3-13:Bağımsız gizli değişkenlerin bağımlı gizli değişkenler üzerindeki toplam etkisi

	Seryog	Yenilik	Pazpay	Likidite	Faaliyet
Karlılık	0.33	-0.18	0.35	0.29	0.19
Verimlilik	0.71	-0.39	0.77	- -	0.41
Büyüme	0.20	-0.28	0.21	0.17	0.11
Mali	-	-	-	-0.84	-

Tablo 14 incelendiğinde verimliliğin büyüme üzerinde dolaylı olarak 0.28'lik, Mali yapı oranının da ters yönde -0.21'lik bir etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 3-14:Bağımlı gizli değişkenler arasındaki dolaylı etki

	Karlılık	Verimlilik	Büyüme	Mali
Karlılık	-	-	-	-
Verimlilik	-	-	-	-
Büyüme	-	0.28	-	-0.21
Mali	-	-	-	-

Tablo3-15'de bağımlı gizli değişkenler arasındaki dolaylı ve doğrudan etkilerin toplamı gösterilmektedir. Verimliliğin karlılık üzerinde (0.46), karlılığın büyüme üzerinde (0.60) aynı yönde mali yapı oranının ise karlılık üzerinde ters yöndeki (-0,34) etkisinin doğrudan, büyüme üzerindeki etkisinin (-0,21) ise dolaylı olduğu görülmektedir, Verimliliğin büyüme üzerindeki etkisi ise dolaylı etkilerden

³⁶⁷ bkz. denklem3.4

kaynaklanmakta, Şekil 2 incelendiğinde bu etkinin karlılık aracılığıyla gerçekleştiği görülmektedir ³⁶⁸.

Tablo 3-15:Bağımlı gizli değişkenler arasındaki toplam etki

	Karlılık	Verimlilik	Büyüme	Mali
Karlılık	-	0.46	-	-0.34
Verimlilik	-	-	-	-
Büyüme	0.60	0.28	-	-0.21
Mali	-	-	-	-

Tablo 3-16'da bağımlı gizli değişkenlerin bağımlı göstergeler üzerindeki toplam etkisine yer verilmektedir. Karlılık gizli değişkeninin varlıktaki büyüme (VB) ve karda ki büyüme (KB) üzerinde, verimliliğin ise karlılık göstergeleri arasından en çok net kar marjı (NK) ve aktif karlılığı (AK) üzerinde, büyüme göstergelerinde ise VB üzerinde toplam etkisi olduğu görülmektedir. Mali gizli değişkeninin ise verimlilik gizli değişkenine benzer sonuçlar elde edilmekte ancak etkisinin ters yönde olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3-16Bağımlı gizli değişkenlerin bağımlı göstergeler üzerindeki toplam etkisi

	Karlılık	Verimlilik	Büyüme	Mali
NK		0.45	-	-0.34
AK		0.45	-	-0.34
OK		0.43	-	-0.32
HBK		0.36	-	-0.27
EV	-		-	-
KB	0.36	0.16		-0.12
VB	0.56	0.26		-0.19
KLD	-	-	-	
KT	-	-	-	

Tablo 3-17, Şekil 3-2'de dikkate alınarak incelendiğinde sermaye yoğunluğu gizli değişkeninin karlılık göstergeleri ve büyüme göstergeleri üzerindeki dolaylı etkisi olduğu görülmektedir. Verimlilik göstergesi üzerindeki etkisinin (0.71) ise güçlü doğrudan etki olduğu gözlemlenmektedir. Yenilik gizli değişkeninin karlılık göstergeleri üzerinde ters yönde dolaylı, verimlilik ve büyüme göstergeleri için doğrudan etkisinin olduğu görülmektedir. Pazar payının ise verimlilik üzerinde (0.77) güçlü bir doğrudan, karlılık ve büyüme göstergeleri üzerinde ise dolaylı etkisinin olduğu dikkat çekmektedir. Likiditenin, Mali göstergeler KLD (-0.77) ve KT (-0.50)

³⁶⁸ bkz.denklem (3.1) –(3.4)

üzerindeki etkisinin güçlü doğrudan, karlılık ve büyüme göstergeleri üzerinde dolaylı, faaliyet gizli değişkeninin verimlilik üzerinde doğrudan, büyüme ve karlılık göstergeleri üzerinde dolaylı etkisinin olduğu görülmektedir³⁶⁹.

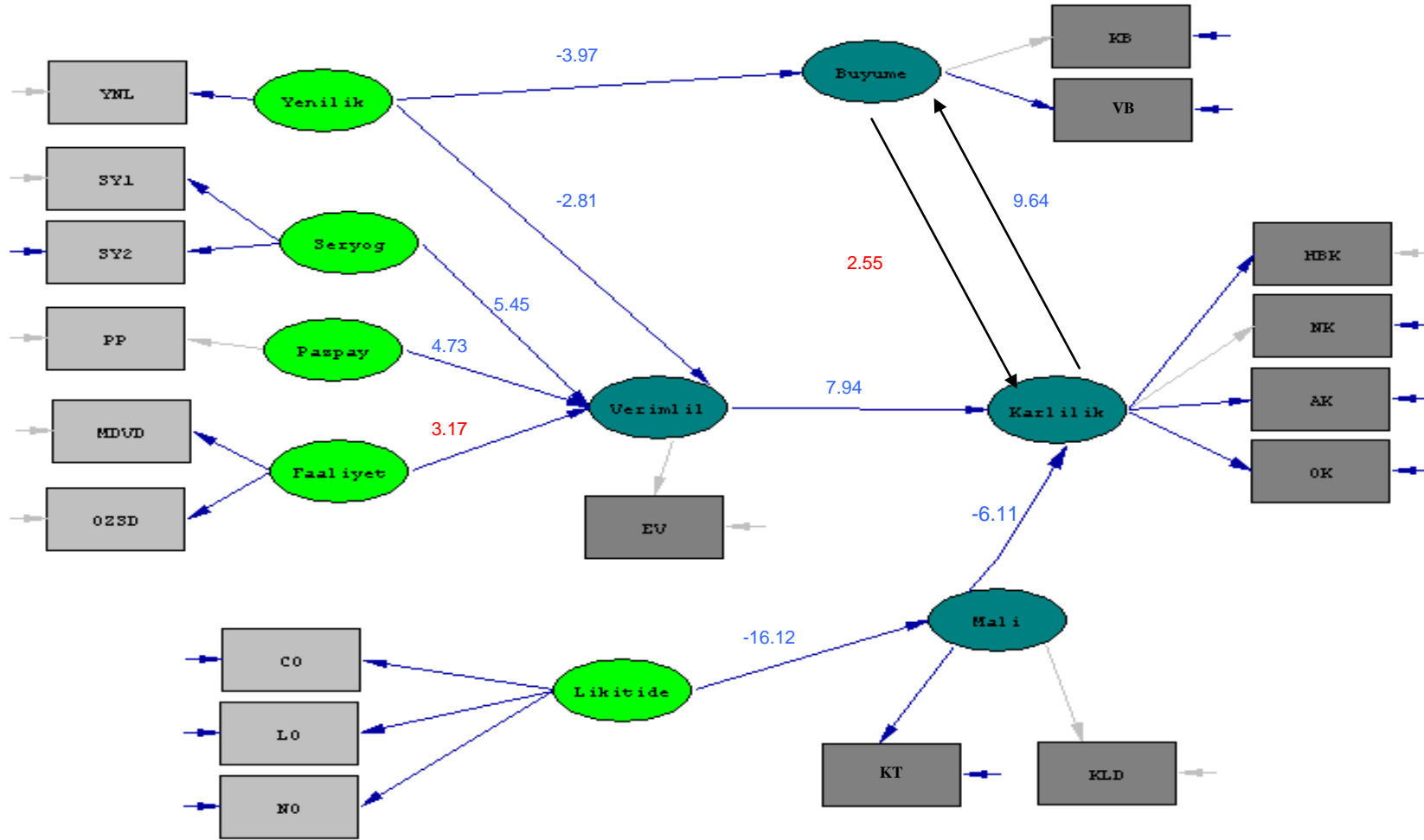
Tablo 3-17Bağımsız gizli değişkenlerin bağımlı göstergeler üzerindeki toplam etkisi

	Seryog	Yenilik	Pazpay	Likidite	Faaliyet
NK	0.32	-0.18	0.35	0.29	0.19
AK	0.32	-0.18	0.35	0.28	0.18
OK	0.31	-0.17	0.33	0.27	0.18
HBK	0.26	-0.14	0.28	0.23	0.15
EV	0.71	-0.39	0.77	-	0.41
KB	0.12	-0.17	0.13	0.10	0.07
VB	0.18	-0.26	0.20	0.16	0.11
KLD	-	-	-	-0.77	-
KT	-	-	-	-0.50	-

İncelenen en iyi model nedensel etkilerin tek yönlü olduğu bir başka ifadeyle tekrarlanan modele (recursive model) örnek teşkil etmektedir. İşletmeler kar edip büyümeyi isterken diğer taraftan büyümeyle birlikte daha fazla karlılığı da hedeflemektedirler. Karlılık ve büyüme arasındaki çift yönlü etkinin inceleneceği tekrarlanmayan model (**non-recursive model**) Şekil 3- 3'de gösterilmektedir.

³⁶⁹ bkz.denklem (3-1)-(3-4).

Şekil 3-3. Tekrarlanmayan modele ait yol diyagramı



Tekrarlanamayan modelin parametrelerine ait “t değerleri “ %5 anlamlılık seviyesindeki tablo değerinden (1.96) büyük olduğu için anlamlı oldukları anlaşılmaktadır. Uygunluk indeksleri incelendiğinde Ki-kare değerinin (322.71) serbestlik derecesine (118) oranı (2.73) , RMSEA ‘nın 0.07, GFI’nın 0.93, AGFI’nın 0.90, NFI’nın 0.90, CFI 0.93 olarak hesaplandığı ve uyum indekslerinden elde edilen sonuçlar benzer olduğundan modelin uygunluğunun iyi olduğuna karar verilebilmektedir.

Modele ait yapısal denklemler ise aşağıda belirtilmektedir.

$$\text{Mali} = - 0.83 \cdot \text{Likidite}, \text{Errorvar.} = 0.30, R^2 = 0.70 \quad (3.5)$$

$$\text{Verimlilik} = 0.72 \cdot \text{Seryog} - 0.34 \cdot \text{Yenilik} + 0.77 \cdot \text{Pazpay} + 0.42 \cdot \text{Faaliyet}, R^2 = 0.75 \quad (3.6)$$

$$\text{Karlılık} = 0.42 \cdot \text{Verimlilik} + 0.29 \cdot \text{Büyüme} - 0.30 \cdot \text{Mali}, R^2 = 0.67 \quad (3.7)$$

$$\text{Buyume} = 0.47 \cdot \text{Karlılık} - 0.16 \cdot \text{Yenilik}, R^2 = 0.43 \quad (3.8)$$

Bilindiği gibi bu modelde diğer modelden farklı olarak karlılık ve büyüme arasındaki çift yönlü ilişki incelenmektedir. Eşitlikler incelendiğinde bir önceki modele ait denklemlerden (3.1-3.4) farklı olarak karlılık da açıklanan değişkenliğin 0.67’ye büyümedeki açıklanan değişkenliğin ise 0.43’e yükseldiği görülmektedir.. Denklemler incelendiğinde büyümenin karlılık üzerindeki etkisinin aynı yönde 0.29, karlılığın büyüme üzerindeki etkisinin de aynı yönde 0.47 olduğu görülmektedir. Bu durumda karlılığın büyüme üzerindeki etkisinin daha güçlü olduğu yorumu yapılabilmektedir.

SONUÇ

Çalışmada İMKB imalat sanayi sektöründe faaliyet gösteren 152 işletmeye ait performans göstergeleri ile bu göstergeleri etkileyebilecek faktörler arasındaki ilişki Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) kullanılarak incelenmiştir.

İşletme performansını etkileyen faktörlerin incelendiği araştırmalarda performans ölçüsü olarak çoğu kez tek bir değişkenin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada yapılan diğer çoğu çalışmadan farklı olarak birden fazla performans değişkenine yer verilmiş, birden fazla gösterge ile ölçülebilen bu değişkenler gizli değişken olarak tanımlanarak model kurulmuştur. Bilindiği gibi kullanılan yöntem karmaşık ilişkilerin aynı anda analiz edilebilmesine olanak vermektedir. Performansı etkileyecek faktörlerin (bağımsız gizli değişkenler) performans göstergeleri (bağımlı gizli değişkenler) üzerindeki etkilerinin araştırılmasının yanı sıra bir performans göstergesinin diğer performans göstergesi üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Ayrıca gizli değişkenler arasındaki doğrudan ilişkilerin yanı sıra dolaylı ilişkilerde ortaya çıkarılmıştır.

Teoride yaygın olarak kullanılan işletme performansı göstergelerinin karlılık, verimlilik, büyüme, piyasa performans ölçüleri olduğu ve bu göstergeleri etkileyebilecek faktörlerin ise pazar payı, sermaye yoğunluğu, kalite, yenilik, ihracat, yabancı sermaye oranı, likidite, mali yapı ve faaliyet oranları olduğu saptanmıştır.

Ancak veri seti incelendiğinde piyasa performans ölçüleri altında yer alan, piyasa-defter değeri oranı, fiyat-kazanç oranının diğer göstergelerle arasındaki ilişkinin düşük olduğu gözlemlendiğinden modelden çıkarılmış ve diğer bir ölçü hisse başına kazanç oranının ise karlılık altında yer alması uygun görülmüştür.

Kalite, ihracat ve yabancı sermaye oranı değişkenlerinin de diğer göstergelerle aralarındaki ilişki düşük olduğu için modelden çıkarılmıştır.

Bu durumda bağımlı gizli değişkenler karlılık, verimlilik, büyüme, bağımsız gizli değişkenler ise pazar payı, sermaye yoğunluğu, yenilik, likidite, mali yapı ve faaliyet oranları olarak belirlenmiştir.

Bilindiği gibi YEM doğrudan ölçülemeyen ancak bir veya birden fazla değişkenle temsil edilebilen gizli değişkenlerin incelenmesine olanak vermektedir. Yukarıda belirtilen değişkenlerden verimlilik, pazar payı ve yenilik tek göstergeli (single item measure) gizli değişkenler, diğerleri ise birden fazla gösterge ile ölçülen değişkenlerdir (EK-1).

Araştırma üç model uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Birinci modelde değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlılığı s.131'de ki alternatif hipotezler ile araştırılmıştır.

Analiz sonucunda pazar payı, likidite, mali yapı ve faaliyet oranlarının karlılık üzerindeki ve verimliliğin büyüme üzerindeki doğrudan etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Modele ait uygunluk indeksleri incelendiğinde indeks sonuçları arasında tutarsızlık olduğu görülmüş model düzeltilerek yeniden incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda likidite, mali ve faaliyet oranlarının teorik olarak birbirleriyle yakından ilişkili olabileceği saptanmış ve bu durum aracı değişken (mediated) etkisinin olabileceğini düşündürmüştür. Gerekli düzeltmeler yapıldığında mali yapı gizli değişkeninin likidite ve karlılık gizli değişkeni arasındaki ilişkide aracı değişken olduğu ve düzeltme indekslerine (Modification indexes) bakıldığında faaliyet gizli değişkeninin ise verimlilik ile ilişkilendirilmesinin modelin uygunluğunu arttırabileceği görülmüştür.

Gerekli düzeltmeler yapılarak kurulan ikinci modele ait doğrudan etkilerin anlamlı, model uygunluğunun da iyi olduğu saptanmış ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır³⁷⁰.

- Yeniliğin verimlilik ve büyüme üzerinde etkisi (-0.39 ve -0.17) doğrudan ve ters yönlüdür.

Yeniliğin verimlilik ve büyüme üzerindeki ters yönlü etkisinin olması işletmelerin araştırma-geliştirmeye yapmış oldukları yatırımların çok yeni olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü Freel ve Rabson (2004)'in da çalışmalarında belirttiği gibi yeniliğin kısa vadede verimlilik üzerinde ters yönde ancak uzun vadede ise pozitif yönde etkisi beklenmektedir.

³⁷⁰ Parantez içindeki değerler standardize regresyon katsayılarını ifade etmektedir.

- Sermaye yoğunluğunun, pazar payının ve faaliyet oranlarının verimlilik üzerinde etkisi (0.71, 0.77 ve 0.41) doğrudan güçlü ve pozitifdir.

Sermaye yoğunluğunun verimlilik üzerindeki aynı yöndeki etkisinin nedeni olarak teknoloji olanaklarından yararlanan işletmelerde çıktının fazla ve daha kaliteli olması gösterilebilir. Ayrıca üretimin maliyeti de düşeceğinden karlılık da artmaktadır.

Pazar payının artması ile artan talebe karşılık daha fazla ve daha kaliteli ürün üretme ihtiyacı pazar payı ve verimlilik arasında aynı yönde bir ilişkinin olmasını gerektirmektedir.

Faaliyet oranları arttığında verimlilik de artmaktadır. Faaliyetlerin etkinliği varlıkların ve sermayenin etkin yönetilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle işletmenin faaliyet oranlarındaki olumlu artışların verimliliği de artırması beklenmektedir.

- Likidite oranlarının mali yapı oranları üzerindeki doğrudan etkileri (-0.84) doğrudan, negatif ve güçlüdür.

Likidite ve mali yapı oranları arasında ters yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bilindiği gibi likidite oranları işletmenin kısa vadeli borçlarını geri ödeme gücü hakkında bilgi vermektedir. Bir işletmenin likiditesi düşük ise fon bulma arayışına girecektir. Fon bulmanın yolu ise ya borç bulma ya da sermaye artırımdır. İşletme borç bulma yoluna giderse ve kullanacağı borç kısa vadeli olursa işletmenin cari borçları artacak ve bu durum likidite oranlarını düşürücü etki yaratacaktır.

- Mali yapı oranının karlılık üzerinde ki etkisi doğrudan (-0,34) ve ters yönlüdür.

Mali yapının karlılık üzerindeki ters yöndeki etkisi ise işletmenin borç bulma için ödediği maliyetin karlılığı düşürmesinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde borçlanma maliyeti çoğu kez aktif karlılığından daha yüksek olduğundan ilişki beklendiği gibi çıkmıştır.

- Verimliliğin karlılık üzerindeki etkisi (0.46) doğrudan ve çok yüksek olmayan pozitif bir etkidir.

Verimliliğin karlılık üzerinde doğrudan ve aynı yönde etkisinin bulunduğu saptanmıştır. Bilindiği gibi verimlilik en düşük girdi ile en iyi çıktıya ulaşmaktır. Verimlilik düzeyi yüksek olan bir işletme olumsuz ekonomik koşullarla mücadelede daha başarılı olmaktadır. Günümüzde piyasa koşulları hızlı ve sürekli bir biçimde değişmekte diğer taraftan ürünlerin yaşam süreleri de giderek kısalmaktadır. İşletmeler müşterilerin; yüksek kalite, hızlı teslimat, daha iyi müşteri hizmeti, düşük fiyat gibi çok çeşitli gereksinimlerine cevap vermek zorundadır. Bu koşullarda işletmelerin sürekliliği sağlaması etkili bir şekilde rekabet edebilme gücüne bağlı olmaktadır. İşletmelerin süreklilikleri için verimlilik ve karlılıkta artış sağlamaları zorunludur. Verimlilik işletmelerin operasyonel maliyetlerini düşürmekte, ürün kalitesini ve rekabet gücünü arttırmaktadır.

Bununla birlikte artan verimlilik kısa dönemde karlılığa yol açmamaktadır. Verimlilik artışının karlılık üzerindeki etkisi ancak uzun dönemde görülmektedir. Ayrıca verimlilikte düşme olmasına karşın fiyatların yükselmesi nedeniyle de kar elde edilebilmektedir. Diğer taraftan verimli üretilen her ürüne mutlaka talep olmayacağı için her zaman yüksek verimliliğin yüksek kar sağlamayacağına dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Karlılığın büyüme üzerinde ki etkisi (0.60) doğrudan, yüksek ve pozitifdir.

Karlılığın büyüme üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Bunun nedeni büyümenin, karlılık ve kullanılan sermayenin birleşik sonucu olmasından kaynaklanmaktadır. İşletmenin temel amaçlarının odak noktasında işletmenin varlıklarını sürdürme amacı bulunmaktadır. Bu amacın gerçekleşmesi ise artan karlılığın yeni yatırımlara dönüştürülmesiyle sağlanabilmektedir.

Modele ait yapısal denklemler incelendiğinde mali yapı oranlarında açıklanan değişkenliğin (R^2) 0.71, verimlilik de 0.75, karlılık da 0.45, büyüme de 0.41 olduğu saptanmıştır.

İncelenen ikinci model nedensel etkilerin tek yönlü olduğu bir başka ifadeyle tekrarlanan modele (recursive model) örnek oluşturmaktadır. İşletmeler kar edip büyümeyi isterken diğer taraftan büyümeyle birlikte daha fazla karlılığı da hedeflemektedirler. İkinci modelden farklı olarak karlılık ve büyüme arasındaki çift yönlü etkinin incelendiği tekrarlanmayan modele (non-recursive model) (Şekil 3-3). ait analiz sonucunda karlılıkta açıklanan değişkenliğin 0.67' ye, büyümedekinin ise 0.43'e yükseldiği görülmüştür. Büyümenin karlılık üzerindeki etkisinin aynı yönde 0.29, karlılığın büyüme üzerindeki etkisinin de aynı yönde 0.47 olduğu saptanmıştır. Bu nedenle karlılığın büyüme üzerindeki etkisinin daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece büyümenin karlılığı arttırmasından daha çok karlılığın büyümeyi sağlayabileceği sonucuna ulaşılabilmektedir.

Yöntem doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkilerinde incelenmesine olanak vermektedir.

- Sermaye yoğunluğunun karlılık ve büyüme ile aynı yönde (0.33 ve 0.20),
- Yeniliğin karlılık ile ters yönde (-0.17),
- Pazar payının karlılık ve büyüme ile aynı yönde (0.35 ve 0.21) ,
- Likiditenin karlılık ve büyüme ile aynı yönde (0.29 ve 0.17),
- Faaliyet oranının karlılık ve büyüme ile aynı yönde (0.19 ve 0.11).
- Mali Yapı Oranlarının büyüme üzerinde ters yönde (-0.21),
- Verimliliğin büyüme üzerinde aynı yönde (0.28) dolaylı ilişkilerinin olduğu saptanmıştır.

Bağımlı gizli değişkenler arasındaki dolaylı ilişkiler incelendiğinde verimliliğin karlılık aracılığıyla büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Sermaye yoğunluğunun,

yeniliğin pazar payının ve faaliyet oranlarının karlılık ve büyüme üzerindeki dolaylı etkisinin verimlilik, likiditenin karlılık ve büyüme üzerindeki etkisinin mali yapı, mali yapı oranlarının büyüme üzerindeki etkisinin ise karlılık aracılığıyla gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 3-2).

Bilindiği gibi her boyutuyla performans ölçümü yapmak, birim sayısı da arttığında, doğru ve ayrıntılı veriye ulaşma güçlüğü nedeniyle zor olmaktadır. YEM yönteminde birim sayısının büyük olması ve modele dahil edilecek her bir değişken için de artırılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışma sadece yayınlanan verilerden elde edilebilen göstergelerle sınırlandırılmıştır. Finansal performans göstergelerinin yanı sıra finansal olmayan performans ölçülerini içeren, açıklayıcı değişken sayısının daha fazla olduğu ve zaman içindeki değişimin de incelenebileceği Yapısal Panel Veri Analizi gibi farklı yöntemlerin uygulanacağı bir çalışmanın hem işletmeler hem de ülke ekonomisi için yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akat,Ömer : **Uluslararası Pazarlama Karması ve Yönetimi**, Ekin Kitabevi,
- Akal, Zuhul : **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi**, Ankara, MPM:473, 2002.
- Akal, Zuhul : **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmelerarası Toplam Performans, Verimlilik, Karlılık ve Maliyet Karşılaştırması**, Ankara, MPM:538, 1994.
- Akdoğan N.,Tenker N. : **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, Ankara, 8.baskı,Gazi Kitabevi, 2003.
- Akgüç,Öztin : **Finansal Yönetim**, İstanbul, Avcıol Basım-Yayın, 6.Baskı, 1994.
- Alsyouf,Imad : The role of maintenance in improving companies productivity and profitability, **International Journal of Production Economics**, 2007 ,105, 70–78
- Andrew , R. : “ Multinationals, Linkages and Economic Development”, **American Economic Review**, Vol:86,No:4, 1996, pp. 852-873
- Baş İ., Artar A. : **İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, Ankara,MPM: 435,1991.
- Berk, Niyazi : **Finansal Yönetim** , İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2003.
- Bollen, Kenneth A. : **Structural Equations with Latent Variables**, Kanada,John Wiley &Sons, 1989.
- Bollen,K.,Long S. : **Testing Structural Equation Modeling**, Sage Publications,A.B.D.,1993.
- Brigham, E.,Gapenski, L.C. : **Intermediate Management Financial Management**,A.B.D, 5.Baskı, Dryden Press.

- Brigham, Eugene F. : **Finansal Yönetimin Temelleri Cilt:1**,Çev: Ö.Akmut, H.Sarıaslan ,Ankara,A.Ü. Yayınları No:212,1999.
- Brigham,E.F., Ehrhardt,M.C. : **Financial Management Theory and Practice**, Thomson South Western, A.B.D, 2002.
- Brush C.G., Chaganti R. : "Businesses without Glamour? An Analysis Of Resources on Performance by Size and Age in Small Service and Retail Firms", **Journal of Business Venturing** , (14), 3,pp.233-257.
- Bryne,B. : **Structural Equation Modeling with Lirsel,Prelis and Simplis**, A.B.D.,Lawrence Erlbaum,1998.
- Buzzell R.D : "The PIMS program of Strategy Research : A Retrospective Appraisal", **Journal of Business Research**, Vol:57, 2004, pp. 478-483.
- Buzzell R.D., Gale B., : "Market Share – A Key to Profitability", **Harvard Business Review**, 1975 (January-February), pp. 53-97.
- Büyükkılıç, Deniz : **Verimlilik ve Toplam Faktör Verimliliği El Kitabı**, Ankara, MPM:699,2008.
- Büyükkılıç, Deniz : **OECD Ülkelerinde Ekonomik Başarım ve Verimlilik Karşılaştırmaları 1984- 1995**, Ankara ,MPM Yayınları No: 623, 1998.
- Cameron, K. : "Critical Questions in Assessing Organizational Effectiveness," **Organizational Dynamics**, Autumn 1980, (9), Issue:2, pp.66-80.
- Capon N., Farley J.U., Hoenig S. : "Determinants of Financial Performance: A Meta - Analysis", **Management Science** , (36) No:10, October 1990, pp.1143-1159.
- Carton R.B., Hofer C.W. : **Measuring Organizational Performance**, Edward Elgar Publishing, USA, 2006.

- Chakravarthy ,Balaji S. : "Measuring Strategic Performance", **Strategic Management Journal**, Sep/Oct 1986,Vol:7, pp:437-458
- Connolly T. , Conlon E.J., Deutsch S.J., : "Organizational Effectiveness : A Multiple- Constituency Approach", **Academy of Management Review**, 1980, (5), No:2, pp.211-217.
- Coşkun, Ali : **Stratejik Performans Yönetimi ve Performans Karnesi**, İstanbul, Literatür Yayınları,2006.
- Cronin J., Page, T. : "An Examination of The Relative Impact of Growth Strategies on Profit Performance", **European Journal of Marketing**, Vol:22, No:1, pp.57-68
- Cronin J., Skinner S. : " Marketing Outcomes, Financial Conditions and Retail Profit Performance", **Journal of Retailing**, Vol:60 ,No:4 ,1984, pp.12
- Daniel, W.W.,Terrell J. : **Business Statistics**, 4.Baskı, Houghton Mifflin Company, Boston, 1986.
- Dess Gregory G., Robinson Richard B. : "Measuring Organizational Performance in the Absence of Objective Measures: The Case of the Privately-held firm and Conglomerate Business Unit", **Strategic Management Journal**, Jul-Sep 1984 Vol:5, pp.265-273.
- Diñcer, Ömer : Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası, İstanbul,1992.
- Doğan, A., Baş İ., Aydın ,A. : **İmalatçı Kamu Kuruluşlarında Verimlilik Karşılaştırmaları**,Ankara, MPM:385, 1989 .
- Duncan,O.D. : " Path Analysis:Sociological Examples", American **Journal of Sociology**, Vol:72,1966, pp.1-16.
- Eren, Erol : **İşletmelerde Stratejik Planlama ve Yönetim**, İstanbul, 3.baskı, İ.F Yayın No:234, 1990,s.82.
- Eren, Erol : **İşletmelerde Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası**,İstanbul, Der Yayınları,1997.

- Eric ,H. : "Objectives: Profitability Isn't the Only One", **Reeves Journal: Plumbing, Heating, Cooling**, Apr2006, Vol. 86 Issue 4, pp.18-20.
- Ertekin,Meriç : (Çevrimiçi)
: <http://www.mevzuatdergisi.com/2005/08a/02.htm>,
18.05.2008
- Ford, J.D., Schellenberg D.A., : "Conceptual Issues of Linkage in The Assessment of Organizational Performance" , **Academy of Management Review**, 1982, (7), 1, pp.49-58.
- Freel, M.S. , Robson, P.J.A. : "Small Firm Innovation, Growth and Performance", **International Small Business Journal**, Vol:22 (6) , pp.561-575.
- Gatty, R. : "Multivariate Analysis for Marketing Research: An Evaluation", **Applied Statistics**, Vol. 15, No:3, 1966, pp.157.
- Gönenli, Atilla : **İşletmelerde Finansal Yönetim**, İstanbul, İstanbul Matbaası, 1978
- Griliches, Z., : "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's ", **The American Economic Review**, 1986, pp.141-153.
- Gujarati D. : **Temel Ekonometri**, çev.Ümit Şenesen, İstanbul ,Literatür Yayıncılık, 1999.
- Haddad, M. ,Harrison, A. : " Are The Positive Spillovers from Direct Foreign Investment? Evidence from Panel Data for Morocco ", **Journal of Development Economics**, Vol:42, 1993, No:1, pp. 51–75 .
- Hair J., Anderson R., Tatham R., Black W. : **Multivariate Data Analysis**, New Jersey,5.baskı, Prentice Hall, 1998.
- Hair J., Anderson R., Tatham R., Black W. : **Multivariate Data Analysis with Readings**, A.B.D.,3.baskı, Macmillan Publishing,1992.

- Hall, M., Weiss, L. : " Firm Size and Profitability", **The Review of Economics and Statistics**, Vol:49, No:3 (Aug 1967) 319-331
- Hansen G.S.,Wernelrfelt B. : "Determinants of firm performance:The Relative Importance of Economic and Organizational Factors", **Strategic Management Journal**, 1989, Vol:10, pp.399-411,
- Hoyle, Rick H. : **Structural Equation Modeling Concept , Issues and Applications**, A.B.D., Sage Publications, 1995.
- Hsu, M. , Chen, B.Lon : " Labour Productivity of Small and Large Manufacturing Firms:The Case of Taiwan" , **Contemporary Economic Policy**, July 2000, Vol:18, No:3, pp. 270 –284 .
- Isgut,A.E. : "What's Different About Exporters? Evidence from Colombian Manufacturing", **The Journal of Development Studies** , Vol:37, No:5, June 2001, pp: 57-82.
- Jacobson R., : "Unobservable Effects and Business Performance", **Marketing Science**, Winter 1990, (9) No:1, pp.74.
- Johnson R., Wichern D. : **Applied Multivariate Statistical Analysis**, A.B.D, 4.baskı, Prentice Hall, 1998.
- Jooh L., Blevins D., : "Profitability and Sales Growth in Industrialized Versus Newly Industrializing Countries", **Management International Review**, Vol:30, No:1, 1990
- Joreskog K.G, Lawley, D.N. : New Methods in Maximum Likelihood Factor Analysis, **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, Vol:21,1968, pp.85-96.
- Joreskog, K.G. : " A General Approach to Confirmatory Maximum Likelihood Factor Analysis,**Psychometrica**, Vol:32,1969, pp.443-482.
- Joreskog,K.,Sörbom,D. : **LISREL 8 :Structural Equation Modeling with the Simplis Command Language**, SSI,1993

- Joseph Prokopenko : **Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı**, Çev.Olcay Baykal v.d, Ankara, MPM:476, 2005.
- Kaplan,David : **Structural Equation Modeling Foundations and Extensions**, A.B.D.,Sage Publications, 2000.
- Kirchhoff, B.A. : "Organization Effectiveness Measurement and Policy Researcher", **Academy of Management Review** , July 1977, pp.347-355.
- Kline, Rex B. : **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, New York, 2.Baskı, Guilford Press, 2005.
- Kobu, Bülent : **Üretim Yönetimi**, İstanbul, 9.Baskı, Avcıol Basım,1996.
- Kutucuoglu, K.Y. : A framework for managing maintenance using performance measurement systems, **International Journal of Operations & Production Management**,21 (1/2), 2001, pp. 173-194
,Hamali, J. v.d,
- Küçükberksun,S. : "Prodüktivitenin Anlamı ve Önemi", **İşletme Fakültesi Dergisi**, C:V, No:1, Nisan 1976.
- Lawley,D.N. : The Estimation of Factor Loadings by the Method of Maximum Likelihood, **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh**, Vol:60,1940, pp.64-82.
- Lawley,D.N. : Estimation in Factor Analysis under Various Initial Assumptions", **British Journal of Statistical Psychology**, Vol:11,1958, pp.1-12.
- Loehlin,John C : **Latent Variables Models an Introduction to Factor, Path and Structural Equation Analysis**, A.B.D., 4.baskı, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2003.

- Loggerenberg, V.,
Bazil, J., Cucchiaro,
S.J., : "Productivity measurement and the bottom line".
National Productivity Review ,1 ,1981, (1), pp.87–99.
- Lumpur,K. : "Total Factor Productivity", **Business Times**, 28 Mayıs
2001,s.7.
- Marsh, H.W,
HOCEVAR, D. : Applications of confirmatory factor analysis to the study
of self-concept: first and higher order factor models and
their invariance across groups. **Psychological Bulletin**,
Vo. 97, 1985, pp.562-582.
- Martens,M.P. : "The Use of Structural Equation Modeling in Counseling
Psychology Research" , **The Counseling Psychologist**,
Vol:33,2005, pp.269-297
- Maruyama, Geoffrey
M. : **Basics of Structural Equation Modeling**, A.B.D.,Sage
Publication ,1998.
- Newbold, P. : **İşletme ve İktisat için İstatistik**, çev. Ümit Şenesen,
İstanbul, 4.baskı, Literatür Yayıncılık, 2001.
- Norton Kaplan, D. : Using The Balanced Scorecard As A Strategic
Management System", **Harvard Business
Review**,1996, pp.75-84
- Oksay, Suna : (Çevrimiçi)[http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/
TanitimKoordinasyonDb/cokulussayi8.doc](http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/TanitimKoordinasyonDb/cokulussayi8.doc)
- Orhunbilge,Neyran : **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon
Analizi**,İstanbul, 2.Baskı, İ.Ü. Basım, 2002.
- Orhunbilge,Neyran : **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, İstanbul,
Avcıol Yayınevi, 2000.
- Oulton, N: : "Labour Productivity and Foreign Ownership in The
UK", (Çevrimiçi) www.niesr.ac.uk/pubs/dps/dp143.pdf,
pp. 2 .

- Pugesek B., Tomer A., Eye A. Von : **Structural Equation Modeling: Applications in Ecological and Evolutionary Biology**, Cambridge University Press, 2003 .
- Ramsay, M.R. : **İşletme Verimliliği Ölçümü Uluslar arası İşgücü Verimliliği El Kitabı**, Çev. İlknur Yavuz, Ankara, MPM:705, 2008.
- Rencher, Alvin : **Methods of Multivariate Analysis**, Kanada, John Wiley & Sons, 1995.
- Sabuncuoğlu Z. , Tokol T. : **İşletme**, Bursa, Ezgi Yayınları, 2001.
- Schoeffler S, Buzzell R.D., Heany D.F. : "Impact of Strategic Planning on Profit Performance". : **Harvard Business Review** (March– April)1974 (53), pp:137– 45
- Schumacker, Randall E. : **Beginner's Guide to Structural Equation Modeling**, A.B.D., Lawrence Erlbaum Associates, 2004.
- Sharma, Subbash : **Applied Multivariate Techniques**, Kanada, John Wiley & Sons., 1996.
- Shepherd, William G. : "The Elements of Market Structure" , **The Review of Economics and Statistics**, Feb 1972, Vol:54, (1), pp:25-37
- Spearman, C. : "General Intelligence, Objectively Determined and Measured", **American Journal of Psychology**, Vol:15, 1904, pp.201-293.
- Steers, Richard M. : Problems in The Measurement of Organizational Effectiveness, **Administrative Science Quarterly**, Vol:20, December 1975, pp.546-558
- Stevens James : **Applied Multivariate Statistics for The Social Sciences** , New Jersey, 3.baskı, Lawrence Erlbaum, 1996.

- Szymanski, D.M.,
Bharadwaj S.G.,
Varadarajan P.R. : "An Analysis Of The Market Share– Profitability Relationship", **Journal of Marketing**, July 1993;Vol: 57, pp:1– 18.
- Tabachnick B.,
Fidell L. : **Using Multivariate Statistics**,A.B.D, 3.Baskı, Harper Collins, 1996.
- Timm,Neil H. : **Applied Multivariate Analysis**, A.B.D.,Springer, 2002.
- Venkatraman,
N.,Ramanujam V. : "Measurement of Business Performance in strategy Research: A Comparison of Approaches," **Academy of Management Review**, 1986, Vol:11, No:4, pp.801-814.
- Venkatraman,
N.,Ramanujam V. : "Measurement Business Economic Performance: An Examination of Method Convergence", **Journal of Management**, 1987, Vol:3,No:1, pp.109-122.
- Weston R., Gore P. : " A Brief Guide To Structural Equation Model", **The Counseling Psychologist**, , 34 , 2006, pp.719-751.
- Wright, S. : "On the Nature of Size Factors",**Genetics**, Vol:3, 1918, pp.367-374
- Wright, S. : "Correlation and Causation", **Journal of Agricultural Research**,Vol:20, 1921, pp.557-585.
- Wright, S. : "The Method of Path Coefficient,**Annals of Mathematical Statistics**, Vol:5,1934, pp.161-215.
- Measuring Productivity OECD Handbook**,2001
(Çevrimiçi)
: <http://www.oecd.org/dataoecd/59/29/2352458.pdf>
(10.03.2008)
- : (Çevrimiçi) <http://www.mpm.org.tr/verimlilik/>

. OECD, “**Innovation and Growth: Rationale for an
: Innovation Strategy**”, 2007

(Çevrimiçi)

<http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/path/SEMwebpage.htm>

(Çevrimiçi)

<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm>

EK 1 Gizli Değişken ve Göstergeler

Gizli Değişken	Gösterge
Karlılık	Brüt Kar Marjı (BK)
	Net Kar Marjı (NK)
	Nektarın Öz sermaye oranı (OK)
	Net Karın Toplam Aktiflere Oranı (AO)
	Hisse başına Kazanç (HBK)
Verimlilik	Emek Verimliliği (EV)
	Sermaye Verimliliği (SV)
Büyüme	Satışlardaki büyüme (SB)
	Dönem Karında büyüme (KB)
	Özsermayede Büyüme (OB)
	Varlıkdaki büyüme (VB)
Sermaye yoğunluğu	Maddi Duran Varlık / Çalışan Sayısı (SY1)
	Makine Teçhizat / Çalışan Sayısı(SY2)
Yenilik	Ar-ge/satışlar (YNL)
Pazar Payı	Satışlar/Sektör Satışı (PP)
Likidite Oranı	Cari oran (CO)
	Likit Oran (LO)
	Nakit Oranı (NO)
Mali Yapı Oranları	Kaldıraç oranı (KLD)
	Özsermayenin Aktif toplamına oranı (OA)
	Borç Öz sermaye Oranı (BO)
	KV Borçların Kaynaklar toplamına oranı (KK)
	K.V. Borçların Toplam Borca Oranı (KT)
Maddi Duran Varlıkların Öz sermayeye Oranı (MDO)	
Faaliyet Oranları	Alacak Devir Hızı (ALD)
	Stok Devir Hızı (STD)
	Dönen Varlık Devir Hızı (DVD)
	Maddi Duran Varlık Devir Hızı (MDVD)
	Aktif Devir Hızı (AKTD)
Öz Sermaye Devir Hızı (OZSD)	

EK 2 Gözlenen değişkenlere at korelasyon matrisi

		NK	AK	OK	EV	KB	AB	HBK	KLD	KT	SY1	SY2	YNL	PP	CO	LO	NO	MDVD	OZSD	
NK	Pearson Correlation	1,00	0,94	0,87	0,65	0,37	0,55	0,67	0,46	0,26	0,23	0,24	0,29	0,31	0,48	0,47	0,53	0,03	0,26	
	Sig. (2-tailed)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
AK	Pearson Correlation	0,94	1,00	0,95	0,64	0,41	0,59	0,70	0,44	0,28	0,18	0,20	0,19	0,28	0,44	0,44	0,48	0,12	0,17	
	Sig. (2-tailed)	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,03	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
OK	Pearson Correlation	0,87	0,95	1,00	0,62	0,43	0,63	0,70	0,33	0,32	0,12	0,12	0,08	0,33	0,36	0,36	0,41	0,20	0,09	
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,14	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,27	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
EV	Pearson Correlation	0,65	0,64	0,62	1,00	0,21	0,33	0,49	0,27	0,19	0,49	0,46	0,24	0,44	0,30	0,42	0,47	0,10	0,04	
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,64	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
KB	Pearson Correlation	0,37	0,41	0,43	0,21	1,00	0,56	0,31	0,01	0,08	0,12	0,02	0,19	0,08	0,02	0,12	0,16	0,05	0,01	
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,91	0,34	0,14	0,82	0,02	0,32	0,83	0,15	0,05	0,57	0,93	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
VB	Pearson Correlation	0,55	0,59	0,63	0,33	0,56	1,00	0,50	0,20	0,24	0,06	0,00	0,19	0,16	0,21	0,20	0,19	0,18	0,04	
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,50	0,96	0,02	0,06	0,01	0,01	0,02	0,03	0,66	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
HBK	Pearson Correlation	0,67	0,70	0,70	0,49	0,31	0,50	1,00	0,25	0,22	0,11	0,10	0,03	0,34	0,30	0,30	0,33	0,14	0,05	
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,18	0,23	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,57	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152

EK2:
Devamı

		NK	AK	OK	EV	KB	AB	HBK	KLD	KT	SY1	SY2	YNL	PP	CO	LO	NO	MDVD	OZSD
KLD	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,46	0,44	0,33	0,27	0,01	0,20	0,25	1,00	0,29	0,22	0,31	0,15	0,10	0,76	0,66	0,64	0,23	0,74
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,01	0,00		0,00	0,01	0,00	0,07	0,22	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
KT	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,26	0,28	0,32	0,19	0,08	0,24	0,22	0,29	1,00	0,48	0,28	0,05	0,12	0,57	0,41	0,38	-0,66	0,08
	N	0,00	0,00	0,00	0,02	0,34	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,56	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
SY1	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,23	0,18	0,12	0,49	0,12	0,06	0,11	0,22	0,48	1,00	0,74	0,04	0,10	0,03	0,12	0,21	-0,64	0,33
	N	0,00	0,02	0,15	0,00	0,14	0,50	0,18	0,01	0,00		0,00	0,63	0,22	0,69	0,15	0,01	0,00	0,00
SY2	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,24	0,20	0,12	0,46	0,02	0,00	0,10	0,31	0,28	0,74	1,00	0,08	0,04	0,19	0,19	0,22	-0,49	0,31
	N	0,00	0,01	0,14	0,00	0,82	0,96	0,23	0,00	0,00	0,00		0,31	0,62	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
YNL	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,29	0,19	0,08	0,24	0,19	0,19	0,03	0,15	0,05	0,04	0,08	1,00	0,18	0,03	0,09	0,09	0,05	0,12
	N	0,00	0,02	0,30	0,66	0,02	0,02	0,67	0,07	0,56	0,63	0,31		0,03	0,67	0,25	0,25	0,55	0,16
PP	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,31	0,28	0,33	0,44	0,08	0,16	0,34	0,10	0,12	0,10	0,04	0,18	1,00	0,04	0,19	0,21	0,18	0,27
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,06	0,00	0,22	0,16	0,22	0,62	0,03		0,59	0,02	0,01	0,02	0,00
CO	Pearson Correlation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	0,48	0,44	0,36	0,30	0,02	0,21	0,30	0,76	0,57	0,03	0,19	0,03	0,04	1,00	0,76	0,67	0,13	0,42
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,01	0,00	0,00	0,00	0,69	0,02	0,67	0,59		0,00	0,00	0,11	0,00

EK2:**Devamı**

		NK	AK	OK	EV	KB	AB	HBK	KLD	KT	SY1	SY2	YNL	PP	CO	LO	NO	MDVD	OZSD
LO	Pearson Correlation	0,47	0,44	0,36	0,42	0,12	0,20	0,30	-	-	0,12	0,19	0,09	0,19	0,76	1,00	0,77	0,06	0,35
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,15	0,02	0,25	0,02	0,00		0,00	0,46	0,00
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
NO	Pearson Correlation	0,53	0,48	0,41	0,47	0,16	0,19	0,33	0,64	0,38	0,21	0,22	0,09	0,21	0,67	0,77	1,00	-0,01	0,43
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,25	0,01	0,00	0,00		0,90	0,00
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
MDVD	Pearson Correlation	0,03	0,12	0,20	0,10	0,05	0,18	0,14	0,23	0,66	0,64	0,49	0,05	0,18	0,13	0,06	0,01	1,00	0,60
	Sig. (2-tailed)	0,74	0,13	0,01	0,21	0,57	0,03	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,55	0,02	0,11	0,46	0,90		0,00
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
OZSD	Pearson Correlation	0,26	0,17	0,09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,74	0,08	0,33	0,31	0,12	0,27	0,42	0,35	0,43	0,60	1,00
	Sig. (2-tailed)	0,00	0,03	0,27	0,64	0,93	0,66	0,57	0,00	0,30	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152

ÖZGEÇMİŞ

Bilge Acar Bolat 1978 yılında Ankara’da doğmuştur. İlköğrenimini Antakya Ali Sayar İlkokulunda, ortaöğrenimini İstanbul’da Eczacıbaşı İlköğretim okulunda, Lise öğrenimini ise Kadir Has Süper Lisesinde gerçekleştirmiştir. 2000 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi’nde lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2004 yılında aynı üniversitenin Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı’ndan “İmalat Sanayinde Verimliliği Ve Karlılığı Etkileyen Faktörlerin Araştırılması” isimli tezi ile yüksek lisans derecesini almıştır. 2001 yılından itibaren İ.Ü.İşletme Fakültesi Sayısal Yöntemler Anabilim dalında araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. Akademik ilgi alanları İstatistik, İstatistik Analiz ve Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerdir.