

GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	5
ENDÜSTRİ İKTİSADINDA REKABET VERİMLİLİK VE ETKİNLİK.....	7
1. Endüstri İktisadı ve Piyasalar	7
1.1. Endüstri Kavramı ve Önemi.....	8
1.2 Endüstri Kapsamı ve Tanımlamada Kullanılan Kriterler	10
1.3. Endüstri İktisadı ve Rekabet Olgusu	16
1.3.1. Rekabet Olgusu ve Oyun Teorisi Yaklaşımı.....	18
1.3.2. Rekabet Olgusu ve İşleyiş Mekanizması.....	20
1.3.3. Rekabet Olgusu ve Girişimcilik	24
1.3.4. Rekabet Olgusu ve Rekabet Türleri.....	28
1.4. Endüstriyel Rekabette Verimlilik ve Etkinlik	30
1.4.1. Verimlilik Kavramları ve Kapsamı	30
1.4.1.1. Verimlilik Tanımı ve Tarihsel Terminolojisi	31
1.4.1.2. Verimlilik Kavramının İktisadi Düşüncedeki Yeri.....	33
1.4.1.3. Verimliliğin Temel Belirleyicileri.....	36
1.4.1.4. Verimlilik ve Ölçek Büyüklüğü.....	38
1.4.2. Etkinlik Kavramları ve Kapsamı	42
1.4.2.1. Etkinlik ve Terminolojisi	42
1.4.2.2. Etkinlik Türleri ve Etkileşim	46
1.4.3. Verimlilik ve Etkinlik Ayrımı	56
İKİNCİ BÖLÜM	61
ENDÜSTRİ İKTİSADINDA ÜRETİM FONKSİYONLARI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE OYUN TEORİSİ	63
2. Endüstri İktisadı ve Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Kavramsal Çerçeve.....	63
2.1. Üretim Fonksiyonları	73
2.1.1. Homojen Parametrik Üretim Fonksiyonları	73
2.1.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu.....	74
2.1.1.2. CES Üretim Fonksiyonu.....	80
2.1.1.3. VES Üretim Fonksiyonu	86
2.1.1.3.1. Üstel (Transcendental) Üretim Fonksiyonu.....	87

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

2.1.1.3.2. Genelleştirilmiş CES Üretim Fonksiyonu.....	89
2.1.1.3.3. Revankar üretim fonksiyonu.....	90
2.1.1.3.4. Kadiyala Üretim Fonksiyonu.....	92
2.1.2. Homojen Olmayan Parametrik Üretim Fonksiyonları.....	93
2.1.2.1. Yeni CES üretim fonksiyonu.....	96
2.1.2.2. Değişken Ölçek ve İkame Esneklikli Üretim Fonksiyonları.....	99
2.1.2.2.1 Çift Dönüşümlü Üretim Fonksiyonu.....	100
2.1.2.2.2 Translog Üretim Fonksiyonu.....	102
2.1.2.2.3 Sabit Marjinal Paylı Üretim Fonksiyonu.....	104
2.1.2.2.4. Eklemeli (Additive) Üretim Fonksiyonu.....	106
2.1.2.2.5 Çoğaltan (Multiplicative) Üretim Fonksiyonu.....	108
2.2. Parametrik Olmayan Üretim Fonksiyonları, Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi.....	110
2.2.1. Nonhomothetic Leontief Üretim Fonksiyonları ve Doğrusal Programlama.....	110
2.2.2. Doğrusal Programlama (DP) ve Oyun Teorisi.....	117
2.2.2.1. Doğrusal Programlama (DP).....	118
2.2.2.1.1. Doğrusal Programlama ve Etkin Üretim.....	120
2.2.2.1.2. Primal-Dual İlişkiler ve Çözüm Yöntemi.....	125
2.2.2.2. Oyun Teorisi, Kapsamı ve Çözümleme Tekniği.....	127
2.2.2.2.1. Oyun Teorisinde Karar Alma Kriterleri.....	128
2.2.2.2.2. Oyun Teorisi ve Çözümleme Teknikleri.....	133
2.2.2.2.2.1. Sıfır Toplamlı Oyunlar.....	135
2.2.2.2.2.2. Dikdörtgen Oyunların Eyer Noktası Çözümleri.....	136
2.2.2.2.2.3. Karma Strateji: Eyer Noktasının Olmadığı Dur.....	143
2.2.2.2.3. Oyun Teorisi, Hareketler ve Stratejiler.....	146
2.2.2.2.3.1. Tam Bilgi Statik Oyunlar ve Nash Dengesi.....	151
2.2.2.2.3.2. Tam Bilgi Dinamik Oyunlar ve Nash Dengesi.....	157
2.2.2.2.3.2.1. Geriye İndüksiyon.....	158
2.2.2.2.3.2.2. Altoyun-mükemmel Nash Dengesi.....	161
2.2.2.2.3.2.3. Tekrarlanan Oyunlar.....	164
2.2.2.2.3.3. Eksik Bilgili Statik Oyunlar.....	166
2.2.2.2.3.3.1. Karma Stratejilerin Yeniden Yorumu.....	167
2.2.2.2.3.3.2. Statik Bayesian Oyunlar ve Bayesian Nash Dengesi.....	170

İçindekiler

2.2.2.2.3.4. Eksik Bilgi Dinamik Oyunlar	173
2.2.2.2.3.4.1. Mükemmel Bayesian Denge	174
2.2.2.2.3.4.2. Sinyalleyici Oyunlar	177
2.2.2.2.4. Oyun Teorisi ve Örnek Olaylar	185
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	190
VERİMLİLİK - ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE	
YÖNTEMLER YAKLAŞIMLAR VE UYGULAMALAR	193
3.1 Verimlilik - Etkinlik Ölçmenin Önemi ve Kapsamı	193
3.2. Verimlilik - Etkinlik Ölçümünde Yöntemler ve	
Yaklaşımlar	197
3.2.1 Verimlilik Ölçme Yaklaşımları ve Temel İndeksler.....	198
3.2.1.1. Fiyat ve Miktar İndeksleri	200
3.2.1.1.1. Fiyat İndeksleri: Laspeyres, Peasche ve Fisher	201
3.2.1.1.2. Miktar İndeksleri	202
3.2.1.1.2.1 Doğrudan Yaklaşım	202
3.2.1.1.2.2. Dolaylı Yaklaşım	203
3.2.1.2. Verimlilik Ölçme İndeksleri	204
3.2.1.2.1. Tornqvist İndeksi.....	205
3.2.1.2.2. Hicks-Moorsteen Verimlilik İndeksleri.....	206
3.2.1.2.3. Malmquist Verimlilik İndeksleri	206
3.2.1.2.3.1 Çıktı-Eksenli İndeksler	206
3.2.1.2.3.2. Girdi-Eksenli İndeksler	208
3.2.1.2.4. Kendrick ve Solow İndeksleri.....	208
3.2.2. Etkinlik Ölçümünde Yöntem ve Yaklaşımlar	209
3.2.2.1. Etkinlik Ölçme Yaklaşımları.....	210
3.2.2.1.1. Veri Ürünü En Uygun Girdi İle Üretim Yaklaşımı	
(Girdi-Eksenli Yaklaşım).....	210
3.2.2.1.2. Veri Girdi İle Maksimum Ürünü Üretim	
Yaklaşımı (Çıktı-Eksenli Yaklaşım)	213
3.2.2.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Veri Zarflama Analizi	
(Data Envelopment Analysis, DEA).....	219
3.2.2.2.1. Teknik Etkinlik ve Girdi-Eksenli DEA Ölçümü	222
3.2.2.2.1.1. Ölçeğe Göre Sabit Getirili DEA Ölçümü	222
3.2.2.2.1.2. Ölçeğe Göre Değişken Getirili DEA Ölçümü ve	
Ölçek Etkinlikleri.....	223
3.2.2.2.2. Teknik Etkinlik ve Çıktı-Eksenli Ölçümler	227

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

3.2.2.2.3. Tahsis Etkinliği Ölçümü	229
3.2.2.2.3.1. Maliyet Minimizasyonu.....	230
3.2.2.2.3.2. Gelir Maksimizasyonu	232
3.2.2.3 Girdi Tıkanıklığı/Aşırılığı (Input Congestion) Sorunsalı.....	234
3.2.3.Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme ve Ölçme İndeksleri.....	237
3.2.3.1.Uzaklık Fonksiyonları ve Malmquist Verimlilik İndeksi.....	238
3.2.3.2. DEA ve Malmquist Verimlilik İndeksi	243
3.2.4.Seçilmiş Uygulamalar: İndeks ve DEA Yaklaşımlı Örnek Olaylar	245
3.2.5.Verimlilik-Etkinlik Ölçme Yöntemi ve Stokastik Üretim Sınırları Analizi	271
3.2.5.1. Değişken Zamanlı Etkinsizlik Modeli (Time-varying inefficiency model)	278
3.2.5.2. Etkinsizlik Etkileri Modeli.....	279
3.2.5.3. Seçilmiş Uygulamalar: SFA Yaklaşımlı Örnek Olaylar	282
EKLER.....	302
Ek1 Etkinlik Ölçümü ve Maksimum-Olabilirlik Tahmini.....	302
Ek2 Etkinlik Ölçümü ve Hipotez Testleri.....	303
EK 3 Veri Zarflama Analizi metodu kullanılarak yapılacak ölçümler için DEAP Versiyon 2.1'in kullanımı:	305
Ek 4 Stokastik Frontier Analizi Metodu kullanılarak yapılacak ölçümler için FRONT 4.1'in kullanımı.....	306

Şekiller ve Tablolar

Şekil 1.2 Teknik ve Tahsis Etkinlikleri	48
Şekil 1.3 X-Etkinsizliği	53
Şekil 1.4 Dinamik Süreci Kapsayan Bir Ekonomide Karşılıklı Etkileşim.....	58
Şekil 2.1 Üretim Yöntemleri	65
Şekil 2.2 Homojen Ortalama Maliyet Fonksiyonları (1), (2) ve Homojen Olmayan Üretim Fonksiyonları (3).....	95
Şekil 2.3 Düşük Yarı Zamanlı Fonksiyon	112
Şekil 2.4 Güven Oyunu.....	159
Şekil 2.5 Saygın Olmayan Tehdide Dayalı Bir Oyun.....	161
Şekil 2.6 Oyuncu İnanışları ve Stratejiler Karşılaştırması ..	175
Şekil 2.7 Bira ve Quiche Sinyalleyici Oyunu	182
Şekil 3.1 Teknik ve Tahsis Etkinlikleri	211
Şekil 3.2 Piece-wise-Linear Konveks Birim Eşürün	213
Şekil 3.3 Ölçeğe Göre Getiriler:Girdi ve Çıktı Eksenli Teknik Etkinlik	214
Şekil 3.4. Çıktı Eksenli Teknik ve Tahsis Etkinlikleri.....	215
Şekil 3.5 Etkin Olmayan Üretim	217
Şekil 3.5 Ölçek Ekonomilerinin Hesaplanması.....	226
Şekil 3.6 Çıktı-Eksenli DEA.....	229
Şekil 3.7 Etkinlik Ölçümü ve Eliminasyon Tekniği	236
Şekil 3.8 Malmquist TFV indeksleri ve Çıktı Uzaklık Fonksiyonları	242
Şekil 3.9 Girdi-Çıktı Değerleri Arasındaki İlişki	248
Şekil 3.10 Stokastik Sınır Üretim Fonksiyonu.....	274

Tablolar Listesi

Tablo 2.1 Kmenta Yaklaşımının (Approximation) Monte Carlo Çalışması	86
Tablo 2.2 Ödül Tablosu	129
Tablo 2.3 Pişmanlık Tablosu En kötüler.....	131
Tablo 2.4 Beklenen Değer Tablosu	132
Tablo 2.5 Ödemeler matrisi	134
Tablo 2.6 Maximin seçimi.....	138

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Tablo 2.7 B Matrisi	Tablo 2.8 A Matrisi.....	138
Tablo 2.9 Eyer noktası		140
Tablo 2.10 Firma P'in Net Ödül Matrisi.....		148
Tablo 2.11 İterasyon Yöntemiyle Stratejilerin Elimine Edilmesi.....		152
Tablo 2.12 Elimine Edilecek Baskın Olmayan Stratejilerin Olmadığı Bir Oyun.....		153
Tablo2.13 Tutuklunun Açmazı		155
Tablo 2.14 Zamanlama Oyunu		156
Tablo 2.15 Yazı-tura oyunu.....		156
Tablo2.16 Eksik Bilgili Zamanlama Oyunu.....		169
Tablo 3.1 Performans Ölçüm Sistemi Temel Verileri.....		250
Tablo 3.2 Değişme Oranları		252
Tablo 3.3 Performans Oranları ve Kar Üzerindeki Etki		253
Tablo 3.4 Gıda -İçki ve Tütün Sanayii.....		257
Tablo 3.5 İl Bazında Sektörel Karşılaştırma.....		259
Tablo 3.6 Ölçeğe Göre Etkinlik İndeksleri ve Getiriler		261
Tablo 3.7 Teknik, Tahsis ve Maliyet Etkinlikleri		262
Tablo 3.8 Küçük Ölçekli İmalat Sanayii TFV Değişim İndeksleri: ...		263
Tablo 3.9 Çimento İşletmeleri Etkinlik ve Verimlilik Değişmeleri (1998- 1999).....		265
Tablo 3.10 Geçiş ekonomilerinde Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme İndeksleri		268
Tablo 3.11 Türk Bankalarında Etkinlik İndeksleri		270
Tablo 3.12 Stokastik Üretim Sınır Tahmin Sonuçları		285
Tablo 3.13 Hipotez Testleri		287
Tablo 3.14 Ortalama Yıllık Teknik Etkinlik ve Değişmeler 1990-1998		288
Tablo 3.15 Toplam Faktör Verimliliği ve Unsurlarındaki Değişmeler		289
Tablo 3.16 Stokastik Üretim Sınır Tahmin Sonuçları		292
Tablo 3.17 Hipotez Testleri		293
Tablo 3.18 Geçiş Ekonomilerinin Etkinlik Seviyeleri		295
Tablo 3.19 Geçiş Ekonomileri Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme		297
Tablo 3.20 Türkiye İmalat Sanayinde Etkinlik, Teknik Değişme ve Ölçek Getirisi		301

Şekiller ve Tablolar

Örnek Olaylar Listesi

Oyun Teorisi ve Örnek Olaylar

<u>Örnek Olay 1</u> Şirket Yatırımları ve Sermaye Yapısı	185
<u>Örnek Olay 2</u> Piyasa paylaşımı ve Stratejik Rekabet	188

DEA Yaklaşımlı Örnek Olaylar

<u>Örnek Olay 1</u> Verimlilik ve Karlılık Analizi: APS Performans Ölçme Sistemi (American Performance Measurement System)	246
<u>Örnek Olay 2</u> Ege Bölgesi İmalat Sanayii'nde Teknik Etkinlik ve Faktör Kullanım Performansı Analizi	256
<u>Örnek Olay 3</u> Nevşehir Rakı Fabrikası'nda Maliyet Etkinliği ve Ekonomik Etkinlik	260
<u>Örnek Olay 4</u> İzmir'in Küçük Ölçekli İmalat Sanayii'nde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi	262
<u>Örnek Olay 5</u> Türkiye Çimento İşletmeleri'nin Etkinlik Düzeyi ve Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme	264
<u>Örnek Olay 6</u> Geçiş Ekonomilerinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi	266
<u>Örnek Olay 7</u> Türk Bankacılık Endüstrisinde Teknik Ölçek ve Tahsis Etkinlikleri	269

SFA Yaklaşımlı Örnek Olaylar

<u>Örnek Olay 1</u> Seçilmiş İllerin İmalat Sanayii'nde Teknik Etkinlik ve Teknolojik Değişme	282
<u>Örnek Olay 2</u> Geçiş Ekonomileri'nde Toplam Faktör Verimliliği Analizi	289
<u>Örnek Olay 3</u> Türk İmalat Sanayi Endüstrilerinde Teknolojik Değişme ve Etkinlik	298
<u>Örnek Olay 4</u> İmalat Sanayii'nde Teknik İlerleme ve Etkinlik	300

GİRİŞ

Uygulamalı açılımların temel sorunlarından biri, ortaya çıkan analiz sonuçlarının nasıl yorumlanacağı ve hangi yöntemlerle çözümlenebileceği sorunudur. Nitekim, sorun tanıma ve sorun çözmenin yöntemi bilinmeden ya da teoride bilinen kavramsal çerçeveye dayalı sebep ve sonuç ilişkileri kurulmadan, müteşebbis ve/veya iş takımlarının ikna edilmesi mümkün değildir.

Günümüz iş dünyasında yeni argümanlara dayalı yeni gündemleri kapsayan yeni yaklaşımlar ortaya konulur iken her zaman ve her koşulda vazgeçilemeyen tek şey 'rekabet olgusu'dur. Bu olgunun en belirleyici dinamiklerden biri, beşeri, doğal ve fiziki kaynaklara sahip olma şansıdır. Bir ikinci dinamik ise yöntem bilgisi ve bu bilgiye erişilebilirlik durumu ve ortamıdır. Yani, üretim sürecinde kullanılan faktörlerden hangi ölçüde ve nasıl yararlandırıldığına ya da her bir sürecin etkinlik parametrelerini yansıtan sonuçların, istenildiği an erişilebilir bir bilgi havuzunda toplanıp toplanmadığının öneminin bilinmesidir. Dolayısıyla, karşılaştırmalı verimlilik/etkinlik parametrelerinin yansıtıldığı ve ölçme sonuçlarının hazır bulunduğu bir bilgi havuzunun, sorun tanıma ve sorun çözme birimleriyle bir ağ ekonomisi oluşturarak yeniden yapılanmanın başarılabilmesi oldukça önemlidir.

Bu bağlamda, ulusal ve küresel rekabet olgusuna ilişkin araştırma ve incelemelerin önemli bir kısmı, firma/işletme ve

endüstriyel faaliyetleri kapsamaktadır. İşletme iktisadi analizlerinde, mikroiktisat teorisinin rekabet teorisine yaptığı katkılar konu edilirken özellikle, firma ve rekabet teorisinin kavramsal ve metodolojik temeli esas alınmaktadır. Mikroiktisat teorisi konsepti, sadece firmaları değil aynı zamanda tüketici davranışlarını da kapsadığından dolayı literatürde önce tüketici ve firma iktisadi ayrımı yapılmaktadır. Daha sonra da, üretim açısından bir endüstrinin firmalardan ziyade bütün sektörlerdeki firmalarla olan dolaylı ve dolaysız bağlantıları dikkate alınarak, firma ve endüstri ayrımının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi mikroiktisat teorisi, analizler eksenine fiyat teorisini yerleştirerek (kolaylıkla anlaşılabilmesi için fiyat dışı kararlar analiz dışında bırakılmıştır) toplumsal refahı maksimum kılan kaynak tahsisini amaç edinirken; endüstri iktisadi, gerçek hayatın diğer değişkenlerini ihmal etmeden “firma davranış ve stratejilerini” bütün sosyo-ekonomik dinamikler bağlamında incelemeye yönelmiş ve olayları anlama ve açıklamaya çalışmıştır. Başka bir ifadeyle, endüstri iktisadi, iktisat teorisinin varsayımlarını ve kısıtlarını test etmenin yollarını aramanın yanı sıra fiyat rekabetinin ve kâr maksimizasyonunun teorik ve pratik boyutlarını karşılaştırarak rekabetin diğer biçimlerini tartışmaya açmıştır. Ancak, teorik yaklaşımlar incelenirken her iki alanın birbirini tamamlayıcı niteliği iyi bilinmeli ve özellikle de endüstri iktisadının küresel düzendeki gelişmeleri açıklamadaki katkısı ihmal edilmemelidir.

Nitekim, endüstriyel faaliyetlerin ana sorunu, sadece girdilerin/kaynakların nereden ve hangi koşullarda temin edildiği veya hangi üretim piyasalarında kullanılmasının sonuçlarıyla ilgili değil, aynı zamanda kaynakların etkin kullanılıp kullanılmadığıyla da ilgilidir. Dolayısıyla endüstriyel faaliyete konu olan “girdi ve çıktılar piyasalara çift yönlü entegre olmaktadır.” Her bir endüstri ve/veya işletme yol haritasını belirlerken, güvenilir kaynaklar donanımına ve faaliyetler parametresine ne kadar sahipse, stratejik rekabet koşulları altında üretilen mal ve hizmetlerle küresel piyasaların belirleyeni olmayı o kadar hak etmektedir. Zamanımızda giderek artan rekabet olgusu veri olduğundan düne göre daha hızlı değişen dünya koşulları ile karşılaşan işletmeler, uzun dönemli hayat çizgilerinde karşı karşıya kalabilecekleri sert bir oligopol

Giriş

yapıyı veya tekelleşme sürecini kendi stratejik davranışlarının bir tamamlayıcısı olarak görmelidirler. Bu süreçte her bir yönetici, en azından kısa dönemde süreç hatalarını minimize etmeli, uzun dönemde ise güvenilir kestirimlerde/tahminlerde bulunmalıdır.

Yine, her bir işletme, faaliyet çizgisinde oluşturduğu sinerjiden yararlanıp yararlanmadığı, dikey ve/veya yatay büyüme ve gelişme parametrelerini açık bir şekilde tanımlayıp tanımlayamadığı sorgulamasının cevabını, kurulan çok yönlü oyunlar içinde aramalıdır. Bu bağlamda endüstriyel faaliyetlere konu olan piyasa yapıları, firma davranışları, piyasaya giriş/çıkış engelleri ve ürün farklılaştırması gibi konular, kantitatif analizi ön plana çıkaran matematiksel çözümler -oyun teorisi- yardımıyla stratejik yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmalıdır. Bu süreçte işletme içi analitik boyut net bir şekilde ortaya konulabilmektedir. Zira, endüstri iktisadında stratejik gelişme iki eksenle ortaya çıkmaktadır. Birincisi, oyun teorisi eksenli matematiksel çözümler, ikincisi ise kalitatif analizi ön plana çıkaran “güçler, zaafiyetler, fırsatlar ve tehditler” olarak adlandırılan alt çözümlerdir. Stratejik yaklaşım, esas itibarıyla mevcut potansiyel fırsatlardan yararlanma ve tehditlerden korunma gücü ve yeteneği olarak tanımlanan stratejik performans çerçevesinde açıklanmaktadır.

Kitabın amacı açısından ele aldığımız analitik yöntem ve uygulamaların sonucu olan verimlilik/etkinlik ölçütleri, çeşitli faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan bir sonuçtur. Bu bağlamda temel amaç, kitapta yer verilen belli yöntemler aracılığı ile bir üretim sürecinde “X ışınlarıyla” çekilmiş fotoğraflardan yararlanmak ve doğru okumanın doğuracağı doğru çözümlerden bir kazanç sağlamayı başarma görevini üstlenmektir. Bir işletme açısından belli bir faktörün veya tüm faktörlerin verimliliği incelenirken “yapı-davranış-performans” analizini kapsayan ve uygulamalı gözlemlere dayalı gerçekçi genel etkinlik parametrelerinin izlenebilmesi; hatta, ülkelerin ekonomik performansıyla birlikte genel değerlendirmelerin yapılabilirdiği stratejik bulgulara ulaşılabilmesi vazgeçilmez hedefler olmaktadır. Dolayısıyla izlenmesi gereken verimlilik/etkinlik göstergeleri, tabiattaki sınırlı üretim faktörlerinden hem maksimum veya tatmin edici hasıla elde edilip

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

edilemediğini hem de potansiyel anlamda bir işletme sinerjisinin hangi ölçüde tezahür ettiğini yansıtan temel göstergelerdir.

Kitap üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, endüstri ve piyasa, verimlilik ve etkinlik kavramlarına ilişkin terminoloji teorik boyutuyla incelenmekte; ikinci bölümde üretim fonksiyonları, doğrusal programlama ve oyun teorisi kavramsal yönüyle ve modelleme boyutuyla ele alınmakta; üçüncü bölümde ise verimlilik ve etkinlik ölçme yöntemleri ve strateji geliştirme teknikleri, uygulamalı örneklerle desteklenerek verilmektedir.

Endüstri İktisadında Rekabet, Verimlilik ve Etkinlik

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ İKTİSADINDA REKABET
VERİMLİLİK VE ETKİNLİK

-KAVRAMSAL VE TEORİK ÇERÇEVE-

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ İKTİSADINDA REKABET VERİMLİLİK VE ETKİNLİK

1. Endüstri İktisadı ve Piyasalar

Gerek davranışsal iktisada gerekse endüstri yapısının incelemesine konu olan teoriler ışığında yapılan piyasalar analizi, bir yandan bireysel ve kurumsal etkileşimlerin analizi olarak bilinen firma ve endüstri perspektifini yansıtmakta; diğer yandan da tüketici ve üreticilerin tercihleri doğrultusunda faktör ve mal piyasalarındaki eşanlı denge konseptini açıklamaktadır. Mikro teorik çerçevede yapılan soyutlamalar, kısmi ve statik denge çözümlenmeleri, her ne kadar piyasaların ayrıntılı hipotetik

analizlerine imkân vermekte ise de uygulamalı dinamik endüstri iktisadına yönelik piyasa yapısı ve rekabet teorisi ayrı bir önem kazanmaktadır. Nitekim, her faaliyet için her zaman etkin piyasa başarısı ve tam rekabet teorisi referans alınmakla birlikte uygulamalı alanda daha çok eksik rekabetin yaşandığı piyasa yapıları dikkate alındığından dolayı dışsal etkilerin analizini esas alan rekabet teorisi ve politikalarının önemi gittikçe daha da artmaktadır. Endüstri iktisadı kapsamına giren teorik boyutun zamanlama bağlamında sanayi devrimiyle birlikte ön plana çıktığını, kavramların ise İkinci Dünya Savaşı'nda (1940'lı yıllar) iktisat literatüründe tartışılmaya başladığını hatırlayarak konuyu ele almak yararlı olacaktır.

1.1. Endüstri Kavramı ve Önemi

Endüstri, basit anlamda aynı ve/veya yakın ikame malı üreten firmalar topluluğu ya da herhangi bir üretim kolunda faaliyet gösteren tüm firmalar grubudur¹. Bu tanım, tam rekabet piyasalarının mal ve hizmet standardizasyonu veya homojenlik varsayımına dayanmaktadır. Mikroiktisat literatüründeki “homojen mal” veya “birbirleriyle yakın ilişkide olan malları kapsamına alan mal grubu” endüstri konsepti çerçevesinde algılanırken uygulamada bu tür piyasalara rastlamanın güçlüğü bilindiğinden dolayı kavramla ilgili yaklaşımları kısaca incelemek gerekir.

Burada, sektör ve endüstri, endüstri ve sanayi kavramlarının bazı kaynaklarda eş anlamlı olarak kullanıldığını hatırlayıp bu kavramlar arasındaki terminolojiden gelen fark şu şekilde belirtilebilir. Sektör kavramı, daha ziyade geniş anlamıyla temel faaliyet kollarının ayırımında kullanılır. Esasen işbölümü, iktisadi hayatı faaliyet dallarına göre ayırmayı zorunlu kılarken bu faaliyet dalları ekonominin çeşitli kesimlerini oluşturmaktadır.

¹ Aydın Türkbâl, Mikroiktisat (Fiyat Teorisi) Genişletilmiş ve Geliştirilmiş 2.b., Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No. 622, 1983, s. 258; Orhan Türkay, Mikroiktisat Teorisi, 1.b., Ankara: Turhan Kitabevi Yayınları, 1989, s. 215.; Zeynel Dinler, Mikroekonomi, Gözden geçirilmiş 6.b; Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlenme Vakfı No. 29, 1989, s. 254.

Kesim kavramı batı dillerinde ‘sektör’ kelimesiyle ifade edilmekte, her bir sektör iktisat biliminin kanunlarına göre incelenip değerlendirildiğinde uygulamalı iktisadın sınırlandırılmış alanları ortaya çıkmaktadır². Örneğin, Tarım, Sanayi ve Hizmet Sektörü şeklinde üç ana sektörden söz edilebileceği gibi araştırmacının amacına göre Tarım ve Sanayi Ekonomileri’nin yanı sıra Turizm Ekonomisi ve Ulaştırma Ekonomisi vb. sıraladığımızda sektörlerin standart bir sayısını ortaya koymak oldukça zordur. Genişletilmiş tasnif yönüyle sektör kavramı; birinci, ikinci, üçüncü sektör olarak da bilinir.

Sanayi’ye gelince, bu kavram Latince bir sözcük olan “industria”dan alınma olup faaliyet ve aktivite demektir. Dar anlamı ile imalatçılık olarak bilinmekte ise de, geniş anlamda müteşebbisin kurduğu mal ve hizmet üretici ve gelir getirici faktörler kombinezonudur³. İmalat sanayii, turizm sanayii gibi kullanım tarzları dikkate alınır sa sanayii kavramı da uygulamada geniş anlamda kullanılmaktadır. Kaldı ki, imalat sanayiinin de, tüketim, ara malı ve yatırım malları sanayii şeklinde alt sektöre ayrıldığı görülmektedir⁴. Endüstri kavramı genellikle organizasyon kavramları çerçevesinde değerlendirildiğinden dolayı endüstri dinamiği, üretim sürecinde firma, endüstri, sektör çizgisinde uzanan evrimsel bir yapıyı açıklamakta ve organizasyonel temellendirmelere dayandırılmaktadır. Endüstriyel faaliyet veya endüstri iktisadının temel ilgi alanları yapı, yönetim ve başarımlar arasındaki ilişkilere dir. Örneğin, şeker endüstrisi alt ve üst kümeler ayrımı içindeki gıda sanayiinin bir alt grubunu oluşturmaktadır. Dolayısıyla endüstri kavramını sanayi kavramının da bir alt grubu olarak yorumlamamız gerekmektedir.

Yine, hükümetler tarafından yapılan kalkınma planlarını dikkate alırsak, endüstrilerarası iktisat disiplini altında hükümet

² Sadık Acar, Genel İktisat, (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 2.baskı), DEÜ,Hukuk Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:48, Ankara, 1994

³ Ak İktisat Ansiklopedisi, 2. Cilt, İstanbul: Ak Yayınları , 1972-1973, ss. 815, 824.

⁴ Devlet Planlama Teşkilatı, Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, (1990-1994) , Ankara: 1989

politikalarının değerlendirilebildiği, iktisadi verileri derleyen ve işleyen Devlet İstatistik Enstitüsü ve buna benzer birçok kuruluşun bu analiz aracından yararlandığı ve verileri Uluslararası Standart Endüstri Sınıflamasına (ISIC) göre sınıflandırdığı bilinmektedir. Çünkü endüstri ayırımı, ekonomik faaliyet gösteren firmalar arasındaki karmaşık ilişkilerin incelenen boyutlara indirgenmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Endüstri kavramı, değişik gruplar arasındaki sınır çizgisini firmalar arasındaki davranışsal kriterlerden bağımsız olarak ele aldığından dolayı firmalar arasındaki davranışsal bağımlılıkların incelenmesini daha da kolaylaştırmaktadır. İktisadi faaliyet gösteren tüm firmaları aynı anda analiz etmenin güçlüğüne dikkat çeken Triffin'e göre ampirik çalışmalarda araştırmacının amacına uygun sonuçlar alınabilmesi, ilgili endüstrilerin içeriğinin iyi belirlenmesiyle doğrudan ilişkilidir⁵.

1.2 Endüstri Kapsamı ve Tanımlamada Kullanılan Kriterler

Endüstri tanımlamasında, genelde, üretilen ürüne ilişkin piyasa ve üretim yöntemi (teknolojik kriter) kriterlerine başvurulmaktadır. Birinci kriter, yakın ikame mal üreten firmalar grubunu; ikinci kriter ise üretimde aynı yöntemi ve/veya hammaddeyi kullanan firmalar grubunu esas almaktır. Bu iki tür sınıflandırmadan hangisinin daha anlamlı olduğu piyasa yapısına (tam rekabet, eksik rekabete ilişkin monopol, oligopol veya monopolcü rekabet piyasa türü) ve sınıflandırmada güdülen amaca bağlıdır⁶.

Şimdi bu iki temel kriterle ilgili olarak çok kısa bir açıklama yapabiliriz. Piyasa kriterine göre yakın ikame mallarını kapsayan ve birbirinin benzeri mal üreten firmalar grubu endüstri olarak sınıflandırılır. Bu benzerliğin derecesi de aşağıda formüle edildiği gibi çapraz esnekliğin tespiti ile ölçülür.

⁵ A. Koutsoyiannis, Modern Microeconomics, Second Edition, London: The Macmillan Press Ltd, 1979, s. 8.

⁶ Koutsoyiannis, a.g.e., s. 9.

$$\varepsilon_{\zeta} = \frac{dq_i}{dp_i} \frac{p_i}{q_i} \quad (1.1)$$

Ancak, yukarıda ifade ettiğimiz gibi, tam rekabet varsayımı altındaki endüstri tanımını “homojenlik özelliği” kolaylaştırırken eksik rekabette homojenite yerine standardizasyon veya heterojenlik özelliği ön plana çıktığı için daha farklı kriterler üzerinde durulmaktadır. İşte bu düşünce, malların aynı “endüstri içinde sınıflandırılabilmesi” için birbirleriyle ne kadar yakın bir ikame ilişkisi içinde olması gerektiği sorununu ortaya çıkarmıştır. Chamberlin ve Joan Robinson, “üretilen malların farklılaştırılmış olması durumunda, her firmanın kendisine ait bir piyasaya sahip olacağını ve dolayısıyla kendi fiyatını tespit etmede belirli bir tekelci güce erişebileceğini” iddia etmekle birlikte, her iki iktisatçı da teoriye genellik kazandırabilmek ve teoriyi kısmi denge çerçevesi içinde oluşturabilmek için endüstri kavramının önemine işaret etmişlerdir. Kaldor da benzer bir tanımlama yaparak yakın ikame kavramını esas alırken; Andrews üretim yöntemine göre sınıflandırmanın daha uygun olacağını öne sürmüştür. Chamberlin ise “grup” kavramını açıklarken mal ikame edilebilirliğin yanı sıra, teknolojik kriterin tüm amaçlar açısından daha geçerli olduğunu savunmuştur. J. Robinson önceki tanımlarının oligopol piyasalarını açıklamakta yeterli olmadığını belirtirken teknolojik kriterini esas alan yeni bir endüstri tanımı önermiştir⁷.

Dolayısıyla mal farklılaştırılması analizlerinde endüstri kavramının kullanılması çeşitli güçlükler neden olmaktadır. Zira, mal farklılaştırılması heterojen mal üretimini doğurmaktadır. Heterojen mallarda ise, homojen mallarda olduğu gibi, birbirleriyle toplanarak piyasa talep ve arz şedülleri oluşturulması imkânsız görünmektedir. Bu anlamda, endüstri tanımı tekrar gözden geçirildiğinde Chamberlin “birbiriyle yakın ilişkide olan malları kapsamına alan mal grubu” kavramını geliştirmiştir. Buna göre, gruptaki malların hem teknik hem de iktisadi açıdan yakın ikame

⁷ Koutsoyiannis, a.g.e., s. 9.

edilebilir olması gerekmektedir. Teknik açıdan ikame edilebilir mallar, aynı veya benzer teknolojileri içeren mallardır. Örneğin, tüm motorlu araçlar taşıma imkânı sağlamaları açısından teknik ikame edilebilirlikle donanımlıdır. İktisadi ikame malları ise, aynı talebi karşılamakla birlikte, benzer fiyatlara da sahip mallar olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin, yerli Tofaş ürünleriyle Renault ürünleri iktisadi açıdan birbirleriyle ikame edilebilirler. Ancak, bazı yerli mallar ile ithal malların iktisadi açıdan ikame edilebilir olarak kabul edilebilmesi güç hatta imkânsızdır. Buna göre “mal grubu”nun fonksiyonel bir tanımı, bireysel mallara ait talep fonksiyonlarının çok esnek olduğu ve grup içindeki malların fiyatlarındaki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiklerine vurgu yapmaktadır. Diğer bir deyişle endüstriyi oluşturan mal grupları, yüksek fiyatın yanı sıra çapraz fiyat esnekliğinin derecesine bağlı olarak sınıflandırılabilir. Bu tanım teoriye uygun düşmekle birlikte bir küme ölçüm probleminin oluşmasına neden olmaktadır. Yani, fiyat ve çapraz fiyat esnekliklerinin derecesi ne olmalıdır? Her bir durum için nasıl karar verilecektir? Kaldı ki, temel gıda maddelerinde bile (şeker gibi) kamu monopollerinin varlığı bilinmektedir.

Bireysel talep ve maliyet eğrilerinin, “endüstri” talep ve arz eğrilerinin oluşturulması amacıyla toplanması için ortak bir özelliğin olması gerekir. Bu koşul sağlansa bile mal farklılaştırılması altında her bir endüstriyel mal grubu için tek bir fiyatın geçerli olması oldukça zordur. Mal farklılaştırması her bir firmanın kendi malını değişik bir fiyatla satmasına izin verilmesi anlamına geldiği için tek bir denge fiyatı yerine, grup içindeki firmalarca üretilen mallara yönelik tüketici tercihlerini yansıtan bir fiyat demeti (oyun teorisi çerçevesinde) oluşacaktır. Piyasa talebinin kayması ya da maliyet koşullarının tüm firmaları etkileyecek düzeyde değişmesi durumunda, demeti oluşturan fiyatlar eşanlı olarak ya artacak ya da azalacaktır. Chamberlin, firma ve endüstri dengesini, aynı şekil üzerinde inceleyebilmek için firmaların birbirlerinin aynı maliyet yapılarına sahip olduğu ve tüketici tercihlerinin firmalar arasında eşit bir şekilde dağıldığı gibi cesur varsayımlardan hareket etmektedir. Bu durumda, firmaların ürettikleri malları farklılaştırmış olmalarına rağmen, aynı talep ve maliyet eğrilerine

sahip olmalarından dolayı, tek bir fiyat geçerlidir. Maliyet ve talep eğrileri veri iken, firma marjinal maliyet ve marjinal gelirin birbirine eşit ($MC=MR$) noktada üretim yaparak, kârını maksimize etmek isteyecektir. Bu, Chamberlin tipi firmanın kısa dönemde tekelci firma gibi davrandığını gösterir⁸.

Bu noktada, piyasa türlerine göre endüstri dengesine geçmeden evvel, bilimsel tartışmalar açısından yakın tarih diyebileceğimiz, 1984-1985 yıllarında endüstri tanımı ile ilgili ortaya atılan yeni yaklaşımları da açıklamak isteriz. Boyer'e (1984) göre "endüstri kavramı, uygulamalı iktisat literatüründe açık bir şekilde rastlanılan ideal bir kartel tanımıdır". Yine Boyer ideal karteli, "kâr maksimizasyonuna dayalı satıcılar grubu" olarak tanımlamıştır. Endüstrilerin varsayımsal (hipothetic) kartel olarak tanımlaması ve endüstri sınırları ile ilgili sağlam bir prosedürün formüle edilmesi bir kolaylıktır. Çünkü, endüstri tanımının sınırları ne kadar iyi bilinirse, endüstriye yeni giren firmaların durumu mukayeseli bir yaklaşımla o kadar iyi belirlenmiş olur. İktisadi analizlerin amacına göre, endüstri sınırları ile ilgili iktisadi prensipler ve "Merger"lere (şirket evliliklerine) yönelik mahkeme kararları arasındaki farkın önemine işaret eden Boyer, Merger kanunları ile iktisadi uygulama arasında spesifik birçok durumu vurgulayarak, keyfi olmayan bir prosedüre ihtiyaç olduğunu savunmaktadır. Zira, endüstri tanımı problemi, Merger kanunlarına ihtiyaç duyulması ile birlikte daha da önem kazanmıştır. Boyer, dikkatleri iki konu üzerine yoğunlaştırmıştır. Birincisi, Merger tüzüğü veya çerçeve rehberini (The Merger Guidelines) eleştirirken bu sözleşmelerin "iki yönlü ikame" edilebilirlik (Bilateral Substitutabilities) üzerine dayandırıldığını söylemektedir. Bu, iki yönlü ikame edilebilirlik, bir endüstrinin belirlenmesinde etkili olabilecek dolaylı ikameyi hiç dikkate almamaktadır. Kaldı ki, "endüstrilerin direkt ikame gibi indirekt ikameyi de kapsadığı dikkate alınırsa iki yönlü ikame ölçüleri, indirekt ikameyi ortaya çıkarmadığından dolayı, optimal kartel kriteri ile uyuşmayan endüstrilerin mevcudiyetini bilmek gerekir. İkinci olarak, endüstri tanımıyla ilgili ideal kartel prensibini formüle eden Boyer'e göre, "karteller genelde kârlılığı maksimize

⁸ A. Koutsoyiannis, s. 206.

edecek kâr havuzu” kuralını esas alırlar. Havuz kuralında esas alınan kriter ise $P_i=V_i/K_i$ olmaktadır. Burada V_i : Bir müşteri kontrol kartelini temsil eden satıcılardan (Q_i alt setini oluşturacak şekilde), lider firmanın hissesine düşecek beklenen monopolcü kârını göstermektedir. K_i ise her bir firmanın belli Q_i 'yi üretmek için kullandığı sabit kıymetlerin yenilenme değerine karşılık gelmektedir⁹.

Boyer'in endüstri tanımı, Cristopher C. Klein ve Gregory J. Werden tarafından oldukça eleştirilmiştir. Klein'e göre Boyer, firma davranışını analiz etmede kullanılan alışlagelmiş modelden bağımsız bir endüstri tanımı yaparak, bazı antitröst kararlardan sakınan bir kriter elde etmek istemiştir¹⁰. Werden'e göre ise, Boyer kriterleriyle ortaya çıkmış Merger çerçeve rehberleri arasında benzeşmeyen hususlar vardır. Ancak her iki yaklaşım arasında temel benzerlikler de bulunmaktadır. Her iki görüşte de odak (lider) firmanın kârlılığı ve muhtemel kartel oluşumları dikkate alınırken bazı benzer sonuçlar paylaşılmış olsa da bazı sorunlara ortak cevap bulunamamıştır¹¹.

Modern kapitalist ekonomilerin şekillenmesinde, Merger ve Takeover'ların (zorlama sonucu birleşmelerin) önemli rol oynadığı genel kabul görmeye beraber, yakın zamana kadar iktisatçıların Merger ve Takeover'ların formel teorisini geliştirmeye yanaşmadıkları bilinmektedir. Merger'lerle ilgili önemli literatürün çoğu tanıma yöneliktir. Teorik çerçevede, iktisatçılar çoğu kez endüstri seviyesinde Takeover ve Merger'lerin incelenmesiyle meşgul olmuşlar ise de bu ilgi daha ziyade Merger ve Takeover'ların piyasa yapısı ve yönlendirmesi ve/veya piyasa performanslarına yönelik sonuçlar olarak değerlendirilebilir. Bir başka açıdan rekabeti kötüleştiren, piyasa mekanizmasını çarpıtan ve kaynak tahsisinin bozulmasına imkân veren fakat anlamlı ölçüde

⁹ Kenneth D. Boyer, “Is There a Principale for Defining Industries?”, Southern Economics Journal, 1984, pp. 761-70; ve “ Is There a Principale for Defining Industries? Reply”, Southern Economics Journal, 52 (2), 1985, s. 542.

¹⁰ Christoper C.Klein, “Is There a Principale for Defining Industries, Comment”, Southern Economics Journal, 1985, pp. 452-46.

¹¹ Gregory J. Werden, “Is There Principale for Defining Industries? Comment”, Southern Economics Journal, 1985, pp. 532-36.

Endüstri İktisadında Rekabet, Verimlilik ve Etkinlik

de piyasa gücünü elinde tutan büyük firmalara ilişkin uygulama sonuçlarından hareketle teorik öngörülerde bulunulmamış, sadece, sosyo-siyasal bir cazibe merkezine dönüştükleri veya nüfuz kazandıran genel bir görünümünden daha ileri gidemedikleri şeklinde yorumlar yapılmıştır¹².

¹² A. Koutsoyiannis, Non-Price Decision: The firm in a modern context, London: MacMillan Education Ltd., 1987, s. 299.

1.3. Endüstri İktisadı ve Rekabet Olgusu

Endüstri iktisadı kapsamına giren analitik rekabet olgusu, özellikle 1940'lı yıllarda Harvard Okulu'ndan J.M. Clark'ın çalışmalarıyla önemli bir aşama kazanmıştır. Chamberlin ve Robinson'u takip eden Clark bir yandan statik tam rekabet modelini eleştirirken diğer yandan da oligopolistik yapıların, piyasaların şeffaflığına gölge düşüreceğini, hatta dinamik rekabetçi oluşumların ortaya çıkmasını engelleyebileceğini savunmuştur. "Panzehir Tezi" olarak bilinen bu yaklaşım Mason, Bain, Scherer ve Shepherd gibi iktisatçılar tarafından izlenmiş ve geliştirilen Yapı, Yönetim ve Performans (SCP) paradigması ile piyasa aktörlerinin davranışsal analizleri metodolojik bir çerçeveye taşınmıştır. Joe S. Bain'in tanımıyla "uygulanabilir rekabet" in temeli, piyasa oluşumuna etki edebilecek her bir müdahalenin etkinliğiyle açıklanabilir. Burada, egemen bir firmanın değil çok sayıda firmanın rekabet ettiği; fiyat değişimelerindeki duyarlılığın önemli bir kalite farklılaşmasına yol açmadığı; yasal kısıtlamalar dahil suni giriş ve çıkış engellerinin olmadığı bir yapı kastedilmektedir. Yine, çatışmacı olmayan bir rekabet esas alınırken, yok edici, adaletsiz ve rakibi dışlayan davranışlardan sakınan, yanıltıcı olmayan davranışlar kümesini yansıtan faaliyetler bütünü anlatılmaktadır. Dahası verimlilik ve tahsis etkinliğini, kabul edilebilir düzeyde tanıtım faaliyetlerini, ürün ve üretim sürecindeki yeniliği esas alan duyarlılık, SPC'nin temel özelliklerin bir kaçı olarak sıralanmaktadır¹³.

Endüstri iktisadının ve rekabet olgusunun ana amacı kazanmak olsa da kazancın tatmin edici ve kalıcı olması için sağlanması gereken gerekli koşul, rekabetin başarılmasıdır. Bu bağlamda yirmi birinci yüzyılın en fazla tüketilen kavramı haline gelen rekabeti de, pür ekonomik anlamda, sınırlandırılmış coğrafyaları aşan küresel rekabet için değerlendirmek gerekir. İşletmecilik açısından küresel rekabet ise, bir işletmenin gelişip büyümesi, yenilenmesi hatta mevcut durumu koruyabilmesi için de

¹³ Orhan Çoban, Türkiye Tekstil Endüstrisinin Üretim Yapısı ve Karşılaştırmalı Rekabet Gücü, Basılmamış Doktora Tezi, Sivas, 2001, s.5.

olsa tüm faaliyetlerini dünyadaki değişim sürecine göre oluşturmasıdır.

Rekabet olgusunun gerçek dinamiği, bu kitabın ele alınış amacı açısından artan verimlilik sürecinde aranmalı ve etkin rekabet için genel girdi donanımı ortaya konulabilmelidir. Örneğin, daha iyi bir performansla sahip olmamız gereken tekstil vb. alanlarda oluşmuş deneyim ve birikimin diğer endüstri alanlarına da taşınması gerekmektedir. Modern küresel verimliliğin en etkin donanımına (konfigürasyon) her alanda ulaşmanın yegane yolu, bilgi toplumunun kazanımlarından (üniversiteler, ticaret, sanayi ve meslek odaları vb.) yararlanma çabaları daha da artırılmalıdır. Bu çerçevede, verimliliği artırma yolları tartışılırken rekabet olgusu bilgi çağı kavramı çerçevesinde algılanmalıdır.

Günümüzde iş hayatı ve rekabet koşulları giderek daha kompleks bir durum sergilediği için artık iş, savaş kulvarlarında ortaya çıkmış başkalarının başarısızlığı oyunu üzerinde kurulmamaktadır. Çünkü, giderek hızlanan teknoloji yarışı ve fiyatlar savaşının sonucunda, yerlerde sürünen kâr oranları ya da piyasadan çekilme zorunlulukları, “kendi ışığının parlamaya devam etmesini sağlamak için, diğerinin ışığını söndürmek zorunda değilsiniz” gibi vazgeçilmez yeni ilkeler doğurmuştur¹⁴. Örneğin, boya sanayiine olan talebin, ancak daha da güçlenen inşaat sektörü sayesinde değer kazanabileceği öngörülürken; yine, tekstil sektörü demir-çelik sektörüyle nasıl bir işbirliği yapmalı ki büyütülen pastadan rekabetçi bir paylaşım doğabilsin? sorusu gündeme gelmektedir. Sayısı artırılabilir örnekler arasından, bilgisayar ağlarına yazılım üreten Novell’in kurucusu Ray Noorda’nın, “aynı anda hem rekabet etmek hem de işbirliği yapmak zorundayız” şeklindeki ilkesel yaklaşımı oldukça anlamlıdır. Endüstriyel faaliyet ne tek başına savaş ne de tek başına barışla açıklanabilir. Her ikisinin ortasında bir durumla karşı karşıya olan ve birbirini tamamlayan iktisadi ajanlar sorun tanımlama ve sorun çözümlemede de rekabetçi bir süreç içindedirler.

¹⁴ Brandenburger-Nalebuf, 1998, s.20.

Demek oluyor ki, “rekabet ve işbirliği” kombinasyonu, yeni ve dinamik bir yapının çağrışımını yaptırmaktadır. Bu yapıdaki bireysel firma liderleri, muhalefeti yok etme zorunda kalmadan herkesin kaybettiği savaşı kendisinin de kazanamayacağını bilen bir strateji -oyun teorisi- geliştirmek durumundadır. Yani, şirketler çok ürünlü bir üretim sürecini, mutlak tatmin edici bir kâr olgusuyla tamamlamak zorundadır. Bu stratejik modellemede kumar oynar gibi davranan; kazanan ve kaybedenler içinde ancak kaybettirsem kazanacağım diyen girişimcinin yeri yoktur. Ana hedef, kendisiyle birlikte çok kişinin kazanmasını sağlamaktır. Elbette ki ortaklaşa rekabetin özü gereği herkesin kazanması, en iyiye ulaşmaya ve rakipleri yenilgiye uğratmada da en iyi çözümü yakalamaya bağlıdır.

1.3.1. Rekabet Olgusu ve Oyun Teorisi Yaklaşımı

Oyun teorisi, rekabet olgusunda “denge” sürecinin temel analiz araçlarından biri olan ve matematik yaklaşım olarak bilinen optimizasyon probleminin çerçevesini oldukça değiştirmiştir. En fazlaya veya en aza (maksimuma veya minimuma) ulaşma süreci olan optimizasyonun konsepti değişmemekle birlikte (optimizasyonda, maksimum ve minimumun bir karışımı söz konusu olamaz) oyun teorisi ile optimizasyonun temel çatısı, en düşüklerin içinde en yüksekini (*maximin*) veya en yükseklerin içinde en düşüğünü (*minimax*) seçme şeklinde değişmektedir.

Oyun, bir veya birden fazla *oyuncunun* rakiplerinin aleyhine belirli amaçları gerçekleştirmek için birbirlerine karşı mücadele ettikleri bir durum olarak tarif edilmektedir. Oyuna katılan tüm taraflar kendi amaçlarına, eş zamanlı olarak erişemedikleri için bazı oyuncular kazanıp *pozitif ödül* alırken, diğerleri oyunu kaybedip *negatif ödül* veya ceza durumuyla karşılaşmaktadırlar.

Endüstri iktisadı açısından strateji oyunlarında, ödül büyük ölçüde oyuncunun seçeceği hareket biçimine *-strateji-* bağlı olmaktadır. Burada oyuncunun yeteneği veya öngörüsü belirleyici olmakta ve optimizasyon stratejisi devreye girmektedir. Strateji oyunları, doğal olarak, genellikle kumar oyunlarında bulunmaktadır. Bununla birlikte eşler arasındaki mücadelelerde (bayanın kocasına kürk paltoyu aldırma stratejisi), uluslararası

politikada (barış görüşmelerinden galip çıkmak için), ekonomide (rakiplerimize göre pazar payımızı genişletebilmek) ve bunun gibi değişik alanlarda oyun teorisine başvurulur. Bütün bu örneklerde, bir oyuncu belirli amaçları elde etmek için bir strateji aramaktadır. Fakat aynı zamanda, rakip oyuncu da kendi amacını maksimize etmek veya amacına en iyi şekilde ulaşmak için çalışmaktadır. Nihai ödül veya kayıp, oyuna iştirak etmiş olan bütün oyuncuların izleyecekleri stratejilerin ortak bir sonucu olacaktır.

Rekabet ve işbirliği yolunda en iyilerin başarılabilmesi iş hayatının sunacağı fırsatlar çerçevesinde oyun teorisinden yararlanmaya bağlıdır. Nitekim, 1990'lı yıllar içinde oyun teorisinin üç öncüsü John Nash, John Harsanyi ve Reinhurt Selten Nobel ödülüne hak kazanırken; aynı tarihlerde, radyo tayfi ihalesinden, bir çok askeri stratejik alanlara kadar oyun teorisinden yararlanılmaya başlanmıştır. Hemen takip eden yıllarda da oyun teorisi iş stratejileri alanına taşınmıştır. İş stratejilerinin oluşturulması ve uygulanmasında, oyun teorisinden aşağıdaki yararlar sağlanabilir.¹⁵

Oyun teorisi en can alıcı konuya odaklanır. Karar alma sürecinde en kritik ana giderek, en iyi şeyin ne olduğunu stratejik terimlerle açıklar. Tam zamanlı tedarik üretim ve satış sürecini hayata geçirir.

Oyun teorisi, görüldüğünden daha karmaşık bir etkileşim sergileyen faktör donanımını bileşenlerine ayırarak neler olup bittiğini ve nelerin anlaşılması gerektiğini görmemizi sağlar.

Oyun teorisi, organizasyonumuzdaki her birimin şirketteki diğer insanlarla paylaşılmasını sağlayan bir enstrümandır. Öngörülen stratejinin arka planını açıklamayı kolaylaştırır. Girişimcilerin tercihlerinde başvuracağı ortak bir dil kazandırır. Stratejik kavramlaştırmada konsensus oluşturmaya yardım eder.

Piyasadaki ve teknolojideki hızlı değişimler, stratejilerin önünü açan tepkilerin ortaya konulmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle de oyun teorisinin uygulanmasından kazanç sağlayan kişilerin sayısı giderek artmaktadır. Oyun teorisi “örme”ye devam

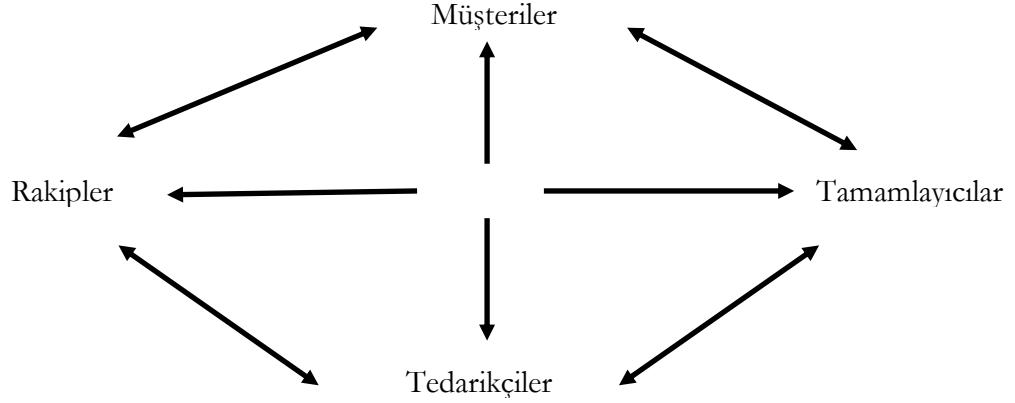
¹⁵ Brandenburger-Nalebuf, 1998, s.35: (Aktaran: Katılımcı Girişimcilik Modeli(İzmir’de Çok Ortaklı Şirketlerin Analizi) Proje Koordinatörü: Recep Kök, Danışmanlar: Hüsnü Erkan, Nevzat Güran; Proje Ekibi: Recep Kök, Sabahat Bayrak, Nevzat Şimşek, İzmir Ticaret Odası (Basımda), 1999).

edildikçe gelişen bir yaklaşımdır. Değişen iş kollarına ayak uyduran bir düşünme tarzıdır.

İşle ilgili her durum için bütüncül bir resim çizen teori, resimde sunulan parçalara bakıldığında bir çok örnek-olay analizinde esas olacak daha önce fark edilmeyen boyutların görülmesini sağlar. Kısaca oyun teorisi iş stratejilerinin en büyük fırsatlarından bazılarının yakalanmasını mümkün kılar.

1.3.2. Rekabet Olgusu ve İşleyiş Mekanizması

Rekabet mekanizmasının ana odağına yerleşen her bir işletme “Harvard Elması” olarak bilinen değerler ağı içinde kendini bir oyun kurucusu olarak görmelidir. Burada yalnızca değerler ağına ilişkin bir şema yardımıyla piyasanın aktörleri ve mekanizmanın işleyişi ile ilgili kısa bir bilgi vermek yararlı olacaktır.



Şekil 1.1 Değerler Ağı 1

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi değerler ağının dikey boyutunda müşteriler ve tedarikçiler yer alırken, hammadde ve işgücü gibi üretim faktörleri tedarikçiler yoluyla firmaya girmekte ve kaynak kullanıcısı olan firmada bir süreçten geçerek de müşterilere ulaşmaktadır. Bu malların parasal değeri ise ters yönde, müşterilerden firmaya, oradan da tedarikçilere akmaktadır. Değerler ağının yatay boyutunda da tamamlayıcılar ve rakipler

olduğunu belirtirsek, firma tamamlayıcıları şu şekilde tanımlanmaktadır¹⁶:

“Müşteri, sizin ürününüze diğer oyuncunun ürünü ile birlikte iken, tek başına olduğundan daha fazla değer verirse o oyuncu tamamlayıcınızdır.”

Örneğin, otomobil endüstrisinde, makine ve elektrik donanımının yanı sıra tekstil türü mefruşat, asfalt kaplama yolları ve otomobil sigorta işlemleri birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Hatta bankacılık ve finansman şirketleri açısından, ülkemizde Ford ve Tofaş otomobillerinin pazarlanmasını kolaylaştıran Koçbank'ı, Toyota otomobilinin satışlarını kolaylaştıran Akbank'ı bile reel sektörün tamamlayıcısı saymak mümkündür. Geçtiğimiz son yıllarda otomobil satışı kadar kredi satarak kazanç sağlayan Koç Holding ve Sabancı Holding'in bu stratejilerinin, piyasa paylarını genişletmelerine imkân sağladığı daha da iyi anlaşılabilir. Aslında tamamlayıcılık her zaman karşılıklı bir süreç olarak görülebilir. Otomobil sigortasının “sıfır km.” otomobilleri tamamlaması gibi “sıfır km.” otomobiller de otomobil sigortasının tamamlayıcısıdır. Çünkü, insanlar ne kadar yeni otomobil satın alıyorsa o kadar da sigorta yapıyor demektir. Rakipler ise bunun tersidir:

“Müşteri, sizin ürününüze diğer oyuncunun ürünü ile birlikte iken tek başına olduğunda daha az değer verirse, o oyuncu rakibinizdir.”

Ülkemiz açısından Tofaş, Renault ve Toyota birbirlerinin klasik rakipleridir. Geleneksel yaklaşım, sizin bulunduğunuz endüstrideki diğer firmaları rakip görmekteydi. Ancak, günümüzde insanlar müşterilerinin sorunlarını çözme konusuyla daha yakın ilgilendikçe endüstriyel bakış açısının sorunumuzla ilgisi giderek kaybolmaktadır. Müşteri, firmanın kendine verdiği şeyin şu ya da bu endüstrinin ürünü olup olmadığına değil, sonucuna bakmaktadır. Bu tanım gereğince şu soruların cevabı aranmalıdır: “Müşterim, benim malıma daha az değer verecek başka ne alabilir? Başka hangi yollarla müşterim ihtiyaçlarını karşılayabilir?” Bu sorular daha derinlikli bir yaklaşım gerektirmekte ve daha uzun bir

¹⁶Brandenburger- Nalebuf; 1998, ss.35-36; (Aktaran:Kök ve diğerleri, 1999).

rakipler listesi çıkarmamızı zorlamaktadır. Örneğin bankacılık ve bilgisayar gibi iki farklı endüstride çalışan Microsoft ve Citibank, gelişen internet ağı sonucunda e-para, kredi kartları ve on-line transferler yoluyla birbirlerinin rakipleri durumuna gelmişlerdir. Artık bankacılıkta değil, finansal hizmetler alanında tek bir pazardan söz edilmektedir. Bunun sonucunda rekabet, endüstri içindeki firmalardan, farklı endüstrilerdeki firmalar arasına kaydığı için, rakipler hem kendi endüstrilerinde hem de farklı endüstrilerde bulunabilirler.

Bu durumda, asıl iş, bu iş oyununa yeni oyuncular katmayı başarmaktır: İçinde bulunduğumuz değerler ağında dolaşırken “öğrenmeyi öğrenmiş insanlar”ın oynadığı iş oyununu özel ve kamusal yarar sağlayan tüm organizasyonlara taşımak mümkündür¹⁷.

Şimdi iş oyununda yer alan yukarıda açıkladığımız iki temel simetriyi dikkate aldığımızda, dikey boyuttaki müşteri ve tedarikçi simetrik roller oynarken, “katma değer”i yaratan eşit ortaklar olarak bilinir. Katma değer kavramı, herhangi bir oyunda kimin güçlü olduğunu anlamanın temel anahtarı olup her oyuncunun oyuna yaptığı katkısını gösterir ve şu tanım çıkarılır¹⁸.

“Siz ve diğer oyuncular oyundayken pastanın büyüklüğünü göz önüne alın ve diğer oyuncuların, siz olmadan ne kadar büyüklükte bir pasta yapabileceklerini düşünün. Aradaki fark sizin katma değerinizdir.”

Örneğin, altı yıl önce Egeli bir grup tekstil ve konfeksiyon üreticisinin bir araya gelerek KOBİ’lerin içinde buldukları zorlukları aşmayı planlamaları sonucu, 99 şirketin güç birliği yapmasıyla bir sektörel dış ticaret şirketi olarak kurulan EGS, günümüzde ortak şirket sayısını 500’e çıkararak bankacılıktan turizme uzanan bir faaliyetler zincirini gerçekleştirmeyi başarmış (her ne kadar 2001 krizinden dolayı bankacılık sektöründen çekilmek zorunda kalmışsa da) ve 20’yi aşkın şirketler topluluğu haline gelmiştir¹⁹. Bu süreçte her bir şirketin katma değer yaratma

¹⁷ Sarıhan, 1998, s.225.

¹⁸ Brandenburger-Nalebuf, 1998, s.64.

¹⁹ Recep Kök ve diğerleri, 1999.

etkinliği, iş oyunundaki başarısı ile de ölçülebilir. Çünkü topluluğu oluşturan her bir şirket tek başına faaliyet göstermiş olsa idi pastayı daha da büyütme şansları olamayacaktı. Bu değerlendirmeye göre, en önemli görünen şey “bir oyuna birçok perspektiften bakmayı başarabilmektir”. Bu başarıda hem sizin kendi perspektifinizin hem de diğer oyuncunun perspektifinin payı olmalıdır. Bu basit görünen düşünce, muhtemel oyun teorisinin en derinlikli yaklaşımlarından biridir.

Örneğimizdeki EGS vb. şirketler topluluğu, ileri teknoloji ve daha üst üretim aşamalarına yönelerek uluslararası rekabette “marka” yaratma stratejisini de başarabilirler ise, hem ortaklar hem de bütün çalışanlar, uluslararası tekstil sektörünün yaratmış olduğu katma değerden daha büyük pay alabileceklerdir. Fakat, global tüketici nazarında yaratılmış bir “Türk Malı” imajı olmadığı için, aynı kalitede olmasına rağmen Türk mallarının daha ucuza satılması sonucu, iç pazardaki başarılar dış pazara taşınmamaktadır. Zira, global krizin henüz aşamadığı günümüzde, tekstil sektörü, plansız yatırımcılığın ve dünya ölçeğinde marka oluşturamamasının sonucu küresel piyasadaki yeterince pay alamamaktadır. Günümüzde, kendine özgü işletme ve tanıtım stratejisi olan firmalara ait markalar piyasalarda hak ettiği yeri almakta ve kalıcı piyasa payları oluşturmaktadır. Tüketicilerin tanınmış markaları kullanma eğilimi giderek arttığı içindir ki, tanınmış marka sahibi uluslararası kuruluşlar üretimlerini ucuz işgücü olan ülkelerde yapmakta ve ürünlerin üzerine kendi markalarını koyarak daha yüksek kazançlar sağlamaktadırlar. Türkiye’de de bölgesel ölçeklerde tanınmış marka oluşturma zamanı gelmiştir. Bu da ancak katılımcı girişimcilik ve artan verimliliğin yarattığı sinerji ile başarılabilir. Aksi takdirde krizin ardıl etkileri dalga dalga genişleyecek, ortaya çıkan durgunluğun etkisi ile daralan iç pazarlarda sektör bütünü daha da zor duruma düşecektir.

Şimdi de, marka yaratma yoluyla oyuna yeni müşteriler sokma stratejisini başardığımızı kabul edelim. Yeni müşteriler, katma değer yaratma bağlamında oyuna yeni tedarikçileri dahil edecektir. Bu süreçte oyuna yeni tamamlayıcıları, hatta bazı durumlarda yeni rakipleri de sokacaktır. Dolayısıyla elde edilebilecek kazançların en somutu oldukça açıktır: Kazanç pastası

büyüdüğünde, daha çok müşteri, daha çok satış, daha çok kâr demektir. Yani, üretici ve satıcının kazancı iki yanlı hale gelmektedir. Hem pasta büyümekte, hem de pastadan alınan pay artmaktadır. Klasik süreçteki klasik “kazan-kaybet” ikilemi ya da “rakibinizi öldürün” ilkesi kısa dönemde fiyat savaşları sonucu “kaybet-kaybet”e dönüşebilecekken; oyunu değiştirme ve daha iyi strateji oluşturma yöntemiyle “kazan-kazan”a ya da herkesin kazandığı ortaklaşa rekabete dönüştürülebilecektir. Özetle, rakipleri oyuna sokmak için²⁰:

- Para kazanmak ve piyasada zorlanmamak için geliştirdiğiniz teknolojinin lisansını verin.
- Alıcıların sizin teknolojinizi kullanmasını sağlamak için onlara yardım edin.
- Kendi işinizi kendiniz yapın ve firmanız içinde takımlar arası iç rekabet yaratın.

Bu basit yaklaşımdan da anlaşıldığı gibi geleneksel mantığın hatası, “kazan-kazan stratejileri” olasılığını görememesidir. Yani, işi savaş gibi gören geleneksel yaklaşım, herkesin bir birini taklit ettiği yarışta fiyat düşürücü, pazar payı kaybedici sonuçlarla karşılaşabilir. Bu durumda, rakibiniz bir adım ileri attığında, siz iki adım geri atma zorunda kalırsınız. O zaman da ileride herkesin bir adım geri adım atmak zorunda kaldığı net sonuç sadece zarar verici değil, öldürücü olduğu için aşağıdaki ilkedен hareketle herkesin sağlıklı ve “tatmin edici kâr içinde” yaşaması kurumsallaştırılabilir.

Kazandır-Kazan + Kazan – Kazandır \implies KAZAN - KAZAN

1.3.3. Rekabet Olgusu ve Girişimcilik

Sermayenin ve bilginin sinerjik etkisinden yararlanarak, belli kurallar çerçevesinde yapılan bir yarış iş edinme olarak tanımlayacağımız “rekabetçi girişimcilik” ve rekabet olgusunun stratejik boyutlarının kavranması iktisadi hayatın en önemi haiz konularından biridir. En başta, yapısal ve davranışsal şartlar çerçevesinde rekabetin fonksiyonları, rekabet süreci ve rekabet

²⁰ Brandenburger-Nalebuf, 1998:129 (Aktaran: Recep Kök ve diğerleri, 1999.)

yapısı gibi olguların bilgi toplumu olma yolunda içselleştirilmesi gerekir²¹.

Rekabet, nispeten adil bir yarışma ortamında, birden çok benzer konumdaki katılımcının, yarışma kurallarına bağlı kalmak kaydıyla eş anlı olarak kıt bir şeyi veya istenilir bir konumu kazanma amacıyla, yaptıkları çabalar olarak tanımlanır iken; rekabet olgusu da, bir yandan çeşitli özgürlüklerin diğer yandan da kısıtlamaların yarattığı bir ortamda ortaya çıkan yarıştır. Girişimcinin ana amacı kazanmak olsa da kazancın tatmin edici ve kalıcı olması için sağlanması gereken gerekli şart, rekabetin başarılmasıdır. Yirmi birinci yüzyılın en fazla tüketilen kavramı olan rekabeti de, pür ekonomik anlamıyla, sınırlandırılmış coğrafyaları aşan küresel rekabetle çerçevesinde incelemek gerekir²².

Bu bağlamda işletmecilik açısından küresel rekabet: Bir işletmenin gelişip büyümesi, yenilenmesi hatta mevcut durumu koruyabilmesi için de olsa tüm faaliyetlerini dünyadaki değişim sürecine göre oluşturmasıdır. Demek oluyor ki, “rekabet ve işbirliği” kombinasyonu, yeni ve dinamik bir yapının çağrışımını yaptırmaktadır. Bu yapıdaki bireysel firma liderleri, muhalefeti yok etme zorunda kalmadan herkesin kaybettiği savaşı kendisinin de kazanamayacağını bilen bir strateji -oyun teorisi- geliştirmek durumundadır²³.

Örneğin yaratıcı girişimciliğin amaçlarından biri olan ileri teknoloji ve daha üst üretim aşamalarında uluslararası rekabette “marka” yaratma stratejisi başarabilirlerse hem girişimciler hem de bütün çalışanlar, yaratmış olduğu katma değerden daha büyük pay alabileceği gibi global anlamda tüketici nazarında yaratılmış bir

²¹ Hüsnü Erkan, Sosyal Piyasa Ekonomisi (Ekonomik Sistem ve Piyasa Ekonomisine İşlerlik Kazandırılması), 5. Baskı, Konrad Adenauer Vakfı Temsilciliği, İzmir, 2001, ss. 138-152)

²²Erdal Türkkân, Rekabet Teorisi ve Endüstri İktisadı, Turhan Kitabevi, Ankara, 2001, s.69).

²³ Katılımcı Girişimcilik Modeli (İzmir’de Çok Ortaklı Şirketlerin Analizi) Proje Koordinatörü: Recep Kök, Danışmanlar: Hüsnü Erkan, NeDEAt Güran Proje Ekibi: Recep Kök, Sabahat Bayrak, NeDEAt Şimşek, İzmir Ticaret Odası (Basımda), 1999).

“Türk Malı” imajı ile kalıcı bir rekabet gücü oluşabilir. Zira, global krizin hala aşılamadığı günümüzde, Türkiye açısından plansız yatırımcılığın ve dünya ölçeğinde bir marka oluşturamamanın sonucu küresel piyasadaki yeterince pay alınmamaktadır.

Bir firmanın rekabet olgusu nedeniyle yapamadıkları ve yapmak zorunda kaldıkları aksiyonlar olarak tanımlanan “rekabet baskısı” ve bu “baskısının derecesi”, rekabet performansının ölçülmesinde o derece önemi haiz ki, rekabet olgusunu, “rekabet baskısı” na kumanda eden tüm faktörler ve rekabet baskısının yol açtığı tüm sonuçlar olarak nitelendirmek mümkündür. Rekabet baskısından söz edebilmek için gerekli ilk şart, her firmanın hem kuvvetli bir rekabet baskısı hissetmesi hem de kuvvetli bir rekabet baskısı yaratabilmesidir. Hissedilen ve yaratılan baskı arasındaki ilişkinin niteliği başlı başına bir analiz konusudur. Basit bir çerçeve ile “optimum rekabet baskısı”, rekabet baskısının marjinal toplumsal faydasının, rekabet baskısının marjinal toplumsal maliyetine eşitlendiği bir düzey olarak açıklanmaktadır.

Rekabet baskısının ölçülmesinde başvurulan en yaygın yöntemlerden biri “rekabet baskısı indeksleri”dir. Örneğin bir firmanın, rekabet baskısının olmaması durumunda uygulayacağı fiyat ile baskının olması durumunda uygulamak zorunda kaldığı fiyat arasındaki fark bir indeks şeklinde düzenlenebilir.

Yine AR-Ge harcamaları, karlılık oranları esas alınarak baskı indeksleri geliştirilebilir. Baskının büyüklüğü aşağıdaki formüle edilmiş yaklaşımla ölçülmektedir²⁴.

$$RB = (r_0 - r_1) / r_0$$

RB: Rekabet baskısı düzeyi

r₀: Rekabet baskısı olmadığı durumda baskı göstergesi (AR-Ge harcaması gibi)

r₁: Rekabet baskısı olduğu durumda ortaya çıkan baskı göstergesi’ni göstermektedir.

Regülasyon’u zorunlu kılan nedenlere gelince, bu durum, firma-firma, firma-devlet ve devlet- devlet ilişkilerinin

²⁴ Türkkan, ss 74-84 .

çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Bu ilişkilerin de regülasyon alan ve düzlemlerinde ortaya çıkan tehdit ve fırsatlarla bağlamında analizi gerekmektedir. Nitekim, “bir regülasyon modelinin performansı, bu çok farklı ve pratik olarak çok sayıdaki tehdit ve fırsatın algılanabilmesi ve değerlendirilebilmesine bağlı olarak ölçülmektedir”²⁵.

Yukarıda belirtilen her üç ilişki düzleminde izlenebilecek bu dinamik, “mevcut fırsatlardan yararlanma ve tehditlerden korunma veya fırsat ve tehdit yaratma gücünün nispi etkinliği olarak tanımlanan “stratejik performans” kavramıyla açıklanmakta; bu performans olgusundaki nispi gerilik yada gelişme fırsatlarının bir “regülasyon rekabeti baskısı” yaratacağı öngörüsüne dayanmaktadır. Rekabet baskının şekilde yer alan üç düzlemde, regülasyon alanlarının yeniden dağılımına yol açtığı görülmektedir.

Regülasyon rekabeti baskısı, önce devletler arası düzeyde kendini hissettirmektedir. Tarihsel kalkınma süreci değerlendirildiğinde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bağlamında bu baskının ne tür sonuçlar doğurduğu, hatta coğrafya sınırlarının bile değişmesinin nedenlerinden biri olduğu bilinmektedir²⁶.

Firma-firma ilişkilerinde en yaygın regülasyon biçimi “ortak firma regülasyonu”dur. Bir çok firmanın anlaşma, işbirliği veya pazarlık yoluyla aralarındaki ilişkinin belirlenmesidir. Örneğin piyasanın bir firmanın hakimiyet alanına girmesi halinde hakim/lider firma regülasyonundan veya pazar paylarının belirlenmesi bağlamında “piyasa regülasyonu”ndan söz edilebilir.

²⁵ Türkkan, s.124.

²⁶ Türkkan, s.114

1.3.4. Rekabet Olgusu ve Rekabet Türleri

Piyasa ekonomisinde fonksiyonel işlerliğin merkezi unsuru olan rekabet, ekonomik sistem olarak piyasa ekonomisinin özde işlerliğini sağlayan süreç politikalarının esasını oluşturmaktadır. Bu süreçte rekabet özgürlüğü ön koşul iken, rekabetçi sürecin aktörleri/firmalar, küresel rekabette paralel bir süreci esas almakta ve yaratıcı rekabetin sonucu olan birçok politikaya başvurmaktadırlar²⁷.

Bu politikalardan fiziki ve beşeri sermaye, doğal kaynaklar vb. üretim faktörlerinin en uygun büyüklüklerle, uygun yerlerden tedariki ve uygun zamanda en uygun fiyattan üretim sürecine hazır girdi haline getirilmesi, tedarik eksensiz rekabet olgusu olarak bilinir. Bu tedarik süreci, daha önce ifade edilen değerler ağının bütününe desteklemekte ve çoğu zaman endüstri sınırlarını aşmakta ve firmaların pazarlık gücüyle şekillenmektedir.

Yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde Ford'un öncülük yaptığı seri üretim stratejisi ve üretimin rekabet gücü üzerindeki etkisi, üretim ve ürün farklılaştırması eksensiz rekabet olgusu ile açıklanabilir. Bu olgu günümüzde yerini farklılaştırılmış çok ürünlü üretim sistemine/ürün grubuna, hatta hayatı daha da kolaylaştıran hizmet farklılaştırmasına terk etmiştir. Chamberlin'in tanımladığı bu ürün grubunun alıcıları, ürünün gerçek özellikleri hakkında tam bir bilgiye sahiptirler. Eğer bir bilgi açığı doğar veya bilgi edineme maliyeti söz konusu olursa ortaya çıkan hayali ürün farklılaştırması rekabetin kaybedilmesi sonucunu doğuracaktır. Bu bağlamda uluslararası ürün çeşitlendirmesi, yeni ürün piyasalarına yönelen firmalar için popüleritesi yüksek bir stratejidir. Bu ürün rekabeti yatay *-model, renk ve desen gibi değişiklikleri içeren ve aynı fiyattan arzı konu olan-* ve dikey *-ürünün kalite düzeyindeki gelişmeleri içeren ve farklı fiyatlardan arzı konu olan-* ürün farklılaştırması üzerine kurgulanmakta ve rekabetin küresel piyasaları etkileyen yerleşme sonucunu doğurmaktadır.

1960'lı yıllarda belirlenen üretim eksensiz rekabet, 1970'li yıllarda maliyet eksensiz rekabete kaymış ve 1980'li yıllardan itibaren

²⁷ Hüsnü Erkan, ss.120-124.

de daha avantajlı sonuçlar doğurmayı başarmıştır. Bu başarının analitik sonuçları matematiksel formüllerle daha iyi açıklanabilir.

İhracat fiyat indekslerinden hareketle rekabete konu olan ülkelerin fiyat göstergeleri esas alınıp, bu fiyatlar üzerinde reklam etkisi ön plana çıkarıldığında ürün fiyatları ve reklam eksenli rekabetten söz edilebilir.

Üretim ölçeği ile uzun dönem maliyet yapısı arasındaki ilişki bağlamında ölçeğe göre getiri kavramı ile ölçek ekonomileri eksenli rekabet açıklanabilir.

Ayrıca teknolojik değişme ve ilerlemenin katsayılarının belirlenmesi ve dönemler itibariyle oluşturulan göstergelerin karşılaştırılması üzerine kurulu teknoloji ve kalite eksenli rekabet söz konusudur. Bu daha çok yenilik ve taklit yaratıcılığının parametrelerini oluşturmaya yönelik teknoloji modellerinin veya beşeri faktör eksenli yöntemdeki gelişmelerin haritasından hareketle bir tür “hiper rekabetin” temel itici güçlerinden biri olarak görülür.

Kapasite kullanım oranının düşüklüğü artan birim maliyetlerine, yüksekliği ise azalan birim maliyetlerine yol açmaktadır. Burada asıl olan, kaynaklara inilerek kapasite kullanım düzeyinin belirlenmesidir ki, bu kapasite kullanım eksenli rekabet olgusu olarak adlandırılmaktadır.

Eskiden üretim hacmini genişletmeyi amaç edinmiş firmalar yerine, günümüzde daha yüksek katma değer yaratan örgütsel ağlar dünyayı çepeçevre sarmaktadır. Özellikle ulus aşkın şirket evlilikleri bu gelişmeleri açıklayacak niteliktedir. Ölçme tekniklerinden yararlanarak yoğunlaşma indeksleri ne kadar geliştirilip izlenebilirse yol haritası o kadar daha belirgin olacaktır ki, bu yoğunlaşma eksenli rekabet olarak incelenmektedir.

Bilimsel buluş ve icatlar, yüksek AR-GE masraflarına katlanmayı ve kısa dönemde beklentileri en azda tutmayı gerektirir. Bu daha rasyonel kaynak kullanımı açısından her işletmenin katlanamayacağı risk/yük olarak görülebilir. Daha az riskle daha başarılı olmanın bir yolu aranırken transfer teknolojilerin kullanım sürecinde taklit, yaratıcılık ve/veya ürün/hizmet farklılaştırmasında yenilikler bulmak gerekmektedir. Bu çabaların

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

bütünü bilimsel buluş ve yenilik yaratma eksenli rekabet olarak tanımlanmaktadır.

1.4. Endüstriyel Rekabette Verimlilik ve Etkinlik

Son yıllardaki uygulamalı iktisadi araştırmaların çoğunun iktisadi büyümenin kaynakları ve nedenleri üzerine yoğunlaştığı bilinmektedir. “Bunun temel nedeni, ekonomik kalkınmayı gerçekleştiren güçlerin tam olarak tanımlanamaması ve birçok ülkede uygulanan kalkınma politikalarının bekleneni tam olarak verememiş olmasıdır.” Bu bağlamda, kalkınma ile verimlilik/etkinlik ve verimlilik ile fiziki faktörler (sermaye yatırımları vb.) arasındaki ilişkileri basit bir şekilde faktörler arası sebep-sonuç ilişkileriyle açıklamak oldukça güçtür. Burada bu güçlükleri değerlendirirken sadece teknolojik gelişmeler ve ölçek ekonomilerinin yaygınlaşmasını değil, aynı zamanda firma, endüstri ve hane halkı davranışlarına yönelik teorileri ayrıntılı bir şekilde ele almak gerekir. Firma ile piyasa arasındaki etkileşimin ve girdi çıktı açısından optimal kaynak dağılımı sağlanıp sağlanmadığı sorusunun cevabını bulabilmek için “verimlilik ve etkinlik” göstergelerinden yararlanmak gerekir. Piyasadaki fiyat farklılıklarından yararlanmanın ön koşulu, verimlilik ve etkinlik olgusunu sadece kısa dönemli kârlılık olgusu olarak değil, aynı zamanda tedarik ve satış piyasalarında davranış stratejisi oluşturabilmenin parametrelerini de ortaya koyabilmektir.

1.4.1. Verimlilik Kavramları ve Kapsamı

Verimlilik (productivity, la productivité) kelimesi genel olarak birbirinden çok farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Bu itibarla, verimlilik terminolojisi ile ilgili tartışmaya aşağıda ana başlıklar altında yer verilmekte ve bu tartışmalara bazı katkılar yapabilmek için de iktisadi hayatın etkileşim/sinerji sürecini yansıtan politika oluşumu, kavramlaşma olgusu ile birlikte ele alınmaktadır.

1.4.1.1. Verimlilik Tanımı ve Tarihsel Terminolojisi

O.E.C.E. (L'Organisation Européenne de Cooperation Economique) Verimlilik Grubu, verimlilik söz konusu edildiğinde emek verimliliği terimini tercih etmektedir. Verimliliğin bu anlamda kullanılması, çeşitli ülkelerde yapılan çalışmaların birbiri ile karşılaştırılmasını da kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, verimlilik üretim miktarı ile üretim unsurları arasındaki ilişkiyi açıkladığı için, girdilerin her birinin verimliliğinden veya diğer bir ifadeyle kısmi faktör verimliliğinden söz edilebilmektedir. Hemen şunu belirtelim ki, eğer verimlilik bir girdi adıyla tanımlanmıyorsa, emek verimliliği anlaşılmaktadır. Emegün verimliliğinden kast edilen şey tek bir işçi tarafından tüketilen enerji ya da çaba değil, iş gücünün ortalama iş verimidir.

“Verimlilik” kelimesinin doğuşu, çok eski zamanlara kadar uzanır. Literatürde ilk defa hümanist Agricola'nın *De Re Metallica* (1530) adlı eserinde kullanılmıştır. Fizyokratların XVIII. yüzyıldaki çalışmaları ile kelime açık bir anlam kazanmaya başlamış ve Le Littré (1833), verimliliği “üretme hassası” şeklinde tanımlamıştır. Larousse'un 1948-1949 tarihli baskısında da bu tanım yer almıştır.

XX. yüzyılın başından bu yana, iktisatçılar verimlilik kelimesini daha fazla açıklığa kavuşturmak istemişler ve üretimle üretim girdileri arasında bir oran olarak anlamaya başlamışlardır. Özellikle, Albert Aftalin'in “Les Trois Notions De la Productivité Et Les Revenus” başlıklı makalesi “Revue D'Economie Politique” adlı dergide yayımlandıktan sonra verimlilik açık bir anlam kazanmıştır.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'nın (OECD) M. Jean Fourastié başkanlığındaki bir komisyonun çalışması sonucunda verimliliğin bilimsel bir tanımı yapılmış ve “verimlilik; hasılanın üretim faktörlerinden herhangi birine olan oranıdır” şeklindeki bu tanım OECD'nin 1950 yılında yayınladığı

“Terminologie De La Productivité” adlı kitabın ikinci paragrafında yer almıştır²⁸.

Verimlilik ölçümünde belli bir ürünü veya çıktıyı elde etmek için istihdam edilen faktörlerle üretilen çıktıyı mukayese ettiğimize göre, çıktı ya onu üreten tek bir faktöre karşı ölçülebilir ki buna, kısmi faktör verimliliği, ya da onu üreten tüm faktörlere karşı ölçülebilir ki, buna da toplam faktör verimliliği diyoruz. Bu yönden verimlilik çeşitli faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan bir sonuç olarak değerlendirilmektedir²⁹. Belirli bir faktörün verimliliğini incelerken de, diğerlerinin etki derecesini göz ardı etmememiz gerekmektedir. Bu anlamda “verimlilik, hasılanın elde edilmesiyle ilgili bir etkinlik ölçümüdür.”³⁰. Nitekim, toplam faktör verimliliğindeki bir artış, tüm faktörlerin kullanımındaki etkin büyümeyi gösterir. Toplam faktör verimliliği iktisadi faaliyetlerin etkinliğinin en iyi biçimde açıklayan bir kavram olduğu için geniş anlamda büyüme kavramı ile ilişkilendirilmektedir. Kısmi faktör verimliliği ise, toplam faktör verimliliğindeki bir artışı zorunlu kılmayan ikame etkisi ile açıklanabilecek bir olgudur. Örneğin

²⁸ Jean Fourastie, La Productivite, Paris: Presses Universitaires de France, “que sais je?” 1959, s.10.

²⁹ Recep Kök, Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik- Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No 680, 1991, Erzurum, s. 37.

³⁰ Burada, verimlilik ile randıman kavramlarının farkına işaret etmek yararlı olabilir. Yukarıda belirtildiği gibi verimlilik çeşitli faktörlerin bir fonksiyonu olarak değerlendirilirken: randıman sadece birbiriyle direk sebep-sonuç ilişkisi gösteren iki unsurun birbirine göre değerlendirilmesidir. Örneğin: Erzurum şeker fabrikasında işlenen pancarın 1987 yılı fiili verilerine göre randımanı şöyle hesaplanmıştır (Kök, 1987).

$$\text{Rdt} = \frac{\text{Pancardan alınan şeker miktarı (\%)}}{\text{Pancardaki şeker varlığı (\%)}} = \frac{13.85/100}{16.66/100} = \%83.13$$

Burada, randımanla verimlilik arasında önemli bir benzerlik olmakla birlikte, randıman verimliliğinin bir alt determinantı olarak görülebilir. Çünkü, yukarıdaki örneğimize göre hammaddenin randımanındaki bir artış ilgili faktörün verimlilik artışına da katkıda bulunur.

emek verimliliğindeki bir artış, emeğin sermaye ile ikamesinden kaynaklanabilir³¹.

Terminolojideki anlamına sadık kalmak koşulu ile benzer tanımları da dikkate alıp şu şekilde bir genel tanım yapmak mümkündür: Verimlilik, dar anlamda hasılanın bir girdiye veya girdiler toplamına oranı olup, üretilen mal ve hizmetler miktarı ile bu üretimde kullanılan girdi miktarları arasındaki ilişkidir. Geniş anlamda ise tabiatta sınırlı olarak bulunan ve insan ihtiyaçlarının tatmini için üretimde kullanılan kaynakların etkinliğinin bir ölçüsüdür³².

1.4.1.2. Verimlilik Kavramının İktisadi Düşüncedeki Yeri

İktisatçıların kavram ile ilgilenmeleri modern iktisadi düşüncenin doğuşuyla başlar. Verimlilik kavramı, Jevons'un marjinal verimlilik teorisi yolu ile iktisat literatürüne girmeden önce, konu ile ilgili birçok tartışmalar mevcuttu. Burada Doğu ve Batı bilim adamlarının görüşlerine kısaca yer vermek gerekir. Örneğin, Gazali, muhtaç insanı, ihtiyaçlarını karşılayacak tarzda tasavvur ederek, düşüncelerini şöyle belirtir. Hayvanlar ihtiyaçlarını tabiattan hazır bulduğu halde, insanlar ihtiyaçlarını üretim faaliyetleri sonucunda (emek karşılığı) karşılama yoluna giderler. Bu özellik faaliyette bulunmayı zorunlu kılmış ve "insanın ihtiyaçlarını gidermek üzere çalışmaya başlaması, gittikçe karmaşıklaşacak olan iktisadi hayatın başlangıcını oluşturmuştur". Yani, insanın yaratılış özelliği önce iş bölümünü daha sonra da sosyal hayatın gelişmesine yol açmıştır. Gazali'ye göre iş bölümü, sosyal hayatın oluşumundan da öncedir. Verimlilik temelde işbölümü ile açıklanırken tüketim boyutuyla da ilişkilendirilmiştir. Gazali, kaynak kullanımının yanı sıra tüketim etkinliği olarak da tanımlayabileceğimiz bir ilke ortaya koymuştur. Ona göre

³¹ OECD, Productivity In Industry, Prospects and Policies, (May, 1986). ; Jean Fourastié, Le grand Espoir du xx^e siècle, idées nrt, Fransa, Gallimard, I^{er} trimestre 1963, ss. 55-56.; François Schakker, s. 81.

³² Erden Öney, Verimlilik Kavramları, Ankara: A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No. 265, 1968, s. 1.

yoksulluk en büyük felakettir. Felaketin temel kaynağı olarak gereksiz yere harcama yapmayı ve gerekli yere harcamada bulunmamayı görür.

İbn-i Haldun'a göre "her türlü kazanç ve mal, ancak emek sarf edilerek elde edilebilir". Yani üretimin ve her türlü zenginliğin kaynağı emektir. "Esas itibarıyla emek sarf edilmeden bir değer meydana getirilmesi mümkün değildir. Medeniyetin, mamurluğun, refahın kaynağı emektir, çalışmadır, üretimdir". Bugünkü anlamda sürdürülebilir rekabettir.

Gazâli ve İbn Haldun, çalışmayı hayatın bir parçası olarak değerlendirir ve refah için bir kutsiyet atfederler. Yine, Gâzali'nin yorumuyla İslâm'da çalışmayla ilgili "niyet" unsurunu dikkate alırsak, üretilen mal ve hizmetlerin elde ediliş biçimiyle ilgili üretim ve tüketim terbiyesi oldukça önemlidir. Çünkü, bu yaklaşım iktisat biliminde belli bir üretim miktarını en az girdi ile elde etme, ya da veri bir girdi setinden maksimum hasılayı meydana getirme analizlerine temel teşkil edecek niteliktedir.

Klasik iktisatçılardan Adam Smith'e göre de "...iyi yönetilen bir toplumda, halkın en alt kesimine kadar ulaşan genel zenginlik, bütün çalışma alanlarında işbirliğinin yol açtığı büyük üretim sonucunda gerçekleşmektedir."³³. David Ricardo'ya göre, "tarımda emek verimliliği trendi, hem kârları, hem de ilerlemeyi belirler ve verimlilik azaldıkça ücret mallarının değeri, onları üreten emeğin verimliliği ile ters yönde değişir."³⁴. Yani verimlilik, tasarruf, kâr ve iktisadi ilerleme arasındaki ilişkiyi dikkate alırsak, Ricardo işçilerin tasarruf edemeyeceğini vurgulayarak tasarrufu kapitalistlerin yapacağını söylemekte, ücret artışlarının kârlılığı azaltacağını belirtmektedir. Ayrıca ücretlerle tahıl fiyatları arasında ilişki kuran

³³ İbrahim Erol Kozak, İbn Haldun' a göre İnsan Toplum İktisat, İstanbul: Pınar yayınları, 19, 1984, ss. 83-84. ; Sabri Orman, Gazali' nin İktisat felsefesi, İstanbul: İnsan Yayınları, 5, 1984, ss. 146-147. ; Adam Smith, Ulusların Zenginliği, Çev. Ayşe Yunus-Mehmet Bakırcı, Alan yayıncılık, İstanbul, 1985, s. 23. Aktaran: Ahmet Çakmak, Verimlilik Değişmelerinin Sebep ve Sonuçları Üzerine Bir İnceleme, İstanbul: Basılmamış Doçentlik Çalışması, 1987, s.24.

³⁴ R.M. Hartwell, Introduction, D.Ricardo, Principles of political Economy and Taxation, Penguin Books, Middlesex, 1971, s. 17. Aktaran: Ahmet Çakmak, s. 25

Ricardo tahıl fiyatlarındaki düşüşün, üretim maliyeti düşüşüne yol açacağını ve reel ücret azalışlarının emek verimliliğini artıracığını savunurken, işçilerin hayat standardını tarımdaki verimliliğe bağlamaktadır. Marx'ta durum daha farklıdır: “Emek verimliliğindeki artışla birlikte, emek faktör fiyatı sürekli düşebilir. Ancak, ücretlerdeki bu düşüşle birlikte sermaye mallarındaki ve artı değerdeki giderek büyüyen artışlar işçi ile kapitalist arasında uzun dönemli sınıf çatışmalarına yol açacaktır³⁵.”

Bazı iktisatçılara göre, klasik ve neoklasik teorisinin bir sentezini temsil eden Marshall, verimliliği “beklentiyi yükseltme yolu” olarak tanımlarken, verimlilik artışının tasarrufların getirisini yükselteceğine ve yatırılabılır fonların çoğalmasına neden olacağına yani sermaye birikimini hızlandıracağına dikkat çekmektedir. Keynes, “hayat standardımızın verimliliğimize bağlı olması gerektiğini ve hayat standardımızın verimliliğimizden bağımsız olarak belirlenemeyeceğini kabul ediyorum”³⁶ derken, verimliliğin önemine işaret etmektedir.

Batı iktisatçılarından Smith, Ricardo, Marx ve Marshall teorik sistemlerinde, verimliliğe merkezi bir rol yüklerlerken, Keynes verimliliği oldukça önemsemesine rağmen belki içinde bulunulan iktisadi kriz döneminin arayışları sonucu, verimliliği talebin bir fonksiyonu olarak değerlendirmektedir. “1930’ların başlarında, Cambridge’deki büyük Keynes seminerleri yıllarında, seminerin önde gelen simaları olan Joan Robinson, Roy Harrod ve Abba Lerner tarafından Keynes’e, tekrar tekrar “verimlilikten ne haber?” diye sorulunca cevabı “istihdam ve talep yüksek ise verimlilik sorununu çözülmüş addedebiliriz” şeklinde olurdu³⁷. Keynes sonrasında, iki ana çizgi vardır: Birincisi Hicks ve Samuelson’un öncülük ettiği neoklasik sentezdir. Bu çizgiyi esas alan neoklasik marjinalist sentez bölüşüm teorisine kaynaklık ederken, ikinci çizgiyi oluşturan Post-Keynes’ci iktisatçılar

³⁵ Kral Marx, Kapital, Cilt. 1, Çev.Alaattin Bilgi, İstanbul, 1986, 3.b., s. 534. Aktaran: Ahmet Çakmak 32.

³⁶ J.M. Keynes, The Return to Gold and Industrial Policy I, Collected Works of J.M.K. Cilt. XIX, Activities 1922-1929, s. 415. Akt: Ahmet Çakmak, s. 40.

³⁷ F. Peter Duricker, Toward The next Economics, The Crisis in Economic Teory, basic books, New York, 1981, s.9-10. Zikr: Ahmet Çakmak, s.42.

marjinalist kriterlere dayalı bölüşüm teorisini reddetmektedirler³⁸. Post Keynesyen iktisata göre, “gelir farklılıkları, sadece ne doğal ne de iktisadi olaylardır, piyasa kuvvetlerinin olduğu kadar toplumsal ve siyasal gelenek ve kararların sonucudurlar”³⁹. Son olarak, Keynesyen çözümlerin ortaya çıkan yeni sorunları (stagflasyon vb.) çözümede yetersiz kaldığını söyleyen bir grup Amerikalı iktisatçının öncülük ettiği arz iktisatçılarının (supply side economics), arz ve verimliliği artırıcı tedbirler üzerinde yoğunlaşma gerekliliği ile ilgili düşüncelerini belirtmek gerekir. Örneğin, O.Eckstein ve M.Evans ekonominin arz yönünü belirleyen verimlilik fonksiyonuna dayalı çalışmalarında üretim maliyetlerinin azaltılması gerektiğini belirtmektedirler⁴⁰. Bu amaçla yapılacak vergi indirimleri Laffer eğrisi yaklaşımı ile temel araç olarak gösterilmektedir. Vergi indirimleriyle çalışmanın teşvik edileceği ve daha fazla tasarruflar sonucu yeni yatırımların ortaya çıkacağı ve azalan işsizlikle birlikte daha yüksek verimlilik düzeyine ulaşabileceği belirtilmektedir. Nihayet, artan verimlilik sonucu maliyetler düşecek ve azalan enflasyon etkisi ile reel ekonominin parasallaşma olgusunun yanıtıcı etkileri ortadan kaldırılacaktır⁴¹.

1.4.1.3. Verimliliğin Temel Belirleyicileri

Kavramla ilgili tanımlamaların ardından verimliliğin temel belirleyicilerinin ne olduğu sorusunu sorup teşhis ve takip yollarını bulmada kendi ışığımızdan yararlanmanın önemini belirtmemizde yarar vardır. Nitekim, bugün verimlilik hemen hemen bütün soyo-ekonomik ve siyasi konularla ilgili bulunmaktadır. Bunda, dünyanın ekonomik ve sosyal dengesi veya dengesizliği, bir ülkenin endüstriyel kapasitesi, halkın satın alma gücü veya hayat tarzı, okullaşma oranının yanı sıra bu oran içindeki aktif nüfusun meslek sahibi olma yoğunluğu, işçi ücretleri ve iş saatleri, işsizlik ve

³⁸ Ahmet Çakmak, s. 43.

³⁹ J.A.Kregel Income Distribution, A Guide to Post-Keynesian, Economics, s. 58. Aktaran: Ahmet Çakmak. S. 44.

⁴⁰ Vural Savaş, Keynezyen İktisat Yıkılıken, İstanbul: Fatih Yayınevi, 1984, s. 173. (42) Ahmet Çakmak, s. 40.

⁴¹ Vural Savaş, s. 178

ortalama insan ömrü, hatta iktisadi krizlerin dönemsel aralıklarının uzunluğundan ve yönetim felsefesindeki değişim hızına kadar uzanan bir çok faktör etkilidir.

Verimliliğin belirleyicilerinin istatistiksel olarak daha geniş bir şekilde açıklanması ve yorumlanabilmesi gerekir. Örneğin: OECD ülkelerinden birçoğunda verimlilik ölçümü ile ilgili önemli düzeyde araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmaların ortak özelliği çeşitli faktörlerin verimlilik üzerindeki etkisini istatistiksel olarak ölçmeye yöneliktir. Bu çalışmalar genellikle verimlilik artışının anahtar unsuru olan teknolojik ilerleme ve ölçek ekonomilerini, yatırımlar ve sermaye gücünü, emek ve eğitim kalitesini, yaş ve cinsiyet bileşenlerini ve hükümet politikaları vb. hususları kapsamaktadır.

Bu yeni yaklaşımlar çerçevesinde artan verimlilik açısından hangi tür faktörlerin uzun dönemli etkide bulduklarının tespiti önem kazanmaktadır. Uzun dönemde verimliliğe yol açan faktörlerin kısa dönemde daha etkili olacağı bilinmektedir. Bu ayırım, yatay kesit ve zaman serisi verileriyle açık bir şekilde ortaya çıkarılabilir. Bu teknik ilişkiler esasen verimliliğin yanı sıra bir etkinlik göstergesi ile ilişkilidir. İstatistiksel olarak kısa dönemde verimlilik göstergelerinin izlenebilmesi, çeşitli tedbirlerin alınmasına rehberlik edebileceği gibi yardımcı olur. Uzun dönemde izlenebilecek gerçek gelişmeler, bir endüstri veya işletmenin faaliyetlerine esas girdilerle ilgili parametrelerle farklılıkların veya alternatiflerin ortaya çıkmasını sağlar.

Sermaye, emek ve yatırımlar hemen tüm araştırmalarda temel faktörler olarak dikkate alınmakta ve diğer üretim faktörleri ile ilgili bağları farklı şekillerde incelenebilmektedir. Bu bağlamda, üretim faktörlerinin karşılıklı etkileşim durumlarının verimliliğe tesir eden önemli etkenlerden biri olduğunu söylemek mümkündür. Verimlilik, üretim faktörlerinin özgün yapılarıyla ilgili olduğu kadar, faktörler arasındaki tamlama ve bütünleşmeye bağlıdır. Bu bileşim ve dönüşümün parametrelerini etkileyen bir dizi eşzamanlı stratejik yaklaşımın yapı, yönetim ve performanslarını bulmak gerekir. Ayrıca kapasite kullanım oranı, sermaye hasıla oranı, sermaye emek oranı, verimlilik seviyesi ile faktör çeşitlerini açıklamada stratejik kabul gören sermayenin

kullanım oranı gibi çeşitli yöntemlere de başvurulmaktadır. Örneğin, sermaye-hasıla oranı, kalkınma planları ana hatları ile oluşturulurken, genellikle yıllık hasılda bir birim artışı gerçekleştirecek ilave yatırımları tahmin etmede başvurulan bir yöntemdir. Burada önemli olan diğer bir husus sermaye ile işbirliği gereken bütün üretim faktörlerinin artırabilmesinin mümkün olup olmadığına bakmak gerekir. Dolayısıyla reel sermaye stokundaki her birim artışın hasılda da bir artış meydana getirmesini beklemek ve yeterli koşulların sağlandığını kabul etmek izahı güç bir yaklaşım olur⁴². Sermaye emek ikamesi, emek verimliliğinin önemli bir kaynağı olarak tanımlanmıştır. Uluslararası karşılaştırmalarda önemli bir araç olan sermaye emek ikamesini hesaplayan Kentrick'tir. 1960-1973 döneminde Türkiye'nin yer almadığı dokuz ülkeyi kapsayan mukayeseyi incelemek mümkündür⁴³.

Ayrıca, bir endüstride firmalar arasındaki teknik değişimin yayılması ve çeşitli endüstriler arasındaki geçişliliğin, verimlilik artışının önemli bir kaynağı olarak değerlendirildiği bilinmektedir. Toplam verimlilik artışı, endüstride hantallaşanların piyasadan çekilmesine, yeni teknoloji üreten veya transfer eden firmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Zira, bir endüstrideki verimlilik artışı dışsal ekonomiler veya ara malların kalitesindeki gelişme aracılığıyla diğer endüstrilere yansımaktadır.

1.4.1.4. Verimlilik ve Ölçek Büyüklüğü

Firma büyüklüğü ve verimlilik ilişkisine geçmeden önce, firma büyüklüğünü belirleyen kriterler nedir? Ölçek büyüklüğünün, firma ya da endüstrinin hayatiyetini devam ettirmede bir payı var

⁴² Erden Öney, İktisadi Planlama, Gözden Geçirilmiş 4. B; Ankara: Savaş yayınları, 1985, ss. 62-63.; F.Harbisson and C.A. Myers, "Manpower and Education", Country Studies in Economic Development, McGraw Hill, New York, 1965, s. IX, (Zikr: Erol Çakmak, s. 6).

⁴³ OECD, Productivity In Industry, s. 6. ; Ahmet Gökçen, Girdi-Çıktı Madellerinin İşığı Altında, Ekonomik Yapı Değişikliği, -Türkiye Ekonomisine Bir Uygulama Denemesi – (Basılmamış Doktora tezi), İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, 1976, s. 11.

mıdır? sorularının cevabını vermek gerekir.

George Stigler, hayatta kalabilme sırrını “en uyumlu olan (kuvvetli olan) yaşar” doktrini ile açıklar. Buna göre, zaman içerisinde en düşük maliyetli firmalar yaşayabilecektir. Diğer bir ifadeyle, farklı büyüklükteki firmaların rekabetini etkin kaynak kullanımına bağlar. Buna göre, endüstride bulunan firmalar veya işletmeler büyüklüklerine göre sınıflandırılır. Firma sınıflamasında, çoğunlukla çalışan sayısı ya da endüstri kapasitesinin yüzdesi olarak tanımlanan üretim kapasitesi belirleyici kriter olarak kabul edilmektedir⁴⁴. Daha sonra her bir firmanın piyasa payı dikkate alınmaktadır. Bu tür sınıflandırmalarda firma ya da işletmeler, küçük, orta ve büyük ölçekli olarak tasnif edilmektedir. Bu büyüklük tasnifinde, tek başına piyasa payı veya ölçek ekonomilerini dikkate almak bazı sakıncalar doğurabilir. Bu itibarla, teknoloji, faktör fiyatlarındaki değişimler, giriş engelleri, firma amaçları gibi çok çeşitli faktörlerin dikkate alınması gerekebilir. Bu konuda teorik açıdan şu hususu ifade etmek yararlı olabilir.

Maliyet eğrilerinin U şeklinde olmaması, işletme büyüklüğünün belirsiz olmasına neden olmaktadır. Bu durum, tam rekabet modelini geçersiz kılmaktadır. Aslında gerçek hayatta firmaların faaliyetlerini sürdürdükleri piyasa yapısı ya oligopol ya da tekelci rekabet piyasasıdır. Endüstri büyüklüğü belli iken, marjinal maliyet eğrilerinin eğimi, marjinal gelir eğrisinin eğiminden küçük olduğu sürece, maliyet eğrisinin şekli belli bir öneme sahip olmayabilir⁴⁵.

⁴⁴ A. Chiang, *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, Second Edition, Tokyo, McGraw- Hill, 1974, ss.173-174., ; James M. Henderson and Richard E. Quant, *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*, Third Edition, Tokyo, McGraw Hill, 1980, s.177.

⁴⁵ Eugene F. Brigham, James L. Pappas, s.259, - A. Koutsoyiannis, ss.147,149. ; David Rusforth, Graham Bannock, “Küçük ve Orta Büyüklükteki Teşebbüslerden Bürokratik Yükün Kaldırılması Sempozyumu, 11-13 Ocak 1988 İstanbul”, TOBB Yayın No. Genel 55, TDB-8, 1988, ss.5,13. ; Antonio Camacho and William D. White, “Annote on Cost of Control and the Optimum Size of Firm”, *Journal of Political Economy*, Vol.89, No.21, 1981, s.407. ; Randy Nelson, “Scale and Productivity: A comment”, *International Economic Review*, Vol.28, No.2, June 1987, s.538.

Bu bağlamda, ampirik çalışmalardan bazı örnekleri gözden geçirmek yararlı olacaktır. Mühendislik yaklaşımıyla ölçek büyüklüklerini tahmin etmede çeşitli kurallar vardır. Bunlardan en popüler olanı Chilton (1960) tarafından ortaya atılan "Onda-Altı" kuralıdır. Chilton aynı tür ekipmana sahip iki farklı büyüklüğün sermaye maliyetini şöyle formüle etmiştir⁴⁶.

C_1 , C_2 ekipman maliyetlerini gösterirken Y_1 , Y_2 işletmelerin kapasitesi olsun. Buna göre,

$$C_2 = C_1 \left(\frac{Y_2}{Y_1} \right)^{0.6} \quad (1.2)$$

Sermayenin fiyatı genel olarak sabit alınırsa, sermaye maliyeti

$$X_k = \alpha_k Y^{\beta_k} \text{ yazılabilir.} \quad (1.3)$$

X_k , Sermaye maliyeti; Y , kapasiteyi gösterirken α_k ve β_k sabitler olup, β_k i genellikle sermayenin ölçek etkisi olarak adlandırılır. Her bir girdi için aynı fonksiyonel biçimi yazmak mümkündür: $X_i = \alpha_i Y^{\beta_i}$

Sermaye girdisi veri iken, ölçek ekonomilerinin varlığı Moor (1959) tarafından test edilmiştir. Beş endüstrinin referans alındığı tahminle ilgili olarak β_k 'nin tahmin değeri 1'den küçük çıkmıştır. Burada ölçeğe göre sabit getiri tezi reddedilmemiş ve %95 güven derecesinde $\beta_k = 1$ olarak hesaplanmıştır.

Hindistan'da tarım alanında yapılan bir uygulamada ise tarım çiftlikleri büyüklükleri ile verimlilik arasında, ters yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucunda, 10 hektardan küçük olanlar küçük, 10 hektardan büyük olanlar ise büyük ölçekli işletme olarak kabul edildiğinde, küçük ölçekli firmalarda toprağın hektar başına verimliliği daha yüksek çıkmıştır. Firma büyüklüğü ve verimlilikle ilgili tahmin için basit doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır.

$$Y_i = \alpha + \beta h_i \quad (1.4)$$

⁴⁶ Lewrence J. Lau and Shuji Tamura, s.1168.

Burada, h_i , firma büyüklüğünün logaritmasını; Y_i ise hektar başına yıllık çiftlik hasılasının logaritmasını gösterir. Bu araştırma sonuçlarına göre, verimlilikle firma büyüklüğü arasındaki ters yönlü ilişki oldukça güçlü çıkmıştır. Şöyle ki, firma büyüdükçe, hektar başına üretimin %40'a yakın azaldığı görülmüştür.

Bu konuda birçok uygulamaya baktığımızda iki ana argümanın sorgulanması gerekir: Birincisi, büyüklük rekabet etme gücünü belirlemede temel bir kriter midir? İkincisi ise, uygun ölçek nedir? Bu konuda, ürün heterojenliği, çeşitli nitelikteki emek girdileri, verimlilik ve kâr oranı gibi performans ölçütleri, piyasa gücünün belirlenmesinde rol oynadığı için tek başına ölçek büyüklüğü tatmin edici değildir. Yani, ulusal piyasası içinde optimal olan bir işletme büyüklüğü, uluslararası bir değerlendirmede optimal olmayabilir.

Öte yandan, ticaret üstünlüğü (avantajı) ile nispi firma büyüklüğü arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığı da test edilmiştir. Örneğin, Almanya'daki benzer bir endüstri ya da firmaya karşı, büyüklük avantajına sahip olan bir Fransız firmasının, bu endüstride ticaret üstünlüğüne sahip olup olmadığı test edilmiştir. Herhangi iki ülkedeki özel bir endüstrinin ticaret üstünlüğü iki ticaret akımındaki farkın, onların ticaret toplamına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Örneğin, Fransız konfeksiyon ihracat ve ithalat toplamı 60\$, Almanya'nınki ise 40\$ olsun. Bu üründe Fransa'nın ticaret üstünlüğü $(60-40)/(60+40) = \%20$ olacaktır⁴⁷. Değişkenler arasındaki bu ilişki, ticaret üstünlüğü üzerinde endüstriyel yapının etkisinin olduğunu belirtmektedir. Burada esas amaç, ölçek büyüklüğünün ticaret üstünlüğü üzerindeki etkisini tanımlamaktır.

Eğer, nispi bir ölçek büyüklüğünün, ticaret üstünlüğü üzerindeki etkisi dikkate alınmazsa, ölçek ekonomileri ve düşük fiyatların devamlılığı, nispi ölçek büyüklüğünün bir fonksiyonu olarak ticaret üstünlüğünü belirleyen temel unsurlardan biri olur. Nispi ölçek büyüklüğünün regresyon katsayısının nispi emek

⁴⁷ N. Owen, "North Holland Publishing Company", European Economic Review, 7, 1976, s.145.

verimliliği ile negatif bir şekilde ilişkilendirilmesinin nedeni şu hipotezle açıklanabilir⁴⁸:

$$TA = a_0 + a_1 P$$

$$a_1 = b_0 + b_1 PY \text{ iken, } TA = a_0 + b_0 P + b_1 PY$$

bulunur. Burada, TA, ticaret üstünlüğünü; P, nispi ölçek büyüklüğünü; ve P.Y, nispi emek verimliliğini gösterir. Kısıt olarak $a_1, b_0 > 0$ ve $b_1 < 0$ iken, nispi emek verimliliği, negatif olacağı önceden tahmin edilen bir çarpan terimi ile formüle dahil edilmektedir⁴⁹. Kısaca buradan çıkarılacak sonuç, firma büyüklüğünün ideal bir ölçüsün olmaması ve her bir ölçek büyüklüğünü ilgili çalışmanın amacıyla ilişkilendirmek daha yerinde bir davranış olacaktır.

1.4.2. Etkinlik Kavramları ve Kapsamı

Verimlilik ve etkinlik kavramları çoğu zaman eşanlamlı kullanıldığından literatürdeki ayrımın dikkate alınması, uygulamalı çalışmalar açısından da sorun tanıma ve çözümlemede daha etkin sonuçların elde edilmesine katkı sağlayacağı için ayrıntılı başlıklarla konu aşağıda incelenmektedir.

1.4.2.1. Etkinlik ve Terminolojisi

İktisat bilimi, kıt kaynaklarla sınırsız insan ihtiyaçlarını maksimum düzeyde tatmin edebilme yollarını araştırmaktadır. Ancak, kaynakların kıt oluşu günümüzde tüm toplumları etkilemeye ve onları çeşitli alternatifler arasında seçim yapmaya zorlamaktadır. İhtiyaçlar sınırsız olduğu için talebe konu olabilecek tüm malları üretecek kaynak ve teknik bilgi yeterli değildir. Arzulandığı halde, elde edilemeyen şeyler ise insanları tatminsiz ve mutsuz kılmaktadır. Bu itibarla, insanların mevcut kaynakları en

⁴⁸ Burada P.Y, Aynı zamanda katma değere göre nispi ölçek büyüklüğünün bir ölçümü olarak dikkate alınmıştır. Bazı etkisiz ölçekler, kısmen büyük olarak dikkate alındığından dolayı, istihdama göre ölçek büyüklükleri karşılaştırmasının yanlış yola götürdüğü önceden gözlenmiştir. Çünkü, veri bir hasılayı üretmede, nispeten işçi sayısının büyüklüğü gereklilik gibi düşünülür,

⁴⁹ N. Owen, s.149.

rasyonel biçimde kullanabilmeleri refah düzeyini arttırmanın da belirleyici ilk koşuludur.

İktisatçılar, bu düşünceden hareketle, kaçınılmaz kıtlığın tezahürü ile ilgilenerak, ekonominin performansı ile ilgili karar verme kriterlerini geliştirmek için uzun zaman çaba harcamış ve çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerden birisi de etkinliktir. Etkinlik (efficiency-l'efficiency) kelimesi, günümüzde, iktisat ve işletme literatürünün dışında, birçok alanda (kültürel etkinlik, sanatsal etkinlik vb.) kullanılmakla birlikte iktisadi anlamda Fransızca L'efficacit  (1495) kelimesinin karşılığı olup, "minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi" olarak tanımlanmaktadır. Teknik anlamda "fiili çıktı/maksimum çıktı" oranı olarak yorumlanan bu kavrama ilişkin ölçme yöntemi oldukça yeni sayılır.

İtalyan iktisatçısı, Vilfredo Pareto' dan sonra "Pareto Optimumu" olarak bilinen ve 1909 da ortaya atılan etkinlik kuralı, objektif olarak ölçülebilen iktisadi etkinliği esas almaktadır. Modern refah ekonomisinin temel taşını oluşturan bu kurala göre, "mal veya hizmete esas olan girdilerin yeniden tahsisinde ya da tüketiciler arasında malların yeniden tahsisi ile bir başkasının durumunu kötüleştirmeksizin, bazı insanların durumunu iyileştirmek mümkün değilse Pareto optimumu sağlanmış demektir. Pareto optimumunun elde edilebilmesi için gerekli üç marjinal koşulu kısaca sıralamakla yetineceğiz. Bu koşullar;

Aynı malın üreticileri arasında optimum kaynak tahsisi

$$(MRT_x^a, a = MRT_x^b, b) \quad (1.5)$$

Üretim ve tüketimin optimum kompozisyonu,

$$(MRT_a^a, b = MRS_a^x, b) \quad (1.6)$$

Aynı malın tüketicileri arasında optimum kaynak tahsisi

$$(MRS_a^x, b = MRS_a^y, b) \quad (1.7)$$

Bu kriterler ölçüsünde firma bazında, veri teknik bilgi ve girdi setinden maksimum hasıla üretme veya veri hasılayı minimum girdi seti ile üretme imkânı veya imkânsızlığı teknik etkinlik (technical efficiency) ve X-etkinliği (X-efficiency) kavramları ile

açıklanmıştır. Bu bağlamda, azalan verimler kanunu sonucu meydana gelen irrasyonel safa teknik etkinsizlik ile, kaynakların rasyonel kullanılmaması ise X-etkinsizliği ile izah edilmektedir⁵⁰. X-etkinliğini veya etkinsizliğini ortaya atan Harvey Leibenstein'in tezinin (1966) mahiyeti, yöneticilerin direk çabaları ile X-etkinliğinin tahsis etkinliğinden daha önemli olduğu iddiasına dayanır⁵¹.

İktisatçılar, etkinlik ölçümünü ekonomide durum tespiti ve projeksiyon yapma aracı olarak ele aldıklarında, nihai mal ve hizmetler ile genel refah arasında bir ilişki kurarak iktisadi etkinliği (economic efficiency) bir ekonominin rekabet edebilme gücü olarak değerlendirmişlerdir.

İktisadi etkinlik, Pareto optimumu ile ilgili koşulları da kapsayan üretim etkinliği ve tahsis etkinliğinden oluşmaktadır. Bundan dolayıdır ki, iktisadi etkinlik kavramı aynı zamanda tahsis etkinliği (allocative efficiency) ve statik etkinlik (static efficiency) olarak da tanımlanmaktadır. Ayrıca, bir ekonomide teknik ilerlemenin artması veya beşeri sermayenin gelişmesinden dolayı ulusal kaynak stokundaki değişim hızı, toplam kalite ve miktar artışına bağlı olarak daha büyük bir toplam refah sağlamanın mümkün olduğu durumlarla ilgili performans ölçümü, dinamik etkinlik (dynamic efficiency) olarak adlandırılmaktadır⁵².

İktisadi etkinliğin başarısı ile, tam rekabet piyasası arasındaki kapalı ilişkiye Pareto tarafından dikkat çekilirken böyle bir piyasada oluşmuş denge fiyatı ile firmalara kâr, tüketicilere de fayda maksimizasyonu sağlayan optimum dengeye ulaşılacaktır.

⁵⁰ S. Charles Maurice, Owen R. Phillips, C.E. Ferguson, USA: Richard D. Irwin, INC, 1982, s. 183.

⁵¹ Kenneht H. Shapiro, Jurgen Müller, "Source of Technical Efficiency: The Roles of Modernization and Information" Economic Development and Cultural Change, Vol.25, Number 2, January, 1977, s.295. ; Henry T. Burley, "Farrell and Leibenstein on Efficiency Measurement" Paper Presented at the 1989 Economics Conference, The University of Adelaide, (10-13 July, 1989) s.9.

⁵² Heinz Kohler, Intermediate Microeconomics, Second Edition, USA, 1986, ss.121. ; R.H.Scott and N.Nigro, Principles of Economics, New York, 1982, s.200. ; William J. Baumol, Economic Theory and Operations Analysis, Fourth Edition, London: Prentice-Hall International, Inc, 1977, ss.501-504.

Yani, Pareto iktisadi etkinlik koşullarının her biri gerçekleşmiş (I. Pareto tipi Teoremi) olacaktır. Ancak, eksik rekabet koşullarının (monopol ve diğerleri) varlığı halinde ya da devlet müdahalesinin kaçınılmazlığı sonucunda II. Pareto tipi iktisadi etkinlikten söz edilebilir. Bu etkinlik, doğrudan kaynak tahsisine bağlı olarak ortaya çıkan kişisel çıkarların rekabetçi ürünü değil, seçkincilerin (elitist) regülasyon politikalarıyla oluşmuş belki de tamamen bir tesadüfi sonuç olan mübadelede etkinliktir.

Öte yandan, statik ve dinamik etkinlik ayrımına dikkat çeken ve dinamik etkinliği oldukça önemli bir olgu olarak değerlendiren Schumpeter, monopol piyasasının, dinamik etkinliği sağlama bakımından, tam rekabet piyasasından daha uygun bir ortam yarattığını iddia etmektedir. Son yıllarda, Galbraith, benzer düşüncenin oligopolcü firmalara açısından da geçerli olduğunu ileri sürmüştür⁵³. Bu tür farklı yaklaşımlar ampirik açıdan test edilebildiğinde ulusal regülasyon politikalarının önemi tartışılmaya değer yaklaşımlar olarak görülebilir.

İşletme literatüründe ise kavramla ilgili daha farklı yorumlar yapılmaktadır. Örneğin, Peter Drucker' e göre yönetim ve organizasyonel alanda etkinlik (efficiency), işlerin doğru yapılması "doing things right" anlamında olup, bir yöneticinin performansını ölçme kavramlarından biridir. Daha geniş anlamı olarak etkinlik "effectiveness", doğru işlerin yapılması "doing the right things" şeklinde tanımlanmaktadır. Yani, etkinlik, bir girdi-çıkıtı mekanizması aracılığı ile işleri doğru yapma kabiliyetidir. Etkin bir yönetici, belli bir hasılayı elde etmek için girdilerin niteliklerini arttırabilen ve ölçümünü başarabilen biridir. Diğer bir ifadeyle yönetici, kaynakların maliyetini minimize edebiliyorsa veya bir amaç için kaynakları etkin kullanabiliyorsa, bu yönetici etkin faaliyet gösteriyor demektir. Burada, etkinlik aynı zamanda çalışan insanın bir deneyim süreci içinde niteliğinin yükseltilmesi ve geliştirilmesi (yaparak öğrenme) anlamına da gelmektedir. Öte yandan, "etkinlik" objektif yaklaşımları veya bir objektiviteyi başarabilecek yaklaşımları seçme yeteneği anlamına gelmektedir.

⁵³ Heinz Kohler, s. 376.

Bu durumda, işini bilen ve itibar gören bir yönetici, yapılacak doğru iş ve doğru metotları seçebilen kişi demektir.

Buna göre, bir yöneticinin sorumluluğu hem etkin (efficient) hem de etkili (effective) bir performans sergilemeyi zorunlu kılmaktadır. Drucker'a göre "işlerin doğru yapılması" önemli olmakla birlikte, "doğru işlerin yapılması" hayati derecede önemlidir⁵⁴.

Bu bağlamda, etkinlik, bir karşılaştırmalı verimlilik ölçme metodu olarak kullanıldığı için konuyu etkinlik türleri başlığı adı altında, daha detaylı bir şekilde sürdürmek daha yararlı olacaktır.

1.4.2.2. Etkinlik Türleri ve Etkileşim

Etkinlik olgusu, kapsam ve kaynakları itibariyle farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların analizi hem endüstri iktisadının aktörleri hem de uygulamanın sonuçlarından genel politika çıkarımları yapanlar için önemlidir. Etkinlik kavramları ve modellemeleri bağlamında bu kitapta ele alınan uygulamalar ve ulaşılan parametreler, dünyada hızlanan rekabetçi stratejilere karşı alternatif stratejiler geliştirmenin yollarını bulmaya katkı sağlayacaktır.

1.4.2.2.1. Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği

Başlangıç kısmında belirtildiği gibi firma ve endüstri açısından verimliliğin ölçülmesi, endüstri veya sektörlere göre standart verimlilik göstergelerinin tespit edilmesi, hem iktisat politikası geliştirenler, hem de iktisat teorisyenleri bakımından oldukça önemlidir. Örneğin, bir planlayıcının veya endüstri analizcisinin özel bir endüstri dalıyla ilgilenmesi veya bir endüstrinin üst yönetici ya da yöneticilerinin, kaynakları rasyonel kullanıp kullanamadıklarını bilmesi en az iki dönem performans göstergelerinin karşılaştırılması ile mümkün olacaktır. Bu nedenle, birçok teorisyen ve uygulamacı, bu problemi çözmek için

⁵⁴ James A.F. Stoner, Management, London: Prentice-Hall International, Inc, 1978, s. 13.

uğraşmıştır. Ancak, tüm bu çabalar sonucunda, üretimde kullanılan girdilerden bir kısmının (kısmi faktör verimliliği) veya tamamının verimliliği (toplam faktör verimliliği) nispeten ölçülebilmektedir⁵⁵. İleride göreceğimiz gibi, Farrell tekniğinden hareketle yeni yaklaşımlar ortaya konmuştur.

Etkinlik tanımında belirtildiği gibi, bir firmanın teknik etkinliği söz konusu olduğu zaman genellikle, veri bir girdi seti ile olası maksimum hasılanın üretilebilmesindeki başarıyla aklmaktadır. Bu kavram ile, etkin bir üretim fonksiyonunun bilindiği varsayımından hareketle, tam etkin bir firmanın, herhangi bir girdiler bileşiminden elde edilebildiği hasıla kastedilmektedir⁵⁶.

Bu yaklaşım, Farrel tarafından ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında iki girdi (x_1, x_2) kullanılarak, tek çıktı (y) üretilen firmalar örneği ile açıklanmaktadır⁵⁷.

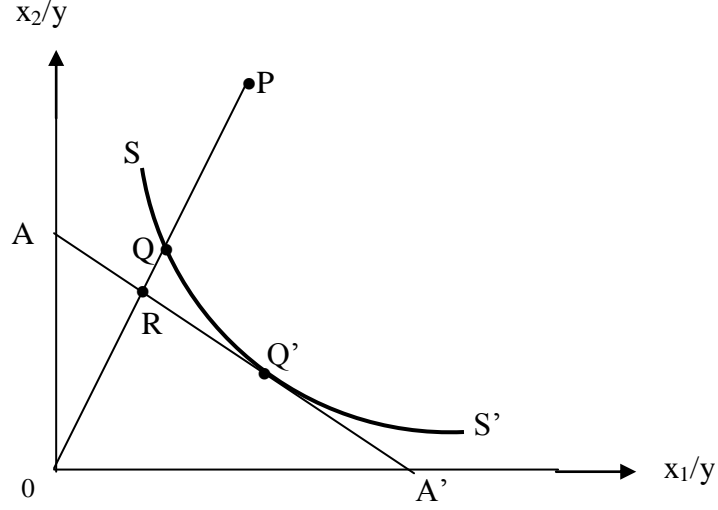
Bu firmalardan, tam etkin olanlara (full efficient firms) göre türetilen eşürün eğrisi Şekil 3.1'de SS' ile gösterilmektedir⁵⁸. Bu referans eş ürün eğrisi üzerindeki tüm noktalar tam teknik etkinliği ifade etmektedirler. Bu eşürün eğrisi üzerinde yer alamayan noktalar ise teknik etkinsizliği göstermektedir.

⁵⁵ Farrell' in Journal of The Royal Statistical Society, Vol.120, Part III, (1957), ss. 253-281' de yayınlanan "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışması ile ileri sürülen karşılaştırmalı verimlilik ve etkinlik ölçme metodu yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır Farrell' in Productive Efficiency kavramı, Türkçe literatürde, "Prodüktif Verimlilik", "Üretken Verimlilik", "Genel Ekonomik Etkinlik" gibi, kavramlarla yorumlanmaktadır. (Verimlilik Dergisi Cilt I Sayı 3, 1972, s.647; 1980/2, s. 142). Etkinlik, verimliliğin alt bir unsurudur. Yani, verimliliği düşük olan bir firma ya da endüstri etkin olabilir. Fakat, etkinlik sağlamadan yüksek verimlilik düzeyine ulaşmak mümkün değildir. Bu anlamda, etkinliği, verimliliğin tamamlayıcı bir unsuru, bir determinanı gibi değerlendirmek gerektiğinden "productive efficiency" kavramını, "etkin verimlilik veya üretim etkinliği" şeklinde yorumlanmıştır.

⁵⁶ Farrell, 1957, ss. 253-290.

⁵⁷ Farrel çalışmasında, ikiden daha fazla girdili, çok çıktılı ve ölçeğe göre artan/azalan getirilere ilişkin durumları da tartışmıştır.

⁵⁸ Coelli ve diğerleri, 1998 s.135.



Şekil 1.2 Teknik ve Tahsis Etkinlikleri

Örneğin, etkin üretim fonksiyonunun bilindiğini varsayımı altında veri bir firma, bir birim çıktı üretmek için Şekil 1.2'de P noktasıyla verilen girdi miktarlarını kullanırsa, ilgili firmanın teknik etkinsizliği QP mesafesiyle ölçülmektedir. Bu mesafe üründe herhangi bir azalma olmaksızın tüm girdilerin oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini göstermektedir. Bu, genellikle teknik olarak etkin üretime ulaşmak için tüm girdilerin azaltılmasını belirten QP/OP oranı ile yüzde cinsinden tanımlanmaktadır. Yani, bir firmanın teknik etkinliği (TE) veya etkinsizliği çoğunlukla oran cinsinden hesaplanmaktadır.

$$TE = OQ/OP \quad (1.8)$$

Öte yandan, Şekil 3.1.'de AA' eş-maliyet doğrusu ile eş ürün eğrisinin birbirine teğet olduğu noktada (Q) hem teknik etkinlik hem de tahsis etkinliği birlikte sağlanmıştır. Bu durumda, eş maliyet doğrusunun eğimiyle açıklanan girdi fiyatları bilinirse, tahsis etkinliği de hesaplanabilir. Örneğin, P noktasında faaliyet gösteren bir firmanın tahsis etkinliği (AE) aşağıdaki oran ile tanımlanır:

$$AE = OR/OQ \quad (1.9)$$

Fiyat etkinliği/tahsis etkinliği firmanın girdi seti seçimindeki piyasa başarısını ölçerken, teknik etkinlik veri girdiler setinden maksimum fiziki ürünü veya veri ürünü/çıktıyı en az girdi setiyle elde etme başarısını ölçmektedir. Tahsis etkinliği, fiyat sistemine (tam rekabet koşulları altında işleyen fiyat mekanizması) bağlı olarak kaynakların yeniden tahsisini sağlandığı için fiyat etkinliği olarak da adlandırılmaktadır⁵⁹.

Ekonomik etkinlik (EE) ise aşağıdaki notasyon ile gösterilmektedir:

$$EE = OR/OP \quad (1.10)$$

RP mesafesi maliyetteki azalma olarak yorumlandığından, teknik ve tahsis etkinliği ölçümleri, etkileşim boyutuyla birlikte genel ekonomik etkinlik ölçümünün ana unsurları olarak bilinir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$TE \times AE = (OQ/OP) \times (OR/OQ) = (OR/OP) = EE \quad (1.11)$$

⁵⁹ Farrell, s.259. ; G. Anandalingam and Nalin Kulatalika, "Decomposing Production Efficiency into Technical, Allocative and Structural Components", Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 150, Part 2, Series A (General), 1987, p. 143.

1.4.2.2.2. X- Etkinliği ve Teknik Etkinlik İlişkisi

Daha önce belirtildiği gibi kaynakların rasyonel bir biçimde kullanılmaması, X-etkinsizliği doğurmaktadır. Etkinlik kavramı daha ziyade rasyonellik ile maksimizasyon kavramlarının eş anlamlı olarak ele alınmasıyla açıklandığından dolaydır ki, yönetim sürecinde yetkin insanların davranış normlarının analizi de önem kazanmaktadır. Bu nedenle iktisadi bir problem analiz edilirken temel bir varsayım olan “maksimizasyon davranışı” sonuçları, X-etkinliğinin kaynağını oluşturmaktadır. Bu kaynaklar da üç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- a) Ölçek (fabrika) içindeki motivasyonel etkinlik,
- b) Dışsal motivasyonel etkinlik,
- c) Piyasası olmayan girdi etkinliğidir.

X-etkinliği, tanımından da anlaşılacağı gibi birçok belirsizlikleri ihtiva eden bir kavramdır. Karar alma ünitesindeki bir birey, sınırlı imkânlarını dikkate alarak yapmak istediği şeyler arasında uzlaşma sağlayabilmek için konuyu, kendi birikimleri çerçevesinde kazanıma dönüştürebilecek ve evrensel kriterlere göre kârını maksimize eden bir davranış sergileyebilecektir. Leibenstein, bu uzlaşmanın derecesini “sınırlı ilgi” (constraint concern) kavramı ile açıklamaktadır. Leibenstein’e göre iktisadi birim olan bireyin içinde bulunduğu koşullarla başa çıkma yollarını gösteren bir normlar vektörü vardır. Bu “sınırlı ilgi”, vektörün bileşenlerinden sadece biridir. Diğer bileşenler ise çalışanların kendi birikim, deneyim ve yetenekleriyle bütünleşen organizasyonel yapıdan işletmenin hukuki yapısına varıncaya kadar, doğabilecek koşullara göre başa çıkma yollarını kapsamaktadır. Bu başa çıkma yolları ile ilgili normlar tespit edilebildiği takdirde, X- etkinliğini ölçmek mümkündür⁶⁰.

X-etkinliği ile teknik etkinlik arasında önemli fark olmadığı gerekçesi ile birçok iktisatçı gibi, Shapiro ve Müller de, bu kavramları zaman zaman birbiri yerine geçebilecek kavramlar gibi

⁶⁰ Henry T Burly, “Farrell and Leibenstein on Efficiency Measurement”, Paper Presented at the 1989 Economists Conference, The University of Adelaide, (10-13 July, 1989), ss. 9-11.

kullanmışlar ise de Leibenstein, X-etkinliği kavramının yanlış yorumlandığı tezini savunarak, kavramlar arasındaki farkın nedenlerini şöyle sıralamaktadır⁶¹:

a) Teknik etkinlik neoklasik maksimizasyon çatısı içinde yorumlanabilecek bir kavram iken X-etkinliği daha ziyade klasik yaklaşımın geleneksel işbölümü kavramları ile açıklanabilir.

b) Teknik etkinlik, yöneticilerin açık seçik bir şekilde objektif oldukları varsayımı ile yorumlanırken X-etkinliği yönetim birimlerinin karar alma ve kararları yerine getirme esnasında yönetim ve yaparak öğrenmeye dayalı bilgiyi konu alan analitik bir çatının esas aldığı kabul etmektedir.

c) Teknik etkinlik karar alma ve kararların yerine getirilmesinde yöneticilerin tam kontrol sahibi olduklarını kabul ederken X-etkinliği isteğe bağlı ve karar aşamasındaki alternatif olgulardan yorum çıkarma gücünün önemini esas alır.

d) Teknik etkinlik, tüm girdilerin satın alınabilir olduğunu ve simetrik olarak işlem gördüğünü kabul ederken X-etkinliği, bazı satın alınamaz girdilerin olabileceğini ve simetrik vektörlerin de işleme tabi tutulamayacağını kabul eder. Çünkü X-etkinsizliği ile yetkin olmayan insan faktörü arasındaki ilişkiyi önemser ve diğer girdilerden daha dinamik bir süreç gerektirir. Örneğin, faktör bileşenlerinden emek saati, çaba dikkate alınmaksızın, fiziki birimler cinsinden satın alınabilir. Ancak, motivasyon ihtiyacının ihmal edilmesi rekabet gücünü azaltan önemli sonuçlar doğurabilmektedir.

e) Teknik etkinlik problemlerinin çoğu içsel bir olgu (AR-GE vs.) olarak algılanırken veya firma içi nedenlere bağlanırken X-etkinliğine ilişkin problemlerin bir çoğu firma dışı (dışsal faktörler) nedenlere bağlıdır. Örneğin, beşeri sermaye faktörünün uluslararası hareketliliği, ülkelerin gelişmişlik standardı ile açıklanmaktadır.

f) Teknik etkinsizlik, teknik nedenlerden doğmaktadır (bir kısım yöneticilerin eğitime dayalı birikim ve evrensel kazanımlardaki yetersizlik vb.). X-etkinsizliği ise firmalar aynı yönetici kapasitesine sahip olsa bile, her bir firma için etkin

⁶¹ Harvey Leibenstein, "Efficiency Technical Efficiency and Incomplete Information Use: A Comment." Vol. 25, Number.2, (January 1977), s. 312.

kapasite kullanımını gerçekleştirecek, doğru tercihler listesinden doğru seçim yapılmasını engelleyen karar alma sürecindeki (tam zamanlı) gecikmelerin maliyetinden kaynaklanabilir. Burada, insan-insan ilişkileri fiziko-sermaye etkisiyle ne kadar açıklanabiliyorsa, insanın kimyasındaki yaratıcı dokunun biyolojik evrimi de bir o kadar yadsınmaması gereken olgulardır.

g) Firma içi teknik etkinlik göstergeleri ele alınırken firma zaman eksenli olarak doğrudan kendisinin başlangıç dönemini referans almaktadır. X- etkinliği göstergelerinde çalışanların her birisinin davranış boyutu ve karar sürecindeki etkileşim ve katkı derecesi karşılaştırılmaktadır.

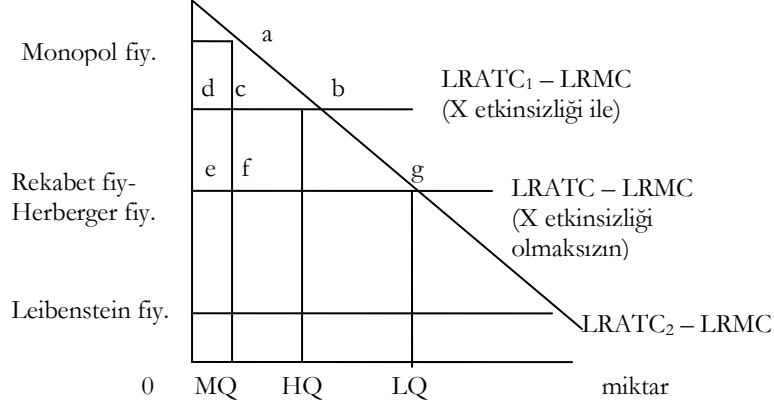
Leibenstein, teknik etkinlik ve X-etkinliği kavramlarının, neoklasik söylem itibariyle aynı olabileceklerini kabul etmekle birlikte kendi varsayımları çerçevesinde teknik etkinlik ve X-etkinliğinin ayrı kavramlar olduğunu, Shapiro ve Müller'in makalesindeki bulguların gerçekte teknik etkinsizlikten ziyade, X-etkinsizliği ile izah edilebileceğini savunmuştur. Bu tez rekabet gücünde insan faktörünün önemini daha artırmış ve içsel büyüme yaklaşımlarına kaynaklık eden Smithist görüşün çağdaş yorumuna oldukça önemli katkılar sağlamıştır.

1.4.2.2.3. X-Etkinsizliği ve Yapısal Etkinsizlik

İnsan ihtiyaçlarına göre, kaynakların kıt olduğu bilindiği için iktisatçılar refah kaybını azaltmanın yollarını ararken, önce hangi unsurların refah kaybına sebep olduğunu tespit etmek istemişlerdir. Örneğin: Herberger, bazı özel varsayımlardan hareketle, refah kaybını ölçerek, etkinsizliğin boyutu hakkında fikir vermiştir⁶². ABD'de, 1924-1928 verilerini kullanarak, monopolcü güçten kaynaklanan refah kaybının, GSMH'nin %1'ine yakın olduğunu açıklamıştır. Herberger varsayımı ile ölçülmüş, iktisadi etkinsizlik

⁶² Rober Frantz, "X- Efficiency: Theory and Its Criticcs.", Quarterly Review of Economics and Business, Vol.25, No. 4 (Winter-1985), p. 38. ; H. Kohler, s. 379. ; Eugene F. Birigham and James L. Pappes, Managerial Economics, Second Edition, USA, 1976, s. 387.

sonucu ortaya çıkan refah kaybını, şekil:14'ü inceleyerek görmek mümkündür.



Şekil 1.3 X-Etkinsizliği

Herberger'in rekabetçi fiyatının X-etkinsizliği sonucu oluşan maliyet eğrilerinin, $LRATC = LRMC$ ile aynı olduğunu düşünelim. Endüstri talebi veri iken oluşan monopolcü fiyatı a noktası ile gösterilmektedir. Monopol ve tam rekabetçi uygulama karşılaştırıldığında monopol dengesi abc üçgeninin alanı kadar bir refah kaybına neden olmaktadır. Leibenstein, monopolcü gücün sadece fiyatı artırmadığını, aynı zamanda etkinsizlikten dolayı maliyetleri de artırdığını iddia etmiş ve Herberger'in tezi ile birlikte refah kaybının görünen kısımdan daha yüksek olduğunu savunmuştur. X-etkinsizliği ortadan kaldırılabilirdi takdirde, maliyetlerin $LRATC_1$ 'den $LRATC$ 'ne inebileceğini dikkate almıştır. Bu durumda, X-etkinsizliğini kapsamayan rekabetçi denge fiyat (g noktası) ve denge miktarı ile başlangıçtaki monopolcü fiyat (a noktası) ve denge miktarı karşılaştırıldığında, yukarıda elde edilen tahmini abc alanı $bcfg$ alanı kadar daha da artmıştır. Şekilde görülen monopolcü dengeye göre X-etkinsizliğinin giderilebilmesi $cdef$ alanına tekabül eden refah kaybı önlemiş olacaktır. Başka bir

deyişle, X-etkinsizliğinden kaynaklanan refah kaybı, cdef alanı ile gösterilebilir⁶³.

Burada, Lecraw'ın X-etkinsizliği ile ilgili ampirik sonuçlarının testi, Leibenstein'in monopollerin tahsis etkinliğini sağlamadıkları hakkındaki görüşünün teorik temellerini desteklediği hatırlanırsa⁶⁴, Leibenstein'e göre, monopollerde X-etkinsizliği, rekabetçi firmalardan daha fazla olmaktadır. Çünkü rekabet, aktivitesi düşük faktör etkileşimsizliklerini azaltabilmek için yönetimi zorlayan temel olgu olduğu kadar, aynı zamanda güçlendiren bir kamçıdır. McCain de, Leibenstein'in analizini genişleterek, rekabetin X-etkinsizliğini iki şekilde azaltacağını açıklamıştır.

a) Monopollerde kâr oranlarının düşük olması, etkinsiz bir faaliyet içinde bulunduğu gerçeğinin yanı sıra, bir bilgi yükünü de beraberinde taşıdığını gösterir.

b) Rekabetçi açıdan, endüstride firma çoğaldıkça üretim tekniği ile ilgili bilgi havuzu artar ve daha düşük maliyetli teknolojilerin ortaya çıkmasını sağlar.

Farrell'in (1952) çalışmasından bu yana, üretim etkinliğini tahmin eden birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların hemen hepsinde, Farrell yönteminin yol gösterici olduğu bilinmektedir. Farrell yöntemi, üretim etkinliğinin sadece iki unsurunu incelenmektedir. Yukarıda izah edildiği gibi birincisi teknik etkinlik, ikincisi tahsis (fiyat) etkinliğidir.

Kopp ve Diewert'e göre etkinlik analizinin temel (primal) üretim sınırları ve ikili (dual) maliyet sınırları arasındaki eşdeşlik gösteriyor ki dual maliyet minimizasyonundaki bir artıktan dolayı, fiili üretim maliyeti minimum maliyetten bir sapma gösterdiği takdirde, teknik ve tahsis etkinsizliği doğacaktır⁶⁵.

Etkinsizliğin azaltılmasının tamamen firmanın kontrolünde olup olmadığı tartışmalarına, X-etkinsizliği bahsinde kısaca

⁶³ Scott, Nigro, s. 243. ; H Kohler, s. 385.

⁶⁴ Donald J. Lecraw, "Emprical Tests for x-Inefficiency: A not." *Kyklos*, vol.30, Fasc.1, 1977, ss.116-120.

⁶⁵ Raymond J. Kopp, Erwin W. Diewerd, "The Decomposition of Frontier Cost Functions Into Measure of Technical and Allocative Efficiency." *Journal of Econometrics*, 19, 1982, s.319.

değindik. Firmanın kendi kontrolündeki teknik etkinsizliği elimine etmek için minimum maliyette üretim yapabilen teknolojiyi seçtiğini; yine tahsis etkinsizliğini elimine etmek için de piyasa fiyatlarını çok ciddi şekilde takip ettiğini kabul edelim. Ancak birçok üretim aşamasında hükümet müdahalelerinden kaynaklanan yeniden düzenlemeler de yönetim etkinliğini ortaya çıkarabilir. Esnek olmayan veri bir yapısal katılık, dışsal koşullarla firmayı karşı karşıya getirdiğinde yapısal katılıkların tahsis etkinliğini bozacağını, dolayısıyla tahsis etkinliğinin statik ölçülerle yorumlanamayacağı tartışılmaktadır. Bu tartışmalar çerçevesinde firmaların uzun dönemli amaçlarının dinamik ve öğrenen bir yapı içinde ele alınması gerekir⁶⁶. Bu bağlamda, Forsund ve Hjalmarsson (1974), yapısal etkinlik olgusunun karşılıklı etkileşime dayalı bir süreçle açıklanabileceğine dikkat çekmişlerdir⁶⁷.

Anandalingam ve Kulatalika (1987), yapısal etkinlik adı altında yeni bir etkinlik türü olduğunu ve bunun büsbütün tahsis etkinsizliğinin ortadan kaldırılmasıyla gerçekleşeceğini belirtmişlerdir. Bu aşamada, yapısal etkinliğin, tahsis etkinsizliğinin yanlış ölçümünü tahmin eden bir etkinlik türü olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin: eğer yapısal etkinlik % 80 ise, o zaman pür tahsis etkinliğinin statik ölçümü % 20 değerinin altında tahmin edilebilecektir.

Yapısal unsurlar, daha ziyade uygulanan hükümet politikalarıyla değişebilen dışsal koşullara bağlı olduğuna göre, dışsal koşulların, girdi/çıktı mobilitesini azaltan/artıran etkilerini bilmek gerekir. Örneğin, bir ekonomiye yapılan müdahaleler gelirin yeniden dağılımını veya faktör piyasasında etkinlik olgusunu amaç edinmiş ise piyasalararası etkileşimin derecesi önem kazanmaktadır. Burada yapılan müdahaleler, beklentilerin aksine daha çarpık sonuçlar da doğurabilir. Bu durumda iktisadi birimler açısından yapısal etkinlik ölçütü ne olmalıdır sorusu önemini yitirmez. Bu sorunun cevabı oldukça zor olmakla birlikte teknik, tahsis ve

⁶⁶ G. Anandalingam and N Kulatalika, "Decomposing Production Efficiency into Technical, Allocative and Structural Components" *Journal of Royal Statistical Society*, Vol. 150, Part 2, Series A, 1987, s. 144.

⁶⁷ F.R.Forsund and L. Hjalmarsson, "On the Measurement of Productive Efficiency", *Swedish Journal of Economics*, 76, 1974, s. 141.

yönetim etkinliğine ilişkin elde edilmiş parametreler kısmen de olsa yapısal etkinlik hakkında önemli tahminlerde bulunmayı kolaylaştırmaktadır⁶⁸.

1.4.3. Verimlilik ve Etkinlik Ayrımı

Verimlilik ve etkinlik kavramları çoğu zaman eş anlamlı olarak kullanılmaktadır⁶⁹. Verimlilik en basit tanımı ile çıktı/girdi oranı olarak tanımlanmaktadır. Fabrican (1968), bu kavramları eş anlamda yorumlarken şu ayrımına da dikkat çekmiştir: Daha geniş anlamıyla verimlilik, bir bütün olarak kaynakların toplam etkinliğini ölçer. Etkinlik ise “her bir üretim faktörü başına çıktıdır”. Ross’a göre ise, verimlilik ve etkinlik farklı kavramlar olup, ikisi arasındaki farkı şu şekilde açıklamak mümkündür⁷⁰: Bir makine, dakikada 1 parça üretebilme gücüne sahipken sekiz saatlik bir vardiyada altı saat (eksik kapasite ile) çalıştırılıp 288 parça üretildiğini varsayalım. Bu makine, altı saatte 360 parça üretebilecek kapasitede olduğu halde, 288 parça üretmekte ise % 80 etkinlikle çalıştırılabilmiş demektir. Halbuki, bu makine, tam kapasite ile sekiz saat çalıştırılabilseydi, 480 parça üretebilecekti. Bu durumda, fiilen makine %60 verimlilikle çalıştırılmıştır anlamı doğmaktadır.

⁶⁸ G. Anandalingam and N Kulatalika, s. 144. ; David P Baron and Raymond R. De Bondt, “Factor Price Changes, Technical Efficiency and Revenue Requirements Tegulation”, European Economic review 19 (1982), ss.259-261.

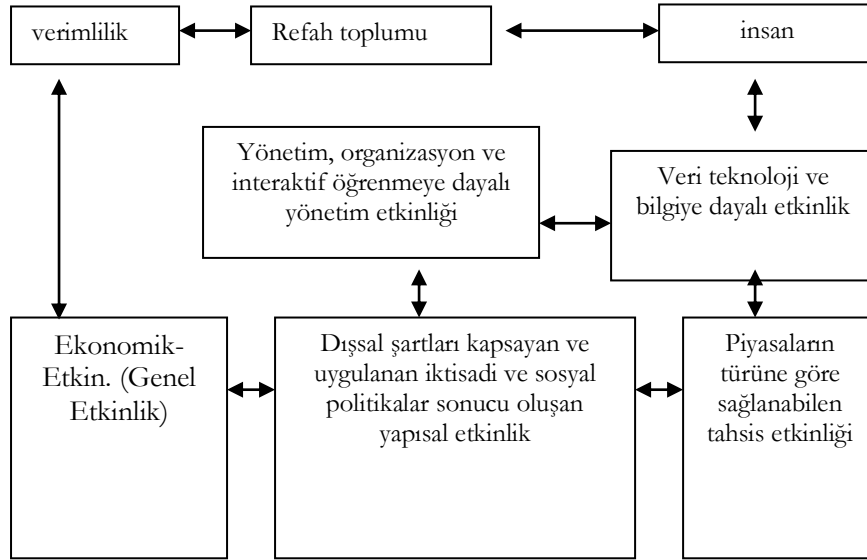
⁶⁹ Asırlar öncesi kavram karışıklığının yarattığı sorunlara dikkat çeken Çin bilgini Konfüçyüs’e, Devlet görevi aldığı sırada, ilk olarak ne yapmak istediği sorulduğunda, “kavramların düzen ve intizamı için uğraşacağım” demiştir. Biraz hayretle sorulan “niçin buna bu kadar önem veriyorsunuz” sorusuna ise, “kavramdaki düzen ve açıklık başarılı bir karşılıklı anlaşmanın ve dolayısıyla iyi bir icraatın garantisidir” diyerek cevap verir. Bu ilkedен hareketle kavramları da tahlil etmeye çalıştık.

⁷⁰ H. Niehaus, Probleme der Bauernwirtschaft in Internationablen Urteil. In: Berichte Überlandwietschaft. N.F. Bd. Xxx, Heft I. Hamburg, 1952, s.45. (Akt: Tevfik Pekin, Türkiye’de Tarım Sektörüne Verilen Sübvansiyonlar, İzmir: Ege Üniv. İTBF. Yayınları No:64/41 1973, s. 19. ; S. Fabricant, “Productivity, Social Sciences”, (ed.) USA, Sills D.L., V.12, The McMillan, 1968, ss.523,529. Akt:Ahmet Çakmak, s.13. ; JoelRoss,”Productivity, People, Profit”, Virginia, Reston Publishing Com, 1981, s. 46. Aktr: Ahmet Çakmak,

Demek ki, kapasite kullanımındaki değişmeler, verimliliği doğrudan etkilemekte iken etkinlik etkilenmemiştir.

Verimliliği etkileyen sebeplerden birincisi, makinelerin etkinsiz bir şekilde çalıştırılmış olmasıdır. Eğer, eksik kapasitede tam etkin olunabilseydi verimlilik % 75, (360/480), olacaktı. Tam kapasitede aynı etkinlikle çalıştırılabilseydi ($480 \cdot 0.80 = 384$) verimlilik % 80 olacaktı. İkincisi, makinenin eksik kapasitede çalıştırılmış olmasıdır. Bu durumda verimlilik % 60 iken, tam kapasitede, % 100 etkin çalıştırılabilse verimlilik % 100 olacaktı. Ancak, bu makine altı saatte üretebileceği azami miktarı üretse bile verimlilik % 100 değil, % 75 olacağı için kapasite kullanım düşüklüğünün önemini belirtmek gerekir.

Yukarıdaki analizi sürdürürsek birçok farklılıklar gözlenebilir. Bu farklılıklar sıralanırken, etkinlik ve verimlilik determinantlarının zaman zaman iç içe geçmiş olduklarını ve karşılıklı etkileşim halinde olan bu kavramları ayırmanın ve ayrı ayrı tahlil etmenin oldukça zor olduğunu belirtmek gerekir. Örneğimizde görüldüğü gibi, etkinlik verimliliğin temel bir belirleyicisidir. Etkinlik sağlanmadan verimliliği sağlamak mümkün değildir. O halde, etkinlik verimliliğin sert çekirdeğini oluşturur. Bu hususla ilgili olarak düzenlemiş olduğumuz Tablo 1 incelendiğinde, konunun ne kadar karmaşık olduğunu görmek mümkündür. Bu yaklaşım tarzımızda, verimlilik ve etkinlik nispi olarak ölçülebildiği için parametrik kriterlerle derecelendirme yapılmamış ancak etkileşim eğilimleri hakkında fikir vermekle yetinilmiştir.



Şekil 1.4 Dinamik Süreci Kapsayan Bir Ekonomide Karşılıklı Etkileşim

Şekil 1.4. incelendiğinde her tür iktisadi faaliyetin ana amacının bir taraftan refah yaratmak diğer taraftan da insanın kendisini tanıma ihtiyacına yönelik tatmine (bir başkası için de üretim yaparak iyi yurttaş olma duygusunun doğurduğu doyum) ulaşmaktır. Refah, toplumsal doyum için ulaşılması gereken bir sonuç olduğu için insan nesne etkileşimli sebeplilik olgusunu irdelemekte yarar vardır. Etkileşimin odağında yer alan insan doyma ve doyurulma ihtiyacıyla yetinen bir varlık değildir. Tarihsel deneyimden çıkarılan çağdaş medeniyetin yarattığı fırsatların ötesine geçme anlayışıyla donanmış, bilim tarihinin kodladığı insan tipini yetiştirmek büyük bir kazanım olarak değerlendirilmelidir. Nitekim, insan biyolojik ve sosyo-fizyolojik ihtiyaçları tatmin etmeyi ne kadar amaç edinmiş ise tabiatı sorgulamayı ve üretim ilişkilerinde kendini keşfetme çabasını da o kadar önemsenmelidir. Nitekim insan, zaman zaman kendisi için üretken olmaktan daha çok bir başkası için üretmenin hazzı ve esin gücüne sahip olabilir. Bu anlayış günümüzdeki ulusal ve küresel ağ ekonomilerinin itici

gücü olduğu kadar firma stratejilerinin içselleştirildiği yatay/dikey mal farklılaştırmasının, hatta rekabet gücünün sürekli ve sürdürülebilir dinamiği olarak görülmelidir.

İktisatçıların bu konudaki ayrıntılı çalışmaları, etkinliğe yeni boyutlar kazandırmaktadır. Aynı zamanda verimliliğin çok yönlü belirleyicilerini dikkate alırsak; eğitim ve öğretimden, üretimde kullanılan fiziki girdilerin kalite ve kıtlık derecesine kadar hatta kısa dönemde teknolojiye gelişmelerden optimum nüfus politikasına varıncaya kadar her bir unsur, verimliliği dolaylı olarak artırırken etkinliği de doğrudan artıracaktır.

Üretim sürecinde zaman boyutu dikkate alındığında bir firma veya endüstri uzun dönemde tüm etkinsizlikleri elimine edebilmeyi planlasa bile, dışsal faktörler bağlamında kontrol edilemeyen unsurlar ve dinamik süreç içinde yeni oluşan yapısal koşullar tahmin edilemeyen yeni etkinsizlik kaynakları doğurabilmektedir. Böylece, uzun dönemde verimlilik artışı planlanırken, beklenen artış hızı sağlanamayacağı gibi, beklenmeyen konjonktürlerde planlanmayan bir şekilde verimlilik düşüş ve yükselişine de neden olabilirler.

Özetle etkinlik, kısa dönemli bir olgu iken verimlilik daha uzun dönemi ihtiva eden bir olgu olarak algılanmalıdır. Örneğin, bir endüstri kısa dönem sayılabilecek bir zaman diliminde tüm faktörleri optimal düzeyde kullanma imkânına sahip olabilir. Kaynak israfını önlemeyi başaran bir endüstride verimlilik düzeyi nispi olarak iyileşmiş olsa bile, artan verimlilik süreci, artan nüfus etkisini dengelemeyebilir. Yani, verimlilik düzeyinin uzun dönemli zaman serileri içinden hesaplanması ve gelişme trendinin izlenmesi gerekirken; etkinlik ölçütü, kısa dönemler içinde, bir yıllık hatta mevsimlik yatay kesitler halinde ölçülebileceği gibi planlayıcı ve uygulamacıların daha sağlıklı tahmin yapmalarına imkân hazırlayabilecektir. Bu bağlamlarla, kavramlar arasındaki farklılık ve benzerliklerin iyi analiz edilmesi, bugüne kadar ölçülemeyen unsurların ölçülebilmesini sağlayan yeni teknik ve yöntemlerle elde edilmiş parametrelerin karşılaştırılmasına bağlıdır.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ İKTİSADINDA ÜRETİM FONKSİYONLARI
DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE OYUN TEORİSİ

- KAVRAMSAL VE TEORİK ÇERÇEVE-

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ İKTİSATINDA ÜRETİM FONKSİYONLARI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE OYUN TEORİSİ

2. Endüstri İktisadı ve Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Kavramsal Çerçeve

Üretim, ürünü meydana getiren kaynakların fiziksel veya kimyasal olarak şekil değiştirmesi veya girdilerin hasılaya dönüştüğü bir süreç olarak tanımlanır. Bir müteşebbisin üretim sürecine ilişkin karar alma problemi şu dört başlık altında toplanabilir:

- a) Üretim faktörlerini satın almak için toplam ne kadar harcama yapılması gerekir?
- b) Bu harcamanın, ne kadarı değişken, ne kadarı sabit girdilere paylaştırılacaktır?
- c) Bir birim hasıla üretmek için girdilerin her birinden ne kadar tahsis edilecektir?
- d) Firma, her bir nihai üründen kaç birim üretecek, kimin için üretecek ve nasıl satacaktır?

Bu soruların cevabını, tamamen birbirinden bağımsız düşünmek oldukça zordur. Her üretim sürecinde, iş gücü, nakit sermaye, tesis ve teçhizat, hammadde ve ara mallar kullanılarak bir veya birden çok çıktı elde edilebilir. Ancak, üretim süreci içinde

çeşitli kararlar alınırken, başvurulabilecek araçlardan azami derecede yararlanmak gerekir. Örneğin, bir birim hasıla üretmek için her bir girdi için ne kadar harcama yapılacaktır sorusuna verilebilecek en iyi cevap, araştırma ve geliştirme (AR-GE) bulguları ve üretim fonksiyonlarından elde edilen bilgilerle olacaktır⁷¹. Söz konusu olan bu bilgilerle, ekonomik seçim yapmak, karar vermede objektif kriterleri ortaya koymak, üretim faktörlerinin ikame ilişkilerini belirleyerek büyüme sürecinde ölçüğe ilişkin yapıyı tahmin etmek, faktörlerin marjinal verimliliklerini bulmak ve bu bulgulara dayanarak faktör-ürün fiyatı oranından hareketle optimum kaynak kullanımını belirlemek, mevcut teknolojik yapı içinde üretim kaynaklarının ne derece etkin kullanıldığını açıklayan sayısal verileri bulmak, çalışmaların uygulamalı yönüne güvenilirlik kazandırır⁷².

Bir firma veya endüstrinin, tek ürünlü bir üretim fonksiyonu elde edilirken, teknolojinin veri olduğu belirli bir ürün miktarını elde edebilmek için kullanılan girdilerin minimum düzeyde tutulması ve elde edilebilecek üretimin maksimum seviyede olması gerekir. Aynı zamanda, tüm girdilerin ve üretimin, belli üretim dönemleri içinde ölçülebilir olduğu hususu, temel varsayımlardandır. O halde, üretim fonksiyonunu, üretim süreçleri içinde üretilen miktarlarla üretim faktörleri arasında mevcut olan ilişkilerin teknik bir biçimde belirlenişi olarak tanımlayabiliriz. Üretim fonksiyonu, üretim faktörleri ile çıktı arasındaki teknik ilişkiyi gösterir. Diğer bir ifadeyle, üretim fonksiyonu veri girdi vektörlerinden elde edilebilecek maksimum hasılayı ifade eder.

Her bir üretim süreci ise birim çıktı için gerekli üretim faktörleri bileşimlerinden her birini gösterir. Örneğin, bir malın alternatif üretim süreçleri ile üretilebileceğini düşünerek, bir birim şeker (kg) üretebilmek için şu üç yöntemin kullanılabilmesi varsayılmıştır.

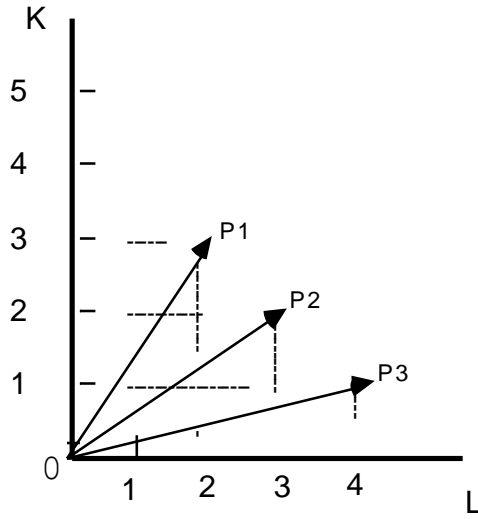
⁷¹ Ernest R.Berndt and Mohammed S.Khâlâd, "Parametric Productivity Measurement and Choice Among Flexible Functional Forms", Journal of Political Economy, Vol. 87, 61, 1979, s.1222.

⁷² Kutlu Y.Zoral, Üretim Fonksiyonları I(teori) , İzmir: E.Ü.Makine Fakültesi, 1982, s.12.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

		<u>Yöntem</u>	
	<u>P₁</u>	<u>P₂</u>	<u>P₃</u>
Hammadde	2	3	1
Emek+Sermaye+Ara malı	4	3	2

Her bir üretim yöntemini, grafik üzerinde başlayan hammadde ve girdiler toplamı ile belirlenen noktaya kadar uzanan doğrularla gösterebiliriz. Bu yöntemler, Şekil:2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Üretim Yöntemleri

Bir üretim yöntemi eğer en azından girdilerden birinden daha az gerektiriyor ve diğer tüm girdilerden de daha fazla kullanılmıyor ise nispi olarak daha teknik etkindir. Örneğin, şekerin A ve B gibi iki yöntemle üretilebildiğini varsayalım.

	<u>A</u>	<u>B</u>
Hammadde	2	3
Emek+Sermaye+Ara malı	3	3

Bu bileşimlerden A tekniğinin B' den daha etkin olduğu görülmektedir. Temel üretim teorisi de, sadece etkin üretim

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

süreçlerini dikkate alır. Etkin olmayan yöntemlerin rasyonel müteşebbisler tarafından kullanılmayacağı varsayılmaktadır. Öte yandan, aşağıdaki gibi bir durumla karşılaşıldığında, her iki durum teknik olarak etkin kabul edilebilir ve üretim fonksiyonuna esas alınacak teknoloji seçimi faktör fiyatlarına bağlı olarak açıklanabilir.

	<u>A</u>	<u>B</u>
Hammadde	<u>2</u>	<u>1</u>
Emek+Sermaye+Ara malı	<u>3</u>	<u>4</u>

Yani, daha önce belirtildiği gibi, etkinlik türlerinin her biri, geniş anlamda üretim fonksiyonunun seçiminde belirleyici bir unsur olmaktadır.

Geleneksel üretim teorisinde üretim sürecinin basitleştirilmiş bir biçimi, genel olarak iki girdi ve tek ürünlü bir üretim süreci ifade edilir. Yani, maksimum çıktı miktarını (Q) üretmek için bir araya getirilmiş iki girdili (emek, L ve sermaye, K) bir üretim fonksiyonu ile başlar. Bu fonksiyonunun genel biçimi; $Q=f(K,L)$ şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyonel ilişkide, üretim miktarı sermaye ve emeğin bir fonksiyonu olup, Q, hasıla miktarını; f, çıktı ve girdiler arasında mevcut olan fonksiyonel ilişkileri; K ve L sermaye ve emek faktörlerini göstermektedir. Ancak, üretim faktörleri yalnızca sermaye ve emek ile sınırlı değildir. Genel olarak üretim faktörleri sermaye, emek, toprak ve girişimsel yetenekleri kapsayan temel faktörlerin yanında diğer birçok türev faktörlerden oluşmaktadır⁷³.

Yukarıdaki iki faktörlü fonksiyonel kalıptan hareketle, üretim fonksiyonları ile ilgili bazı kavramları ele alıp onları analiz aracı olarak kullanmakta yarar vardır. Bunları sırasıyla değerlendirirken ilk olarak ortalama ürün kavramını inceleyelim:

⁷³ S.Charles Maurice. Owen R.Philips, s.173.-Donald S.Watson, Price Teory and Its Uses, Third Edition, Boston: Houghton Mifflin Company, s.183.- A.Koutsoyiannis, s.67.- William J.Baumol, ss.267-268 -H.P.Thirl Wall, Growth and Development, First Published, London: The McMillan Press Ltd. 1972,s.38. -Tümay Ertek, Ekonometriye Giriş, Ankara:ODTÜ, Yayın No:22, 1978, s.148. -Vural Savaş, Matematiksel İktisada Giriş, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1982, s159

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$Q=f(K,L)$ biçimindeki bir üretim fonksiyonunda ortalama ürün, herhangi bir faktörün diğer faktörlerle etkileşimi sonucu ortaya çıkan, kümülatif getiri olup sermayenin ortalama ürünü $AP_K = Q/K$ ve emeğin ortalama ürünü ise $AP_L=Q/L$ şeklinde gösterilir.

Diğer girdiler sabit iken, tek bir girdideki değişmeye bağlı olarak ortalama üretim artıyor ise söz konusu girdiye göre artan getiriden, aksi halde azalan getiriden söz edilmektedir. Ortalama getiri, fonksiyonun girdilere göre kısmi türevlerinin alınıp, sıfıra eşitlenmesiyle hesaplanır. $Q=f(K, \bar{L})$ iken;

$$\frac{\partial AP}{\partial K} = \frac{K \cdot f_1(K, \bar{L}) - f(K, \bar{L})}{K^2} = 0 \quad (2.1)$$

Bu denklemden,

$$Kf_1(K, \bar{L}) - f(K, \bar{L}) = 0$$

elde edilir. Buradan,

$$f_1(K, \bar{L}) = f(K, \bar{L})/K$$

olmaktadır. Ele alınan bu ortalama üretim fonksiyonunun üretim faktörünün çeşitli kullanım düzeylerindeki kısmi türevleri ortalama üretimdeki değişmeyi gösterir.

Öte yandan, yukarıdaki üretim fonksiyonun bağımsız değişkenlerinden herhangi birindeki bir birimlik değişiminin üretimde meydana getirdiği değişiklik de marjinal ürün olarak adlandırılır. Eğer, bağımsız değişkenlerden biri sabit tutularak (\bar{L}) diğerinin miktarı değiştirilir ise üretim miktarındaki değişimin söz konusu girdi kullanım miktarındaki değişmeye oranı, aynı zamanda ilgili faktörün marjinal verimliliğini ifade eder. Fonksiyonel olarak yazmak istersek, yukarıdaki üretim fonksiyonun her bir girdiye göre kısmi türevi alınıp her bir faktörün marjinal verimlilikleri aşağıdaki gibi ifade edilirler.

$$MP_K = f_1(K, \bar{L}) = \partial Q / \partial K; MP_L = f_2(\bar{K}, L) = \partial Q / \partial L \quad (2.2)$$

Faktörlerin marjinal verimliliği, girdi kullanım miktarındaki değişimler karşısında toplam üretimde ortaya çıkan değişim hızı olarak da tanımlanabilir. Üretim, girdilerin marjinal verimliliklerinin pozitif olduğu ($f_K > 0$, $f_L > 0$) alanda yapılıdır.

Eğer, fonksiyonun girdilere göre ikinci kısmi türevi alınırsa;

$$f_{KK} = \partial^2 Q / \partial K^2; f_{LL} = \partial^2 Q / \partial L^2; f_{KL} = \partial^2 Q / \partial K \partial L \quad (2.3)$$

Buradan, f_{KK} ve f_{LL} 'ye göre "doğrudan hızlandırıcı" ve f_{KL} 'ye göre de "çapraz hızlandırıcı" katsayıları elde edebiliriz. Doğrudan hızlandırıcı katsayısı, üretim faktörünün herhangi bir noktadaki marjinal verimindeki değişimi gösterir. Bu katsayıya göre $f_{KK} > 0$ ve $f_{LL} > 0$ ise, faktörün marjinal verimliliği artmakta; negatif ise azalmaktadır. $f_{KK} = 0$, $f_{LL} = 0$ ise "faktöre göre sabit getiri" vardır.

"Çapraz hızlandırıcı katsayısı" da, üretim faktörleri arasındaki ilişkinin niteliğini açıklamaktadır. Başka bir ifadeyle, diğer faktörlerden kullanılan miktar değiştiğinde, bir faktörün marjinal veriminde meydana gelecek değişimi gösterir. Yani, $f_{KL} > 0$ ise K ve L arasında tamamlayıcılık şeklindeki bir ilişkiden söz edebiliriz. Her iki faktörün miktarındaki artışlar, faktörlerin marjinal verimliliklerini artırmaktadır. Eğer $f_{KL} < 0$ ise, K ve L ikame edilebilir faktörlerdir. $f_{KL} = 0$ olduğunda da faktörlerin "tam bağımsız"lığı anlaşılmaktadır⁷⁴.

Ayrıca, üretim fonksiyonunun, dışbükey "eş-ürün" eğrilerine sahip olduğu bir durumu dikkate alalım. Üretim miktarı sabit kalmak kaydı ile bir girdiden bir miktar vazgeçme karşılığı diğer girdiden ne kadar kullanılması gerektiği, Marjinal Teknik İkame Oranı (MTİO), ile hesaplanır. Bu oran ile iki girdi arasındaki

⁷⁴James M.Henderson and Richard E.Quandt, s.67.- İhsan Tercan, Üretim Fonksiyonlarının Yapısal Analizi ve Sektörel Bir Uygulama, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 1988, s.13.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

ikame (örneğin K' ya göre L) düzeyini açıklarken, aynı zamanda ikame esnekliğinin (σ) belirlenmesinde de kullanılır.

İkame esnekliği, ikamenin hangi hızla gerçekleştiğini ölçen “pür/mutlak” bir sayıdır. Aynı eş ürün eğrisi üzerinde iken L yerine K ikame edebilmenin derecesini gösterir. Dolayısıyla hem L/K oranını hem de L ile K arasındaki MTİO'nun azalmanın önemini ortaya koyar. Bu nedenle, ikame esnekliği, girdi oranındaki nispi değişimin, MTİO'ndaki nispi değişmeye oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi formüle edilir. Üretim fonksiyonunun diferansiyelini aldığımızda, $Q = f(K,L)$ 'den,

$$\partial Q = f_1 \partial K + f_2 \partial L$$

elde edilebilir. f_1 ve f_2 , K ve L'ye göre kısmi türevlerdir. Aynı eş ürün eğrisi üzerinde kalma koşulundan dolayı $\partial Q = 0$ olup,

$$\text{MTİO} = f_1 / f_2 = -\partial L / \partial K = \frac{MP_K}{MP_L} \quad (2.4)$$

İkame Esnekliği,

$$\sigma = \frac{\Delta(L/K)/(L/K)}{\Delta \text{MRTS}_{KL} / \text{MRTS}_{KL}} = \frac{\partial \ln(L/K)}{\partial \ln(f_1/f_2)} \quad (2.5)$$

olacaktır. İkame esnekliği, ayrıca,

$$\sigma = \frac{\partial \ln(L/K)}{L/K} \cdot \frac{f_1/f_2}{\partial(f_1/f_2)} \quad (2.6)$$

şeklinde de yazılabilir. Değişkenlerin ikinci kısmi türevleri arasındaki bağıntıyı dikkate alırsak;

$$\partial(L/K) = (K \cdot \partial L - L \cdot \partial K) / K^2 \quad (2.7)$$

bulunur.

$$\partial(f_1/f_2) = \frac{\partial(f_1/f_2)}{\partial K} \cdot \partial K + \frac{\partial(f_1/f_2)}{\partial L} \cdot \partial L \quad (2.8)$$

ve

$$\partial L = -(f_1 / f_2) \partial K.$$

değerleri yerine konulduğunda, ikame esnekliği;

$$\sigma = \frac{f_1(f_1K + f_2L)}{f_2KL \left[f_1 \cdot \frac{\partial(f_1/f_2)}{\partial L} - f_2 \cdot \frac{\partial(f_1/f_2)}{\partial K} \right]} \quad (2.9)$$

şeklinde olur. Paydada yer alan parantez içindeki terimi, $f_1/f_2 = -\partial L / \partial K$ denklemi ile değerlendirir isek;

$$\sigma = f_1 \cdot f_2 (f_1K + f_2L) / X_1 X_2 D \quad (2.10)$$

bulunur. $D = 2f_1 f_2 f_1 f_2 - f_1^2 f_2^2 - f_2^2 f_1^2$ olup "içbükeyimsilik" varsayımı nedeni ile pozitifdir. Ancak bazı üretim fonksiyonları sabit ikame esnekliğine sahiptir. σ , üretim fonksiyonunun her noktasında ayrı bir değer alır ki, D'nin aldığı değer, eş ürün eğrisinin eğiminin değişme hızını yansıtır. D değeri arttıkça, eş ürün eğrisi daha kavisli hale gelir.

$Q = AK^\alpha L^\beta$ ile $\alpha, \beta > 0$ şeklindeki üretim fonksiyonunu ele alalım.

$$\sigma = \frac{\alpha Q}{K} \cdot \frac{\beta Q}{L} \frac{(\alpha Q + \beta Q)}{KL} \cdot \frac{K^2 L^2}{Q^3 \alpha \beta (\alpha + \beta)} = 1 \quad (2.11)$$

Bu tip üretim fonksiyonları, her noktada birim ikame esnekliğe sahiptir. Bu tanımdan hareketle şu sınıflandırma yapılabilir:

$\sigma = 0$ ise girdiler arasında ikame durumu mevcut değildir.

$\sigma > 0$ ise girdiler arasında her zaman ikame mümkündür.

Üretim esnekliğine gelince, üretimde kullanılan girdilerdeki nispi değişimin üretimde meydana getirdiği nispi değişme olup "marjinal esneklik" olarak da tanımlanabilmektedir. Bu tanıma

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

göre, marjinal esneklik,

$$\varepsilon = \frac{\partial Q / Q}{\partial K / K} \quad (2.12)$$

şeklinde formüle edilebilir. Üretim esnekliği katsayısından yararlanılarak, ilgili girdilerin ortalama getirisinin seyri izlenebilir. Örneğin, $\varepsilon_K > 1$ ise K girdisi için artan, $\varepsilon_K = 1$ ise sabit, $\varepsilon_K < 1$ için azalan ortalama getiri söz konusudur. Marjinal esneklik katsayısı aynı zamanda faktörlerin ikame sınırları içinde bulunup bulunmadığını da gösterir. Bu katsayı, pozitif ise faktörlerin birbirleri ile ikame edilebilir olduğu sonucuna varılır.

Marjinal esneklik katsayısı, üretim fonksiyonunun klasik aşamalarını belirlemede kullanılabilir. Ancak, her üretim fonksiyonunun üç aşaması bulunmayabilir. $\varepsilon_K > 1$ ise birinci aşama, $0 < \varepsilon_K < 1$ arasında ise ikinci aşama, $\varepsilon_K < 0$ ise üçüncü aşama belirlenebilir. Bu aşamaları gösteren esneklik katsayıları, faktörlerden birkaçı sabit tutularak, azalan verimler kanununun işlerlik kazandığı durumlarda hesaplanabilmektedir. Üretimde kullanılan (n) faktörün aynı oranda değiştirilmesine karşılık, üretim miktarının değişme seviyesini gösteren ve “Passus Katsayısı” veya bir başka ifadeyle esneklik hesaplanabilmiş ise “ölçek esnekliği”de hesaplanabilir.

Passus Katsayısı'nı veren esneklik ölçümünün temel özelliği, bütün üretim faktörleri aynı oranda değiştiği için, faktör bileşeni oransal olarak değişmemekle beraber, üretim ölçeğinin değişmemesidir. Bütün faktörlerin λ oranında artırıldığını kabul ettiğimizde, Passus Katsayısı;

$$\varepsilon_p = \frac{\partial Q / Q}{\partial \lambda / \lambda} \quad (2.13)$$

formülü ile hesaplanabilir. Çıktıdaki nispi artış/girdilerdeki nispi artış olarak ifade edeceğimiz bu formül logaritmik gösterimle $\varepsilon_p = \log Q / \log \lambda$ şeklinde de yazılabilir.

Passus Katsayısı'nın değeri, faktör bileşimlerindeki getirinin yönünü göstermektedir. $\varepsilon > 1$ ise üretim miktarındaki değişme, faktör bileşimindeki oransal değişmeden daha büyüktür ve artan ortalama getiri söz konusudur. $\varepsilon < 1$ ise azalan ortalama getiri söz konusu olacaktır. Bütün faktör bileşimleri sonucunda, "Passus Katsayısı" 1'e eşit bulunursa faktörlerle üretim ilişkisinin birinci dereceden homojen bir fonksiyonu temsil ettiği ve faktörlerdeki artış miktarının aynen üretim miktarına yansıdığı söylenebilir. Bu tür üretim ilişkileri, "Pari-Passus" kanunu ile izah edilmektedir. Bu kanuna göre, faktörlerdeki oransal değişme, faktörlerin ortalama verimliliğini değiştirmemektedir⁷⁵.

Ayrıca, birçok esneklik türünün yanında, faktör fiyatları parametrik olarak veri iken; bir monopolcünün karşılaşacağı üretim ve maliyet fonksiyonlarını dikkate alarak, marjinal maliyet, gelir ve harcama esnekliklerini bulmak mümkündür. Bu konuda, kısa bir açıklama yapmanın, araştırmacılara yol göstermek açısından faydalı olacağı muhakkaktır. Üretim ve maliyet fonksiyonları aşağıdaki notasyonlarla veri iken;

$$Q = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2.14)$$

$$C = \sum_{i=1}^n P_i X_i \quad (2.15)$$

Marjinal maliyet esnekliği

$$(\eta M_c) = \frac{\partial(M_c)}{\partial Q} \cdot \frac{Q}{(M_c)}, \quad (2.16)$$

Marjinal gelir esnekliği

$$(\eta M_R) = \frac{\partial(M_R)}{\partial Q} \cdot \frac{Q}{(M_R)}, \quad (2.17)$$

⁷⁵ Kutlu Y.Zoral, Üretim Fonksiyonları I (Teori), İzmir, 1982, ss.30-35. ; İhsan Tercan, s.20. - M.Denny, "The Relationship Between Functional Forms for The Production System", The Canadian Journal of Economics, VII, No.1, (February 1974), s.23.

şeklinde hesaplanabilir. Bir faktörün harcama esnekliğini de, sabit faktör fiyatları ile faktör kullanımındaki oransal değişimin toplam harcamadaki oransal değişmeye oranı olarak tanımlayabiliriz. Dolayısıyla J'inci faktörün harcama esnekliği aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$\eta_j = \frac{\partial X_j / X_j}{\partial C / C} \quad (2.18)$$

Bu sonuca bakarak, bir faktörün marjinal önemini yorumlayabilir ve başvurulabilecek bir araç olarak malları da aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz:

- $\eta_j < 0$ ise üretimde kullanılan faktör düşük mal,
- $0 < \eta_j < 1$ ise normal mal,
- $\eta_j > 1$ ise süper mal olarak nitelendirilebilir⁷⁶.

2.1. Üretim Fonksiyonları

Üretim fonksiyonları kendi aralarında homojen ve homojen olmayan ile parametrik ve parametrik olmayan fonksiyonlar olmak üzere başlıca iki kategoriye ayrılarak incelenmektedir. Bu fonksiyonlara ilişkin analitik yapı aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Homojen Parametrik Üretim Fonksiyonları

Homojen fonksiyonlar, ekonomide tabii bir süreç çerçevesinde ele alınan fonksiyonlardır. Bu nedenledir ki, bu fonksiyonlarından türetilen kâr ve maliyet fonksiyonları ile fayda fonksiyonlarından türetilen talep fonksiyonları, standart ekonomik modellerle tanımlandıklarından dolayı homojen kabul edilirler. Homojen fonksiyonlar basitleştirilmiş ve kolay anlaşılır olduklarından iktisatçılar, ekseriyetle uygulamalarda bu tür

⁷⁶ S.Charles Maurice and C.E. Ferguson, "Factor Demand Elasticity Under Monopoly and Monopsony", *Economica*, Vol.XL, No.158, (May 1973), s.186.

fonksiyonlarla çalışmayı tercih ederler. Uygulamalarda en yaygın kullanılan Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, bunun en belirgin örneklerinden biridir.

Bu kısımda çok popüler olan üretim fonksiyonlarından Cobb-Douglas, sabit esnekli üretim fonksiyonu (CES) ve değişken esnekli üretim fonksiyonu (VES) ve VES'in dört türev fonksiyonu ele alınacaktır.

2.1.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu

En popüler üretim fonksiyonu olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, ilk defa C.W.Cobb ve P.H. Douglas tarafından 1928'de kullanılmıştır. Bu fonksiyonun yaygın olarak kullanılması, sahip olduğu başlıca neo-klasik özelliklerden ve En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) ile tahmin edilmesini çok kolaylaştıran log-doğrusal bir özelliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

İki faktörlü Cobb-Douglas üretim fonksiyonu,

$$Q = A(t)L^\alpha K^\beta \quad (2.19)$$

biçimindedir. Bu fonksiyonda, Q, L ve K sırasıyla çıktı, emek ve sermayeyi göstermektedir. A(t), t zamanındaki teknolojinin etkinliğini ifade eden ölçek parametresi, α ve β emek ve sermaye faktörlerinin üretim esnekliğini ifade eden parametrelerdir. Faktörleri, aynı oranda artırmak için her iki girdiyi (h) sabiti ile çarptığımızda aşağıdaki denklem elde edilir:

$$A(t)(hL)^\alpha (hK)^\beta = h^{\alpha+\beta} A(t)L^\alpha K^\beta = h^{\alpha+\beta} Q \quad (2.20)$$

Böylece üretim de (h) oranında artar ve bu fonksiyon $v = \alpha + \beta$ dereceden homojen bir fonksiyon olarak ifade edilir. Yani, $v=1$ olduğunda, Cobb-Douglas fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiriyi; $v>1$ olduğunda ölçeğe göre artan getiriyi ve $v<1$ olduğunda ise ölçeğe göre azalan getiriyi ifade eder. α ve β faktörlerin üretime göre esneklik katsayıları olup, fonksiyonun eş ürün eğrileri orijine göre dış bükey bir şekil alırlar.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Bu fonksiyonun geleneksel özelliklerine dönerek denklem (2.19)'un faktörlere göre kısmi türevleri alındığında;

$$f_L = \alpha A(t) L^{\alpha-1} K^\beta = \alpha(Q/L) \quad (2.21)$$

$$f_K = \alpha A(t) L^\alpha K^{\beta-1} = \alpha(Q/K) \quad (2.22)$$

$$f_{LL} = (\alpha-1)\alpha A(t) L^{\alpha-2} K^\beta = \alpha(\alpha-1)(Q/L^2) \quad (2.23)$$

$$f_{KK} = (\beta-1)\beta A(t) L^\alpha K^{\beta-2} = \beta(\beta-1)(Q/K^2) \quad (2.24)$$

denklemleri elde edilir. Q, L ve K veri iken, (2.21) ve (2.22) denklemlerinden görüleceği gibi α ve β sıfırdan büyük oldukları sürece emeğin ve sermayenin marjinal ürünleri (f_L ve f_K) pozitif olacaklardır. Bu, girdilerden birisi veya her ikisi arttığında çıktının da artacağını gösterir. Bu açıkça neo-klasik üretim fonksiyonunun monotonluk (monotonicity) varsayımını sağlar. Denklem (2.23) ve (2.24)'den görüleceği gibi α , $\beta < 1$ olduğu sürece emeğin ve sermayenin marjinal ürünleri azalır. Diğer bir ifadeyle, f_{LL} ve f_{KK} negatif olurlar.

Denklem (2.21) ve (2.22) veri iken, marjinal teknik ikame oranı (sermaye-emek ikamesi), M'nin de pozitif olacağı aşikârdır.

$$M = f_L / f_K = (\alpha / \beta)(K / L) \quad (2.25)$$

ve denklem (2.25)'den hareketle,

$$[\partial M / \partial(K/L)] = (\alpha / \beta) \quad (2.26)$$

yazılabilir. M pozitif ve sabittir, böylece artan sermaye-emek oranı marjinal teknik ikame oranını sabit oranda arttırır. Nihayet, M veri iken, ikame esnekliği;

$$\sigma = [d \log(K/L) / d \log(K/L)] = 1 \quad (2.27)$$

Böylece, denklem (2.27)'den görüleceği gibi, ikame esnekliği göz önünde alındığında, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu çok sınırlı bir fonksiyondur.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, doğrudan veya uygun maliyet fonksiyonu veya marjinal prodüktivite koşulları veya faktör payları kullanılarak dolaylı biçimde tahmin edilebilir.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu doğrudan tahmin etmek için izlenecek en kolay yol, onu doğrusal hale dönüştürmektir. Denklem (2.19)'un doğal logaritmasını alarak, fonksiyonu doğrusal hale dönüştürebiliriz:

$$\ln Q = \ln A(t) + \alpha \ln L + \beta \ln K \quad (2.28)$$

Bu denklem log-doğrusal olup, fonksiyon EKKY kullanılarak tahmin edilebilir. Eğer tesadüfi hata terimi ilave edilirse, bu denklem toplamsal (additive) ve geleneksel istatistiki özelliklere sahip olur ve tahmin edilen parametreler en iyi doğrusal sapmasız etkin (B.L.U.E) olurlar. Doğrudan tahmin yöntemi yaklaşımının ana problemi, $\ln L$ ve $\ln K$ arasında, yorum güçlüklerine yol açabilecek çoklu doğrusallık sorununun bulunabilmesidir. Zaman serisi verileri tahmin amacıyla kullanıldığında bu çoklu doğrusallık problemini çözmek için, Cobb-Douglas bazen kendi dinamik versiyonundan tahmin edilir. Denklem (2.28)'in zamana göre türevi alındığında, model;

$$q = a + \alpha l + \beta k \text{ olur.} \quad (2.29)$$

Burada küçük harfler ilgili değişkenlerin büyüme oranlarını ve $a = (\partial \ln A(t) / \partial t)$ teknik ilerleme oranını belirtir. Denklem (2.29)'un doğrusal olduğu ve böylece EKKY kullanılarak tahmin edilebileceği görülmektedir. Ölçeğe göre değişen getiri ($\alpha + \beta \neq 1$) söz konusu ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonu (2.19) aşağıdaki gibi dönüştürülerek tahmin edilebilir. Denklem (2.19)'u L 'ye bölerek ölçek ekonomileri parametresini $\gamma = \alpha + \beta - 1$ olarak gösterdiğimizde,

$$(Q/L)=A(t)L^{\gamma}(K/L)^{\beta} \quad (2.30)$$

elde edilir. Bu ifadenin doğal logaritmasının alınmasıyla fonksiyonun, Grilliches ve Ringstad⁷⁷ tarafından orijinal olarak kullanılan biçimi (kalıbı) ortaya konulabilir:

$$\ln(Q/L)=\ln A(t)+\gamma \ln L+\beta \ln(K/L) \quad (2.31)$$

Nadiren kullanılan bu biçimin avantajı, hem β parametresinin EKKY ile doğrudan elde edilmesi hem de ölçek ekonomilerinin doğrudan elde edilmesidir. Böylece, fonksiyonun ölçeğe göre sabit getiriye sahip olup olmadığı $H_0: \gamma = 0$ sıfır hipotezinin testiyle doğrudan tespit edilebilir. Diğer esneklik α , β ve γ tahmin edicileri kullanılarak bulunur ve $\gamma = \alpha + \beta - 1$ 'dir. Eğer β ve γ tahminicileri sapmasız iseler bu dolaylı metotla bulunan α tahmincisi de sapmasızdır.

Eğer ölçeğe göre sabit getiri varsayımı söz konusu ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun doğrudan tahmini daha basit olup, bu varsayım altında $\alpha + \beta = 1$ olduğu için üretim fonksiyonu şöyle yazılabilir.

$$\ln(Q/L)=\ln A(t)+\beta \ln(K/L) \quad (2.32)$$

ve

$$\ln(Q/K)=\ln A(t)+\alpha \ln(L/K) \quad (2.33)$$

Bu fonksiyonda (Q/L) ve (Q/K) emek ve sermayenin kısmi verimlilik seviyeleri, $(K/L)=[1/(L/K)]$ sermaye yoğunluğudur. Dahası, zaman serisi verileri kullanıldığında denklem (2.32) ve (2.33)'ün zamana göre türevi alınarak, iki tane daha dinamik biçim elde edilir.

$$(q-1)=\alpha+\beta(k-1) \quad (2.34)$$

ve

⁷⁷ Z. Grilliches and V.Ringstad, Economics of Scale and The Form of the Production Function, 1971, North-Holland, Amsterdam.

$$q-k)=a+ \alpha(1 - k) \quad (2.35)$$

Bu denklemlerde yer alan küçük harflerle yapılmış tanımlamalar, büyüme oranlarını gösterir. Yukarıdaki, denklem (2.32) ve (2.34)'den hareketle β tahmin edilebilir ve bunlardan $\alpha = 1 - \beta$ hesaplanabilir veya (2.33) ve (2.35)'den α tahmin edilip, bunlardan da $\beta = 1 - \alpha$ elde edilebilir. Literatürde genellikle, bunların EKKY kullanılarak tahmin edildiği bilinmekte ve bu kalıplar genel bir tercihi yansıtmaktadırlar.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu farklı dönemlerdeki teknolojik değişme yönlerinin tahmin edilmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Bu durumda model, $Q=A e^{rt}L^\alpha K^\beta$ veya logaritmik kalıpta $\ln Q_t = \ln A + r_t + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t$ şeklinde olacaktır. Bu fonksiyonda (r) parametresi organizasyon içi iyileşmelerden kaynaklanan içermemiş teknolojik değişme hızını göstermektedir. Öte yandan, $r/(\alpha + \beta)$ ifadesi üretim faktörlerinin verimliliklerini arttıran Hicks-nötr teknolojik değişme hızını, r/α ifadesi emek verimliliğini arttıran Harrod-nötr teknolojik değişme hızını ve r/β ifadesi sermaye verimliliğini arttıran Solow-nötr teknolojik değişme hızını temsil etmektedirler.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu parametrelerinin dolaylı tahminine döndüğümüzde, en popüler yaklaşım üretim fonksiyonunun dualini (minimum maliyet fonksiyonu) elde etmek ve parametreleri bu maliyet fonksiyonundan hareketle tahmin etmektir. Bu yaklaşımı izleyerek ve firmanın fiyat alıcısı olduğunu varsayarak, firmanın toplam maliyetlerini minimize edecek emek ve sermaye girdileri;

$$C=wL+rK \quad (2.36)$$

şeklinde formüle edilebilir. Yukarıdaki maliyet fonksiyonunu amaç, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu kısıt fonksiyonlar olarak alıp Lagrange çarpanı ile düzenlendiğimizde;

$$Lg= wL+rK- \lambda(Q - A(t)L^\alpha K^\beta) \quad (2.37)$$

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

elde edilir. Böylece, maliyet minimizasyonu için birinci dereceden koşullar aşağıdaki gibi yazılır:

$$(\partial Lg / \partial L) = w + \lambda \alpha (Q / L) = 0 \quad (2.38)$$

$$(\partial Lg / \partial K) = r + \lambda \beta (Q / K) = 0 \quad (2.39)$$

Denklem (2.38) ve (2.39)'dan da

$$(w / r) = (\alpha / \beta)(K / L) \quad (2.40)$$

sonucuna ulaşılır. Denklem (2.40)'dan görüleceği gibi girdi fiyat oranları marjinal ikame oranına eşit olduğunda birim maliyetler minimize edilmiş şekliyle yeniden düzenlendiğinde,

$$L = (\alpha / \beta)(r / w)K \quad (2.41)$$

olur. Denklem (2.41), Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda yerine konulduğunda,

$$Q = A(t)K^{\alpha+\beta} [(\alpha / \beta)(r / w)]^{\alpha} \quad (2.42)$$

denklemi elde edilir. Buradan da, sermaye girdisi için maliyeti minimize eden fonksiyona ulaşılır:

$$K = [Q / A(t)]^{1/\nu} [(\alpha / \beta)(r / w)]^{-(\alpha/\nu)} \quad (2.43)$$

Denklem de $\nu = \alpha + \beta$ homojenlik derecesini tanımlarken benzer süreçle, emek girdisi için maliyeti minimize eden aşağıdaki fonksiyona ulaşılmıştır:

$$L = [Q / A(t)]^{1/\nu} [(\beta / \alpha)(w / r)]^{-(\beta/\nu)} \quad (2.44)$$

Denklem (2.43) ile (2.44), denklem (2.36)'da yerine konulursa maliyet fonksiyonu aşağıdaki şekli alacak ve yeni düzenlenmiş formu ortaya çıkarılabilecektir:

$$C = [Q/A(t)]^{1/v} \{w[(\beta/\alpha)(w/r)]^{-(\beta/v)} + r[(\alpha/\beta)(r/w)]^{-(\alpha/v)}\}^{-1/v}$$

$$C = BQ^{1/v} w^{\alpha/v} r^{\beta/v} \quad (2.45)$$

Bu denklemde B sabiti aşağıdaki dönüşümlerle;

$$B = A(t)^{-1/v} (\alpha^{-\alpha/v} \beta^{\alpha/v} \alpha^{\beta/v} \beta^{-\beta/v})$$

$$B = v[A(t)\alpha^\alpha \beta^\beta]^{-1/v} \quad (2.46)$$

hesaplanır. Denklem (2.45)'in türevi alındığında logaritmik-doğrusal üretim fonksiyonunun (2.28) dualine ulaşılır ve şöyle ifade edilir:

$$\ln C = \ln B + (1/v)\ln Q + (\alpha/v)\ln w + (\beta/v)\ln r \quad (2.47)$$

Dolayısıyla, denklem (2.47), Cobb-Douglas maliyet fonksiyonunun çıktı ve faktör fiyatlarına göre log-doğrusal olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, esneklik parametreleri (α ve β) ve ölçeğe göre getirilerin derecesi ($v = \alpha + \beta$), EKKY kullanılarak etkin bir şekilde tahmin edilebilir. Bu tür yaklaşımdan elde edilecek tahmin ediciler yada tahmin denklemlerine ulaşmak için fiziki veya deflate edilmiş parasal değerler ihtiva eden girdi büyüklükleri (L ve K) ile girdi fiyatları ve çıktı (Q) ve maliyete (C) ilişkin bilgiler yeterli sayılmaktadır.

2.1.1.2. CES Üretim Fonksiyonu

Dickinson (1954) tarafından tanıtılan ve Arrow ve diğerleri (1964) tarafından popüler hale getirilen sabit ikame esneklikli (constant elasticity of substitution, CES) üretim fonksiyonuna uygulamalı çalışmalarda sıkça rastlanılmaktadır. Bu fonksiyon Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu da içine alan özel bir fonksiyon türüdür. CES üretim fonksiyonunun iki temel özeliği vardır: Birincisi, bu fonksiyon birinci dereceden homojendir. İkincisi ise sabit ikame esnekliğine sahip olmasıdır.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Neo-klasik iktisatçılar, üretim faktörleri arasındaki ikame edilebilirliğe oldukça önem vermişlerdir. Bilindiği gibi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ikame esnekliği, $\sigma=1$ olarak kabul edilmiştir. CES üretim fonksiyonunun da faktörler arası ikame esnekliği sabit olacak şekilde sınırlanmakla birlikte, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi ikame esnekliğinin $\sigma=1$ olma zorunluluğu yoktur. Dolayısıyla bu ifade, ikame esnekliğinin her zaman sabit olması gerektiği anlamında olup faktörlerdeki veya nispi fiyatlardaki değişme ile sabitliğin değişmeyeceğini gösterir. İkame esnekliği değeri teknolojinin seviyesi ile belirlenir ve teknolojik ilerleme ile değişebilir⁷⁸.

CES üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmiştir⁷⁹.

$$Q = A(t) [\delta L^{-\rho} + (1 - \delta) K^{-\rho}]^{-(v/\rho)} \quad (2.48)$$

ve

$$A(t) > 0, 1 \geq \delta \geq 0, v > 0 \text{ ve } \rho \geq -1$$

Burada, Q, L, K ve t sırasıyla çıktı, emek, sermaye ve zaman değişkenlerini ifade etmektedir. A(t), t zamanındaki teknoloji seviyesidir. δ emek yoğun teknolojinin derecesini gösterir. Diğer yandan, v ve ρ homojenlik ve ikame parametreleridir.

Denklem (2.48)'in homojen olduğunu göstermek için denklemdeki L ve K faktörlerini (h) sabiti ile çarparak yeniden yazdığımızda, çıktı Q şöyle değişecektir:

⁷⁸ Recep Kök, "Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik, Bir Uygulama", Atatürk Üniversitesi Yayınları, No.680, Erzurum, 1991, s.105.

⁷⁹ Erkin I.Bairam, Homogenous and Nonhomogenous Production Functions, Theory and Applications, New Zealand, 1994, s.23. ; H.Uzawa, "Production Function with Constant Elasticity of Substitution", Review of Economic Studies, 29, 1962, ss.291-299. ; A.A. Walters, "Production and Cost Functions: An Econometric Survey", Econometrica, 31, 1963, ss. 1-61. ; P.Zarembka, "Functional Form in the Demand for Money", Journal of the American Statistical Association, 63, 1970, ss. 502-51

$$\begin{aligned}
 A(t)[\delta(hL)^{-\rho} + (1-\delta)(hK)^{-\rho}]^{-\rho} &= \\
 A(t)\{h^{-\rho}[\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}]\}^{-\rho} &= \\
 (h^{-\rho})^{-\rho} Q &= h^{\nu} Q \quad (2.49)
 \end{aligned}$$

Sonuç olarak, CES fonksiyonu (ν) dereceden homojendir ve ölçek esnekliği ε , sabit ve (ν)'ye eşittir.

İkame esnekliği parametresi ise marjinal ürünlerden elde edilebilir. Şöyle ki; denklem (2.48) aşağıdaki gibi yeniden yazılarak bu fonksiyonun kısmi türevleri alınır. Yani,

$$Q^{-(\rho/\nu)} = A(t)^{-(\rho/\nu)}[\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}] \quad (2.50)$$

Denklem (2.50)'nin L ve K' ya göre kısmi türevlerini alarak yeniden düzenlediğimizde emek ve sermayenin marjinal ürünleri elde edilir:

$$f_L = \delta A(t)^{-(\rho/\nu)} (Q^{1+\rho} / L^{1+\rho}) \quad (2.51)$$

ve

$$f_K = (1-\delta) A(t)^{-(\rho/\nu)} (Q^{1+\rho} / K^{1+\rho}) \quad (2.52)$$

Tanımlamadan anlaşılacağı gibi f_L ve f_K 'nin işaretleri pozitif olmalıdır. Denklem (2.48) üzerine konulan sınırlamalar altında f_L ve f_K azalandır, yani f_L ve f_K 'nin, L ve K'ya göre türevleri alındığında f_{LL} ve $f_{KK} < 0$. Denklem (2.51)'in (2.52)'ye oranı marjinal teknik ikame oranını verir.

$$MTIO = f_L / f_K = [\delta / (1-\delta)] [(K/L)^{1+\rho}] \quad (2.53)$$

CES üretim fonksiyonunun ikame esnekliği ise,

$$\sigma = d \log(K/L) / d \log MTIO = (1+\rho)^{-1} \text{ olur.} \quad (2.54)$$

$\rho \geq -1, \infty \geq \sigma \geq 0$ veri iken, CES üretim fonksiyonu $\rho \rightarrow 0$ için Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna ve $\rho \rightarrow \infty$ için

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

(sabit oranlar üretim fonksiyonuna) ikame imkânsızlığına karşılık gelen Leontief üretim fonksiyonuna eşittir. Böylece, σ 1'den (unity) sapabilir (CES üretim fonksiyonu için), fakat ρ 'nın sabit olması nedeniyle σ parametresi hâlâ değişken değildir.

CES'i tahmin etmek amacıyla denklem (2.48)'i uygun bir biçime dönüştürmek bir süreci gerektirmektedir. Çünkü, CES doğrudan tahmin edildiğinde parametrelerde doğrusal değildir (non-linear). Bu nedenle, CES üretim fonksiyonunun en önemli sorunu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi fonksiyonun logaritması alınarak, fonksiyonun belli işlemlerle doğrusal biçime dönüştürülebilmesidir. Bu zorluktan dolayı fonksiyonun tahmini ancak, yaklaşık değerler verebilecektir⁸⁰.

Şimdi denklem (2.53)'ün logaritmik dönüşümünü dikkate alarak şu düzenlemeyi yapalım:

$$\ln Q = \ln A(t) + (v/\rho) \ln[\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}] \quad (2.55)$$

Denklem (2.55)'den görüleceği gibi, denklem hâlâ parametrelerde doğrusal olmadığı için EKKY uygulanamaz. CES üretim fonksiyonunun parametrelerinin doğrudan tahmini aşağıdaki iki yöntemi izlemeyi gerektirmektedir⁸¹:

Birincisi, denklem (2.55)'in parametreleri doğrusal olmayan yöntemlerle tahmin edilebilir. Burada olabirlik (likelihood) fonksiyonu kurulur ve parametrelerin maksimum olabirlik tahminleri herhangi bir ekonometrik paket program ile yapılabilir.

Alternatif olarak ikinci yöntem, eğer denklem (2.55) yerine ρ 'ya nispetle doğrusal olan kendi yaklaşık değeri (approximation) konulursa, CES üretim fonksiyonunun en iyi tahmin edicileri bulunabilir.

Kmenta (1967, 1971), aşağıdaki fonksiyonlardan hareketle CES'in parametrelerini tahmin etmek için EKKY'yi kullanmıştır⁸².

⁸⁰ Kök, 1991, s.107.

⁸¹ Bairam, 1994, s.25.

⁸² Bairam, 1994, s.25. ; J.Kmenta, "On Estimation of the CES Production Function", International Economic Review, 8,1967,ss.180-189.; J.Kmenta, Elements of Econometrics, Macmillan, 1971, London.

$$\ln Q = \ln A(t) + \mu_1 \ln L + \mu_2 \ln K + \mu_3 (\ln L - \ln K)^2 \quad (2.56a)$$

Burada:

$$\mu_1 = \delta v; \mu_2 = (1 - \delta)v \text{ ve } \mu_3 = 0.5[\delta(1 - \delta)\rho v]$$

şeklinde tanımlanmıştır. Böylece, (2.55)'in parametreleri (2.56a)'nın katsayıları ile aşağıdaki gibi ilişkilendirildiğinde,

$$\delta = [\mu_1 / (\mu_1 + \mu_2)] \quad (2.57)$$

$$v = [\mu_1 + \mu_2] \quad (2.58)$$

$$\rho = [-2\mu_3(\mu_1 + \mu_2) / (\mu_1\mu_2)] \quad (2.59)$$

olacaktır. $\rho = 0$ (ve $\sigma = 1$) civarındaki genişleme için Taylor serileri kullanılarak ve üçüncü ve daha yüksek dereceli durumlar göz önüne alınmayarak, denklem (2.56a) denklem (2.55)'den türetilmiştir. Denklem (2.56a)'nın sağ tarafı iki kısma ayrılabilir: Bunlardan birisi ρ 'nun sıfırdan hareketi nedeniyle düzeltmeyi temsil eder ve Cobb-Douglas'a karşılık gelir.

Diğeri ise, $[-\mu_3(\ln L - \ln K)^2]$ olan kısımdır. Bu kısım eğer $\rho = 0$ olursa ortadan kalkacaktır. Sonuç olarak, bu tanımlama kullanılarak Cobb-Douglas hipotezi test edilebilecektir. Çünkü, μ_3 'ün tahminleri sıfırdan farklı değillerse, CES üretim fonksiyonu Cobb-Douglas üretim fonksiyonu lehine reddedilebilecektir.

Öte yandan, bazı araştırmacılar (örneğin, Maddala ve Kadane, (1967)) denklem (2.56a)'nın sapmalı parametre tahminlerine yol açacağı hususunda uyarıda bulunurlar. CES doğrusal yaklaşık değerlerinin ne kadar güvenilir olduklarını test etmek amacıyla denklem (2.56a) ve aşağıdaki üçüncü dereceden fonksiyon Monte Carlo deneyimi kullanılarak test edilebilir:

$$\ln Q = \ln A(t) + \mu_1 \ln L + \mu_2 \ln K + \mu_3 (\ln L - \ln K)^2 + \mu_4 (\ln L - \ln K)^3 \quad (2.56b)$$

Burada, μ_1, μ_2, μ_3 ve

$$\mu_4 = \{(1/6) \rho^2 \delta(1 - \delta)v[1 - 2(1 - \delta)]\} \text{ dir.}$$

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Monte Carlo testi şöyle uygulanır: CES fonksiyonunun şu unsurlara sahip olduğu varsayılır: $\ln A=5.0$, $\delta = 0.7$ ve hata terimi, ε , varyans 1 ile normal dağılmakta olup, ρ ve ν 'nin ortalama değerleri Tablo 2.1 'de verilmektedir⁸³. Bu değerler 30 hacimli 50 örneğe dayalı olarak ve denklem (2.56a) ve (2.56b) den hareketle elde edilmiştir. Tablo'dan görülmektedir ki, ikinci derecede Kmenta yakınlaştırması kullanıldığında ρ bazında ν düşük ve σ yüksektir (örneğin $\nu=0.5$, $\sigma = 2$). Böylece, Tablo'daki sonuçlar, Maddala ve Kadane'nin (1967) "ikinci derece prosedürün daima σ 'nın tahminlerinin sapmasızlığını vermez" şeklindeki bulgularını doğrulamaktadır. Öte yandan, üçüncü derece yakınlaştırmanın ρ ve ν 'nin anakütle değerlerini göz önüne almaksızın daima ρ ve ν parametrelerini verecekleri burada görülmektedir.

Sonuç olarak, CES üretim fonksiyonu, homotetiklik varsayımı altında, marjinal teknik ikame oranının üretim seviyesinden bağımsız ve nötr tip teknolojik ilerleme olduğunu kabul ederken, bazı durumlarda ampirik verilerin, sabit girdi oranında bile faktör fiyatları oranını değiştirebileceğini hatırlatır. Yani nötr teknolojik ilerlemenin derecesi ve hasıla seviyesi açık bir şekilde faktör bileşenini etkileyecektir. Böyle bir CES üretim fonksiyonunun genel formu şöyle yazılabilecektir⁸⁴:

$$\text{Log}w = \text{log}a + (1/\sigma) \text{log}k + b \text{log}Y + c \text{log}T \quad (2.60)$$

Burada, w , emek ve sermayenin faktör fiyatları oranı; σ , ikame esnekliği; k , emek/sermaye oranı; Y , hasıla seviyesi; T , teknolojik ilerlemeye ilişkin eğilim indeksidir.

$\sigma > 1$ ise, sermaye hasıla oranındaki bir değişme, oransal olarak MTİO'daki değişmeden daha büyüktür. Bu, reel ücretlerdeki nispi artışların, sermayenin nispi payını azalttığı sonucunu doğurmaktadır.

⁸³ Bairam, 1994, s.22.

⁸⁴ Ryuzo, Sato, "The Most General Class of CES Functions", *Econometrica*, Vol.43, No.56, (September-November, 1975), s. 299.

Tablo 2.1 Kmenta Yaklaşımının (Approximation) Monte Carlo Çalışması

Parametre	Anakütle Değeri	Kmenta (2. derece değer)	Kmenta (3.derece değer)
ν	0.5	0.516	0.502
ρ	-0.5	-0.385	-0.500
ν	0.5	0.509	0.500
ρ	1.0	0.958	1.000
ν	1.0	0.982	1.004
ρ	-0.5	-0.466	-0.500
ν	1.0	1.018	1.000
ρ	1.0	0.948	1.000
ν	1.5	1.479	1.505
ρ	-0.5	-0.518	-0.500
ν	1.5	1.513	1.500
ρ	1.0	0.962	1.000
ν	2.0	1.992	2.007
ρ	-0.5	-0.496	-0.500
ν	2.0	1.996	2.00
ρ	1.0	0.944	1.00

Not: CES fonksiyonunun her bir deneyim için $\ln A=0.5$ ve $\delta=0.7$ 'ye sahip olduğu ve e hata teriminin 1 standart sapmayla normal dağıldığı varsayılmıştır. Üçüncü ve dördüncü sütunlarda verilen rakamlar ν ve ρ tahminlerinin elde edilen, ortalama (30 hacimli 50 örneğe dayalı ve denklem (2.48a) ve (2.48b) den çıkarılan) değerleridir

2.1.1.3. VES Üretim Fonksiyonu

Değişen ikame esneklikli (VES) üretim fonksiyonlarının analitik yapısı aşağıda Transcendental Üretim Fonksiyonu, Genelleştirilmiş CES Üretim Fonksiyonu, Rvankar Üretim Fonksiyonu ve Kadiyala Üretim Fonksiyonu çerçevesinde tasnif edilerek incelenmektedir.

2.1.1.3.1. Üstel (Transcendental) Üretim Fonksiyonu

Bu üstel üretim fonksiyonu Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş bir biçimi olarak bilinir ve şu şekilde tanımlanır:

$$Q = A(t)L^\alpha K^\beta \exp^{\mu(K/L)} \quad (2.61)$$

Görüleceği gibi bu fonksiyon $v = \alpha + \beta$ dereceden homojendir. Daha basit olarak, eğer $\alpha = 1 - \beta$ ve $1 > \beta > 0$, olduğu varsayılırsa, denklem (2.53)'den:

$$f_L = A(t)Z^\beta \exp^{(\mu Z)(1-\beta)-\mu Z} \quad (2.62)$$

$$f_K = A(t)Z^{\beta-1} \exp^{(\mu Z)(\beta+\mu Z)} \quad (2.63)$$

yazılabilir. Burada, $Z = (K/L)$ dir.

Sonuç olarak, eğer $\mu > 0$ ise, $f_K > 0$ ve $f_L > 0$ olmak kaydıyla $(1 - \beta) > \mu Z$. Diğer yandan, eğer $\mu < 0$ ve $f_L > 0$ ve $f_K > 0$ olmak kaydıyla $\beta > \mu Z$ olur. Burada, marjinal verimliliklerden hareketle marjinal teknik ikame oranı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$M = Z\{[1/(\beta + \mu Z)] - 1\} \quad (2.64)$$

Böylece, $0 < \beta < 1$ ve $0 > (\beta + \mu Z) > 1$ olduğu sürece marjinal ikame oranı pozitif olup, ikame esnekliği şöyle hesaplanır:

$$\sigma = 1 - \mu Z[(\beta + \mu Z)^2 - \beta]^{-1} \quad (2.65)$$

Bu denklemden anlaşılacağı gibi sermaye-emek oranı olarak tanımlanan, Z 'nin alacağı değerlere bağlı olarak ikame esnekliğinin değişken olduğu görülmektedir. Açık bir şekilde, $(d\sigma/d(Z)) \geq 0$, $\mu \leq 0$; $\mu < 0$ için, emek yerine sermaye ikame

edilirken, σ azalmakta; $\mu > 0$ olduğunda da, sermaye yoğunlaşmasına bağlı olarak σ artmaktadır. Yine, denklem (2.65)'den $\mu < 0$ iken $\sigma > 1$ ve $\mu = 0$ olduğunda da fonksiyon Cobb-Douglas'a dönüşecektir.

Öte yandan, denklem (2.61)'in sağ tarafının iki kısma ayrılması önemlidir. Bunlardan birisi Cobb-Douglas'a karşılık gelen kısım, diğeri ise ikame esnekliğinin birimden (unity) uzaklaşması nedeniyle olan 'düzeltmeyi (μZ)' temsil eden kısımdır. Böylece eğer uygulamalı çalışmalarda tahmin edilen μ parametresi sıfırdan önemli derecede farklı ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, transcendental üretim fonksiyonu lehine reddedilebilir.

Dolayısıyla denklem (2.61)'in parametre tahminlerini bulmak amacıyla doğal logaritmasını aldığımızda fonksiyon aşağıdaki kalıba dönüşmektedir:

$$\ln Q = \ln A(t) + \alpha \ln L + \beta \ln K + \mu(K/L) \quad (2.66)$$

Yukarıda verilen bu fonksiyonun doğrusala dönüştürülmesiyle EKKY kullanılarak tahmin edilmesi kolaylaştırılmıştır. Bu fonksiyonun doğrusal ve homojen olduğu varsayımı dikkate alınırsa ($\alpha = 1 - \beta$), denklem (2.61) ve (2.66) aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

$$\ln(Q/L) = \ln A(t) + \beta \ln(K/L) + \mu(K/L) \quad (2.67)$$

Ancak, bu denklemin iki açıklayıcı değişkeni olan ($\ln(K/L)$ ve (K/L)) arasında çoklu doğrusallık sorunu beklendiğinden EKKY'nin tahmincilerine güvenilmemektedir. Bu durumda, Lovell (1968) tarafından önerilen çözüm kullanılabilir⁸⁵. Üretim faktörlerinin kendi marjinal ürünlerinin değerlerini alacakları varsayımı altında, emeğin nispi payı, denklem (2.61)'den aşağıdaki gibi ayrılabilir:

⁸⁵ Bairam, 1994, s.28

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$$(\partial Q / \partial L)(L / Q) = (1 - \beta) - \mu Z \quad (2.68)$$

Emeğin payı toplam ücretler cinsinden (wL) tanımlandığında da, türetilmiş olan gelire (Q) bölüldüğünde, bu denklem,

$$y = a + bZ \quad (2.69)$$

biçiminde yeniden yazılabilir. Burada $y = (wL/Q)$, $Z = (K/L)$ ve böylece, $a = 1 - \beta = \alpha$ ve $\mu = -b$. olduğu için denklem (2.69) EKKY ile tahmin edilebilir ve çoklu doğrusallık sorununun ortadan kalkması beklenir. Dolayısıyla, modelden elde edilmiş en iyi parametrelere ulaşılabilir.

2.1.1.3.2. Genelleştirilmiş CES Üretim Fonksiyonu

Aşağıdaki ölçüğe göre sabit getirili homojen üretim fonksiyonu Lu and Fletcher (1968) tarafından tanımlanmıştır⁸⁶:

$$Q = A(t) [\delta K^{-\rho} + (1 - \delta)\eta L^{-\rho} (K/L)^{-\gamma(1+\rho)}]^{-1/\nu} \quad (2.70)$$

Ancak, tahmin edici bir model olarak nadiren kullanılan bu spesifikasyon, tam rekabet varsayımı altında kendi dolaylı formu ile aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\ln(Q/L) = \beta_0 + \beta_1 \ln w + \beta_3 \ln(K/L) \quad (2.71)$$

Burada, w ücret oranını ve $\beta_1 = (1 + \rho)^{-1}$ ve $\beta_3 = \gamma$ eşitliğini ifade etmektedir.

Doğrusal homojen VES üretim fonksiyonunun ikame esnekliği, dolaylı biçimin (2.71) parametreleri bağlamında ifade edilmektedir:

$$\sigma = \beta_1 (1 - s\beta_3)^{-1} \quad (2.72)$$

⁸⁶ Bairam, 1994, ss.29-30:

Burada, $s=[(wL+rK)/rK]$ toplam faktör maliyetlerinin sermayenin kiralama maliyetlerine olan oranını ifade etmektedir.

Denklem (2.72)'den, $\beta_3 = 0$ ise, $\sigma = \beta_1 = (1 + \rho)^{-1}$ olacağı görülebilir. Bu durum ilgili üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit getirili CES üretim fonksiyonuna indirgenliğini gösterir. Bu veri iken, sermaye-emek oranı logaritmasının katsayısı için üretim fonksiyonunun sabit ikame esnekliğine sahip olup olmadığı hipotezi EKKY t-testiyle test edilir.

Yeung ve Tsang (1972) tarafından ifade edilen, VES üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit olmayan getiriler versiyonu ise şöyledir:

$$Q=A(t)[\delta K^{-\rho} + (1 - \delta)\eta L^{-\rho} (K / L)^{-\gamma(1+\rho)}]^{-v/\rho} \quad (2.73)$$

Ölçeğe göre sabit getirili VES üretim fonksiyonu (2.70) için tanımlanan varsayımlar ve parametrelere ilave olarak burada v homojenlik parametresidir. Bu üretim fonksiyonunun dolaylı model kalıbı şöyledir:

$$\ln(Q/L)= \beta_0 + \beta_1 \ln w + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln(K / L) \quad (2.74)$$

Burada, $\beta_1 = v(v + \rho)^{-1}$; $\beta_2 = (v - 1)(1 - \beta_1)v$ ve $\beta_3 = \gamma$ olup, bu basit doğrusal kalıp EKKY ile tahmin edilebilmektedir.

2.1.1.3.3. Revankar üretim fonksiyonu

Revankar (1971) tarafından ifade edilen VES üretim fonksiyonunun model kalıbı da şöyle gösterilmektedir⁸⁷:

$$Q=A(t)K^{v(1-\gamma\rho)}[L + (\rho - 1)K]^{v/\rho} \quad (2.75)$$

⁸⁷ Bairam, 1994, s.31. ; N.S.Revankar, "A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions", *Econometrica*, 39, 1971, ss.61-67.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Bu fonksiyon $1 \geq \gamma\rho \geq 0$, $1 > \gamma > 0$ ve $(L/K) > [(1-\rho)/(1-\gamma\rho)]$ kısıtları altında neo-klasik üretim teorisinin gereklilik koşulunu yerine getirir ve bu varsayımlar altında:

$$f_L = v\gamma\rho(Q/[L+(\rho-1)K]) > 0 \quad (2.76)$$

$$f_K = [v(1-\gamma\rho)(Q/K)] + [v\gamma\rho(\rho-1)]\{Q/[L+(\rho-1)K]\} > 0 \text{ dir.} \quad (2.77)$$

Bu fonksiyon v dereceden homojendir ve böylece, ikame esnekliği sabittir, yani $\varepsilon = v$ dir.

Marjinal teknik ikame oranı,

$$MTİO = [(\rho-1)/(1-\gamma\rho)] + [(1-\gamma\rho)/(\gamma\rho)]L/K \quad (2.78)$$

ve ikame esnekliği:

$$\sigma = 1 + [(\rho-1)(1-\gamma\rho)](K/L) \quad (2.79)$$

olur. Böylece bu fonksiyonda, σ doğrusal olarak sermaye/emek oranıyla birim (unity) etrafında değişir ve $\sigma \geq 0$ olduğu varsayıldığında da $(L/K) > [(1-\rho)/(1-\gamma\rho)]$ olur. Dahası, denklem (2.75) ve (2.79)'dan bu VES üretim fonksiyonunun Harrod-Domar sabit katsayı modelini ($\rho = 0$), Cobb-Douglas modelini ($\rho = 1$) ve doğrusal üretim fonksiyonunu ($\rho = (1/\gamma) > 1$) içerdiği açıkça görülmektedir. Sonuç olarak, ρ sıfırdan $(1/\gamma) > 1$ 'e artarken ikame esnekliği sıfırdan sonsuza doğru düzgün bir şekilde artar.

VES üretim fonksiyonu (2.75) maksimum-olabilirlik (maximum likelihood) gibi doğrusal olmayan tekniklerle tahmin edilebilir. Ancak, rekabetçi ve kar maksimizasyonu koşulları varsayımı altında f_L ve f_K 'yi kendi gerçek (reel) fiyatlarına eşitlemek suretiyle marjinal değerler elde edilirler. (2.76) ve (2.77) denklemlerini kullanarak ve $v=1$ eşitliğini (ölçeğe göre sabit getiri) varsayarak:

$$w = \gamma\rho(Q/E) \quad (2.80)$$

denklemini çıkarılmaktadır. Buradan da,

$$r = (1 - \gamma\rho)(Q/K) + \gamma\rho(\rho - 1)(Q/E) \quad (2.81)$$

olur. Bu denklemde yine, w ücret oranı ve r sermayenin fiyatı olup, $E = L + (\rho - 1)K$ dir. (2.80)'den (Q/E) 'yi (2.81)'de yerine koyup denklemi yeniden düzenlediğimizde,

$$(Q/K) = a_1 r + a_2 w \quad (2.82)$$

elde edilir. Bu denklemdeki parametreler şöyle açıklanır:

$$a_1 = [1/(1 - \gamma\rho)], \quad a_2 = [(1 - \rho)/(1 - \gamma\rho)]$$

Denklem (2.80)'in (2.81) ile bölümü ve $E = L + (\rho - 1)K$ ifadesini kullanarak denklem (2.83) elde edilir ve parametreler aşağıdaki gibi açıklanır:

$$(Q/K) = b_1 + b_2 w \quad (2.83)$$

Bu denklemde $b_1 = [(1 - \rho)/(1 - \gamma\rho)]$ ve $b_2 = [(\gamma\rho)/(1 - \gamma\rho)]$.

Böylece, (2.83) doğrusal bir model olup, EKKY ile tahmin edilebilir. σ ve γ parametreleri b_1 ve b_2 ' den elde edildiğinden dolayı, σ hesaplamak için denklem (2.79) kullanılmaktadır.

2.1.1.3.4. Kadiyala Üretim Fonksiyonu

Kadiyala fonksiyonu aşağıdaki gibidir⁸⁸:

$$Q = A(t)[\alpha L^{2\rho} + \beta K^{2\rho} + 2\gamma L^\rho K^\rho]^{1/2\rho} \quad (2.84)$$

Bu üretim fonksiyonu L ve K üretim faktörleri açısından birinci dereceden homojendir. Faktörlerin marjinal ürünleri pozitiftir. Yine, fonksiyonun ikinci dereceden kısmi türevleri negatif ve ikinci çapraz kısmi türevleri de pozitiftirler⁸⁹. Bu

⁸⁸ Bairam, 1994, s.32. ; K.R.Kadiyala, "Production Functions and Elasticity of Substitution", Southern Economic Journal, 34, 1972, ss.281-284.

⁸⁹ Kadiyala, ss.281-284

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

özellikler fonksiyonun neo-klasik bir üretim fonksiyonu olduğunu gösterir.

Bu fonksiyona ilişkin ikame esnekliği ise aşağıdaki gibidir:

$$\sigma = [(1 - \rho) + R]^{-1} \quad (2.85)$$

Burada,

$R = [-\rho(\alpha\beta + \gamma^2)]\{[\alpha(K/L)^{-\rho} + \gamma][\beta(K/L)^{-\rho} + 1]\}^{-1}$ ve $R=0$ olmadığı sürece, σ değişkendir. Yine, $\rho \rightarrow 0$ iken Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu ve $\rho \rightarrow \infty$ iken Leontief üretim fonksiyonunu ortaya çıkarır ve bunun ispatı kolay bir şekilde yapılabilir.

2.1.2. Homojen Olmayan Parametrik Üretim Fonksiyonları

Üretim literatüründe, üretim fonksiyonlarının yapısına ilişkin herhangi bir öncü test yapmaksızın bu fonksiyonların homojen oldukları varsayılır⁹⁰. Oysa ki, homojenlik varsayımının (böylece sabit ölçek esnekliğinin) üretim teorisinin bazı kabulleri açısından uygun olmadığı bilinmektedir. Örneğin, Ringstad (1974) ve Bairam (1991b), teorik çalışmaların çoğunun ölçeğe göre azalan getirili üretim fonksiyonlarına dayandıklarını belirtmişlerdir, ($\partial\mathcal{E}/\partial Q < 0$). Bu yaklaşım, tüm çıktı seviyelerinde ölçeğe göre sabit getiri olduğunu varsayan ve uygulamalı çalışmalarda çok sık kullanılan üretim fonksiyonu ile çelişmektedir⁹⁸.

Uygulamalı araştırmaların çoğunda kullanılan Cobb-Douglas ve CES üretim fonksiyonları homojendirler. Yani, ölçeğe

⁹⁰ Bairam, 1994, ss.35-46

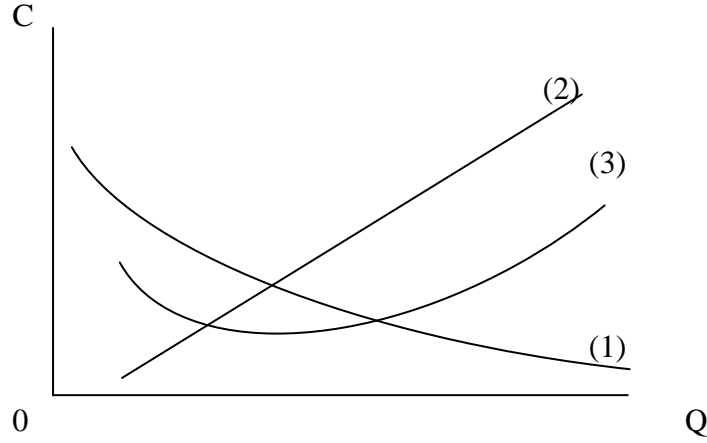
⁹⁸ Ekonomik olarak doğrusal homojenlik ($\mathcal{E} = \nu = 1$, ölçeğe göre sabit getiri) demek, eğer her bir girdiye kendi marjinal ürünü kadar ödeme yapılırsa, toplam ürün tüm girdilerin paylarının dağıtımıyla tamamen tükenmiş (exhausted) olacak veya eşit olarak, pür ekonomik kar sıfır olacaktır. Bu durum, tam rekabet şartı altında uzun-dönem dengenin ifadesi olup, doğrusal (linearly) homojen üretim fonksiyonlarının incelenmesi önem arz eder. (Bairam,1994:15).

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

göre sabit esnekliğe sahiptirler. Oysa ki, yukarıda da belirtildiği gibi teorik çalışmaların çoğu, en azından bir faktör artırıldığında veya hiçbirisi azaltılmadığında, ölçüğe göre azalan esnekliğe sahip üretim fonksiyonlarıyla açıklanmaktadır. Ölçüğe göre sabit esnekliğe ve/veya azalan esnekliğe sahip üretim fonksiyonları arasındaki fark aşağıdaki Şekil:2.2 de açıklanmaktadır.

Aşağıdaki Şekil 2.2, ortalama maliyet eğrisinin farklı ölçek esnekliklerine göre seyrini göstermektedir. Bu fonksiyonlardan (1), ölçek esnekliği birden büyük olan homojen üretim fonksiyonunu; (2) ölçek esnekliği birden küçük olan üretim fonksiyonunun aynı tipini ve (3) ölçek esnekliği birin üstündeki değerlerden birin altındaki değerlere doğru azalan homojen olmayan üretim fonksiyonunu ifade etmektedir⁹¹.

⁹¹ Bairam, s. 17



Şekil 2.2 Homojen Ortalama Maliyet Fonksiyonları (1), (2) ve Homojen Olmayan Üretim Fonksiyonları (3)

Eğer ε_c bilirse, ölçek esnekliği ve maliyet eğrileri arasındaki ilişkiyi görmek çok kolaydır. Maliyet esnekliği maliyetteki nispi artışın çıktıdaki nispi artışa olan oranıdır. Yani, $\varepsilon_c = (\partial C / C) / (\partial Q / Q)$ veya $\varepsilon_c = 1 / \varepsilon$. Maliyet esnekliği ile ölçek esnekliği arasında karşılıklı (reciprocal) bir ilişki olup, $\varepsilon > 1$ olduğunda $\varepsilon_c < 1$ olur. Bu durumda, maliyet esnekliği şöyle de düzenlenebilir: Marjinal maliyetin ortalama maliyete olan oranı $\{\partial C / \partial Q\} / (C / Q)$ maliyet esnekliğidir. Ortalama maliyet eğrisinin minimum noktasının sağ tarafında daha büyüktür. Dolayısıyla, ölçek esnekliği ve ortalama maliyet arasında şöyle bir ilişki kurulabilir:

ε	C/Q
>1	ortalama maliyet azalıyor,
$=1$	ortalama maliyet sabit,
<1	ortalama maliyet artıyor.

Bu sonuçlara göre, eğer üretim fonksiyonu homojen ise (sabit esnekli), U-eğimli ortalama maliyet eğrisi elde edilemez.

2.1.2.1. Yeni CES üretim fonksiyonu

Yeni CES üretim fonksiyonu yukarıda ele aldığımız CES üretim fonksiyonunun aksine homojen değildir. Bu fonksiyon Bairam (1989a, 1989b, 1991a, 1991b, 1991c, 1991d); Bairam ve diğerleri (1990a, 1990b); Jia, (1991); ve Hsing (1992 ve 1993) tarafından tanımlanmış ve Genel Box-Cox (1964) iki girdili bir model olarak aşağıdaki gibi modellenmiştir⁹²:

$$\begin{aligned} [Q^\lambda - 1]\lambda &= A(t) + \alpha[(L^\lambda - 1)/\lambda] + \beta[(K^\lambda - 1)/\lambda] \\ &= A(t) + (1/\lambda)[\alpha(L^\lambda - 1) + \beta(K^\lambda - 1)] \end{aligned} \quad (2.86)$$

Burada, ve $A(t)$, $\alpha, \beta > 0$ 'dır.

Bu fonksiyon özel bir durum olarak, Cobb-Douglas'ı içermektedir. Nitekim, Box-Cox transformasyon parametresi olan $\lambda=1$ olduğunda, denklem (2.86), Leontief üretim fonksiyonu ve $\lambda = 0$ olduğunda denklem (2.86) aşağıdaki fonksiyona indirgenmektedir.

$$\ln Q = A(t) + \alpha \ln L + \beta \ln K \quad (2.87)$$

ve $\varepsilon = v = \alpha + \beta$ iken üretim fonksiyonu aşağıda verilen marjinal verimlilik özelliklerine sahip olur:

$$f_L = \alpha(L/Q)^{\lambda-1} \quad (2.88)$$

$$f_K = \beta(K/Q)^{\lambda-1} \quad (2.89)$$

ve

$$f_{LL} = \alpha(L/Q)^{\lambda-1} L^{-1} (1-\lambda)[\alpha(L/Q)^\lambda - 1] \quad (2.90)$$

$$f_{KK} = \beta(K/Q)^{\lambda-1} K^{-1} (1-\lambda)[\beta(K/Q)^\lambda - 1] \text{ dir. } (2.91)$$

⁹² Denklem (2.78)'deki iki girdili model m girdili bir modele dönüştürülebilir.

Şöyle ki, $[Q^\lambda - 1]/\lambda = A(t) + \alpha_i \sum [(X_i^\lambda - 1)/\lambda]$; burada Q çıktı, X_i i'nci girdidir, $i=1,2,3,\dots,m$

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Böylece, denklem (2.88) ve (2.89)'dan emeğin ve sermayenin marjinal ürünlerinin pozitif oldukları görülmektedir. $\lambda < 1$ ve $\alpha(L/Q)^\lambda, \beta(K/Q)^\lambda > 1$ kısıtları altında denklem (2.86) neo-klasik üretim fonksiyonunun ikinci derece koşulunu sağlar.

Emek ve sermaye arasındaki ikame esnekliği parametresi:

$$\sigma = [d \log(K/L) / d \log(MTIO)] \quad (2.92)$$

iken marjinal teknik ikame oranı,

$$MTIO = f_L / f_K = (\alpha / \beta)(L/K)^{\lambda-1} \quad (2.93)$$

olmaktadır. Dolayısıyla bu üretim fonksiyonu için ikame esnekliği,

$$\sigma = (1 - \lambda)^{-1} \text{ veya } \sigma = 1/(1-\lambda) \text{ 'dır} \quad (2.94)$$

Bu durumda, denklem (2.94)'den; $\lambda \leq 1$ iken $\sigma \geq 0$ ve $\lambda > 1$ iken $\sigma < 0$ olduğu görülür. Sonuç olarak, fonksiyonel biçim birden (unity) büyük olmayan (λ) değerleri ile sınırlandırıldığı sürece, denklem (2.86)'nın bir CES üretim fonksiyonu olduğu görülecektir. Bu modelde ikame esnekliğinin, tahmin için kullanılan verilerden sağlanan (λ) değerine bağlı olduğu açıkça görülebilir. Örneğin, tahmin edilen (λ) sıfıra eşitse, σ da birime (1) eşittir ve Cobb-Douglas üretim fonksiyonu olarak denklem (2.87) ile ifade edilen kalıpla özdeşleşecektir.

Özetle, burada tartışılan CES üretim fonksiyonu için diğer bir parametre olan toplam ölçek esnekliği aşağıdaki gibidir.

$$\varepsilon = \alpha(Q/L)^{-\lambda} \beta(Q/K)^{-\lambda} \quad (2.95)$$

Denklem (2.86) homojen olmadığından dolayı, ikame esnekliği değişken olup, değişken emek- sermaye verimliliği seviyelerine bağlıdır. Denklem (2.95)'den görüleceği gibi, $Z=(Q/L)$ veya $Z=(Q/K)$ iken $(\partial \varepsilon / \partial Z) \geq 0$ olacağı açıktır. Yine, $\lambda < 0$ ($\sigma < 1$) için emek ve sermaye verimlilikleri artarken, ε

artacaktır ve $1 > \lambda > 0$ kısıtı altında $\sigma > 1$ için emek ve sermaye verimlilikleri artarken ε azalacaktır. Dahası, $\lambda = 0$ için Cobb-Douglas üretim fonksiyonu homojendir ve homojenlik derecesi $\varepsilon = \alpha + \beta$ olduğu için, $(\partial\varepsilon / \partial Z) = 0$ dır.

Denklem (2.86)'ya hata terimi (e) ilave edilerek bu fonksiyon EKKY ile tahmin amaçlı kullanılabilir. Maksimum olabilirlik yöntemini kullanarak yapılan tahminde, genellikle, hata teriminin normal dağıldığı varsayılır. Ancak, Box-Cox dönüşümü ile gösterilen yaklaşımda hata teriminin dağılımının basık (truncated)) olduğu ve dolayısıyla normal bir dağılım sergilemediği bilinmektedir.

Burada, normal dağılım varsayımı dikkate alınarak basık dağılımın etkilerinin ihmal edilebileceği ve hata terimlerinin sıfır ortalama ve sabit varyans ile bağımsız olarak tesadüfi dağılan (independently and identitically distributed, i.i.d.) değişkenler oldukları hatırlanırsa $e=(e_1, e_2, \dots, e_n)$ için bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonu (joint probability density function, pdf) aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$f(e) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \exp(-e'e / 2\sigma^2) \quad (2.96)$$

Bu denklemde parametreler ve açıklayıcı değişkenler (L ve K) veri iken, bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonunu (BOYF) yazmak için $Q=(Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n)$, e'den Q'ya Jacobian dönüşümüne gerek duyulmaktadır. Dönüştürülmüş kalıp şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned} (\partial Q / \partial e) &= Q^{\lambda-1} \text{ ve } J = \prod (I \partial e / \partial Q I) \\ J &= \prod Q^{\lambda-1} \end{aligned} \quad (2.97)$$

olur. Bu durumda Q için BOYF da şöyle olur:

$$f(Q) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \exp(-e'e / 2\sigma^2) J \quad (2.98)$$

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

Denklem (2.98), Maksimum Olabilirlik parametrelerinin fonksiyonu $L(\dots)$ olarak değerlendirilip bu fonksiyonun logaritması alındığında denklem (2.97) ile (2.98) yeniden yazılabilir:

$$\ln L = \text{sabit} - (n/2) \ln \sigma^2 - (1/2) \sigma^2 e' e + (\lambda - 1) \sum \ln Q \quad (2.99)$$

Sabit terim hariç tutulduğunda ise denklem $L(\lambda, \varphi) = (-N/2) \log \delta^2 + (1/2) \log(1 - \varphi^2) + (\lambda - 1) \sum \log Q$ şeklini alacaktır. Öte yandan, $\sigma^2 = (e' e / n)$, olduğu için denklem (2.99) yeniden yazıldığında BOYF aşağıdaki şekli alır ve bir tahmin modeli olarak kullanılabilir:

$$\ln L = \text{sabit} - (n/2) \ln \sigma^2 + (\lambda - 1) \sum \ln Q \quad (2.100)$$

2.1.2.2. Değişken Ölçek ve İkame Esneklikli Üretim Fonksiyonları

Bu kısımda homojen olmayan parametrik üretim fonksiyonları, çift dönüşümlü üretim fonksiyonu, translog üretim fonksiyonu, sabit marjinal paylı üretim fonksiyonu, ilaveli (additive) üretim fonksiyonu ve çoğaltan (multiplicative) üretim fonksiyonu olmak üzere alt başlıklar altında ayrı ayrı incelenmektedir.

2.1.2.2.1 Çift Dönüşümlü Üretim Fonksiyonu

Grimes (1991) Yeni CES üretim fonksiyonunun, neo-klasik üretim fonksiyonunun temel özelliklerinden olan homojenlik kriterini karşılamadığını ileri sürmüştür. Ancak, Grimes'e yöneltilen eleştiride (Bairam, 1991b), problemin homojenlikle ilgili olmadığı, buna karşın fonksiyonun esasen sabit ikame esnekliğine sahip olduğu varsayımı ile ilgili olduğu ve bu varsayımın aşağıdaki 'çift dönüşümlü' üretim fonksiyonu ile test edilebileceği açıkça belirtilmektedir (Bairam, 1994).

$$[\left(\frac{Q^\lambda - 1}{\lambda}\right)^\phi - 1] = A(t) + \alpha \left[\left(\frac{L^\lambda - 1}{\lambda}\right)^\phi - 1\right] + \beta \left[\left(\frac{K^\lambda - 1}{\lambda}\right)^\phi - 1\right] \quad (2.101)$$

Burada, $\lambda < 1, \infty^+ > \phi > \infty^-$ ve $A(t), \alpha, \beta > 0$ dır.

Bu üretim fonksiyonundan aşağıdaki marjinal ürün tanımlamaları çıkarılabilir:

$$f_L = \alpha [Q^\lambda - 1] / [L^\lambda - 1]^{1-\phi} (Q/L)^{1-\lambda} \quad (2.102)$$

$$f_K = \beta [Q^\lambda - 1] / [K^\lambda - 1]^{1-\phi} (Q/K)^{1-\lambda} \quad (2.103)$$

(2.102) ve (2.103)'te emek ve sermayenin marjinal ürünlerinin pozitif oldukları açıkça görülmektedir. Bu denklemlerden hareketle marjinal teknik ikame oranı aşağıdaki gibi olacaktır.

$$MTIO = f_L / f_K = (\alpha / \beta) [(K^\lambda - 1) / (L^\lambda - 1)]^{1-\phi} (K/L)^{1-\lambda} \quad (2.104)$$

Öte yandan, denklem (2.104)'ü kullanarak üretim fonksiyonuna ilişkin ikame esnekliği de şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\sigma = [d \log(K/L) / d \log M]$$

iken ikame esnekliği=

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$$[d \log(K/L)]\{(1-\phi)d \log[(K^\lambda - 1)/(L^\lambda - 1)] + (1-\lambda)d \log(K/L)\}^{-1} \quad (2.105)$$

Denklem (2.105)'te yer alan parametrelerden eğer $\phi \neq 1$ ve $\lambda \neq 0$ değilse, esneklik (σ) eş ürün eğrisi boyunca değişir ve sermaye yoğunlaşması, σ 'yı birim esneklikten uzaklaşmaya zorlar. Yine, eğer $\phi = 1$ ise VES üretim fonksiyonu CES üretim fonksiyonuna ve eğer $\lambda = 0$ ise homojen Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna indirgenir. Herhangi parametre seti için σ , eşürün eğrisi boyunca K/L'de katı bir şekilde tekdüze kılar. Yine, $\lambda = 0$ olmadıkça denklem (2.101) homojen değildir. Böylece, bu üretim fonksiyonunda ikame esnekliği, tahmin amacıyla kullanılan verilere ve sermaye-emek oranı tarafından ifade edilen fonksiyonel forma bağlı olarak açıklanabilir.

Yeni VES üretim fonksiyonu parametreler açısından doğrusal olmayan fonksiyon olduğu için bu fonksiyonun maksimum olabilirlik prosedürleri ile tahmini güçtür. Ancak, basit bir ekonomik model kullanılırsa ve tüm piyasalarda tam rekabet varsayımı esas alınır, önemli parametrelerinin tahmini (marjinal verimlilik koşullarından ($w/p=f_L$ ve $r/p=f_K$; w/p ve r/p reel ücret ve faiz oranlarıdır) yararlanılarak yapılabilir. Burada, marjinal verimlilik koşulları kullanılarak ve (2.102) ve (2.103)'ün doğal logaritmaları alınarak aşağıdaki model elde edilmiştir.

$$\ln(w/p)=$$

$$\ln \alpha + (1-\phi) \ln[Q^\lambda - 1]/(L^\lambda - 1) + (1-\lambda) \ln(Q/L) \quad (2.106)$$

ve

$$\ln(r/p)=$$

$$\ln \beta + (1-\phi) \ln[Q^\lambda - 1]/(K^\lambda - 1) + (1-\lambda) \ln(Q/K) \quad (2.107)$$

Yukarıdaki her iki denklem λ parametresi açısından hâlâ doğrusal değildir. Bununla birlikte, denklem (2.101)'in aksine bu denklemleri geleneksel maksimum olabilirlik prosedürlerini kullanarak tahmin etmek nispeten daha kolaydır. Dolayısıyla,

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

denklem (2.106) ve/veya (2.107)'den elde edilen λ ve ϕ değerleri, ikame esnekliğini hesaplamak için denklem (2.105) de kullanılabilir.

2.1.2.2.2 Translog Üretim Fonksiyonu

Christensen ve diğerleri (1971 ve 1973)⁹³ tarafından ortaya konulan translog üretim fonksiyonu, üretim teorisinde ve uygulamalarında önemli bir gelişmeyi oluşturmaktadır. İki faktörlü bir translog üretim fonksiyonu biçimsel olarak şöyle yazılmaktadır.

$$\ln Q = A(t) + \alpha_L \ln L + \alpha_K \ln K + 0.5\alpha_{LL}(\ln L)^2 + 0.5\alpha_{KK}(\ln K)^2 + \alpha_{LK}(\ln L \ln K) \quad (2.108)$$

Translog fonksiyonun bu genel formu, fonksiyonun homojen olmadığını göstermektedir. Emek ve sermayenin ölçek esneklikleri zamanla değişmektedir. Dolayısıyla, sermayenin esnekliği emeğin esnekliğine göre nispi olarak arttığında, veri sermayeye göre artan ağırlıklı büyüyen girdi donanımı, girdiler indeksinin sabit esneklikli olanından daha hızlı, çoklu-faktör verimliliği indeksinin ise daha yavaş yükselmesine yol açacaktır. Öte yandan, emeğin artan esneklikli verimlilik indeksi, sabit Cobb-Douglas esneklikli olanına göre daha hızlı yükselecektir.

Doğrusal homojen (ölçeğe göre sabit getiri), üretim fonksiyonu parametreleri aşağıdaki sınırlamalar altında geçerli tahmin ediciler olarak kabul edilmektedir.

⁹³ L.R.Christensen, D.W.Jorgenson and L.J.Lau, "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function" *Econometrica*, 39, 1971, ss. 225-256.-Christensen ve diğerleri, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *Review of Economics and Statistics*, 69, 1973, ss.28-45.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$$\alpha_L + \alpha_K = 1$$

$$\alpha_{LL} + \alpha_{LK} = 0$$

$$\alpha_{KK} + \alpha_{LK} = 0$$

Bu sınırlamalar denklem (2.108)'de yerine konularak, denklem yeniden düzenlenirse fonksiyon şu biçimi alır:

$$\ln(Q/L) = A(t) + \alpha_K \ln(K/L) + 0.5 \alpha_{KK} [\ln(K/L)]^2 \quad (2.109)$$

Yukarıdaki modeli açıklayan bu kalıp (2.109) sabit esneklikli translog fonksiyonun yoğunlaşmış kalıbı olarak bilinir. Bu denklem incelendiğinde, denklemin ölçeğe göre sabit getiriye ve iki faktör ile CES'e dönüşebileceği görülmektedir. Yine, $\alpha_{KK} = 0$ ise denklem (2.109) Cobb-Douglas formuna dönüşür. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında translog üretim fonksiyonu da Cobb-Douglas ve CES fonksiyonları gibi yaygın bir kullanıma sahiptir.

Değişken ikame esnekliğine sahip olan translog üretim fonksiyonunu, sabit esneklikli bir fonksiyona dönüştürmek için denklem (2.108)'de verilen çıktı ve sermaye değişkenleri emek değişkenine bölünmüştür. Bu dönüştürmenin uygulanmasında girdi değişkeni seçimi modelin yapısını ve ulaşılan sonuçları değiştirmeyecektir.

Translog fonksiyonun katsayıları tahmini, toplam ölçek esnekliğini ($\varepsilon_L + \varepsilon_K$), emek ve sermayenin çıktı esnekliklerinin (ε_L ve ε_K) hesaplanmasına yarar. Bilindiği gibi translog fonksiyonun tahmin edicileri Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi doğrudan esneklikler olarak yorumlanamaz. Dolayısıyla, faktörlerin esnekliklerini hesaplamak için, üretim fonksiyonunun her bir faktöre göre kısmi türevinin alınması gerekir. Translog üretim fonksiyonunun toplam ölçek esnekliği de aşağıdaki gibidir:

$$\varepsilon = \alpha_L + \alpha_K + (\alpha_{LL} + \alpha_{KK}) \ln L + (\alpha_{KK} + \alpha_{LK}) \ln K \quad (2.110)$$

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda

$\alpha_{LL} = \alpha_{KK} = \alpha_{LK} = 0$ olup, $\varepsilon = \alpha_L + \alpha_K$ sabittir.

Translog üretim fonksiyonu uygulamalı çalışmalarda sıkça kullanılmakla birlikte bu fonksiyonun yoğun doğrusal homojen kalıbı (ölçeğe göre sabit getiri varsayımını ifade eden) daha çok tercih edilmektedir.

Sınırlandırılmamış translog versiyonun (denklem (2.108)) ikame esnekliği de şöyle hesaplanmaktadır:

$$\sigma = [-(f_L f_K / LK) \varepsilon Q] [(f_{LL} f_K^2 - 2f_{LK} f_L f_K + f_{KK} f_L^2)]^{-1} \quad (2.111)$$

Burada, ikame esnekliği tanımı göz önüne alındığında translog fonksiyon için aşağıdaki geçişlilik yapılabilir:

$$\sigma = (\varepsilon / Q) [\varepsilon - \alpha_{LL} (\varepsilon_K / \varepsilon_L) - \alpha_{KK} (\varepsilon_L / \varepsilon_K) - 2\alpha_{LK}]^{-1} \quad (2.112)$$

Bu denklemde, $\varepsilon_L = (\alpha_L + \alpha_K + \alpha_{LL} \ln L + \alpha_{LK} \ln K)$, $\varepsilon_K = (\alpha_K + \alpha_{KK} \ln K + \alpha_{LK} \ln L)$ ve $\varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K$ dir. Bu durumda translog fonksiyonun ikame esnekliği Q, L ve K değişkenlerine bağlı olacağı için σ da beklenildiği gibi değişken olacaktır.

2.1.2.2.3 Sabit Marjinal Paylı Üretim Fonksiyonu

Bruno (1968), sermaye ve emek piyasasının dengede olmadığı varsayımı altında, İsrail ekonomisinin büyümesinde her bir faktörün katkısını ölçmek amacıyla aşağıdaki VES üretim fonksiyonunu kullanmıştır.

$$Q = A(t) L^\alpha K^\beta - \gamma L \quad (2.113)$$

Burada $A(t) > 0$ ve $\alpha < 1, \beta > 0$ dir.

Sabit marjinal paylı (CMS) üretim fonksiyonu neo-klasik özellikleri taşımaktadır. Bu özellikler şöyle yazılabilir:

Eğer (...) $> \gamma$ veya $\gamma < 0$

$$f_L = \alpha A(t) L^{\alpha-1} K^\beta - \gamma > 0 \quad (2.114)$$

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$$f_K = \beta A(t) L^\alpha K^{\beta-1} > 0 \quad (2.115)$$

$$f_{LL} = \alpha(\alpha-1)A(t)L^{\alpha-2}K^\beta < 0 \quad (2.116)$$

$$f_{KK} = \beta(\beta-1)A(t)L^\alpha K^{\beta-2} < 0 \quad (2.117)$$

(2.114) ve(2.115) denklemlerinden emek ve sermayenin marjinal ürünlerinin (f_L ve f_K) pozitif oldukları; ancak (2.116) ve(2.117) denklemlerinden de azalan oranda arttıkları görülmektedir. Öte yandan, emek ve sermayenin ölçek esneklikleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} \varepsilon_L = f_L(L/Q) &= [\alpha A(t)L^{\alpha-1}K^\beta - \gamma](L/Q) \\ &= [\alpha A(t)L^\alpha K^\beta - \gamma L]Q^{-1} = \alpha \end{aligned} \quad \text{ike (2.118)}$$

α sabittir.

$$\begin{aligned} \varepsilon_K = f_K(K/Q) &= [\beta A(t)L^\alpha K^{\beta-1}](K/Q) \\ &= [\beta A(t)L^\alpha K^\beta]Q^{-1} \end{aligned} \quad (2.119)$$

Böylece, denklem (2.118) ve (2.119)'un toplamı aşağıdaki gibi toplam ölçek esnekliğine karşılık gelir:

$$\begin{aligned} \varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K &= \alpha + \{[\beta A(t)L^\alpha K^\beta]Q^{-1}\} \\ &= \alpha + [\beta(Q + \gamma L)Q^{-1}] \\ &= \alpha + \beta + [\beta\gamma(L/Q)] \end{aligned} \quad (2.120)$$

Dolayısıyla denklem (2.120)'den emeğin ölçek esnekliğinin sabit, sermayenin ölçek esnekliğinin ise değişken olduğu, buradan da toplam ölçek esnekliğinin değişken bir değer olarak hesaplanabileceğini görmek mümkündür.

Yine yukarıdaki denklemlerden ikame esnekliği de şu şekilde yazılabilir.

$$\sigma = 1 - [(\beta\gamma)/\alpha](L/Q) \quad (2.121)$$

Burada $0 < \beta < 1$ kısıtı sağlandığında, denklem (2.121) şu özellikleri gösterir: $\gamma > 0$ iken ikame esnekliği daima birden küçük olup, Q arttıkça esneklik alttan tek düze bir şekilde (monotonik) bire yaklaşır. Benzer şekilde, $\gamma < 0$ olduğu zaman ikame esnekliği, daima birden büyüktür ve Q arttıkça tek düze bir şekilde üstten bire yaklaşır. Öte yandan, $\gamma = 0$ iken denklem (2.113)'den anlaşılacağı gibi fonksiyon Cobb-Douglas biçime dönüşür ve esneklik bir olur.

Nihayet, teknoloji sabitini gösteren A(t) veya kayma faktörü, üretim fonksiyonunun yalnızca ilk terimini çoğalttığından dolayı, (t)'nin gittikçe daha büyük olması durumunda teknik ilerleme yalnızca asimptotik olarak nötr kalacaktır. Aksi takdirde, γ 'nın pozitif veya negatif olup olmamasına bağlı olarak her hangi bir veri K/L için, teknik ilerleme etkisi MTİO'nunu artırır veya azaltır. Teknik ilerlemenin sermaye tasarrufu sağladığı $\gamma > 0$ durumu ilginç olup, MTİO zamana bağlı olarak artar. Örneğin, işgücünün zamana bağlı olarak kazandığı deneyim ve yaparak öğrenme süreci, marjinal ürünün sermaye ile ilişkisini arttırmaktadır.

Sabit marjinal paylı fonksiyon (2.113), doğrusal olmayan prosedürlerle (maksimum olabilirlik ve doğrusal olmayan EKKY gibi) tahmin edilebilir. Öte yandan, $\alpha + \beta = 1$ olduğunda denklem (2.113)'ün aşağıdaki gibi yeniden yazılabileceği dikkate alınmalıdır.

$$(Q/L) = A(t)(K/L)^{\beta} - \gamma \quad (2.122)$$

Bu denklemin açılımına ilişkin parametreler, doğrusal olmayan tahmin prosedürleri ile ele alınmaktadır.

2.1.2.2.4. Eklemeli (Additive) Üretim Fonksiyonu

Aşağıda verilen eklemeli homojen olmayan üretim fonksiyonu Sudit (1973) tarafından ortaya konmuştur⁹⁴:

⁹⁴ E.F.Sudit "Additive Nonhomogenous Production Functions in Telecommunications", Bell Journal of Economics and Management Science, 4, 1973, ss.499-514.

$$(Q/L)=A(t)+\alpha_1L+\beta_1K+\alpha_2(L\ln K)+\beta_2(K\ln L) \quad (2.123)$$

Bu üretim fonksiyonu, aşağıdaki marjinal özelliklere sahiptir.

$$f_L = \alpha_1 + \alpha_2 \ln K + \beta_2(K/L) \quad (2.124)$$

$$f_K = \beta_1 + \beta_2 \ln L + \alpha_2(L/K) \quad (2.125)$$

Bu denklemlerden, $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$ ve β_2 parametreleri pozitif olma kısıtını sağladığı sürece, marjinal ürünlerin de pozitif olacağı anlaşılmaktadır. Ayrıca, denklem (2.122) her iki girdiye göre azalan verimleri sergilemektedir.

$$f_{LL} = -\beta_2(K/L) \quad (2.126)$$

$$f_{KK} = -\alpha_2(L/K) \quad \text{olur.} \quad (2.127)$$

Ancak, α_2 ve/veya β_2 negatif olurlarsa, girdilerden birisi veya her ikisi de artan getiri sergileyebilir. Emegın ve sermayenin marjinal esnekliklerinin toplamıyla elde edilen ölçek esnekliği de aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K = Q^{-1}[f_L L + f_K K] \quad (2.128)$$

$$\varepsilon = 1 + [Q^{-1}(\alpha_2 L + \beta_2 K)]$$

Denklem (2.122) homojen olmadığı için denklemin ölçek esnekliğinin değişken olduğu bilinmektedir. $\alpha_2 \geq 0$ ve $\beta_2 \geq 0$ kısıtları altında ölçek esnekliği $\varepsilon \geq 1$ dir. Denklem (2.128)'de $\alpha_2 = \beta_2 = 0$ ve $\varepsilon = 1$ olursa, ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilir ve denklem (2.123)'den görülebileceği gibi üretim fonksiyonu doğrusal homojen eklemeli biçime indirgenerek şu kalıbı alır:

$$Q=A(t)+\alpha_1L+\beta_1K \quad (2.129)$$

Son olarak, homojen olmayan denklem (2.123)'ün değişken ikame esnekliğine sahip bir üretim fonksiyonu olduğu da görülebilir. İkame esnekliği tanımından hareketle (σ) şu şekilde tanımlanabilir.

$$\sigma = (f_L f_K)(f_L L + f_K K) [(-LK)(f_{LL} f_K^2 - 2f_{LK} f_L f_K + f_{KK} f_L^2)]^{-1} \quad (2.1130)$$

2.1.2.2.5 Çoğaltan (Multiplicative) Üretim Fonksiyonu

Bairam tarafından (1992a) modellenen log-doğrusal çoğaltan üretim fonksiyonu şu kalıpla tanımlanmıştır⁹⁵:

$$Q = A(t) L^{(\alpha_1 + \beta_1 \ln K)} K^{(\alpha_2 + \beta_2 \ln L)} \quad (2.130)$$

Burada, $A(t)$, $\alpha_1, \alpha_2, \geq 0$ ve $\beta_1, \beta_2 < 0$ dır. Bu üretim fonksiyonu şu teorik özelliklere sahiptir:

$$\partial \ln Q / \partial \ln L = \varepsilon_L = \alpha_1 + (\beta_1 + \beta_2) \ln K \quad (2.131)$$

$$\partial \ln Q / \partial \ln K = \varepsilon_K = \alpha_2 + (\beta_1 + \beta_2) \ln L \quad (2.132)$$

Buradan, emek ve sermayenin marjinal esneklikleri veri iken, toplam ölçek esnekliği şu şekilde gösterilir:

$$\varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K = \alpha_1 + \alpha_2 + (\beta_1 + \beta_2) \ln(LK) \quad (2.133)$$

Bu ölçek esnekliği değişkendir. Öte yandan, denklem (2.130)'un L ve K' ya göre kısmi türevleri alındığında emek ve sermayenin marjinal ürünleri elde edilir.

⁹⁵ E.I. Bairam, "A Log-Linear Non-Homogenous Production Function: Specification and Estimation", Economic Discussion Papers, No. 9218, 1992a, University of Otago, New Zealand.

Endüstri İktisadında Üretim Fonksiyonları

$$f_L = (Q/L)\varepsilon_L \quad (2.134)$$

$$f_K = (Q/K)\varepsilon_K \quad (2.135)$$

Burada, ancak ε_i , $i=L,K$ nın işareti negatif olursa, marjinal ürünler de negatif olur. Böylece, $[-\alpha_1 < (\beta_1 + \beta_2) \ln K]$ ve $[-\alpha_2 < (\beta_1 + \beta_2) \ln L]$ koşulu, marjinal ürünlerin pozitif olması koşulu ile sağlanmıştır. Ayrıca, emek ve sermaye arasındaki ikame esnekliğinin de şu şekilde hesaplanabileceği formüle edilmiştir.

$$\begin{aligned} \sigma &= (\varepsilon_L + \varepsilon_K)[\varepsilon_L + \varepsilon_K + 2(\beta_1 + \beta_2)]^{-1} \\ \sigma &= \\ &\alpha_1 + \alpha_2 + (\beta_1 + \beta_2) \ln(LK) \{ \alpha_1 + \alpha_2 + (\beta_1 + \beta_2) [2 + \ln(LK)] \}^{-1} \end{aligned} \quad (2.136)$$

Bu modelde ikame esnekliğinin yalnızca sabit parametrelere değil, değişken $(\ln L + \ln K)$ 'ya bağlı olarak da değiştiği görülmektedir. Öte yandan, $\beta_1 = \beta_2 = 0$ olduğu zaman bu VES fonksiyonu Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna indirgenmiş olur.

Çoğaltan üretim fonksiyonu maksimum olabilirlik veya Dolaylı EKKY ile tahmin edilebilir. Bu fonksiyonu tahmin etmenin bir diğer yolu fonksiyonu doğrusal hale dönüştürmektir. Denklem (2.130)'un doğal logaritması alınarak, fonksiyon yeniden düzenlendiğinde aşağıdaki kalıba ulaşılır:

$$\ln Q = \ln A(t) + \alpha_1 \ln L + \alpha_2 \ln K + \beta \ln(LK) \quad (2.137)$$

Burada, $\beta = \beta_1 + \beta_2$ dir.

Bu log-doğrusal model, önceki model (2.129) gibi, EKKY ile tahmin edilebilir. Böylece, denklem (2.137)'yi tahmin etmek denklem (2.130)'u tahmin etmekten daha kolay olmaktadır. Ancak, bu tahmin bir sınırlama ile karşı karşıyadır. Yani, tahmin edicinin indirgenmiş form (β) parametresini elde etmek gerekmektedir. Bunun için önemli olan yapısal parametrelerin (β_1 ve β_2) ayrı ayrı hesaplanmasıdır.

2.2. Parametrik Olmayan Üretim Fonksiyonları, Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi

Girdiler arasında sıfır ikame esneklikli en genel üretim fonksiyonu olarak bilinen Nonhomothetic Leontief üretim fonksiyonu ile üretim sürecinde girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi “toplulaştırılmış matriks denklemler sistemi veya katsayılar matriksi (coefficient matrix) ile açıklayan doğrusal dönüşüm fonksiyonları tam bir benzerlik göstermektedir⁹⁶. Ayrıca iktisadi olayları analiz etme ve strateji geliştirme araçlarından biri olan oyun teorisi ile DP arasındaki yakın ilişki de dikkate alındığında konunun ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi ayrı başlıklar altında incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.1. Nonhomothetic Leontief Üretim Fonksiyonları ve Doğrusal Programlama

Üretim süreci içinde, tek bir metodun kullanılmasına imkân veren Leontief üretim fonksiyonunun eşürün eğrileri, üretim faktörlerinin sıfır ikame edilebilirliği, yani faktörlerin kesin tamamlayıcılığı varsayımına dayanır. Leontief üretim fonksiyonuna, Leontief'ten sonra, eşürün eğrilerinin bu özelliğinden dolayı, Leontief eşürün eğrileri de denmektedir. Bu temel varsayıma ilaveten, birinci dereceden homojen olan bu fonksiyonda, faktörlerin üretim içindeki nispi paylarının eşit olduğu ve faktörlerin sabit bir oranı muhafaza edecek bileşimlerle kullanılabilirdiği varsayılmaktadır. Leontief üretim fonksiyonu, bu son özelliğinden dolayı, bazı kaynaklarda "Sabit Katsayılı Üretim Fonksiyonu" olarak da açıklanmaktadır. Bu fonksiyonun tahmini, faktörlerle ilgili katsayıların tahminine dayanmaktadır⁹⁷.

⁹⁶ A Kooros, Mathematical Economics, Houghton Mifflin Company, Boston, ss.297- 298

⁹⁷ A.Koutsoyiannis, s.68, ; Zeki Avruloğlu, Üretim Fonksiyonları, Ankara: İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No.102, s.33. ; Lawrence J.Lau and Shuji Tamura, “Petrochemical Processing Industry”, Journal of Political Economy, 80(66), (Nov-Dec, 1972), s.1172.

Şimdi Leontief üretim fonksiyonunun bir başka versiyonu olan “Nonhomothetic Leontief üretim fonksiyonunu” açıklamaya çalışalım. Bu fonksiyon, yukarıda ifade ettiğimiz gibi, herhangi iki faktör arasında sıfır ikame esneklik özelliğine sahip, türetilmiş girdi talebi fonksiyonları sisteminin tahmininden ibarettir. “Nonhomothetic Leontief üretim fonksiyonu” olarak adlandırılan ve esası Leontief üretim fonksiyonuna dayanan bu üretim fonksiyonu, sıfır ikame esneklikli en genel üretim fonksiyonudur. Girdiye göre farklı ölçek getirilerine imkân veren bu üretim fonksiyonunun Japonya Petro-Kimya Endüstrisindeki uygulama sonuçları göstermektedir ki, “homotheticity” varsayımının terk edilmesi gerekir. Yani, sermaye ve emekle ilgili her ne kadar önemli derecede farklı ölçek ekonomileri oluşmuş ise de enerji ve hammaddenin hasıla içinde sabit oranda kullanılması gerektiği, istisnalar hariç içerilmiş teknolojik gelişmenin her zaman mevcut olduğu sonucuna varılmıştır.

Nonhomothetic üretim fonksiyonunun elde edilişiyle ilgili “türetilmiş talep” ele alınıp incelendiğinde maliyeti minimize eden bir firmanın girdi talep fonksiyonunun şu şekilde yazıldığı görülmektedir:

$$X_i = h_i(Y) \quad (i = 1, \dots, m) \quad (2.138)$$

Burada X_i , talep edilen i 'nci girdi miktarı; Y , üretim miktarıdır. Her bir h_i de aşağıdaki özelliklere sahip bir fonksiyonu temsil eder.

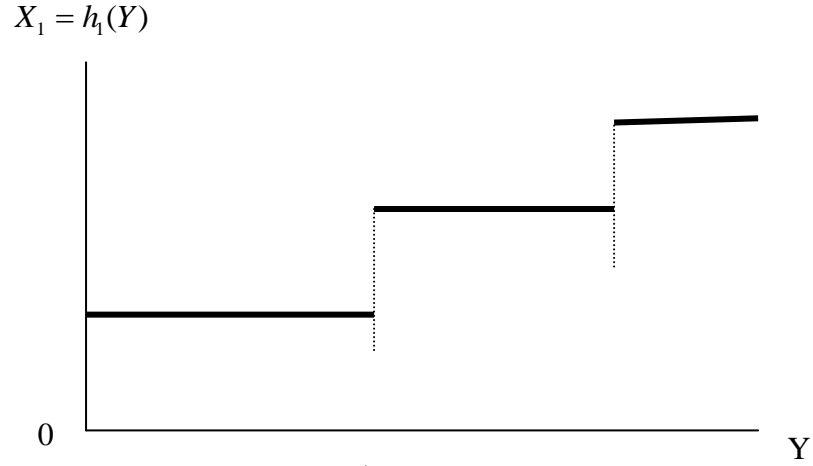
a) $h_i(Y)$, $h_i \rightarrow 0$ 'a giderken, $Y > 0$ sınırlamaları içinde tanımlanmış pozitif bir sayıdır.

b) $h_i(Y)$, Y artan iken, fonksiyon düşük yarı zamanlı bir fonksiyondur.

Bu özelliklere göre, çıktı miktarı sıfır olmadıkça girdi miktarı sıfır olmayacak ve çıktı miktarı ne kadar artırılabilirse o kadar girdiye ihtiyaç duyulacaktır. Yani,

$L_i(Y) = [\square X_i, X_i \leq h_i(Y)]$ koşulu saklı kalmak kaydı ile sonsuza yakın bir çıktı için sonsuza yakın girdiye ihtiyaç olacaktır. Bu tür

özellikleri taşıyan bir fonksiyon Şekil 2.3'de gösterilmiştir⁹⁸.



Şekil 2.3 Düşük Yarı Zamanlı Fonksiyon

Bu türetilmiş girdi/talep fonksiyonunun en önemli özelliği, faktör fiyatlarından bağımsız oluşudur. Onun içindir ki, herhangi iki girdi arasında ikame esnekliği sıfırdır. Bu sistemle ilgili şu iki sorunun cevabını vermek gerekir. Birincisi, böyle bir türetilmiş girdi/talep fonksiyonu, üretim fonksiyonu sınırlarına maruz kalan, maliyet minimizasyonundan çıkarılabilir mi? İkincisi, eğer birinci sorunun cevabı olumlu ise, hangi üretim fonksiyonundan elde edilebilir? İlk sorunun cevabı genelde olumlu olduğundan minimum maliyet fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$C(Y; P) = \sum_{i=1}^m P_i X_i \quad (2.139)$$

Denklem (2.138)'den X_i 'yi denklem (2.139)'da yerine yazdığımızda aşağıdaki denklem elde edilir.

⁹⁸ Lawrence J.Lau, Shuji Tamura, s.1171.

$$C(Y;P) = \sum_{i=1}^m P_i h_i(Y) \quad (2.140)$$

Bu fonksiyondaki $C(Y;P)$ 'nin P 'ye göre kısmi türevi alındığında,

$$\frac{\partial C(Y, P)}{\partial P_i} = h_i(Y) = X_i \quad (2.141)$$

elde edilir. Bu fonksiyon, orijinal türetilmiş girdi talep fonksiyonu ile aynıdır. O zaman bu sistem, üretim fonksiyonu kısıtları altında maliyet minimizasyonu ile gerçekleştirilebilir.

Üretim fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$Y = F(X) = \text{Max}_y \{Y \mid \sum_{i=1}^m P_i X_i \geq C(Y; P)\} \quad (2.142)$$

Burada, X veri iken, herhangi bir ($P \geq 0$) fiyatında Y 'nin üretim maliyetinin, X 'in maliyetine eşit veya daha az olması halinde, Y 'nin maksimum olacağı beklenilmektedir. Buna göre maliyet fonksiyonu şöyle yazılabilir:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m P_i X_i &\geq C(Y; P) \\ &\geq \sum_{i=1}^m P_i h_i(Y) \end{aligned} \quad (2.143)$$

Buradan

$$v \sum_{i=1}^m P_i [X_i - h_i(Y)] \geq 0 \quad (2.144)$$

yazabiliriz. $P \geq 0$ koşulunu sağlayan maksimum Y 'yi bulmak istersek,

$$X_i - h_i(Y) \geq 0 \quad (2.145)$$

denklemini elde edebiliriz. Denklem (2.145)'den (2.138) numaralı denklemle aynı olan,

$$\geq h_i(Y) \quad (2.146)$$

denklemini elde edilmiş olur. Şimdi her bir h_i 'nin ($i=1, \dots, m$) daha düşük yarı zamanlı olup olmadığı özelliğini dikkate alalım. Biz bu fonksiyonun tersini (h_i^{-1}) olarak,

$$\begin{aligned} Y &= \max \{ Y \mid X_i \geq h_i(Y) \}^2 \\ &\equiv h_i^{-1}(X_i) \geq Y \end{aligned} \quad (2.147)$$

yazabiliriz. Bununla birlikte, h_i^{-1} ($i = 1, \dots, m$), $h_i^{-1}(0) = 0$ iken azalmayan ve artan yarı zamanlı olur. 0 zaman, fonksiyonu şöyle yazmak mümkündür:

$$h_i^{-1}(X_i) \geq Y \quad (2.148)$$

Denklem (2.148)'den

$$\max Y = \min \{ h_i^{-1}(X_i) \} \quad (2.149)$$

ve

$$Y = F(X) = \min \{ h_i^{-1}(X_i) \} \quad (2.150)$$

elde edilebilir. Bu fonksiyon, denklem 2.140'daki maliyet fonksiyonuna göre çıkarılmış üretim fonksiyonudur.

Böylece, yukarıdaki (a ve b şıkları) özellikleri sağlayan h_i ($i=1, \dots, m$) herhangi bir üretim fonksiyonunun, Nonhomoethetic Leontief üretim fonksiyonu olarak adlandırıldığını belirtmek yeterlidir. Bu fonksiyonun yarı zamanlı olmasından ve genişleme yolunun zorunlu bir şekilde orijinden çıkan bir süreç (ray) üzerinde olmamasından dolayı, Nonhomoethetic olarak adlandırıldığı ifade edilmektedir. Fonksiyona ilişkin optimal nispi faktörler oranı,

$$X_i / X_j = h_i(Y) / h_j(Y), i \neq j; \quad i, j = 1, \dots, m \text{ dir.} \quad (2.151)$$

Burada, $Y > 0$ koşulunu sağlayan tüm fonksiyonlar için, $a_i h_i(Y)$, $a_j h_j(Y)$ ' dir.

Şunu da ilave etmek gerekir ki, Nonhomoethetic Leontief üretim fonksiyonunun her bir girdi için ölçüğe göre getiri derecesi farklı olabilir. Hatta (h_i) fonksiyon seçimine bağlı olarak aynı girdiler için bile ölçüğe göre getiri derecesi farklı olabilir. h_i 'nin çeşitli formları aşağıda verilmiştir:

$$\ln X_i = \ln a_i + \beta_i \ln(Y) \quad (2.152)$$

$$X_i = a_i + \beta_i \ln(Y) \quad (2.153)$$

$$\ln X_i = \ln a_i + \beta_i (Y) \text{ gibi.} \quad (2.154)$$

Nonhomoethetic Leontief üretim fonksiyonunun kendine has bir özelliği de, önemli bir başka özelliğe atıfta bulunmasıdır. Şöyle ki, bu fonksiyon tüm ikili girdi bileşenleriyle girdiler arasındaki "sıfır gölge ikame esnekliğine" sahip en genel üretim fonksiyonu olarak bilinir. Bu özelliğinden dolayı da üretim fonksiyonları kümesinden olan CES üretim fonksiyonunun bir üyesi olarak kabul edilir.

Nonhomoethetic Leontief üretim fonksiyonundan yararlanarak, içerilmiş ve içerilmemiş teknolojik değişmeyi de ölçmek mümkündür. Bu üretim fonksiyonu $h_i(Y)$, bir mevsim (v) ve bir t gibi zamanın da fonksiyonu olduğunda Hicks'in nötr teknolojik değişmesi, sıfır ikame esneklikli ve nispi faktör oranlarıyla açıklanabilir.

$$\frac{X_i}{X_j} = \frac{h_i(Y, v, t)}{h_j(Y, v, t)} \quad (2.155)$$

Denklemden anlaşılacağı gibi burada, fonksiyon v ve t 'den veya her ikisinden bağımsız olacaktır.

$$h_j \frac{\partial h_i}{\partial v} - h_i \frac{\partial h_j}{\partial v} = 0 \quad (2.156)$$

veya

$$\square \square \frac{\partial \ln h_i}{\partial v} - \frac{\partial \ln h_j}{\partial v} = 0 \text{ olur.}$$

Genel çözüm,

$$\ln h_i(Y;v,t) = V(v) + g(Y,t) \text{ dir} \quad (2.157)$$

Hicks'ci içerilmiş nötr teknolojik değişmeye göre,

$$h_i(Y;v,t) = V(v)h_i^*(Y;t) \text{ dir.} \quad (i=1,\dots, m) \quad (2.158)$$

Hicks'ci içerilmemiş nötr teknolojik değişmeye göre de,

$$h_i(Y;v,t) = T(t)h_i^*(Y,v) \text{ dir.} \quad (i=1,\dots, m) \quad (2.159)$$

Hicks'ci yaklaşım açısından her iki tür nötr teknolojik değişmeye göre de,

$$h_i(Y;v,t) = V(v)T(t)h_i^*(Y,t) \text{ olur.} \quad (2.160)$$

Bu durumda, Nonhomoethetic Leontief üretim fonksiyonunda fiyat değişimleri ve nötr teknolojik ilerlemeler olmasa bile, hasıla seviyeleri farklı ise, ölçekler içerisinde optimal nispi faktör oranlarının farklılaşabildiği bir özellik gözlenmektedir. Bu özelliği de aşağıdaki denklemlerden yararlanarak analiz etmek mümkündür.

$$\ln X_i = \ln a_i + \beta_i \ln Y + \gamma_i V \quad (2.161)$$

Burada,

$\beta_i > 1$ negatif içsel ekonomilerin mevcudiyetini,

$\beta_i = 1$, i faktörü için ölçeğe göre sabit getiriye,

$\beta_i < 1$ ise, içsel ekonomilerin mevcudiyetini,

$\gamma_i > 0$ teknolojik gerilemeyi,

Endüstri İktisadında Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi

$\gamma_i = 0$ sıfır teknolojik değişmeyi,

$\gamma_i < 0$ ise, pozitif teknolojik ilerlemeyi gösterir.

Nihayet, denklem (2.161)'den hareketle belirli bir sınıflandırma yapmak mümkündür. Homotheticity için gerekli ve yeterli koşul $\beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_m$ dir. Ölçeğe göre sabit getiri için yeterli ve zorunlu koşul, $\beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_m = 1$ dir. Nötr teknolojik ilerleme için, gerekli ve yeterli koşul $\gamma_1 = \gamma_2 = \dots \gamma_m$ dir. Teknik ilerlemenin sıfır olması için gerekli ve yeterli koşul ise, $\gamma_1 = \gamma_2 = \dots \gamma_m = 0$ olmalıdır⁹⁹.

2.2.2. Doğrusal Programlama (DP) ve Oyun Teorisi

Doğrusal programlama, yöneticilerin karar almalarına yardımcı olmak için geliştirilmiş matematiksel veya parametrik olmayan bir teknik olmakla birlikte iş hayatında karşılaşılan bazı problemlerin çözümü durumlar analizinin yapılmasını gerektirir. Örneğin, her bir firma belli bir faaliyet sürecinde en az iki veya daha fazla stratejiye ihtiyaç duymaktadır. Böyle bir gereksinimden dolayı çok sayıda parametre ile karşı karşıya kalan firmalar, karar alma sürecinde zor duruma düşmektedir. Bu nedenle, ikinci derecede olan parametrelerin ihmalini gerektiren modeller kurma ihtiyacı duyulmaktadır.

Bu tür bir ihtiyaca cevap verebilmek için basitleştirilen teorik modellere oyun kurma adı verilmiş ve “oyun, olayı tasvir eden bir takım kurallar bütünü olarak tanımlanmıştır”. Bu oyunların kuruluş ve çözümlerini inceleyen bilim dalına da Oyun Teorisi denmektedir¹⁰⁰. Nitekim, optimizasyon teorisi¹⁰¹ belli

⁹⁹ Lawrence J.Lau, Shuji Tamura, s.1171.

¹⁰⁰ Hüsamettin Bakoğlu Oyun Teorisi, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1991, s1

¹⁰¹ Alpha C.Chiang,(Çev: Ergun Kip ve diğerleri) s.625 ; Gerald E.Thompson, “Linear Programming and Microeconomic Analysis”, NBR J.Economic International Business, 1972 (May), 11(4), s.26. ; W. J.Baumol, Economic

kısıtlar altında ele alındığından karşılaşılan problem daha gerçekçi hale getirilmiş olmakla birlikte iktisat sisteminde alternatif modeller kurgusu bir zorunluluk olarak görülmektedir. Dolayısıyla alternatif modellere ilişkin piyasa, firma, tüketici gibi alt sistem ve bu sistemlerin aktörleriyle ilgili stratejik karar alma mekanizmaları oyun teorisi konsepti altında analiz edilmektedir. Bu kitabın genel çerçevesi bağlamında konu sınırlı kaynaklarla da olsa ele alınacak ve aşağıda oyun teorisine kısaca yer verilecektir.

2.2.2.1. Doğrusal Programlama (DP)

Özet bir tanımla DP, amaç kabul edilen doğrusal bir fonksiyon veri iken, doğrusal nitelik taşıyan kısıtları altında - doğrusal denklem ve eşitsizliklerle- bir faaliyetin optimize edilmesi ile ilgili bir yöntemdir¹⁰². Giapetto ya göre DP probleminde karar alıcı, genelde, ya geliri veya karı maksimize etmek ya da maliyeti minimize etmek ister. Maksimize veya minimize edilmiş doğrusal fonksiyon “amaç fonksiyonu”; her bir değişkenin kısıtlarını belirleyen doğrusal fonksiyonlar “kısıt fonksiyon” ; sınırlamalarla ilgili karar değişkenlerinin katsayıları ise “teknolojik katsayılar” olarak tanımlanmaktadır¹⁰³.

Son 40-45 yıl içinde, doğrusal programlama prosedürlerindeki gelişmelerden hem iktisatçılar, hem de işletmeciler ve muhtelif alanlardaki uygulamacılar geniş ölçüde yararlanmışlardır. Geniş kapsamlı problemleri analiz edebilmek ve geniş çapta uygulamalı çalışmalar yapabilmek için modern

Theory and Operations Analysis, Forth Edition, London, Prentice-Hall, 1977, s.73.

¹⁰² Michall Pettit, “Comment on The Relationship Between Linear Programming of The Firm”, American Journal of Agricultural Economics, Vol.52, No.2, (May 1970) s.332., David R.Anderson, Dennis J.Sweeney, Thomas A.Williams, Quantitative Methods for Business, Third Edition, New York, Wet Publishing Company, 1986, s.233. - Ayhan Toraman, Doğrusal Programlamaya Giriş, Erzurum, İşletme Fakültesi Araştırma Enstitüsü Ders Notları, 34, 1977, s.3. ,Şibkat Kaçuoğlu, Doğrusal Programlama ve Ulaştırma Modeli, Erzurum: A.Ü.İİBF Araştırma Merkezi Ders Notları: 141, 1987, s.1.

¹⁰³ Wayne L. Winston, Operations Research –Applications and Algorithms- Third edition, International Thompson Publishing, 1994, ss.50-52

matematik tekniklerini bilmek ve sağladığı imkânlardan yararlanmak, büyük bir önem arz etmektedir. İktisat biliminin doğuşundan beri iktisat teorisyenlerini meşgul eden klasik optimizasyon problemlerinin DP yöntemi ile çok farklı bir biçimde ele alındığını belirtmek gerekir. Bu yaklaşım tarzını kullanabilen optimizasyoncu; örneğin, $g(x,y) = c$ eşitlik biçimde değil, $g(x,y) \leq c$ biçimindeki eşitsizlik kısıtlarıyla karşı karşıyadır. Eğer, bu bir tüketim fonksiyonu ise tüketici aylık 500 milyon liralık bütçesinin hepsini birden harcamak zorunda kalmayacaktır. Bu çerçevede, tüketici ister bütçesinin daha azını harcar isterse tümünü birden harçayabilir.

Kalkülüs metodunun kullanıldığı geleneksel modeller, eşürün eğrileri yardımı ile, firmaların hasıla denge seviyelerini veya kayıtsızlık eğrileri ile tüketici denge seviyelerini esas alır. Doğrusal programlama ise bir optimizasyon problemini, eşitlik ve eşitsizlikler kısıtıyla tek başına cebirsel yöntemle sağlayabilmektedir. Örneğin, üretim faktörleri arasındaki ikame edilebilirliğin kısıtlı olduğu durumlarda, kırık eşürün eğrileri elde etmek mümkündür. Böyle durumlarda üretim yöntemleri sınırlı olup, faktör ikameleri köşe noktalarda söz konusu olabilir. Bu tip eşürün eğrilerine “faaliyet analizi” veya “DP eşürün eğrileri” de denilmektedir¹⁰⁴. Bu DP eşürün eğrileri ile, eğri boyunca eğimi azalan, merkeze dış bükey bir eşürün eğrisi analiz edildiğinde; marjinalist firma teorisinin temel taşı olarak kabul edilen azalan getiri ve DP'nın genellikle başvurduğu sabit getiri varsayımları doğrulanabilmektedir. Ancak, Dorfman, Samuelson ve Solow, üretim fonksiyonunun bir parça kırılmasını dikkate almışlar, her bir kısım ile ilgili farklı faaliyetleri tanımlayarak, azalan getiri ve artan maliyetleri göstermenin mümkün olduğunu savunmuşlardır.

DP tekniğinin kullanıldığı birçok alan incelendiğinde, uygulamalı literatürde gelecek dönemler için yapılmış talep tahminlerinden tutun yeni bir üretim şedülü elde etme ve yeni politikalar geliştirme sürecine uzanan bir çok örneğe rastlanılmaktadır. Örneğin, politika oluşturulması çerçevesinde talebi karşılayacak üretim maliyetlerini minimize etmenin alternatif

¹⁰⁴ A. Koutsoyiannis, s.68.

yolları aranmaktadır. Bu alternatif yollar tartışılırken ve yatırımın getirisini maksimize edecek “portföy” oluşturulurken, mal ve hizmetlerin belirli kapasitedeki üretim merkezlerinden, belirli bir talep potansiyeline sahip tüketici merkezlerine hangi ölçüdeki minimum maliyetle naklinin sağlanabileceği öngörülebilmektedir.

2.2.2.1.1. Doğrusal Programlama ve Etkin Üretim

DP modelini kapsamlı biçimde anlamak için modelle ilgili kavramların çok iyi analiz edilmesi gerekir. Firmaların karar problemleri, esas itibarıyla kıt kaynakların, faaliyetler arasında optimum bir şekilde dağıtılması problemi olduğuna göre, DP ve Leontief modeli ile verilmiş birçok üretim problemi faaliyet analizleri ile birlikte açıklanabilir. Çünkü bir faaliyet "belli bir üretim süreci içinde elde edilmesi gereken hasıla ve girdileri temsil eden bir satır veya sütun vektörü" olarak tanımlanmaktadır¹⁰⁵. Faaliyet analizlerini açıklayabilmek için başlangıçta verilen DP modelini biraz daha açmamız gerekecektir. Bu matematiksel model tanımında da ifade edildiği gibi bir amaç ve sınırlayıcı denklemler sisteminden oluştuğu için bazı temel bilgileri ihtiva eden varsayımların dikkate alınmasını gerektirir. Çünkü, bir modelin sağladığı çözümün güvenilirlik derecesi, temel aldığı varsayımların gerçek duruma uyumu ile ilişkilidir. Bu noktada, doğrusallık, toplanabilirlik, bölünebilirlik, belirlilik, faaliyetlerin sınırlılığı ve negatif olmama şeklinde sıralanabilecek varsayımlardan hareket edildiğini belirtmek yararlı olacaktır. Çünkü, doğrusal programlama modelleri, genellikle girdiler ve çıktılar arasındaki fiziki ilişkiler üzerine kurulmuştur. Kısacası bir faaliyet analizi yapılırken gerçekleştirilebilir varsayımlar ve amacın ortaya konmasıyla, modelin çözüm veya tahminindeki güven seviyesi artırılmış olur¹⁰⁶.

DP yönteminin matematiksel formu spesifik maksimizasyon ve minimizasyon problemleri için geçerli olup, cebirdeki temel kavramlara dayanan denklemler yolu ile

¹⁰⁵ Richard H.Puchett, Introduction to Mathematical Economics (Matrix Algebra and Linear Economic Models) Canada: D.C.Hlath and Company, 1971, s.241.

¹⁰⁶ Gerald E. Thompson, s.28.

çözülmektedir. Bir DP maksimizasyon formu, matris notasyonu ile şöyle yazılabilir¹⁰⁷.

$$\begin{aligned} \max CX, \\ AX = B, \quad X \geq 0 \end{aligned} \quad (2.162)$$

Burada, $A_{m \times n}$, $B_{m \times 1}$, $C_{1 \times n}$ matrisleri iken X , değişkenler vektörüdür. Bu forma göre problem, doğrusal ilişkinin maksimizasyonunu gerektirmektedir. Formu, satır ve sütün cinsinden daha açık bir şekilde yazabiliriz.

Doğrusal ilişkinin maksimizasyonunu gerektiren problemin üç temel unsuru:

1) Maksimize veya minimize edilecek bir amaç (objective) fonksiyonu olmalı,

$$CX = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (2.163)$$

2) Negatif olmama koşullarını kapsayan ve tüm sınırlamaları (kısıtları) sağlayan değişkenlerle ilgili değerler seti bulunmaktadır.

$$\begin{aligned} a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n &\leq b_1 \\ a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n &\leq b_2 \\ a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (2.164)$$

3) Negatif olmama veya pozitiflik koşulu sağlanmalıdır:

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$$

Bu denklemler, daima başlangıçtaki şekilde yazılmayabilir. (2.162) ve (2.163) numaralı denklemlere gölge değişkenler (dummy

¹⁰⁷ Richard H. Puchett, s.241. - Alpha C. Chiang, s.631.,-S.Vajda, Linear Programming, Algorithms and Applications, London, Chapman and Hall. 1981, s.3. ; Kemal Derviş, Jaime De Melo, Sherman Robinson, General Equilibrium Models for Development Policy, First Pablished, Cambridge: Cambridge University Peress, 1982, ss.63-64.

variable) olarak bilinen bir "boş" (slack) veya "artık" (surplus) değişken ilave ederek, eşitlikler eşitsizliğe veya eşitsizlikler eşitliğe dönüştürülebilir.

Şöyle ki, yukarıdaki denklemlere eklenen $S_n \geq 0$ boş bir değişken ile amaç fonksiyonu,

$$CX = C_1 X_1 + \dots + C_n X_n + 0S_1 + \dots + 0S_n \quad (2.165)$$

kısıt fonksiyon ise,

$$a_{i1} X_1 + \dots + a_{in} X_n + S_1 + \dots + S_n = b_i \text{ şekline}$$

dönüştürülebilir.

Buradaki amaç, simpleks çözüm tekniğinin gereğini yerine getirmek ve anlamlı çözümler elde etmektir. Eşitsizlikleri eşitlik haline getirerek notasyon genişletilirken bu tür değişkenlerin eklenmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle, değişkenler arasındaki ilişkileri daha iyi kavramak amacıyla problemi orijinal formundan standart forma dönüştürmek suretiyle çözüm kolaylıkları sağlamaktadır¹⁰⁸. Bu DP terminolojisindeki gölge değişkenlerden birisi olan boş değişkenler, bir maksimizasyon probleminde amaç denkleminde değerini etkilemeyecek sıfır katkıyı ifade ederken, optimal çözüm analizinde sınırlayıcı denklemlerin unsurları olan girdilerden kullanılmayan kısmını veya sınırlayıcı koşul açısından boş kapasiteyi gösterirler. Hatta, bir zaman serisini kapsayacak düzeyde hesaplanabilmiş boş değişkenler serisi tasarruf süreci olarak değerlendirilebilmektedir.

Artık değişkenler ise, minimizasyon problemlerinde, amaç denkleminde yine sıfır katkı ile ilave edilirken, sınırlayıcı denklemleri kapsayan eşitsizlik formunu eşitliğe dönüştürürken, denklemi eksiltmektedir. Yani, optimal çözüm sonucunda elde edilebilecek sınırlı miktardaki

ürünün artıklarıyla ilişkilendirilemeyeceğini, yapılabilecek tasarrufları gösterir¹⁰⁹.

¹⁰⁸ Ayhan Toraman, s.59. ; Richard H.Puchett, s.136. ; Cemal Özgüven, Doğrusal Programlama, Kayseri: Erciyes Üniversitesi, İİBF, Yayınları No.1, 1986, s.41.

¹⁰⁹ D.R.Anderson, D.J.Sweeney,T.A.Williams, Quantitative Methods for Business, T. Edition , New York, s.259. ; Alpha C.Chiang ss.652-653. ; C.Donald

Bu sınırlayıcı denklemlerin sağ yanında negatif değerlerle karşılaşılır ise, tablo formu veya genel durumunun yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Şöyle ki, bir yöneticinin üretilen ürünün tamamını satmama koşulu ile karşı karşıya olduğunu varsayalım. Örneğin, şeker endüstrisinde güvenlik ihtiyacı ile, belli miktarda bir şeker stoku tutma zorunluluğu gibi. Bu gibi durumlarda, standart form oluşturulurken yeni sınırlayıcı denklemler ilave etmek için notasyon genişletilmesi önerilmektedir. Notasyon genişletilmesi için de suni değişkenlerden (artificial variable) yararlanılır. Bu suni değişkenlerin ise amaç fonksiyonuna (-) değerlerle ilave edilmesi gerekmektedir.

$$\max CX = C_1 X_1 + \dots + C_n X_n + 0S_1 + \dots + 0S_n - M_{a5} - \dots - M_{am} \quad (2.166)$$

Çünkü, amaç fonksiyonunda kâr katkısını azaltan bir unsur olarak değerlendirilmektedir¹¹⁰.

Doğrusal programlamanın genel formları ile ilgili kısa bilgilerden sonra, problemin çözümüne esas olan kavramları kısaca açıklayabiliriz. Problemin iki temel çözüm yöntemi vardır. Birincisi, grafik çözüm yöntemi olup anlaşılması ve uygulaması en kolay olanıdır. Ancak, faaliyeti iki boyuta indirgeme gücü bu metodun ampirik çalışmalarda kullanılmasını imkânsız kılmaktadır. DP modelinde değişken sayısı üçü veya beşi geçebileceği gibi, gerçek hayatta yüzlerce değişken hesaba katılabilir. Bu durumda daha karmaşık problemler, G.B. Dantzig (1947) tarafından geliştirilen ve daha kapsamlı olan "simpleks metodu" ile çözülebilmektedir. "Amaç fonksiyonunun değerini yükseltmek için, bir bozulmamış çözümden diğerine geçişi gerektiren simpleks metod"un esası, optimal çözüme ulaşıncaya kadar tekrarlanan bir tekniğe (iterative technique) imkân vermesidir. Bu metotta, izlenen prosedürün tekrarlanan türde olması, tahminlerin tesadüfen yapıldığı anlamına gelmez. Aksine simpleks metodu, mümkün optimal çözüm setinin düzenlenmesinde sistematik bir teknik oluşturmaktadır. Kısaca bu

Taylor, "Linear Programming: Its Application to the Middle Eastern Poultry Feed Industry", Middle East. Econ. (Dec.1969),s.72.

¹¹⁰ David R.Anderson, ss.297-303.

metot, spesifik problemlerin analizinde kullanılacak en iyi açıklayıcılardan biri olarak bilinirken, genel bir çözüm metodu olarak, her türlü DP problemine uygulanabilmektedir¹¹¹. Eğer, tipik DP probleminin, negatif olmayan n değişkenine karşılık, en azından r bağımsız ($r < n$) sınırlayıcı denklem varsa, böyle bir denklemler ve değişkenler sisteminde $n-r=0$, temel olmayan değişkenler setini gösterir ve temel olmayan uygun çözümü verir. Temel değişkenler ise, sınırlayıcı denklemlerin bir tek çözümünü veren r değişkenler olup, temel uygun çözümü verir. Denilebilir ki, bir DP modelinde uygun çözüm varsa, en az bir temel çözüm vardır. Nihayet, sınırlı bir değere sahip olan amaç fonksiyonu için en iyi değeri veren uygun çözüme optimal veya optimum çözüm diyoruz. Görülüyor ki, DP modelinin çözümündeki amaç, "uygun çözümlerden" objektif fonksiyonu, maksimize veya minimize eden "en iyi" çözümün bulunmasıdır¹¹².

Yukarıda ifade ettiğimiz gibi, doğrusal programlamanın üretim problemlerine uygulanması, faaliyet analizi ile açıklandığına göre, bu kavramın tanımı ve buna bağlı terminolojinin bilinmesi gerekir. Bu analiz "belli bir üretim süreci içinde, elde edilmesi gereken çıktı ve girdileri temsil eden bir satır veya sütun vektörü" olarak tanımlanmaktadır¹¹³.

Girdi-Çıktı İlişkileri,

$(B-A) X = Y; B, A, X \geq 0$ (2.167) genel formu ile gösterilmektedir.

$B_{m \times n}, A_{m \times n}, X_{n \times 1}, m \leq n$ koşuluna göre,

Y , bir girdi ve çıktılar vektörü; X , hasıla oranını temsil eden ve skalaları negatif olmayan bir faaliyet seviyesi vektörü; B , hasılanın bir matrisi; A , girdilerin bir matrisi; $(B-A)_{m \times n}$, teknolojik matristir, aynı zamanda m faaliyetlerin toplamını gösteren Leontief matrisi olarak bilinir. Burada, sadece genel form verilmekle

¹¹¹ Sibkat Kaçtıoğlu, s.50.-Richard H.Puchett, s.140. -Ayhan Toraman, s.55.- Daniel C.Vandermeulen, Linear Economic Theory, Englewood Cliffs; N.J; Prentice-Hall, 1971, ss.33-47.

¹¹² Donald C.Taylor, s.69.- L. Howard Balsley, ss.230-231.

¹¹³ Richard H.Puchett, s.242 - Daniel C.Vandermeulen, s.119.

yetinilmiştir. Girdi-çıkıtı analizlerinin çözüm prosedürüne ilişkin detaylı açıklama için dipnottaki kaynaklara bakılabilir¹¹⁴.

2.2.2.1.2. Primal-Dual İlişkiler ve Çözüm Yöntemi

DP problemleri, birçok iktisadi optimizasyon problemine uygulanabildiği için birincil (primal) durumda tanımlanmış bir iktisadi ilişkiyi, dual'e; dual durumda tanımlanmış bir iktisadi ilişkiyi de, primal'e dönüştürerek daha anlamlı ve kolay sonuçlar çıkarmak mümkün olabilmektedir. Yani, her minimizasyon problemine karşılık gelen bir maksimizasyon problemi kurulabilir. Bu tür çift oluşumlu DP problemleri, "dual" olarak adlandırılmaktadır. Dual programlama problemlerinin analizleri hem iktisatçılar hem de matematikçilerden birçoğunun önemli ölçüde dikkatini çekmiştir¹¹⁵.

Primal-Dual ilişkilerini basit bir örnekle açıklayabiliriz. Burada, primalin karar değişkenlerini X_i , dualin karar değişkenlerini de Y_j alalım.

$$\begin{array}{ll} \text{Primal} & \text{Dual} \\ \text{Min : } C=4X_1 + 2X_2 + 8X_3 & \text{Max : } C^*= 2Y_1 + 5Y_2 \\ \text{Kısıt koşül: } \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} & \text{Kısıt koşül :} \\ \text{Pozitiflik kısıtı : } X_1, X_2, X_3 \geq 0 & Y_1, Y_2 \geq 0 \quad (2.168) \end{array}$$

¹¹⁴H.Kohler, ss.425-436. ; Ayhan Toraman, Doğu Marmara Bölgesi, Girdi-Çıkıtı Analizi(Doktora tezi),Erzurum:Atatürk Üniv.Yay.no:2 59,1973,ss.13-17 ; Ahmet Gökçen,Girdi -Çıkıtı Modellerinin İşığında ,Ekonomik Yapı Değişikliği-Türkiye Ekonomisine bir Uygulama Denemesi(basılmamış doktora tezi)-İstanbul Üniv.İktisat Fakültesi,1976.

¹¹⁵ William J.Baumal, ss.105-108 A.C. Chiang, ss.670-672. -Yair Mundlak , Zvi Volcan "The Correspondence of Efficiency Frontier As A Generalization of the Cost Function", International Economic Review, Vol.14, No.1, (February-1973), s.223. - H.U.Zava, "Duality Principles in the Theory of Cost and Production", Int. Economic Review, V(May 1964), ss.216-220. - C.Donald Taylor, s.72.

Yukarıdaki problemin tanımına göre, primal dual ilişkilerini kurallı olarak ifade edersek;

1) Primal'deki "minimize edin" sözcüğü "maksimize edine" çevrilir. Dual'e * işareti konulur (veya tersi).

2) Negatif olma sınırlandırıcılarındaki \geq işaretleri hiçbir zaman değiştirilmemekle birlikte, primal sınırlandırıcılardaki eşitsizlik işareti dual'de yön değiştirir.

3) Dual sınırlandırıcıların katsayı matrisini elde etmek için, primalin katsayı matrisinin devriği (transpose) alınır.

4) Primal amaç fonksiyonundaki katsayı sıra vektörünün devriği alınır ve dual sınırlandırıcılardaki sabitler sütun vektörü olarak yazılır. Yine, primaldeki sabitler sütun vektörünün devriği alınır, dual amaç fonksiyonunun katsayısı sıra vektörü olarak yazılır.

Bu örneği matris notasyonunda şöyle yazabiliriz.

$$\begin{aligned} \text{Min : } C = c'X & \quad \text{max : } C^* = r'Y & \quad (2.169) \\ \text{Kısıtlayıcı koşul: } AX \geq r & \quad A'Y \leq c \\ X \geq 0, Y \geq 0 & \end{aligned}$$

Dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de, satır ve sütunların yer değiştirmesidir. Zira, m satır, n sütun primalde $A_{m \times n}$ iken; dual'de n tane sınırlandırıcı, m tane karar değişkeni olmuştur. Çünkü, A' matrisi A'nın devriği olarak alındığından n x m bir matris oluşmuştur. Primal programdaki diğer matrislerin boyutları, c', 1 x n; X, n x 1 ve r, m x 1, Y m x 1 dir.

Uygulamalı DP problemlerinde daha az sayıda sınırlandırıcısı olan programı seçenler bazı avantajlar sağlayabilir. Çünkü, sınırlandırıcı sayısı ne kadar az olursa temel çözüme girecek değişken sayısı o kadar az olacak ve buna bağlı olarak da gölge değişken sayısı o kadar azalacaktır. Primal ve dual eşit sayıda sınırlandırıcıya sahip olduklarında ise, maksimizasyon programının ele alınması daha avantajlıdır. Çünkü, maksimizasyon programında başlangıçta suni değişkenlere ihtiyaç duyulmayabilir.

DP modelinin cazip özelliklerinden birisi de, üretimde kullanılan faktörlerin marjinal değerlerinin elde edilebilmesine imkân vermiş olmasıdır. Örneğin, bir ünite emek-saat girdininin 60'dan 61'e artırılması ile, emeğin 61'nci ünitesinin marjinal fiziki

ürününü elde ederiz. Bütün faktörler için bu tür marjinal değerler (gölge fiyat veya dual değerler) ile her bir faktörde bir ünitelik değişme yapılarak, aynı parametrik prosedür ile toplam hasıladaki değişme miktarı gözlenebilir ve yeni problemler çözümü elde edilebilir. Alternatif olarak DP probleminin dualinin formüle edilmesi ile aynı marjinal değerleri, doğrudan elde etmek mümkündür. Bu hususla ilgili önemli noktalara işaret etmek yararlı olabilir. Dual programın çözümü sonunda, optimal hasıla elde edildiği gibi, aynı anda, her bir girdinin marjinal değeri de belirlenir. Modeldeki girdileri temsil etmede kolaylık sağladığından ve çok iyi bir analiz metodu olduğundan kurulan DP modeli önemlidir. Örneğin, simpleks çözümle elde edilmiş olan bir ürünün miktarında bir ünite artışın değeri ve o ürünü elde etmede kullanılan her bir faktörün (makina veya farklı emek tipleri gibi) ürüne olan katkısı ayrı ayrı gösterilebilmektedir.

Nihayet, DP ile iktisadi faaliyetlerin yapıldığı optimal alanları (The Optimal Location of Economic Activities) incelemek de mümkün olabilir. Örneğin birçok faktörün hesaba katıldığı bir model düşünelim. Çeşitli üretim alanlarına ürün talebinin ve üretimde kullanılan kaynakların coğrafi dağılımı, kaynakların maliyeti, taşıma maliyetleri ve taşıma kolaylıkları gibi unsurların her biri, amaca uygun olarak kurulmuş bir DP modeli ile değerlendirilebilir¹¹⁶.

2.2.2.2. Oyun Teorisi, Kapsamı ve Çözümleme Tekniği*

Hayatı, mutlaka oynanması gereken oyun olarak tanımlayan Edwin Robinson'a atfen iktisadi olayları analiz etme araçlarından biri olan oyun teorisini, strateji bilimi olarak nitelendirmek de mümkündür. Teoriler, olayları sebep-sonuç ilişkileri bağlamıyla incelediği için oyun teorisi insanların kaderlerinin karşılıklı bağımlılık taşıdığı durumları analiz eder ve bir kişinin kaderinin

¹¹⁶ Gerald E.Thompson, ss.35-36.

* Bu kısım Arş.Gör. Aydın ARI'nın seminer notları ile Recep KÖK'ün lisansüstü ders notlarından düzenlenmiştir.

diğerinin yaptıklarına bağlı olması halinde izleyebileceği stratejileri geliştirir.

2.2.2.2.1. Oyun Teorisinde Karar Alma Kriterleri

İki veya daha fazla karar alıcının çıkarlarının çatıştığı durumlar analizi çoğu kez oyun teorisinin ilgi alanına girer. Bir çok işletmecilik faaliyetinde en az iki karar alıcı bir eylem üzerinde eşanlı karar aldıklarında her bir oyuncu tarafından tercih edilen eylem, diğer oyuncu tarafından kazanılmış bir ödülü etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, oyun teorisi rekabet koşullarının egemen bulunduğu bir karar verme süreci açıklamakta ve tarafların kendi çıkarlarına en uygun olanı seçmeleri için göstermiş oldukları çabaları ve alternatif stratejileri incelemektedir¹¹⁷.

Referanslı bir karar verme sürecinde önemli bir karışıklık olmaz. Örneğin bir M olayının ortaya çıkması, kesinlikle belirlenebilir üç değişik sonuç ortaya koyuyorsa ve bu sonuçlar rakip tarafından aynı anda biliniyorsa, seçenekler içinden en uygun seçim yapılır. Örneğin, M olayına ilişkin masraf seçenekleri aşağıdaki gibi verilmiş olsun. Buradaki masraflar incelendiğinde karar almak hiç de güç olmayacak ve N seçenekleri içinden en az maliyeti gerektiren N₁'in seçilmesi en uygun seçim olacaktır.

M	3	5	10
N	N1	N2	N3

Aynı M olayı ödül yönünden düşünülürse, bu durumda en uygun seçim en fazla ödül sağlayan N₃ seçeneği olacaktır. Bu basit örnekte hem maliyet hem de ödül için verilen karar kesindir. Ancak, karar vermenin her zaman bu kadar kolay olmayacağı ve bazı koşullara bağlı olarak alternatif referansların ve gelecekle ilgili kuşkuvarın olduğu durumlar karşısında bilinmeyen bir seçenekler dizisinden bir seçim yapmanın zorunlu olduğu durumlar da vardır. Bu durumlarda varılacak kararın en uygun olmasına yardımcı

¹¹⁷ Winston, s. 824

olabilecek; iyimserlik, kötümserlik, pişmanlık ve beklenen değer kriterleri gibi bazı temel kriterler vardır. Karar vericinin uygulayacağı bu kriterlere göre seçim daha belirgin hale gelir. Bu kriterler kısaca şu şekilde özetlenebilir¹¹⁸.

a) İyimserlik/Kötümserlik Kriteri: Bu kriterin uygulanmasında, karar alıcı hangi karara varırsa varsın doğal düzenin daima en iyi (en kötü) olayı yaratacağını kabul etmektedir.

İyimserlik (kötümserlik) kriterinde karar alıcı her bir seçeneğin, olaylara göre oluşturduğu sonuçların en iyilerini (en kötülerini) seçerek, seçenekler hizasına yazar ve bu yeni oluşan sütun içinden en iyi olanak veren seçeneği belirler. Örneğin, karar verme süreci içinde M_1 ve M_2 gibi iki olay bulunsun ve bu olaylara karşılık N_1 , N_2 , ve N_3 seçim olanakları aşağıdaki tabloda yer almış olsun.

Tablo 2.2 Ödül Tablosu

M	M_1	M_2
N_1	-15	25
N_2	15	40
N_3	50	3

Tabloya göre karar alıcı, seçeneklerden N_1 'i seçer ve M_1 olayı meydana gelirse, uğranılacak kayıp (zarar) -15 birim; M_1 yerine M_2 meydana gelirse ödül 25 birim olacaktır.

Bu koşullar altında iyimserlik (kötümserlik) kriterinde karar verici her seçeneğin olaylara göre oluşturduğu sonuçların en iyilerini (en kötülerini) seçerek yeni bir sütun halinde tablonun yanına yazar. Sonra bu yeni sütun içinde en iyisini seçmek suretiyle kararını verir.

¹¹⁸ Hüsamettin Bakoğlu, Oyun Teorisi, Ege Üniversitesi Yayınları, No: 135, İzmir 1991, ss:8-13.

En iyileri	En kötüler
25	-15
40	<u>15</u>
<u>50</u>	3

Birinci sütunda yer alan 50 rakamı en iyilerin en iyisi iken ikinci sütunda yer alan 15 rakamı en kötülerin en iyisidir. Bu durumda, iyimserlik kriterine göre en iyiler sütunu içinden en iyisi olarak 50 birim ödül vaat eden N_3 seçeneği, kötümserlik kriterine göre de en kötüler sütunu içinden en iyisi olarak 15 birim ödül vaat eden N_2 seçeneği seçilir.

b) Pişmanlık Kriteri: Bu kriterin uygulanmasındaki temel ilke, karar alıcının her seçenek ile ilgili olarak pişmanlığını en düşük düzeye indirgeyebilmesidir. Pişmanlık kriterinin uygulanmasına, doğru kararın belirlenmesi ile başlanır ve sonra doğru karar ile diğerleri arasındaki farkın hesaplanmasına geçilir. Bu farklar her seçeneğin karşısına yazılır ve sonuçta en düşük düzeyde fark (pişmanlık) doğuran seçenek seçilir.

Yukarıdaki (2.2) getiri tablosu üzerinde bu kriterin nasıl uygulandığı gösterilmektedir: Burada yalnızca M_1 olayı meydana gelmiş olsaydı, karar alıcının derhal en fazla ödül sağlayan N_3 seçeneğini seçmesi beklenir. Bu durumda karar alıcı kendisi için en fazla kazancı sağlayan seçimi yaptığından hiçbir pişmanlık sözü konusu değildir. Buna karşılık, örneğin M_1 olayının oluşmasında, karar alıcı N_1 seçeneğini seçseydi 15 birimlik zararı olacaktı. Yani M_1 olayında N_3 yerine N_1 seçeneğinin seçilmesi halinde, karar alıcıya hem 50 birimlik ödül olanağını kaybettirecek hem de 15 birimlik zararı yükleyecektir. Bu durumda pişmanlık $50 - (-15) = 65$ birim değerinde olacaktır.

M_1 olayının oluşması durumunda, N_2 seçeneğinin seçilmiş olması en fazla ödül olanağı sağlayan N_3 seçeneğine göre pişmanlık $50 - 15 = 35$ birim-değer olacaktır. N_3 seçeneğinin seçilmesinde ise pişmanlığın $50 - 50 = 0$ olacağı açıktır. M_2 olayının meydana gelmesi ile seçilecek seçeneklerin ortaya çıkaracağı pişmanlıklar da aynı biçimde hesaplanır.

Böylece hesaplanan pişmanlıklar seçeneklerin karşılıklarına ve olayların altına yazılarak pişmanlık tablosu elde edilir. Bu tabloda

görülen her bir seçeneğe alt pişmanlıklar içinden en büyük pişmanlık seçilerek “ en kötü pişmanlıklar” belirlenir ve bir sütun halinde seçeneklerin karşılıklarına yazılır. Bu sütun içinden en kötülerin en iyisi seçilerek, en az pişmanlığa neden olan seçenek tercih edilir.

Tablo 2.3 Pişmanlık Tablosu

N \ M	M	
	M ₁	M ₂
N ₁	-15	25
N ₂	15	40
N ₃	50	3

En kötüler

		M ₁	M ₂
	M ₁	65	15
	M ₂	35	0
		0	37
			65
			<u>35</u>
			37

En kötüler sütununda bulunan N₂ seçeneği diğerlerine göre en az pişmanlık ortaya koymaktadır. Bu nedenle karar vericiyi en az zarara uğratan N₂ seçeneği seçilmelidir. Çünkü N₂ seçeneği N₁ seçeneğine oranla 30 birim ve N₃ seçeneğine oranla 2 birim daha az zarara neden olmaktadır.

Pişmanlık kriterinin, zararın en az düzeyde tutulması problemlerine de aynı kurallar içinde uygulanabileceği açıkça bilinmektedir.

c) Beklenen Değer (Laplace-Bayes) Kriteri: Bu kriterde, karar vericinin görüşü, sezisi ve deneyimi gibi kişisel yetenekleri doğrultusunda muhtemel olaylar hakkında yargıda bulunması önem kazanmaktadır. Uygulamalarda ise her olay için eşit olasılık verilerek, bu olasılıklar seçeneklerin sonuçları ile çarpılarak en iyi çözümü veren seçenek belirlenir. Tablo 2.2 ile verilen getiriler üzerinde bu kriterin uygulanışını izleyebiliriz. Bu örnekte iki olay bulunduğundan, bunlardan her birinin meydana gelme olasılığı $p_1=p_2=1/2$ varsayılmaktadır. Bu kriterde göre, her seçeneğin olaylara göre oluşan getiri olanakları, olayların oluşmasına bağlı olarak varsayılan olasılıklar ile çarpılarak toplanır ve beklenen değerler olarak, aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi, seçeneklerin karşısına ayrı bir sütun halinde yazılır. Bu sütunda görüldüğü gibi en büyük beklenen değer 27.5'dir.

M			
N	M ₁	M ₂	
N ₁	-15	25	5
N ₂	15	40	<u>27.5</u>
N ₃	50	3	26.5

$$N_1 \text{ için } 1/2 (-15) + 1/2 (25) = 5 \text{ birim-değer,}$$

$$N_2 \text{ için } 1/2 (15) + 1/2 (40) = 27.5 \text{ birim-değer,}$$

$$N_3 \text{ için } 1/2 (50) + 1/2 (3) = 26.5 \text{ birim-değer.}$$

Beklenen değerler sütunu içinden, en büyük getiri olanağı, ümit edilen değer seçilerek, getirinin artırılmasına çalışılır.

Bazı durumlarda, karar verici deneyimlerine ve sezilerine dayanarak olayların farklı olasılıklarla oluşabileceğini düşünebilir. Örneğin, karar vericinin, tablo 2.2'deki M₁ olayının ortaya çıkması olasılığının p₁=4/5 olduğunu deneyimlerine dayanarak sezmesi durumunda, olayların mutlaka eşit olasılıkla ortaya çıkacağını varsaymak doğru olmaz ve karar vericinin görüşü yönünde, M₁ olayının p₁=4/5 ve M₂ olayının p₂=1/5 olasılıklarıyla ortaya çıkacağını kabul etmek doğru olur.

Bu olasılıklarla tablo 2.2'deki seçeneklerden birisinin seçilmesi aynen yukarıda anılan işlemlere göre yapılmaktadır. Yani beklenen değer aşağıdaki tablodaki gibi elde edilmektedir.

Tablo 2.4 Beklenen Değer Tablosu

	M	M ₁	M ₂	
		p ₁ =4/5	p ₂ =1/5	
N	N ₁	-15	25	-7
	N ₂	15	40	20
	N ₃	50	3	<u>40.6</u>

Bu kriter aynı zamanda maliyetlerin minimize edilmesi problemine de uygulanabilir. Sadece bu tür problemlerde beklenen değer sütunundan, en az maliyete karşılık olan değere ait seçeneğin seçilmesi gerekecektir.

2.2.2.2.2. Oyun Teorisi ve Çözümleme Teknikleri

Strateji esaslı oyunları değişik kriterlere göre farklı şekillerde sınıflamak mümkündür. Karar alma sürecine fiilen katılan oyuncu sayısına göre; *iki kişilik*, *üç kişilik* veya *n kişilik* oyunlar olarak sınıflandırılabilir¹¹⁹. Bu bağlamda, kamusal malların satışını konu alan özelleştirme pazarlıkları oyununda, örneğin pazarlık masasında karşılıklı olarak birbirlerine karşı duran kartel veya özel firma temsilcileri ile Özelleştirme İdaresi Başkanlığı (ÖİB) olmak üzere iki taraf bulunmaktadır. Masanın etrafında çok sayıda gerçek kişi bulunmasına rağmen, bu oyun esas olarak kurumsal planda konsorsiyum temsilcisi ve ÖİB temsilcilerinden oluşan iki kişilik bir oyun olarak kabul edilir. Benzer şekilde, uluslararası silahsızlanma konferansına n sayıda ülke katılması durumunda, konferansa katılan ülkelerin gerçek kişi temsilcilerinin sayısından bağımsız olarak oyunun taraflarını konferansa katılan n sayıdaki ülke oluşturmaktadır. Üzerinde daha çok çalışıldığı için, oyun teorisinde iki kişilik oyunlar, daha karmaşık olan oligopolistik ve n sayıdaki oyunlara göre daha gelişmiş durumdadır¹²⁰. Bu kitabın amacı açısından burada sadece oyun kurmanın mantığına dikkat çekip, sofistike matematiksel modellere girmeden, ağırlıklı olarak Robert Gibbons¹²¹ ve Alpha Chiang¹²² dan alınan terminoloji, tanım ve örnekler çerçevesinde mekanizmanın basit işleyişine kısaca yer verilmiştir. Ayrıca oyun teorisinin iş stratejileri geliştirmedeki önemi vurgulanmıştır. Konuların işlenişinde lisans ve lisansüstü derslerimizde referans alınan bazı temel kitaplar¹²³dan da yararlanılmış ve temel çözümleme teknikleri kısaca ele alınmıştır..

¹¹⁹ Winston, s.825.

¹²⁰ Alpha Chiang,1986, s.743. ; R.G.D. Allen, Mathematical Economics, 2nd Edition, McMillan ST Martin's Pres, 1959, London, ss.494-496;

¹²¹Robert Gibbons Game Theory for Applied Economists Princeton University Pres, 41, 1992, New Jersey; Robert Gibbons, Journal of Economic Perspectives, vol.11, no.1,Winter 1997, pages 127-149;

¹²² Alpha C.Chiang, Fundamental methods of mathematical economics, 3rd ed., New York, Mc.Graw-Hill, 1984.

¹²³ Erdal Ünsal, ; Kohler, Intermediate Microeconomics, Theory and Application, 3rd Ed., Scott, Foresman and Company, USA, 1990.

Bir ödemeler matrisinde iki kişilik sabit toplamı (ödül-cezalı) oyunu ele aldığımızda her bir oyuncunun ortaya koyabileceği belirli sayıda strateji var ise oyunun muhtemel sonuçları da belirli sayıda olacaktır. Bu tür oyunlar aşağıdaki Tablo 2.5’de verilen ödemeler matrisi ile gösterilebilir. Bu tabloda, 1. oyuncunun 2 stratejisi, 2. oyuncunun ise 3 stratejisinin bulunduğu kabul edilmiştir.

Tablo 2.5 Ödemeler matrisi

Oyuncu 1’in stratejileri	Oyuncu 2’nin stratejileri		
	1	2	3
1	30	60	50
2	50	40	70

Muhtemel oyun sonuçlarının toplamı ise, $(2 \times 3 = 6)$ adettir. Her bir muhtemel sonuç, oyuncuların her birinin elde edeceği ödül veya cezaya karşılık gelmektedir. Tablo 2.5, sadece 1. oyuncunun ödül veya cezalarını göstermektedir. Buna göre, Tablodaki 30 rakamı, her bir oyuncunun birlikte ilk stratejilerini uygulamaya koymaları durumunda 1. oyuncunun ödül veya cezasını göstermektedir. Her bir oyuncunun birinci tercihlerini uygulamaya koymaları a_{11} ile gösterirsek, $A = (a_{ij})$ ödül- ceza matrisini aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30 & 60 & 50 \\ 50 & 40 & 70 \end{pmatrix}$$

Buradaki, a_{ij} matris elementinin ilk harfi (i) 1. oyuncunun stratejisini, ikinci harfi (j) 2. oyuncunun stratejisini temsil etmektedir. Bu tür bir tanımlama, oyuncuların stratejilerini Tablo 2.5’de görülen şekilde sıralamamıza olanak sağlar. Tablonun sütunlarında 2. oyuncunun stratejileri, sıralarında ise 1. oyuncunun muhtemel stratejileri gösterilmektedir. Bütün bunlar dikkate alınarak, A matrisi dikdörtgen şeklinde düzenlenmiş numaraların dizilişini ifade etmektedir. Bu nedenle tartışılan oyun *dikdörtgensel oyun* olarak isimlendirilir.

Doğal olarak; 2. oyuncunun ödül-ceza durumu da dikdörtgen dizilişi ile B matrisi ile gösterilebilir. Sabit toplamı

oyunda, belirli bir sonuca göre, 2. oyuncunun ödül veya cezası, toplam belirli sabit sonuçtan 1. oyuncunun ödül veya cezasının çıkarılması ile bulunabileceği için B Matrisi kolaylıkla A Matrisinden elde edilebilir:

$$\begin{bmatrix} (100-30) & (100-60) & (100-50) \\ (100-50) & (100-40) & (100-70) \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 70 & 40 & 50 \\ 50 & 60 & 30 \end{pmatrix}$$

Bilinen bir A Matrisinden kendisinin tamamlayıcısı olarak B Matrisine ulaşılabilir. Bu nedenle, sadece 1. oyuncunun ödül veya cezasının gösterildiği A Matrisinin bulunması yeterli olacaktır.

2.2.2.2.1. Sıfır Toplamlı Oyunlar

Sabit toplamlı oyunlarda, sabit, her hangi bir sayı olabilir. Özel bir durum olarak, bu rakamın 'sıfır' olması durumunda, oyun *sıfır toplamlı oyun* halini alır. Sıfır toplamlı iki oyunculu oyunlarda, bir tarafın ödül veya cezası diğerine göre negatif olarak ifade edilir. Çünkü, bir taraf kazanırken diğer taraf aynı tutarda kayıp etmekte olup iki oyuncunun ödül veya gelirleri toplamı daima sıfır olacaktır.

Bu durumu bir ekonomik olay örneği ile açıklayabiliriz. Düopolist bir piyasa yapısında, oyuncuların birisi (Türk Telekom) rakibinin (Türkcell) müşterilerini çekmek gibi bir strateji içine girerse, belirli sabit sayılı müşteri portföyü durumunda bir taraf müşteri sayısını artırırken, diğer taraf aynı sayıda müşterisini kayıp etmektedir. Böylece oyunun sonucu 'sıfır' olmaktadır.

Sıfır toplamlı olmayan bir oyunu sıfır toplamlı bir oyun olarak göstermek mümkündür. Bunu benzin istasyonu örneği ile gösterebiliriz. Bunun için, her iki istasyonun ödemeler matrislerinin sırasıyla A ve B matrisleri şeklinde olduğunu kabul edelim. Buna göre, matris A ve B elementleri satış tutarlarını gösterebilir ve başlangıç satış tutarının 50'şer milyar TL paylaştırıldığını kabul edelim. Bununla beraber, ödül-ceza matrisini net satış farkları olarak düzenleyebiliriz. Bu durumda, matrisin her bir elementini orijinal satış tutarından çıkardığımızda A* ve B* gibi yeni iki matrise ulaşabiliriz.

$$A^* = \begin{pmatrix} -20 & 10 & 0 \\ 0 & -10 & 20 \end{pmatrix} \quad B^* = \begin{pmatrix} 20 & -10 & 0 \\ 0 & 10 & -20 \end{pmatrix}$$

Yeni matriste, bütün (i) ve (j) elementleri için şimdi $a_{ij}^* + b_{ij}^* = 0$ sonucunu elde ederiz. A^* ve B^* matrisleri toplamı 2×3 boyutlu sıfır matrisini verecektir. Böylece oyunu sıfır toplamlı hale getirmiş olacaktır. Kolaylıkla görülebileceği üzere, orijinal satış tutarı dağılımının başlangıçta eşit olmayan bir şekilde (40 milyar lira ve 60 milyar lira gibi) olması durumunda da, (bu durumda A Matrisinin her bir elementinden 40 milyar lira ve B Matrisinin her bir elementinden 60 milyar lira çıkarmamız gerekmekte) yeniden tanımlanmış matris sürekli 'sıfır' toplamı oyunu gösterecektir.

2.2.2.2.2. Dikdörtgen Oyunların Eyer Noktası Çözümleri

İki oyunculu sabit toplamı oyunun yapısı belirli bir A Matrisi ile tamamen gösterilebilse de bu matris yalnız başına oyunun nihai sonucunu göstermez. Nihai sonucu görebilmek için; öncelikle her iki oyuncunun davranış şekli hakkında varsayımda bulunmak ve her bir oyuncunun stratejilerini uygulamaya koyacakları ortamın tanımını, özelliklerini belirtmek gerekli olacaktır. Bir oyuncu saldırgan, atak, hatta pervasız veya kayıtsız olabilir. Bu durumda, bu oyuncu mümkün olan en yüksek ödülü almayı amaçlayacaktır. Ancak, rakibi akıllı, zeki ve kurnaz ise önemli kayıplar ile karşı karşıya kalacaktır. Veya, bir oyuncu ihtiyatlı ve tedbirli bir yapıya sahipse riskli girişimlerden kaçınacaktır. Bu durumda önemli zarar ve beklenen kârlar oluşmayacaktır. Oyun Teorisinde her iki oyuncunun dikkatli ve risk almaktan kaçınan yapıda oldukları varsayılmıştır. Örneğin biri oyunun ödemeler matrisi aşağıdaki gibi seçilmiş olsun:

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 4 \\ 4 & 7 & 2 \end{pmatrix} \quad (2.170)$$

Acaba, dikkatli ve risk almadığını kabul ettiğimiz oyuncularımız nasıl hareket etmelidir? Öncelikle, her bir oyuncunun ödemeler matrisi hakkında bilgi sahibi olduklarını veya

anlamlı bir tahmin yapabileceklerini, buna karşılık, kendi durumlarını ayarlayabilecek şekilde rakiplerinin kesin stratejileri hakkında bilgi sahibi olmadıklarını varsaymak zorundayız. Aksi takdirde oyun basit bir çocuk oyununa dönüşecektir. Örnek olarak, eğer 1. oyuncu rakibinin 2 numaralı stratejiyi izlediğini bilirse, bu durumda matrisin iki numaralı sütunu ilgili olacağından, 1. oyuncu kendi ödülünü maksimum kılmak için iki numaralı sütunun birinci sırasındaki stratejiyi seçecektir. Bu durumda 1. oyuncunun ödülü 8 olacaktır. Böylece rakibi hakkında bilgi sahibi olmak 1. oyuncunun sorununu büyük ölçüde basitleştirecektir. Şüphesiz bu tür avantajların varlığı endüstriyel ve askeri casusluğun önemini açıklamaktadır.

Eğer rakibinin planlarının bilinmesi durumunu ortadan kaldırırsak, yukarıdaki tercihin yerine, muhafazakâr olan 1. oyuncu aşağıdaki süreci uygulamaya koyar. (1) Öncelikle kendisinin olası stratejileri arasında minimum ceza veya ödül olanlarını seçer (örnek matriste her bir sıradaki en küçük rakamları). (2) İkinci olarak, minimumlar içerisinde en yüksek minimumu (maksimumu) veren stratejiyi veya sırayı seçer. Bu yöntemle, rakibi hangi stratejiyi seçerse seçsin, kendisinin en kötü sonuca maruz kalmayacağından emin olabilir. Çünkü, yukarıdaki ikinci adımla, 1. oyuncu özellikle en az lehine olan bazı sonuçlardan kaçınmış oldu. Aynı nedenle, 1. oyuncu en iyi ödüle asla ulaşamayacaktır. Çünkü, stratejinin birinci adımı ile, en az ödül veya cezayı getiren sıranın seçimine isteyerek karar vermektedir. Burada 1. oyuncunun yaklaşımında muhafazakarlığın doğal bir sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu karar sürecini (2.170)'teki ödemeler matrisine uyguladığımızda, 1. oyuncu her iki sıradaki minimum değerlerin 4 ve 2 olduğunu görecektir. Bu durum aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Her iki sıradaki minimum sıraların içinde maksimum olanın anlamına, 'maximin' denir. Tabloya göre 'maximin' birinci sırada olup muhafazakâr olan 1. oyuncunun tercihi bu değeri veren birinci strateji olacaktır.

Tablo 2.6 Maximin seçimi

Ödemeler matrisi	Satır minima	Maximin
$A = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 4 \\ 4 & 7 & 2 \end{pmatrix}$	4	4
	2	

Bu durumda ikinci oyuncu ne yapar? İkinci oyuncunun aynı şekilde muhafazakâr yaklaşımı takip etmesi için, kendisinin 'maximin' değerini araması gerekir. Özellikle belirtmek istenirse, B Matrisinin minimum değerli sütunları arasından kendisinin maksimum değerini bulmalıdır. Eğer biz oyunun toplamının 10 olduğunu kabul edersek, Matris B ve 2. oyuncunun maximin'i Tablo 2.7'de görüldüğü gibi olacaktır. Tabloya göre, muhafazakâr 2. oyuncunun optimal stratejisi üçüncü sütun olacaktır. Bununla birlikte, sabit sayılı oyunların doğal bir sonucu olarak, B Matrisinin minimum sütunlarının içinden maksimum değerli olanını seçmek, aynı zamanda A Matrisinde maksimum değerli sütunlar içinden minimum değerli olan aynı elementi verir. Bu nedenle, B Matrisi yerine A Matrisi ile çalışabiliriz. Tablo 2.8'de gösterildiği gibi, eğer 2. oyuncu A Matrisinde maksimum değerli sütunlar arasından minimum olanını 'minimax'ı seçmeye çalışırsa aynı optimal strateji (üçüncü strateji) üzerinde karar verecektir. Ayrıca 1. oyuncu için 'minimax' ödül-ceza değeri 4'dür. Buna karşılık gelen 2. oyuncunun ödül-ceza tutarı (10-4=6) 6 olup Matris B'de elde edilen değerle aynıdır.

Tablo 2.7 B Matrisi

Ödemeler matrisi	$B = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 6 \\ 6 & 3 & 8 \end{bmatrix}$
Sütun minima	
Maximin	

Tablo 2.8 A Matrisi

Ödemeler matrisi	$A = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 4 \\ 4 & 7 & 2 \end{pmatrix}$
Sütun minima	
Minimax	

Özet olarak; muhafazakar oyunlarda yukarıdaki önermelerin kabul edilmesi esas olarak 'maximin veya minimax'ın araştırılmasıdır. Muhafazakâr oyuncunun varsayımlarının gerçeklere

uygunluğu tartışılabilmeyle birlikte, bu tür bir yaklaşımın optimizasyon konusunu yeni bir bakış kattığı inkâr edilemez.

Eyer noktası çözümü: Oyunumuza dönersek; 1. oyuncu birinci stratejiyi seçecek ve Tablo 2.6'ya göre en azından onun ödemeler matrisi $a_{13} = 4$ olacaktır. Tablo 2.8'e göre, 1. oyuncunun $a_{13} = 4$ stratejisini seçmesi durumunda, 2.oyuncu üçüncü stratejiyi tercih edecektir. Bu şekilde belirli çeşitli stratejilerle nihai ödül-ceza a_{13} olacaktır. Çünkü, iki muhafazakâr rakip oyunun çözümü konusunda anlaşmaya varmış görünüyorlar. Bu şekilde bir sonuca varmamızın nedeni, $a_{13} = 4$ elementinin verilen örnekte Matris A'nın 'maximin ve minimax'ını karşılıyor olmasıdır. Kural olarak Matris A aşağıdaki eşitliği sağlamaktadır.

$$\max_i \min_j (a_{ij}) = \min_j \max_i (a_{ij}) \quad (2.171)$$

Görünüşte biraz güç olmakla birlikte, eşitlikteki sembolleri yorumlamak güç değildir. Unutmayalım ki, 'i' harfi sıraları göstermekte, 'j' harfi ise sütunları göstermektedir. Min j sembolü 'j' sütunlarının en küçük değerli olanını göstermektedir. Örnek olarak, Tablo 2.6'daki A Matrisini aşağıdaki gibi sembollerle gösterebiliriz.

	J=1	J=2	j=3
İ=1	7	8	4
İ=2	4	7	2

Burada, birinci sırayı gösteren $i = 1$ için, $\min_j (a_{1j}) = 4$; ve ikinci sırayı gösteren $i = 2$ için, $\min_j (a_{2j}) = 2$ olmaktadır. Sonuç olarak, bu sonuçları vektör ile gösterirsek,

$$\min_j (a_{ij}) = \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$$

yazabiliriz ki bu, satırların minimasını vermektedir. Bu ifadeyi, \max_i şeklinde yazarsak, ki bunun anlamı minimum sıraların içinden maksimum değeri bulmaktır;

$$\max_i \min_j (a_{ij}) = \max_i \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Kısaca, denklem (2.171), Tablo 2.6'da ana hatları ile gösterilen matriste 'maximin'i bulma sürecinin kısa ve özlü

tanımıdır. Benzer şekilde, denklem (2.171)'in sağ tarafı, Tablo 2.8'de verilen 'minimax' sürecinin matematiksel açıklamasıdır. Ödül-ceza matrisi (2.171)'deki denklemi karşıladığı zaman, matrisin 'maximin' elementi aynı zamanda 'minimax' elementi olacaktır. Örneğimizde bu durum $a_{13} = 4$ ile gösterilmiştir.

Bir elementin aynı zamanda hem 'maximin' hem de 'minimax' üstlenmesi durumunda bu element 'eyer noktası'dır. Bunun anlamı, bu element bir noktadan bakıldığında maksimumu, diğer bir noktadan bakıldığında minimumu gösterir. Bir ödemeler matrisinde 'Eyer noktası' oyunun çözüm noktasını ifade eder. Bu durum Tablo 2.6 ve Tablo 2.8'de $a_{13} = 4$ 'Eyer noktası' ile gösterilmiştir. Başka bir gösterim için, Tablo 2.9'u inceleyebiliriz. Burada 'maximin ve minimax' değerleri eşit olup her ikisi de $a_{22} = 5$ elementidir. Açıkça bu element 'eyer noktasını' yani oyunun çözümünü verir. a_{22} sembolünün harflerine göre, her iki oyuncu da kendilerinin ikinci stratejilerini optimal çözüm için seçeceklerdir. Dahası, eğer oyunun sıfır toplamlı olduğunu varsayarsak, element 5, 1. oyuncunun 5 ödül veya ceza aldığını, 2. oyuncunun ise -5 ödül veya ceza aldığını gösterecektir. Böyle durumlarda, 5 sayısının oyunun sonucu, değeri olduğu kabul edilir ve oyun tamamen çözülmüş olur.

Tablo 2.9 Eyer noktası

Ödemeler matrisi	$A =$	$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 6 \\ 6 & 5 & 8 \\ 7 & 1 & 5 \end{pmatrix}$	Satır min 3 5 1	Maximin = 5
Sütun max				Minimax = 5

Herhangi bir ödemeler matrisinde eyer noktasının bulunması çözümü kesin kılar. Bununla birlikte, ne yazık ki bu durum oyunu tek düze yapar. Çünkü aynı oyunun tekrarlanması bilinen sonuçlara götürür. Bu nedenle 'eyer noktası'nın olmadığı oyunlar tercih sebebi olup burada daha fazla değişik oyunlar oynanabilir. Bunlar aşağıdaki bölümlerde tartışılacaktır.

Baskın stratejiler: Bu problemi incelemeye geçmeden önce, yukarıda açıklanan ödemeler matrislerinin özellikleri hakkında bir şeyler söylenebilir. Tablo 2.9'daki matrisin ilk iki sırasındaki elementleri karşılaştırdığımızda, 2. oyuncu hangi stratejiyi izlerse izlesin birinci sıranın bir elementi 1. oyuncu için daha düşük bir ödülü sağlıyorsa, 1. oyuncu açısından birinci stratejiyi izlemenin hiçbir nedeni kalmayacaktır. Bu durumda strateji 1 strateji 2 tarafından gereksiz duruma düşürülecek ve birinci sıranın doğrudan silinmesi uygun olacaktır.

Gerçekte, baskın veya üstün strateji için her bir element bazında ikinci derece veya daha düşük olma zorunluluğu bulunmamaktadır. Böylelikle stratejinin bütün elementlerinin ikinci derece olması koşulu bırakılarak, bir stratejinin diğerine üstünlüğüne gidilebilir. Bu doğrultuda, (4,8,12) elementlerinden oluşan bir strateji (5,8,12) elementlerinden oluşan bir stratejiye göre ikinci derecede sayılır. Bununla birlikte, bir stratejinin bazı elementleri diğer bir stratejinin bazı elementlerine göre daha iyi durumda iken bazıları daha iyi değilse burada baskın stratejiden söz etmek mümkün değildir. Örnek olarak, Tablo 2.9'un 2 ve 3 nolu sıraları birbirine baskın değildir.

Baskın durum sütunlar arasında da olabilir. 2. oyuncunun stratejilerine göre, Tablo 2.9'da ikinci sütun üçüncü sütuna karşı baskın durumdadır. Çünkü, ikinci sütun 1. oyuncu açısından her bir elemente göre daha düşük bir değeri ifade etmektedir. Böylece, 2. oyuncu ikinci stratejinin uygulanabilir olduğu bir durumda asla üçüncü stratejiyi seçmeyecektir. Bu nedenle üçüncü sütun matristen çıkarılabilir.

Her bir oyuncunun stratejileri açısından, ikinci derecede stratejilerin silinmesinden sonra matris aşağıdaki şekle dönüşür.

$$A = \begin{pmatrix} - & - & - \\ 6 & 5 & - \\ 7 & 1 & - \end{pmatrix}$$

Dikkat edilmesi gereken husus, element sayısı düşürülmüş matriste çözüm noktası hala $a_{22} = 5$ rakamı olmasıdır. Ayrıca, bu matriste $a_{22} = 5$ hala bir 'eyer noktası'dır. İkinci derecede

stratejilerin matristen çıkarılması matrisi basitleştirdiği gibi oyunun nihai sonucu üzerinde hiç etki yapmamaktadır.

Baskınlık testinin nihai sonucunda Sütunların (B oyuncusu)

2. stratejisi 1. stratejisine de baskındır. Dolayısıyla $A = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix}$ matrisi

elde edilir ki bu matriste B oyuncusunun sadece ikinci stratejisi kalır ve bu ikinci stratejiye göre A oyuncusu a_{22} veya a_{23} stratejilerinden a_{22} 'yi oynayarak 5 kazanır ve oyunun denge noktasının değişmediği görülür.

Yukarıdaki örneğin bilgisayar paket programlarından DS For Windows yardımı ile çözümü aşağıda verilmektedir. Bu tür¹²⁴ kantitatif çözümler Matematikçi, Maple, Mathematica vb. paket programları ile de çözülebilir. Burada, DS for windowsun tercih edilme sebebi Windows uyumlu bir program olmasıdır. DS programı çalıştırıldığında yukarıdaki sonucu doğrulayan sonuca ulaşılır:

Value of game (to row)	\$5.				
A1	4.	3.	6.	0.	
A2	6.	5.	8.	1.	
A3	7.	1.	5.	0.	
Column Mix--->		0.	1.	0.	

Value of game (to row)\$5

Tablodan da görüldüğü gibi oyunun değeri 5 ve Eyer noktası a_{22} stratejisidir. A oyuncusu maksimum kazançlarının içinde minimum olan 2. stratejisini, B oyuncusu A'nın Minimum kazançlarından maksimumu olan 2. stratejisini oynayarak dengeye gelirler. Her iki oyuncu da bu stratejilerden farklı stratejilere yönelmeyecektir. Diğer bir deyişle A daha fazla kazanabilmek için farklı stratejiyi oynarsa B bunu azaltacak farklı bir strateji oynayıp daha az kazanmasını sağlayacaktır. Oyunun Eyer noktası yani denge noktası her iki oyuncunun da tatmin olduğu bir noktadır.

¹²⁴ DS for Windows version 1.4, http://www.prenhall.com/weiss_dswin, Copyright 1997, Howard J. Weiss

2.2.2.2.3. Karma Strateji: Eyer Noktasının Olmadığı Durum

Burada ödemeler matrisinin eyer noktası içermediği Chiang tarafından ele alınmış durumu inceleyelim. Aşağıdaki ödemeler matrisine sahip karesel basit bir oyun düşünelim:

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} \quad (2.172)$$

Kolaylıkla doğrulanabileceği gibi, oyuncu 1'in maximin'i $a_{21}=2$; oyuncu 2'nin minimax'ı $a_{22}=3$ 'dür. Dolayısıyla eyer noktası mevcut değildir. Optimal olarak her iki oyuncu da kendi ikinci stratejilerini kabul etmelidirler; fakat bu durumda gerçekleşecek sonuç, oyuncu 1'in ödemesinin, sadece maximin'i (=2) bekliyor olmasına karşın, $a_{22}=3$ olmasıdır. Bu hoş sürprizden dolayı, tekrarlanan oyunlarda aynı stratejiye başvurmayı deneyecektir, fakat rakibi çok yakında strateji 1'e geçmeyi (sütun 1) öğrenecektir, böylece oyuncu 1'in ödemesini $a_{21}=2$ 'ye indirecektir. Oyuncu 2'nin strateji 1'i tutarlı bir biçimde uyguladığını fark eden oyuncu 1 de kendi stratejisi 1'e geçecektir, oyuncu 2'nin strateji 1'yle birlikte düşünüldüğünde sonuç ödemesi $a_{11}=4$ olacaktır. Bu da rakibinin stratejisini tekrar gözden geçirmesine neden olacaktır, ve böylece devam edecektir. Sonuç olarak, oyunda değişik varyantlar ortaya çıkacaktır; bu da oyunu daha ilginç kılacak fakat sonuçlarında belirgin bir belirsizliğe neden olacaktır.

Yukarıdaki oyunun önemli bir özelliği her oyuncunun tekrarlanan oyunlarda aynı stratejiyi kullanmaktan kaçınmak zorunda olmasıdır, çünkü aynı stratejiye bağlılık, bir ülkenin askeri sırlarını düşmana ifşa etmek gibi, o oyuncuya belirli bir dezavantaj getirecektir. Başka bir deyişle, eyer (denge) noktası olgusunda uygun düşen pür strateji yerine bir karma strateji kabul edilmelidir. Bununla birlikte, karma stratejinin amacı öngörülemez olmak ve böylece rakibi karanlıkta bırakmaktır, yoksa hiç bir biçimde tümüyle rastlantısal bir oyun çizgisi ima etmez. Aksine, burada belirtilen muhafazakar oyundaşlık, uzun dönemde optimal toplam

ödeme getirecek özel bir pür stratejiler karmasının dikkatle seçimine işaret eder.

İlk önce bir karma stratejinin nasıl işlediği açıklanmıştır. Varsayalım ki oyuncu 1 keyfi olarak 30'da 20 kere strateji 1'i (sıra 1), 30'da 10 kere strateji 2'yi (sıra 2) kullanmaya karar versin; dolayısıyla iki stratejinin göreceli sıklıkları (2:1) belirlidir. Fakat oyunun ardışık evrelerinde iki stratejinin kullanıldığı tüm bir sekans, arzulanan öngörülemezliğe ulaşabilmek için kasten belirsiz bırakılmalıdır. Bu amaçla, örneğin, şöyle bir "rassal plan" kullanılmıştır: Aynı boyutlarda iki kırmızı ve bir beyaz topu bir çantaya koyun; oyunun her bir evresinden önce çantadan bir top çekin; top kırmızı ise strateji 1'i beyazsa 2'yi uygulayın. Uzun dönemde -fakat sadece uzun dönemde- kırmızı ve beyaz topların gelmesinin göreceli sıklıkları, beklendiği gibi 2:1 oranında olma eğiliminde olacaktır.

i. stratejinin beklenen göreceli sıklığı x_i sembolü ile gösterildiğinde yukarıda belirtilen özel karma şöyle olur:

$$(x_1, x_2) = (2/3, 1/3) \quad (2.173)$$

Her x_i tanım gereği 0 ve 1 arasında bir sayıdır. Dahası, x_i 'lerin toplamları 1'e eşittir. Sembolik olarak, göreceli sıklıklar x_i her zaman şu özelliklere sahip olacaklardır.

$$x_i \geq 0 \text{ ve } \sum x_i = 1$$

(2.173)'deki karma veri iken, oyuncu 1, (2.172)'deki ödemeler matrisinin geçerli olduğu oyunun tekrarlanan evrelerinde hangi ödeme almayı bekleyecektir? İlk önce, rakibin strateji 1'i pür olarak kullanacağını varsayalım, ki bu da ilk sütunu (4 2) ilgili kılıyor. (2.173) karmasını tercih etme açısından oyuncu 1, uzun dönemde, oyunların 3'te 2'sinde 4 ödemesini ve 3'te 1'inde de 2 ödemesini elde edecektir. Oyun başına beklenen ödeme (E) bundan dolayı, olasılık anlamında, şu ağırlıklı ortalamaya eşit olacaktır:

$$E_1 = (2/3)(4) + (1/3)(2) = (10/3) \quad (2.174)$$

E'deki altsimge, oyuncu 2'nin kendi strateji 1'ini pür olarak kullandığı anlamına gelir. Bu denklem alternatif olarak şöyle yazılabilir:

$$E_1 = (2/3 \ 1/3) \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$$

burada satır vektörü kullanılan karma stratejiyi nitelerken sütun vektörü ödemeler matrisinin ilgili sütunudur. Benzer biçimde, eğer oyuncu 2'nin kendi stratejisi 2'yi pür olarak kullandığı varsayılırsa, (2.172)'nin ikinci sütunu uygulanabilir olacaktır, diğer beklenen ödemeyi hesaplayabiliriz:

$$E_2 = (2/3 \ 1/3) \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} = (2/3)+(3/3) = (5/3) \quad (2.175)$$

Eğer oyuncu 2 de stratejilerini karma uygularsa, oyuncu 1'in beklenen ödemesi yukarıdaki iki ağırlıklı ortalamasının arasına bir yere düşecektir. Önemli nokta, oyuncu 1'in (2.173)'de betimlenen karma stratejiyle hesaba katabileceği minimum beklenen ödemenin $E_2=(5/3)$ olmasıdır.

(2.173)'de gösterilen karma sadece keyfi olarak seçilmiştir. şimdi başka bir keyfi karma seçtiğimizi varsayalım:

$$(x'_1, x'_2) = (1/10, 9/10) \quad (2.176)$$

Buradan beklenen ödemeler şöyle olacaktır:

$$E'_1 = (1/10 \ 9/10) \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix} = 11/5$$

$$E'_2 = (1/10 \ 9/10) \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} = 14/5$$

öyle ki oyuncu 2 stratejilerini pür olarak kullanmaktadır. Eğer oyuncu 2 karma strateji denerse oyuncu 1'in beklenen ödemesi yine son iki şekil arasına düşecektir. Bundan dolayı, bu yeni karma strateji altında oyuncu 1'in beklenen ödemesi $E'_1=(11/5)$ olacaktır.

Bu, ilk karmanın (5/3) sonucuna göre bir iyileşme olsa da (2.173a)'daki karmanın elde edilebilecek en iyi sonuç olmasının bir garantisi yoktur. Maximin ilkesi –şimdi ödemeler matrisindeki ilk değerlerden ziyade beklenen ödemeler E'ye uygulanmaktadır-oyuncu 1'i, *oyunun evresi başına olası en büyük minimum beklenen ödemeyi* yani *maximin E'yi* sağlayacak özel bir karmayı aramaya zorunlu kılmaktadır. Bu konuda DS For Windows ortamında çözümlenmiş bir iktisadi olaya ilişkin karma strateji örneği, Örnek Olay 2'de incelenecektir.

2.2.2.2.3. Oyun Teorisi, Hareketler ve Stratejiler

Bu teorinin iş stratejisi geliştirmede ayırt edici rolü, rakiplerinin oyunu konusunda oyuncuların keyfi inançlara sahip olmaması gerektiğini ısrarla savunmasıdır. Her bir oyuncu, bu tür keyfi inançlar yerine, rakiplerinin oyununu öngörmeye çalışmalıdır. Bunu yaparken oyuncu, oyunun kurallarıyla ilgili bilgisini ve “rakiplerinin rasyonel oldukları ve bu çerçevede onların da öngörülerde bulunarak kendi net ödülleri (payoff) maksimize etmeye çalıştıkları” varsayımını kullanacaktır. Oyun teorisi yöntemi, oligopol teorisindeki temel sorunlar konusunda uygulamacıların düşünme tarzında derin ve çok yönlü değişikliklere yol açmıştır.

Özel planda firma, amaçlarını gerçekleştirebileceği çeşitli araçlara veya politika değişkenlerine sahiptir. Bunların en önemlileri arasında ürünlerinin fiyatı, miktarı ve stili, reklam ve diğer satış faaliyetleri, araştırma ve geliştirme harcamaları, ürünün (ürünlerin) satış kanalları ve ürünlerin sayısındaki değişimler (eski bir ürün yerine yenilerinin ortaya konulması) sayılabilir.

Strateji, politika değişkenleri için açıkça tanımlanmış değerleri kapsayan belli bir hareketler bütünüdür. Örneğin bir strateji, 1 Trilyon TL'lık fiyat belirlemeyi, reklam için 200 milyar TL harcamayı, ürünün paketlenmesinde bir değişiklik yapmayı ve ürünü süper marketlerde satmayı ya da bir süper marketler zincirini şirketler grubuna katarak kendi ürününü de satmayı içerebilir. Böyle bir strateji, fiyatı değiştirmeksizin devam etmeyi, reklam için 100 milyon TL harcamayı, yeni bir ürünün geliştirilmesi için 2 milyar tahsis etmeyi vb. kapsayabilir. Bu tür stratejilerin her birine

rakip firmalar da, farklı şekillerde, yani farklı stratejileri benimseyerek reaksiyon gösterebilirler. Kısacası her bir firmanın bünyesine açık çeşitli stratejiler mevcuttur ve belli bir durumda bir firma kendisi için en uygun görünen stratejiyi benimser.

Bu stratejinin net kazancı, rakip(ler)in belli bir karşı stratejisi için, ele alınan firmaya getireceği “net ödül”tür. Bu ödül, firmanın amaç(lar)ı açısından ölçülür. Örneğin, eğer firmanın amacı karını maksimize etmek ise, bir stratejinin net kazancı onun sağladığı kar düzeyi ile ölçülür; eğer amaç piyasa payının maksimizasyonu ise, stratejinin net kazancı, onu benimsemekle firmanın piyasadaki payının ne ölçüde etkilendiği ile ölçülür.

Bir firmanın net ödül matrisi, söz konusu firma ve rakip(ler)i tarafından benimsenen her bir mümkün stratejiler kombinezonu sonucunda, ele alınan firmanın sağlayacağı net ödülları gösteren bir tablodur. Örneğin, endüstride iki firmanın bulunduğu ve Firma I’in beş strateji seçeneğine (A_1-A_5) sahip olduğunu, Firma II’nin de altı seçenekle (B_1-B_6) buna cevap verebileceğini varsayalım. Bu durumda her bir firmanın net ödülları matrisi $5 \times 6 = 30$ net kazancı kapsayacaktır.

Herbir net kazancı G_{ij} ile gösterelim. Burada i , Firma I tarafından benimsenen stratejiyi, j de Firma II tarafından benimsenen karşı stratejiyi gösterir. Buna göre Firma I’in net kazancı Tablo 2.10’deki gibi olacaktır. Firma I, A_1 stratejisini benimser, rakipleri de buna B_5 stratejisi ile karşılık verirse, Firma I’in net kazancı G_{15} ; Firma I, A_4 stratejisini benimser, rakipleri de B_6 stratejisi ile reaksiyon gösterirse Firma I’in net kazancı G_{46} olacaktır.

Tablo 2.10 Firma I'in Net Ödül Matrisi

		Firma II'nin Stratejileri					
Firma I'in Stratejileri		1	2	3	4	5	B ₆
	A ₁	11	12	13	14	15	G ₁₆
	A ₂	21	22	23	24	25	G ₂₆
	A ₃	31	32	33	34	35	G ₃₆
	A ₄	41	42	43	44	45	G ₄₆
	A ₅	51	52	53	54	55	G ₅₆

Kaynak: A. Koutsoyiannis, **Modern Microeconomics**, 2nd Ed., Macmillan Press Ltd., London, 1983, s.404-406.

Oyun teorisinde, oligopolistik piyasalardaki firmalar satranç oyunundaki oyuncular gibi ele alınırlar: Bir oyuncunun her hangi bir hamlesine, diğer oyuncu bir çok karşı hamleden birisini seçerek cevap verebilir. Rakiplerinin karşı hamleleri muhtemeldir, fakat kesin değil. Yine de –belli koşullar altında- firmanın beklenen “*ödül*”ünü (rakiplerinin muhtemel reaksiyonlarını dikkate alınarak) maksimize edecek bir stratejinin seçilmesi mümkündür¹²⁵.

Çalışmanın amacı açısından, çözümlene tekniklerini tartışmaktan sakınacağımız formel modeller, bu değerlendirmenin sonuçtaki net ödüllerin ve strateji ağacının bütün yapısının “*ortak bilgi*” olduğunu, yani bütün oyuncuların onu bildiğini ve rakiplerinin onu bildiğini de bildiğini varsaymaktadır. Bu durum, bütün oyuncuların tam bilgiye sahip olduklarından daha çok, tüm enformasyon farklılıklarının strateji ağacında açıkça gösterildiği anlamına gelir. Kapsamlı form, gerçek durumu tam olarak tasvir etmek için kullanılmaktadır –mümkün bütün hareketler ve gözlemler açık olarak belirlenmektedir. Formüle edilen ideal durum, muhtemelen bir miktar “oyun-öncesi iletişim”den sonra, oyuncuların farklı odalarda bulunduğu durumdur. Oyuncular oyunun gidişatı konusunda yalnızca strateji ağacının enformasyon yapısına tekabül eden sinyaller aracılığıyla bilgi sahibi olurlar ve

¹²⁵ Koutsoyiannis, 1983: s. 404-406.

kendi çeşitli enformasyon setlerindeki yapılabilir hareketlerine tekabül eden çeşitli düğmelere basarlar. Bir kez oyun başladıktan sonra oyuncular -oyunun kuralları tarafından sağlananlar hariç- açıkça iletişimde bulunamazlar (birçok durumda mümkün tüm iletişim yollarını açıkça modellemek güçtür). Oyuncu-i için bir davranışsal strateji, onun her bir enformasyon seti için, bu sette yapılabilir hareketler konusundaki olasılık dağılımını belirleyen bir haritadır (eşlemedir). Pür bir davranışsal strateji bir olasılık karışımından (mixture) farklı olarak, her bir enformasyon setinde tek bir hareketi belirler. Belli bir davranışsal strateji belirlenmesi ve bir başlangıç değerlendirmesi, bitiş düğümleri (ve böylece net ödüller) konusunda bir olasılık dağılımını açık bir biçimde üretir ve ortaya koyar¹²⁶.

Oyun teorisinin ayırt edici yönü, rakiplerinin hareketleri konusunda her bir oyuncunun inançlarının keyfi olarak belirlenmemesidir. Bunun yerine, her bir oyuncunun, rakiplerinin “rasyonel” olduğuna inandığı ve rakiplerinin oyunu ile ilgili öngörülerini formüle ederken bu bilgiyi kullandığı varsayılır. Bu varsayılan (fakat müphem bir şekilde belirlenen) rasyonellik ile uyumsuz öngörüler reddedilir.

“Kapsamlı bir oyunun normal formdaki sunumu, ağaç yapısının ayrıntılarını üç unsorda odaklandırır: Oyuncular seti (I); her bir oyuncunun strateji uzayı, yani (basitçe) davranışsal pür stratejilerinin seti; son olarak da, tüm oyuncular için strateji seçimlerini onların net ödüllerine eşleyen bir net ödül fonksiyonu. Oyuncu-i'nin strateji uzayını göstermek için S_i 'yi, S_i 'nin çarpımı olarak S^i ve oyuncu-i'nin net ödül fonksiyonunu göstermek için π^i : $S \rightarrow R$ kullanıldığında üç unsur (I, S, π) normal bir formu tam tasvir eder.” İki oyunculu oyunlar için normal formlar genellikle, Tablo 2.10'da olduğu gibi, matrisler halinde gösterilir.

Bir karma strateji, normal-form stratejileri ile ilgili bir olasılık dağılımıdır. Karma stratejiler için net ödüller, ona tekabül eden pür strateji net ödüllerinin beklenen değerinden başka bir şey

¹²⁶Fudenberg, Tirole, 1989: s. 263-264 (Aktaran: Katılımcı Girişimcilik Modeli(İzmir'de Çok Ortaklı Şirketlerin Analizi) Proje Koordinatörü: Recep Kök, Danışmanlar: Hüsnü Erkan, NeDEAt Güran Proje Ekibi: Recep Kök, Sabahat Bayrak, NeDEAt Şimşek, İzmir Ticaret Odası (Basımda), 1999).

değildir. Karma stratejileri Σ ile, oyuncu- i 'nin karma stratejiler uzayını Σ_i ile göstereceğiz. Her ne kadar, farklı karma stratejiler aynı davranış stratejilerine yol açabilirse de; Kuhn, tam hatırlamalı oyunlarda iki kavramın eşlenik (equivalent) olduğunu göstermiştir. Bir tür rastlantısallaştırmanın (randomization) kullanımıyla sonuçlar konusunda üretilen herhangi bir olasılık dağılımı, diğerinin kullanımıyla da elde edilebilir¹²⁷.

Bir oyunu formüle etmenin hemen hemen eşit iki yolu vardır. Bunlardan biri, yukarıda tanımaya çalıştığımız kapsamlı (extensive) formdur. Bir diğeri ise Nash dengesidir. Nash dengesinde öngörülerde bulunabilmek için daha zayıf bir “makuliyet” (reasonableness) nosyonunu kabul etmek zorunda kalırız. Bir Nash dengesi, rakiplerinin stratejileri veri iken hiçbir oyuncunun farklı bir şekilde oynayarak kazancını arttıramayacağı bir strateji seçimidir. Bu koşul formel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Eğer I 'daki bütün oyuncular (i 'ler) ve S_i 'deki bütün s_i 'ler için;

$$\pi_i(s_i^*) \geq \pi_i(s_i, s_{-i}^*)$$

ise s_i^* strateji seçimi, bir pür stratejili Nash dengesidir. Burada, (s_i, s_{-i}^*) notasyonu, oyuncu- i s_i 'yi oynarken, i dışındaki bütün oyuncuların s_{-i}^* 'a göre oynadıkları stratejinin seçildiğini göstermektedir. s_i^* ile s_i arasında kayıtsız kalan bir kısım oyuncu- i 'lerin bulunması halinde de s_i^* 'ın bir denge olabileceği belirtilmelidir¹²⁸. Burada Nash dengesi, önerilen bir çözümün “makul” olabilmesi için sağlamak zorunda olduğu minimum bir gereklilik olarak görülmektedir. Eğer bir strateji öngörüsü Nash dengesi değilse ve öngörü bütün oyuncular tarafından biliniyorsa bu durumda bütün oyuncular, seçilen stratejinin belirlediği gibi oynamayan bazı oyuncuların daha iyi yapmış olacağını bilirler.

¹²⁷ Bir oyuncunun (sadece enformasyon setlerindeki farklılık nedeniyle farklılaşan) iki stratejisi, diğer oyuncuların strateji seçimleri açısından, sonuçlar üzerinde aynı olasılık dağılımını hasil eder. Bazı yazarlar, normal formu bu tür eşlenik stratejilerin belirlenmesi olarak tanımlarlar.

¹²⁸ Fudenberg ve Tirole, 1989: s. 266.

Burada Nash dengesinin mantığı, net ödüllerin belirlenen gibi olduğunun her bir oyuncu tarafından bilindiğini (diğer) her bir oyuncunun bilmesine dayalıdır. Teknik olarak, net ödüller “ortak bilgi” olmalıdır. Yukarıda Firma I ve II matrisi olarak verilen A ve B tarafından garanti edilen net ödüller denge net ödülleri olmaya ne derece yaklaşır, ortak bilgi üzerinde o derece daha fazla ısrarlı olunması gerekir. İdeal olarak dengeler, bu tür informel testte veya “duyarlılık analizi”ne konu edilmelidir.

Özetle, 1994 Nobel ödülü sahipleri olan ekonomik alanda oyun teorisinin statik yapısını oluşturan Nash ve statik yapıyı birbiri ile rekabet içinde bulunan birkaç firmaya uygulamaya koyan Selten’in dinamik modellerin eksik rekabet koşulları (oligopol piyasaları) altında işleyişini inceleyen Harsanyi’nin birçok oyun teorisi modelinden hangisinin ekonomik durumlarda en başarılı olacağına ilişkin ortaya koyduğu ilkeler ve çözüm teknikleri, ancak spesifik amaçlar ve özgün veri setleri çerçevesinde ele alınabilir. Dolayısıyla, bir strateji belirleme sürecinde alt strateji tanımlamalarına yer vermek yararlı olacaktır¹²⁹.

2.2.2.2.3.1. Tam Bilgi Statik Oyunlar ve Nash Dengesi

Yukarıda işaret edildiği gibi oyunda tarafların olası eylemleri, belli bir hareketler kümesi olarak dikkate alındığından dolayıdır ki bu hareketlerden belirli bir oyun için tercih edilmiş olan bir takım strateji olarak tanımlanmıştır. Özel bilgi olmamakla birlikte oyundaki *zamanlama* (timing), yapılabilir (feasible) hareketler ve *ödüller* (payoffs) oyuna katılan herkes tarafından bilinebilir. Başka bir ifadeyle, her oyuncu her bir hamleyi yaparken daha önce yapılmış olan tesadüfi hareketlerin sonucunu biliyorsa tam bilgili bir oyun oynamaktadır.

Eksik rekabet piyasalarından Cournot’un düopol modeli, bu tip oyunlara verilebilecek klasik örneklerden biridir. İki oyuncunun eşanlı hareketleri incelendiğinde (iki oyuncu için

¹²⁹ Robert Gibbons, Journal of Economic Perspectives, vol.11, no.1, Winter 1997, pages 127-149.

yapılan açıklamalar kolayca üç ve daha çok oyuncuya uyarlanabilir) bir oyunun zamanlaması şöyle sıralanabilir:

1) Oyuncu 1, yapılabilir eylemler kümesi A_1 'den a_1 eylemini, oyuncu 2 de eşanlı olarak, A_2 'den a_2 'yi seçmiş olsun..

2) Seçilmiş eylemlerden sonra ödüllere ulaşılacağı için, Oyuncu 1, $u_1(a_1, a_2)$ ve oyuncu 2, $u_2(a_1, a_2)$ kazanmış olsun.

Bu veri bir oyunun nasıl oynanması gerektiğini ortaya koymaktan ziyade nasıl oynanmaması gerektiğini dikkate alarak. Şekil 1'deki oyunu dikkate alalım¹³⁰. Aşağıda oyuncu 1'in iki eylemi (yukarı, aşağı) ve oyuncu 2'nin üç eylemi ise (sol, orta, sağ) şeklinde düzenlenmiştir:

Tablo 2.11 İterasyon Yöntemiyle Stratejilerin Elimine Edilmesi

		Oyuncu 2		
		Sol	Orta	Sağ
Oyuncu 1	Yukarı	1,0	1,2	0,1
	Aşağı	0,3	0,1	2,0

Burada, oyuncu 2 için ortaya oynamak sağa oynamaya baskındır. Dolayısıyla rasyonel bir oyuncu 2 sağa oynamayacaktır. Çünkü, oyuncu 2'nin seçebileceği her bir eylem için oyuncu 1'in a_1 oynamakla elde edeceği ödül a_1 oynamakla elde edeceği ödülünden büyükse oyuncu 1 için a_1 eylemi a_1 eylemine baskındır. Yani oyuncu 2'nin eylem kümesi A_2 'deki her bir eylem a_2 için $u_1(a_1, a_2) < u_1(a_1, a_2)$ olacağı için rasyonel bir oyuncu baskın olmayan bir eylemi yapmayacaktır.

Bir sonraki adımda, eğer oyuncu 1, oyuncu 2'nin rasyonel olduğunu biliyorsa, oyuncu 2'nin eylem uzayından "sağ"ı elimine eder, yani oyuncu 2 sadece sola ve ortaya oynayabilmiş gibi davranır. Fakat bu durumda, oyuncu 1 için yukarı oynamak aşağı oynamaya baskındır. Dolayısıyla eğer oyuncu 1 rasyonelse (ve oyuncu 2'nin rasyonel olduğunu biliyorsa) aşağı oynamayacaktır.

Son aşama ise, oyuncu 2, oyuncu 1'in rasyonel olduğunu ve de oyuncu 1'in oyuncu 2'nin rasyonel olduğunu bildiğini biliyorsa, oyuncu 1'in eylem uzayından aşağıyı elimine eder, geriye sadece

¹³⁰Robert Gibbons, 1992, ss.5-8

yukarıyı bırakır. Bu durumda ise oyuncu 2 için orta, sola baskındır (2'ye 0): Oyunun çözümü için geriye (yukarı, orta) kalır. Bu örnek, oyunun nasıl oynanması gerektiği sorusuna tekrarlama (iterasyonla) yöntemiyle verilmiş bir cevabı göstermektedir. Bu işlem, *baskın olmayan stratejilerin iterasyon yoluyla eliminasyonu* adını alır. Rasyonel oyuncuların baskın olmayan stratejileri oynamayacağı fikrine dayanmasına karşın bu işlemin iki açmazı vardır:

- 1) Her adım, oyuncuların birbirlerinin rasyonelliği hakkında ne bildiğine dair ayrı bir varsayım gerektirir.
- 2) İşlem çoğu zaman, oyunun oynanışı hakkında oldukça belirsiz bir öngöründe bulunur. Şimdi de aşağıdaki oyunu inceleyelim:

Tablo 2.12 Elimine Edilecek Baskın Olmayan Stratejilerin Olmadığı Bir Oyun

	L	C	R
T	0, 4	4, 0	5, 3
M	4, 0	0, 4	5, 3
B	3, 5	3, 5	6, 6

Oyunda baskın strateji olmadığı için, işlem, oyunun oynanışının nasıl olacağına dair bir öngöründe bulunamamaktadır. Dolayısıyla bir oyunun nasıl oynanmaması gerektiğini sormak, bazen oyunun nasıl oynanması gerektiğini belirlemeye yetmeyebilmektedir. Bu bağlamda yukarıdaki her iki oyunun da biricik bir Nash dengesine sahip olduğunu görülebilir.

Nash Dengesi: Herhangi bir oyunda oyuncuların stratejileri, her zaman, bir Nash dengesinde baskın olmayan stratejilerin iterasyon yoluyla elimine edilmesinden çıkarılabilir.

Nash dengesinde de dolaylı bir yaklaşım izlenirken veri bir oyunun çözümünün ne olduğunu (yani tüm oyuncuların ne yapması gerektiğini) sormak yerine hangi sonuçların çözüm olamayacağı sorulmaktadır. Bazı sonuçları elimine edildikten sonra, bir ya da daha çok olası çözüm elde edilmektedir. Bir sonraki aşamada, eğer çözüm varsa, bu olası sonuçlardan hangisinin dikkate değer olduğunu tartışılmaktadır. Ayrıca oyunda kendini

dayatan bir çözümün olmama olanağı göz önünde bulundurulmaktadır.

Varsayalım ki oyun teorisi özel bir oyunun oynanışı hakkında biricik bir öngörüde bulunsun. Bu öngörülen çözümün doğru olması için, her bir oyuncunun, teorisin o bireyin oynayacağını öngördüğü stratejiyi seçmeye istekli olması gerekmektedir. Böylece, her oyuncu için öngörülen strateji, diğer oyuncular için öngörülen stratejilere en iyi cevap olmalıdır. Böyle bir durumda öngörülen stratejiler koleksiyonu, “*stratejik olarak istikrarlı* (stable)” ya da “*kendi kendini dayatan* (self-enforcing)” koleksiyon olarak adlandırılmıştır. Burada, hiç bir oyuncu kendisi için öngörülen stratejiden sapmak istemeyeceği için bu stratejiler koleksiyonuna *Nash Dengesi* denmiştir¹³¹. [Formel olarak, iki oyunculu, eş anlı hareketli bir oyunda, eğer a_1^* oyuncu 1 için a_2^* 'a en iyi cevapsa ve eğer a_2^* oyuncu 2 için a_1^* 'a en iyi cevapsa, (a_1^*, a_2^*) eylemleri bir Nash dengesini gösterir. Yani, a_1^* , A_1 'deki her a_1 için $u_1(a_1^*, a_2^*) \geq u_1(a_1, a_2^*)$ eşitsizliğini sağlamalıdır ve a_2^* , A_2 'deki her a_2 için $u_2(a_1^*,$

$a_2^*) \geq u_2(a_1^*, a_2)$ eşitsizliğini sağlamalıdır.]

Bu tanımı yukarıdaki motivasyona bağlamak için, oyun teorisinin çözüm olarak (a_1^*, a_2^*) eylemlerini sunduğunu varsayalım. (a_1^*, a_2^*) 'ın bir Nash dengesi olmadığını söylemek, hem a_1^* 'in oyuncu 1 için a_2^* 'a en iyi cevap olmadığını hem a_2^* 'in oyuncu 2 için a_1^* 'a en iyi cevap olmadığını hem de her ikisini söylemekle eş anlamlıdır. Böylece eğer teori çözüm olarak (a_1^*, a_2^*) stratejilerini sunuyor, ve fakat bu stratejiler bir Nash dengesi vermiyorsa, en azından bir oyuncunun teorisin öngörüsünden sapmak için bir nedeni olacaktır, dolayısıyla öngörü muhtemelen doğru olmayacaktır.

Nash dengesi tanımını uygulamada görmek için Tablo 11 ve Tablo 12'deki oyunları yeniden gözden geçirelim. Tablo 11'deki 6 strateji çiftinden 5'i için, eğer söz konusu strateji çifti oyunun çözümü olarak önerilmişse en azından bir oyuncu bundan sapmak isteyecektir. Sadece (yukarı, orta), Nash dengesinin karşılıklı en iyi cevap kriterini sağlayacaktır. Benzer şekilde, Tablo 12'deki 9 strateji

¹³¹ Gibbons, ss.8-11.

çiftinden sadece (B, R) "stratejik olarak istikrarlı" ya da "kendi kendini dayatan"dır. Dolayısıyla Tablo 12'de, biricik Nash dengesi etkindir: Oyunda her iki oyuncuya da en yüksek ödülü getirir. Bununla birlikte Tablo 2.13'deki "tutuklunun açmazı" nı yansıtan değişken toplamlı bir oyun örneği, bir çok oyunda, biricik Nash dengesinin etkin olmadığını açıklamaktadır.¹³²

Tablo2.13 Tutuklunun Açmazı

Oyuncu 1	Oyuncu 2	
	L2	R2
L1	1, 1	5, 0
R1	0, 5	4, 4

Yine, aşağıdaki Tablo 2.14'de gösterilen Zamanlama Oyunu (Dating Game ya da eski terminolojideki adıyla Cinsiyetler Savaşı - Battle of the Sexes) gibi bazı oyunlar çoklu Nash dengesine sahiptir. Bu oyunun öyküsü şöyledir: Chris ve Pat akşam yemeği yiyeceklerdir ve ikisi de şu anda ayrı yollardan eve gitmektedirler. Pat şarap, Chris ise et alma işlerini üstlenmişlerdir. Fakat Pat kırmızı ya da beyaz şarap Chris ise biftek ya da piliç alacaktır. Her ikisi de biftekle kırmızı şarabın piliçle de beyaz şarabın iyi gideceğini düşünmektedir. Fakat Chris biftek-kırmızı şarap ikilisini Pat ise piliç-beyaz şarap ikilisini daha çok tercih etmektedir; yani, oyuncular koordinasyon sağlamayı tercih etmekte ama bunu nasıl yapacakları konusunda anlaşamamaktadırlar.¹³³ Bu oyunda kırmızı şarap ve biftek Nash dengesidir, beyaz şarap ve piliç de öyle, fakat bu dengeler arasında seçim yapmanın belirgin bir yolu yoktur. Bu Dating Game'de olduğu gibi birçok Nash dengesi eşit şekilde zorlayıcı (compelling) olduğunda, Nash dengesi oyunun öngörüsü olarak başvuru olma özelliğinin büyük kısmını yitirir. Bu tür

¹³² Biricik Nash dengesinin etkin olmadığı diğer iyi bilinen bir örnek de Cournot'un düopol modelidir.

¹³³ Bu oyunun bir çok versiyonu vardır: Bir kurum oluşturmaya çalışan politik gruplar, bir endüstri standardı oluşturmaya çalışan firmalar, hangi günler evde çalışmayı kararlaştırmaya çalışan meslektaşlar gibi (Gibbons'ın notu).

durumlarda, uzlaşım olarak hangi Nash dengesinin öne çıkacağı tarihin olaylarına bağlıdır¹³⁴.

Tablo 2.14 Zamanlama Oyunu

	Pat		
	Kırmızı	Beyaz	
Chris	Biftek	2, 1	0, 0
	Piliç	0, 0	1, 2

Sıfır toplamı oyun örneği olarak dikkate alabileceğimiz Tablo 2.15'deki yazı-tura tipi oyunlar, Nash dengesinin karşılıklı en iyi cevap tanımına uygun bir strateji çiftine sahip değildir. Yazı-tura oyununun ayırt edici özelliği, her oyuncunun diğerinin teklifini artırmaktan hoşlanacak olmasıdır. Bu oyunun versiyonlarından biri pokerdir: Benzer soru ne kadar sık blöf yapmanın gerektiğine ilişkindir. Eğer oyuncu i 'nin asla blöf yapmadığı biliniyorsa i 'nin rakipleri i kendinden emin bir biçimde konuştuğu zaman çekileceklerdir ve dolayısıyla blöf yapmak i 'ye bir şey kazandırmayacaktır; öte yandan çok sık blöf yapmak da yine kaybettiren bir stratejidir.

Tablo 2.15 Yazı-tura oyunu

	Oyuncu 2		
	Tura	Yazı	
Oyuncu 1	Tura	-1, 1	1, -1
	Yazı	1, -1	-1, 1

Her oyuncunun bir diğerinin teklifini artırmak istediği herhangi bir oyunda, yukarıda verilen Nash dengesi tanımına uyan strateji çifti yoktur. Bunun yerine, böylesi bir oyunun çözümü zorunlu olarak, oyuncuların ne yapacağı hakkındaki belirsizliği içerecektir. Bu belirsizliği modellemek üzere, bir oyuncunun eylem uzayındaki (A_i) eylemleri *pür stratejiler* olarak ele alınmış ve oyuncuların bazılarının ya da tamamının pür stratejilerinin bir olasılık dağılımı olarak bir *karma strateji* tanımıyla verilmiştir.

¹³⁴ (Young, 1996).

Oyuncu i için bir karma strateji bazen, bir pür strateji getirmek üzere zar atılmış gibi tanımlanmaktadır, fakat sonraki bölümlerde inceleneceği gibi, oyuncu j 'nin seçeceği strateji hakkında oyuncu j 'nin belirsizliğine dayanan çok daha makul bir yorum getirilmektedir. Karma stratejilerin nasıl yorumlandığına bakmaksızın, Nash dengesinin karşılıklı en iyi cevap biçimindeki tanımı, pür stratejilere olduğu kadar karma stratejilere de genişletildiğinde, her biri sonlu sayıda pür stratejiye sahip olan sonlu sayıda oyunculardan oluşan herhangi bir oyun bir Nash dengesine (muhtemelen karma stratejileri de içeren) sahip olmaktadır.

2.2.2.2.3.2. Tam Bilgi Dinamik Oyunlar ve Nash Dengesi

İki oyunculu, ardışık hareketli dinamik oyunlarla ilgili bir oyunun zamanlaması ise şöyle gösterilmektedir ¹³⁵:

- 1) Oyuncu 1, yapılabilir eylemler kümesi A_1 'den bir eylem seçer: a_1
- 2) Oyuncu 2, oyuncu 1'in seçimini gözlemler ve sonra yapılabilir eylemler kümesi A_2 'den bir eylem seçer: a_2
- 3) Oyuncular eylemlerini seçtikten sonra, aldıkları ödüller şöyle olsun: Oyuncu 1 $u_1(a_1, a_2)$ iken oyuncu 2 $u_2(a_1, a_2)$ dir.

Tam bilgi dinamik oyunun klasik bir örneği Stackelberg'in (1934) gösterdiği Cournot düopolünün ardışık versiyonu, diğer bir örnek ise Leontief'in monopol birleşme modelidir.

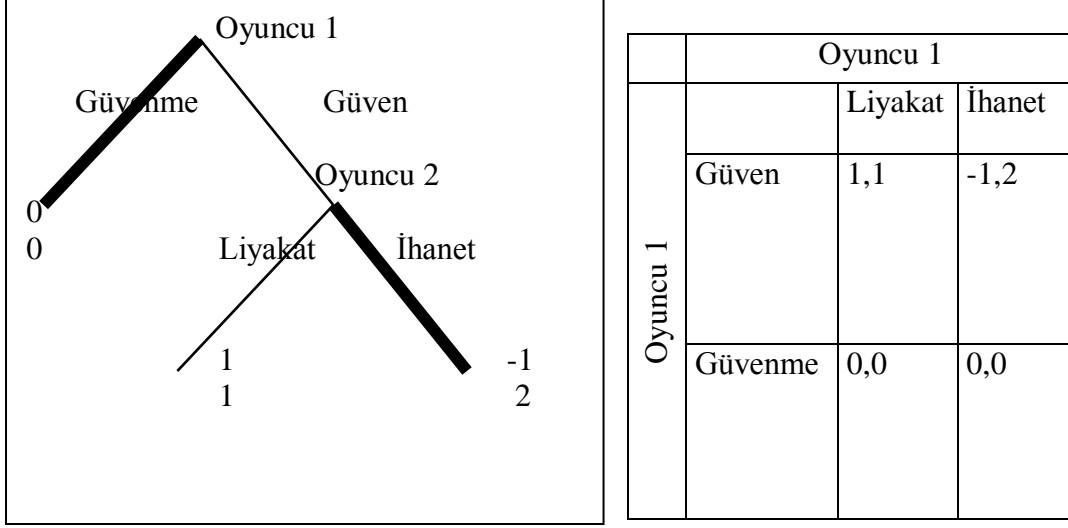
Burada ele alınacak yeni çözüm konsepti geriye indüksiyon yöntemidir. Bu yöntemde göre, bir çok dinamik oyunda bir çok Nash dengesi olduğu görülmektedir ki bunlardan bazıları saygın olmayan tehditlere dayanmaktadır. Tehdit olarak tanımlanan olgudan kast edilen, tehdit edenin uygulamak istememesidir. Fakat tehdit dikkate alınırsa uygulamak zorunda da kalınmayacaktır. Bu bağlamda, geriye indüksiyon yöntemi, böylesi olası tehditlere dayanmayan bir Nash dengesiyle açıklanabilir.

¹³⁵ Gibbons, 58- 61

2.2.2.3.2.1. Geriye İndüksiyon

Şekil 6'da verilen güven oyununu göz önüne alındığında, oyuncu 1 önce oyuncu 2'ye güvenmeyi ya da güvenmemeyi seçmiş olsun. Burada basitlik gerekçesiyle varsayılan süreçler izlendiğinde, oyuncu 1 güvenmemeyi seçerse oyun sona ermekte, yani 1 ilişki kesilmektedir. Eğer, Oyuncu 1 oyuncu 2'ye güvenmeyi seçerse, oyun devam etmekte ve oyuncu 2 de oyuncu 1'in güvenine sadık kalmayı ya da ihanet etmeyi seçebilmektedir. Eğer oyuncu 1 ilişkiyi sona erdirmeyi seçerse, iki oyuncunun da ödülü 0 olacaktır. Fakat oyuncu 1, 2'ye güvenmeyi seçerse, oyuncu 2'nin oyuncu 1'in güvenine sadık kalması durumunda iki oyuncunun ödülleri de 1 olacaktır; ancak, oyuncu 2'nin oyuncu 1'in güvenine ihanet etmesi durumunda oyuncu 1'in ödülü -1 ve oyuncu 2'nin ödülü 2 olacaktır. Şekilden anlaşıldığı gibi bu açıklamaların tamamı *oyun ağacında* gösterilmektedir¹³⁶. Oyun, oyuncu 1 için bir karar *düğümü* yle (node) başlar ve oyuncu 1'in güvenmeyi seçmesi durumunda, oyuncu 2 için bir karar *düğümüne* ulaşılmaktadır. Ağacın her bir dalının sonunda ödüller belirtilmektedir (üstte oyuncu 1'in altta oyuncu 2'nin ödülleri yer alır).

¹³⁶ Gibbons, ss.57-61.



Şekil 2.4 Güven Oyunu

Güven oyunu, oyun ağacı boyunca geriye doğru giderek çözülmektedir. Eğer oyuncu 2 eylem olanağı bulursa (yani oyuncu 1 güveni seçerse), oyuncu 1'in güvenine layık olmayı seçerse ödül olarak 1 alır, ya da oyuncu 1'in güvenine ihanet ederse ödül olarak 2 alır. $2 > 1$ olduğundan oyuncu 2 nin, 1'in güvenine ihanet edeceği öngörülmektedir. Bunu bilen oyuncu 1'in başlangıç hamlesi ilişkiyi bitirmek (ve dolayısıyla 0 ödül almak) ya da 2'ye güvenmektir (ve dolayısıyla oyuncu 2'nin ihanetinden sonra -1 ödül almaya razı olmaktır). $0 > -1$ olduğundan dolayı oyuncu 1'in güvenmeyeceği belirtilmektedir. Oyun ağacında gösterilen bu benzeri davranışlar stratejisi koyu çizgilerle gösterilmiştir¹³⁷.

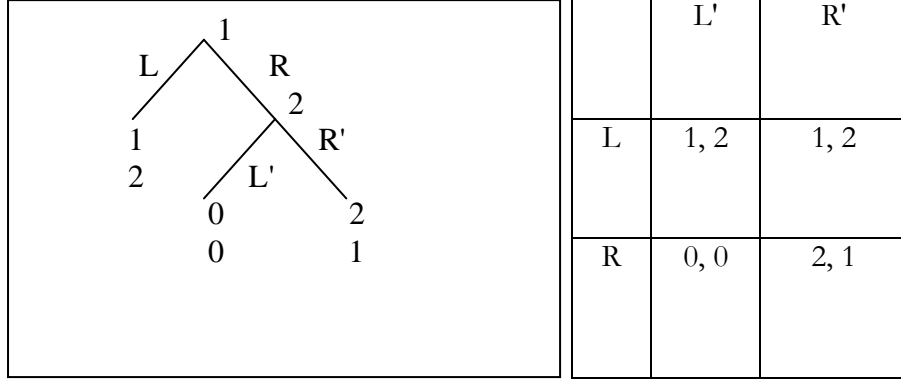
¹³⁷ Son Irak olayları karşısında tarafların tutumlarının günü birlik değiştiğini gözledikçe, uluslar arası ilişkilerde oynanan oyunların derinliğini anlamak daha da kolaylaşmaktadır. Türkiye - ABD ilişkilerinde Türkiye ABD'ye güvenemediği için savaşın ardından gelen Irak'ın yeniden yapılandırılma sürecinde sıfır ödülle karşı karşıya kalmıştır denebilir. Eğer güvenilmiş olsaydı, Türkiye'nin Kerkük kartı, ABD'nin liyakatı sonucunda Türkiye lehine sonuçlanabilirdi. Aksi olanı ise, ABD'nin bu güveni kötüye kullanması

Bu örnekten hareketle eş anlı oyunların önceki kısımlarda verildiği gibi matris (ya da normal) formunda gösterilmesi gerekirken burada yer alan ardışık hareketli oyunların oyun ağacı ile gösterilmesinin yöntemi ortaya çıkmıştır: Böylece eşanlı oyunlarda Nash dengesi ve ardışık hareketli oyunlarda ise geriye induksiyon yaklaşımı sergilenebileceği anlaşılabilir. Halbu ki bu tür algılayışlar doğru bulunmamaktadır. Yani, yukarıda belirtildiği gibi herhangi bir tür oyun herhangi bir formda gösterilebilir, fakat bazı oyunları belli bir formda göstermek daha yaygındır denebilir. Örneğin, güven oyununda Nash dengesi (güvenme, ihanet) her iki form kullanılarak ele alınmıştır.

Türkiye-ABD örneğinde yer alan kaygı, hassas bir noktayı gözden uzak tutmamıza yol açmaktadır. Bazı oyunlarda, bazıları saygın olmayan tehditlere ya da sözlere dayanan çok sayıda Nash dengesi vardır. Bir oyunun geriye induksiyonla çözümü her zaman saygın olmayan tehdit ya da sözlere dayanmayan bir Nash dengesiyle açıklanabilir. Saygın olmayan tehdide dayanan (fakat geriye induksiyonu tatmin etmeyen) bir Nash dengesine örnek olarak, şekil 7'deki oyun ağacı ve normal formu ayrı ayrı değerlendirelim¹³⁸. Bu oyun ağacı boyunca geriye işlem yaparsak, oyuncu 2 için geriye induksiyon çözümü, hareket veri ise R' oynamak ve oyuncu 1 için de R oynamaktır. Ancak, normal form dan iki Nash dengesi olduğunu anlaşılmaktadır: (R, R') ve (L, L'). İkinci Nash dengesinin bulunmasının nedeni oyuncu 1'in oyuncu 2'nin L' hamlesine en iyi cevabının L oynayarak oyunu sona erdirmesidir. Fakat (L, L'), oyuncu 2'nin hareket veri ise R' oynamaktan ziyade L' oynayarak saygın olmayan tehditte bulunmasına dayanmaktadır. Oyuncu 1, 2'nin tehdidine inanırsa, 2 güç durumdan kurtulmuş olur. Çünkü oyuncu 1 L oynayacak fakat 2 fırsat verilirse bu tehdidi asla uygulamak istemeyecektir.

karşısında savaşanlarla karşı karşıya gelen Türkiye'nin, bölgedeki potansiyel gücü sınılandıktan sonra, muhtemel bir Avrupa-ABD ittifakının doğurabileceği sonuç, Türkiye'nin Lozan anlaşmasından doğan kazanımlarını bir kayba dönüştürebilirdi.

¹³⁸ Gibbons, 1997, 127-149



Şekil 2.5 Saygın Olmayan Tehdide Dayalı Bir Oyun

Geriye indüksiyon, oyuncuların bir seferde bir hareket yaptıkları ve bir sonraki hareket seçilmeden önce tüm önceki hareketlerin herkes tarafından bilindiği herhangi bir tam bilgi sonlu ufuk oyununda uygulanabilir. Buradaki yöntem basittir: Oyunu sonuna gidilmekte ve geriye doğru işlem yapılmaktadır. Her sefer bir hareketten oluşmaktadır. Bununla birlikte, Eş anlı hareketli ya da sonsuz ufuklu dinamik oyunlarda, bu yöntemi doğrudan uygulamak mümkün değildir. Dolayısıyla aşağıda verilen geriye indüksiyonun özünü bu türden oyunlara uyarlayan altoyun mükemmel (subgame-perfect) Nash dengesini incelemek gerekmektedir.

2.2.2.2.3.2.2.. Altoyun-mükemmel Nash Dengesi

Nash dengesinin *rafine* bir türü olarak bilinir. Oyuncuların stratejilerinin altoyun-mükemmel olması için önce bir Nash dengesinin sağlanması ve sonrasında da başka gerekliliklerin yerine getirilmesi zorundadır. Söz konusu diğer gereklerin odağı (önemli noktası), geriye indüksiyonda olduğu gibi, saygın olmayan tehditlere dayalı Nash dengelerinin bertaraf edilmesiyle açıklanabilir.

Altoyun-mükemmel Nash dengesinin formel olmayan bir tanımını yaptığımızda, Nash dengesine götüren koşula dönmemiz gerekecektir. Yani, oyun teorik bir problemin biricik çözümünü ya da Nash'ın karşılıklı en iyi çözüm gereğini sağlamalıdır. Birçok dinamik oyunda, aynı argüman oyunun *altoyun* adı verilen bazı kısımlarına uygulanabilir. Bir altoyun, orijinal bir oyunun, oyunun oynanışının tüm öyküsünün ortak bilgi dahilinde olduğu herhangi bir noktanın başlangıcında oynanmayı bekleyen bir parçadır¹³⁹. Örneğin, tek seferlik güven oyununda, oyuncu bir hareketini yaptıktan sonra oyunun öyküsü ortak bilgi haline gelir ki, Oyunun oynanmayı bekleyen parçası artık çok basite indirgenmiş sayılır: Artık, oyuncu 2'nin tek bir hamlesi yeterlidir.

Bir altoyunun (ve de altoyun-mükemmel Nash dengesinin) bir örneği olarak Lazear ve Rosen (1981)'in yarışma modeli incelendiğinde şu noktaların altı çizilebilir: Patron istihdam politikasına yönelik olarak iki ücret belirlemiş olsun, kazanan için W_H ve kaybeden için W_L tanımlanması yapıldıktan sonra her iki işçi bu ücretleri gözlemlediğini ve eşanlı olarak emek zahmet düzeylerini belirlediklerini varsayalım. Her işçinin ürettiği çıktı (işçinin emek verimliliğine eşittir) gözlemlenir ve en fazla çıktıyı üreten işçi W_H 'yi kazanır. Bu oyunda, patron ücretleri seçtikten sonra oyunun öyküsü ortak bilgi haline girmiş olup, oyunun oynanmayı bekleyen parçası işçiler arasındaki emek-zahmet verimliliğini gösteren bir seçim oyununa dönüşmektedir.

İşçilerin çabalarına bağlı oyun eş anlı hareketlerle sürdüğünden dolayı oyunun sonuna gidip geriye indüksiyonda olduğu gibi *her seferinde bir hamle* ile geriye doğru işlem yapmak doğru değildir (Eğer oyunun sonuna gidersek önce hangi işçinin ilk hamlesini analiz etmemiz gerekecektir?). Bunun yerine, işçilerin hamlelerini birlikte analiz ettiğimizde, patronun ücretleri belirledikten sonra oynanmayı bekleyen altoyunun tümü, patron tarafından keyfi olarak seçilen ücretler veri iken işçilerin çaba düzeyiyle ilgili Nash dengesi için çözülebilir. Bu keyfi ücretlere işçilerin denge cevapları veri iken geriye işlem yapıp patronun problemi de çözülebilir ki bu işçilerin denge cevapları veri iken

¹³⁹ Gibbons, 1992, ss.122-129.

beklenen kârı maksimize edecek ücretleri bulmaktır. Bu işlemler, yarışma oyununun altoyun-mükemmel Nash dengesini verecektir.

Yarışma oyununun diğer Nash dengeleri arasında tipik olarak altoyun-mükemmel olmayanları da vardır. Örneğin, patron daha az ödemesi durumunda her iki işçinin de işten kaytarma yoluna başvurabileceğini düşünerek yüksek ücret ödeyebilir. Keyfi belirlenmiş bir ücret çiftine işçilerin denge cevabını çözmek bu kaytarma tehdidinin saygın olmadığını gösterecektir.

Böyle bir altoyununa verilebilecek ikinci bir örneği, Fakülte Dekanı'nın Yüksek Lisans Öğrenci grubundan Arş.Gör. seçme politikası oluşturduğu kabulünden hareketle verelim. Dekan, Arş.Görevliliğine başvuru hakkı için Lisans döneminde alınan başarı not ortalamasını 70, YL döneminde ise 90 gibi bir not seviyesiyle belirlemiş olsun. Bu hakkı kazanan için BA ve kaybeden için BB_(70, 90 altı not) tanımlanması yapıldıktan sonra her bir öğrencinin bu notları gözlemleyip ve eşanlı olarak emek zahmet benzeri çalışma saatleriyle ve belli bir rekabet dönemiyle karşı karşıya olduklarını varsayalım. Her öğrencinin ürettiği çıktı (derslerden aldığı başarı notu, yurt içi ve yurt dışı dergi ve/veya indeksli dergilerdeki yaptığı yayın sayısı ve bu yayınların etkinliği) gözlemlenir ve en fazla çıktıyı üreten öğrenci BA veya daha üssü olan AA'yı kazanır. Bu tür bir rekabet oyunuyla, dekan, çıktı eksensli performansı değerlendirmiş olur. Böyle bir oyunda rekabet ortak bilgi haline getirilmiş olup, oyunun oynanmayı bekleyen parçası ise öğrenciler arasındaki emek-zahmet ve yetenek verimliliğini gösteren bir seçim oyununun kurulmasıyla açıklanabilir.

Burada yukarıdaki örnekte de belirtildiği gibi öğrencilerin çaba düzeyi bağlamı seçim oyunu, eşanlı hareketlerle sürdüğünden dolayı oyunun sonuna gidip geriye indüksiyonda olduğu gibi *her seferinde bir hamle* ile geriye doğru işlem yapmamamız gerekir. Bunun yerine, öğrencilerin her bir performans göstergesi birlikte analiz edilmelidir. Bu süreçte dekan, başvuru notunu belirledikten sonra oynanmayı beklediği altoyunun tümünü (kendisi tarafından keyfi olarak seçilen başvuru notları veri iken) öğrencilerin çabalarına bağlı seçime bırakmalı ve kurduğu oyunundaki Nash dengesinin çözümünü esas almalıdır. Bu keyfi notlara öğrencilerin denge cevapları veri iken geriye işlem yapıp dekanın Arş.Gör. seçme

problemini çözmek mümkündür. Öğrencilerin denge cevapları çerçevesinde okulun beklenen üniversal başarısını maksimize edecek kriterleri seçmek demek, yarışma oyununun altoyun-mükemmel Nash dengesine ulaşma olasılığını dikkate almak demektir.

Yarışma oyunlarında her zaman altoyun-mükemmel olmayan sonuçlar çıkabilir. O zaman dekan veya üst düzey diğer yöneticiler, daha az sayıda Arş. Gör. alma durumuyla karşı karşıya kalırlarsa öğrencilerin yüksek lisans programlarına başvuru sayısı azalabilir. Bu durumda başlangıçtaki başvuru notu düşürülmez ise keyfi belirlenmiş bir performans kriterine dayalı Nash denge cevabını bulmak zorlaşacaktır.

Kısaca, yukarıdaki her iki örnek dikkate alındığında çözüm, Selten'in (1965) altoyun-mükemmel Nash dengesinde aranmalıdır. Eğer oyuncuların stratejileri her altoyunda bir Nash dengesi oluşturuyorsa, (bir oyunun tümünün) Nash dengesi altoyun-mükemmeldir. Yani, herhangi bir sonlu oyun, muhtemelen karma stratejiler içeren bir altoyun-mükemmel Nash dengesine sahiptir. Çünkü, her altoyunun kendisi bir sonlu oyun olup bir Nash dengesiyle açıklanmaktadır.

2.2.2.3.2.3. Tekrarlanan Oyunlar

İnsanlar arasındaki etkileşimden dolayı gelecekteki davranışlarla ilgili tehditler ve sözler cari davranışları da etkilemektedir. Tekrarlanan oyunlar bu olguyu ele alırlar. Bu bölümde Kreps'in (1990) kurum kültürü analizinden ödünç alınan sonsuz tekrarlanan güven oyunu analiz edilmiştir. Bir sonraki dönemin güven oyunu oynanmadan önce, önceki tüm sonuçlar bilindiği kabul edilmiştir. Bu oyundaki her iki oyuncu, dönemlik faiz oranı r 'yi paylaşır (Faiz oranı r , hem zaman tercihi oranı olarak hem de cari dönemin son dönem olma, dolayısıyla da sonsuz tekrarlanan oyunun rassal bir tarihte bitme olasılığı olarak yorumlanabilir). Şimdi aşağıdaki "tetik stratejisi"ni paylaşalım:

Oyuncu 1: İlk dönemde, güven oyna. Ondan sonra, eğer tüm önceki dönemlerdeki hamleler güven ve liyakat sürecini izler ise, güven oyna; aksi takdirde güvenme oyna.

Oyuncu 2: Bu dönemki hareket veri ise, eğer tüm önceki dönemlerdeki hamleler güven ve liyakat sürecine uygun bir davranış sergiler ise, güven oyna; aksi takdirde ihanet oyna.

Şekil 6 da belirtilen güven oyununun tek seferlik versiyonunda geriye indüksiyonun (güvenme, ihanet) sonucunu ve (0, 0) ödülünü verdiğini hatırlayarak stratejiyi izleyelim: Tekrarlanan oyun için yukarıda belirtilen tetik stratejiler veri iken, aşama oyununun bu geriye indüksiyon sonucu, tekrarlanan oyunda işbirliği genişlerse “cezalandırma” sonucu doğacaktır¹⁴⁰. Bu tetik stratejiler altında “işbirliği”nin ödülleri (1,1) olur fakat işbirliği en azından oyuncu 2 için “ayrılma”yı (defection) teşvik eden bir karakter sergilemektedir. Nitekim oyuncu 1 güveni seçerse, oyuncu 2'nin tek dönemlik ödülü ihaneti seçmesi durumunda maksimize olabilir (-1, 2). Dolayısıyla, eğer işbirliğinin ödülünün (her dönemde 1) bugünkü değeri, ayrılma ve onu izleyen cezalandırmanın ödülünün (ilk anda 2 ve sonraları 0) bugünkü değerini aşıyorsa, oyuncu 2 işbirliğine gidecektir. İşbirliğinin ödülünün bugünkü değeri ayrılmanın ödülünün bugünkü değerini, eğer faiz oranı yeterince küçükse aşar (burada $r \leq 1$).¹⁴¹ Bu durumda oyuncu 1, Oyuncu 2'nin yukarıda verilen stratejiyi oynadığını varsayarsa hangi sonuçlar doğacaktır? Önce, oyuncu 1 hamle yaptığı için, oyuncu 2 işbirliğine teşebbüs ederken onu aldatmak amacı gibi şans kullanmıyorsa, oyuncu 1'in tek sapma olanağı güvenme oynamaktır, ki bu durumda oyuncu 2 bu dönemde bir hamle yapmaz. Fakat 2'nin stratejisi, gelecekteki herhangi bir güvenin ihanete uğrayabileceği üzerine kurulmuştur. Dolayısıyla, güvenme oynayan oyuncu 1 bu dönem ve sonraki her dönem 0

¹⁴⁰ Gibbons, 1992, s.90-91

¹⁴¹ Eğer oyuncu 1 yukarıda verilen kendi stratejisini oynuyorsa, oyuncu 2 için kendi stratejisini oynamak, eğer $\{1+(1/r)\}1 \geq 2+(1/r) \cdot 0$ ya da $r \leq 1$ ise, en iyi cevabı verir. Daha genel olarak, bir oyuncunun (dönemlik) ödülleri işbirliğinden C, ayrılmadan D ve cezalandırmadan P ise, eğer $\{1+(1/r)\}C \geq D+(1/r)P$ ya da $r \leq (C-P)/(D-C)$ ise oyuncu işbirliğine eğilimli olacaktır (Gibbons'un notu).

ödül alacaktır (Çünkü her zaman güvenme oynamak, oyuncu 1 için oyuncu 2'den beklenen güvene ihanet hamlesine en iyi cevap olacaktır). Bundan dolayı eğer oyuncu 2 yukarıda belirtilen stratejisini oynuyorsa oyuncu 1 için de kendininkini oynamak optimaldir. Böylece, faiz oranı yeterince küçükse yukarıda belirtilen tetik stratejileri tekrarlanan oyunun bir Nash dengesidir.¹⁴²

Bu strateji izleme sürecinde genel nokta şudur ki, işbirliği ayrılmayı daha fazla tetikleyici bir eğilim sergilemektedir. Ancak, bazı durumlarda ayrılma cezalandırma ile birlikte olabilir ve bu durumlarda ayrılma potansiyeli taşıyan bir oyuncu işbirliğinin sürmesinin bugünkü değerine, cezalandırmanın yol açacağı uzun dönemli kayıpların takip edeceği ayrılmanın, kısa dönemli ödüllerinden daha fazla ağırlık verme stratejisi ile bağdaştırılmalıdır. Oyuncular yeterince sabır ve zamana sahipseler(yani faiz oranı yeterince küçükse) tekrarlanan bir oyunun dengesinde işbirliği olabilirken tek seferlik bir oyun işbirliğini bitirmektedir.

2.2.2.2.3.3. Eksik Bilgili Statik Oyunlar

Daha önceki tanımlarda belirtildiği gibi eksik bilgili oyunlar, *Bayesian Oyunlar* olarak tanımlanmıştır¹⁴³. Tam bilgili oyunlarda, oyuncuların ödül fonksiyonları ortak bilgi kapsamında iken, eksik bilgili oyunlarda en azından bir oyuncu, diğer oyuncunun ödül fonksiyonu hakkında belirsizliğe sahiptir. Eksik bilgi statik oyunun genel bir örneği olarak verilen kapalı zarf usulü ihale tipi incelemeye değer bulunmuştur: Burada, her katılımcı, satılmakta olan mala ilişkin kendi değerlendirmesini bilir, fakat diğer katılımcıların değerlendirmesi hakkında tam bir bilgi sahibi olmadığı için teklifler kapalı zarfta verilir. Dolayısıyla oyuncuların hareketlerinin eşanlılığı etkin biçimde sağlanmakla birlikte iktisadi açıdan ilgi çekici olan bir çok Bayesian oyun gözlenebilmektedir. Bayesian oyun dinamiktir, çünkü, özel bilginin varlığı doğal olarak bilgiye sahip olanları iletişim kurmaya (ya da karşısındakini yanlış

¹⁴² Aslında tekrarlanan oyunun Nash dengesi altoyun-mükemmeldir.

¹⁴³ Gibbons, 1992, ss.143-146

yönlendirmeye) ve bilgiye sahip olmayanları ise öğrenmeye ve cevap aramaya zorlamaktadır.

Önce, tam bilgili oyunlarda karma strateji Nash dengeleri için yeni bir yorumlama elde etmek için eksik bilgi fikrine başvurulmaktadır (Oyuncu i'nin karma stratejisini, kendi açısından rasgele belirlemesinden ziyade oyuncu j'nin i'nin hamlesi hakkındaki belirsizliğini göz önüne alarak oluşturmasının bir yorumu kastedilmektedir). Bu basit model kullanılarak statik bir Bayesian oyun ve Bayesian Nash dengesi tanımlanabilir. Bayesian Nash dengesinin, basitçe, Bayesian bir oyundaki Nash dengesini gösterirken, oyuncuların stratejileri birbirlerininkilere en iyi cevapları sergilemektedir.

2.2.2.2.3.3.1.Karma Stratejilerin Yeniden Yorumu

Yukarıdaki zamanlama oyununda belirtilen, iki pür strateji Nash dengesinin olduğunu hatırlarsak¹⁴⁴ (Biftek, kırmızı şarap) ve (piliç, beyaz şarap) bir karma strateji Nash dengesi de vardı. Burada, Chris'in 2/3 olasılıkla biftek ve 1/3 olasılıkla piliç seçtiği; Pat'in 2/3 olasılıkla beyaz şarap ve 1/3 olasılıkla kırmızı şarap seçtiği belirtilmiştir. Bu karma stratejilerin bir Nash dengesi oluşturduğunu doğrulamak üzere, Pat'in stratejisi veri iken Chris'in biftek ve piliç pür stratejileri arasında ve dolayısıyla da bu pür stratejilerin olasılık dağılımları arasında kayıtsız olduğu denemiştir. Böylece, Chris için tanımlanan karma strateji Pat'in stratejisine en iyi cevaplardan biri olup, aynı şey Pat için de doğrulandığından dolaydır ki, iki karma strateji bir Nash dengesi olarak gösterilmiştir. Şimdi de varsayalım ki, eşler oldukça uzun süredir birbirlerini tanıyor olmalarına karşın, Chris ve Pat birbirlerinin ödülllerinden o kadar da emin değildiler. Şekil 8 de bu durum ele alınırken, Chris'in biftek ve kırmızı şarap seçiminin ödülü şimdi $2+t_c$ 'dir ve t_c de Chris'in özel bilgisidir. Pat'in piliç ve beyaz şarap seçiminin ödülü şimdi $2+t_p$ 'dir, ve t_p de Pat'in özel bilgisidir. Burada, t_c ve t_p nin $[0, x]$ aralığında uniform bir dağılımdan

¹⁴⁴ Gibbons, 1992, ss.152-154.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

bağımsız olarak çekilmiş oldukları ve t_c ve t_p değerlerinin orijinal oyundaki ödülleri hafifçe değiştirdiği veri alınıp, x 'in de küçük olduğu dikkate alınırsa, tüm diğer ödüllerin orijinal tam bilgi oyunundakinden farksız olduğu görülecektir.

Tablo2.16 Eksik Bilgili Zamanlama Oyunu

Chris	Pat	
	Kırmızı	Beyaz
Biftek	$2+t_c, 1$	$0, 0$
Piliç	$0, 0$	$1, 2+t_p$

Zamanlama oyununun bu eksik bilgili versiyonundan pür strateji yansıtan Bayesian Nash dengesini elde edilmiştir. Bu versiyonda Chris, t_c eğer c gibi bir kritik değeri aşıyorsa biftek, aksi durumda piliç seçiyor ve Pat de t_p eğer p gibi bir kritik değeri aşıyorsa beyaz, aksi durumda kırmızı şarap seçiyor olarak gösterilmiştir. Böyle bir dengede Chris $(x-c)/x$ olasılıkla biftek ve Pat de $(x-p)/x$ olasılıkla beyaz şarap seçmektedirler (Örneğin, eğer kritik değer c x 'e yakınsa t_c 'nin c 'den büyük olma olasılığı neredeyse 0'dır.). Eksik bilgi ortadan kayboldukça -yani x sifıra yaklaştıkça- eksik bilgi oyunun bu pür strateji Bayesian Nash dengesi, oyuncuların davranışının orijinal tam bilgili oyundaki karma strateji Nash dengesine yaklaştığı anlaşılmaktadır. Yani, x sifıra yaklaştıkça hem $(x-c)/x$ hem de $(x-p)/x$, $2/3$ 'e yaklaşacaklardır.

Varsayılmaktadır ki, Pat eksik bilgili oyun için yukarıda tanımlanan stratejiyi oynayacak. Bu durumda Chris, Pat'in $(x-p)/x$ olasılıkla beyaz, p/x olasılıkla kırmızı şarap seçeceğini hesaplayıp, dolayısıyla da Chris'in biftek ve piliç seçmekten beklediği ödüllerin sırasıyla $p(2+t_c)/x$ ve $(x-p)/x$ olacağını öngörmüştür. Böylece, Pat'in stratejisine Chris'in en iyi cevabı yukarıda tanımlanan formu olacaktır. O zaman, ancak ve ancak $t_c \geq (x-3p)/p \equiv c$ ise biftek seçmenin beklenen ödülü en büyüktür. Benzer şekilde Chris'in stratejisi veri iken Pat, Chris'in $(x-c)/x$ olasılıkla biftek, c/x olasılıkla piliç seçeceğini hesaplayabilir ve dolayısıyla Pat'in beyaz ve kırmızı şarap seçmekten beklediği ödüller sırasıyla $c(2+t_p)/x$ ve $(x-c)/x$ olur. Böylece, ancak ve ancak $t_p \geq (x-3c)/c \equiv p$ ise beyaz şarap seçmenin beklenen ödülü en büyüktür.

Görüldüğü gibi Chris'in stratejisinin (yani, yalnız ve yalnız $t_c \geq c$ ise biftek) ve Pat'in stratejisinin (yani, ancak ve ancak $t_p \geq p$ ise beyaz şarap) ancak ve ancak $(x-3p)/p = c$ ve $(x-3c)/c = p$ ise birbirlerine en iyi cevaplar sayılacağı ön görülmektedir. Bu iki eşitlik p ve c için çözülmüşse, Chris'in biftek seçme olasılığı yani $(x-$

$c)/x$ ile Pat'in beyaz şarap seçme olasılığının yani $(x-p)/x$ eşit olduğu anlaşılacaktır. Burada, L'Hospital kuralı gereği x , 0'a yaklaştıkça bu olasılık $2/3$ 'e yaklaşır. Dolayısıyla eksik bilgi ortadan kayboldukça, eksik bilgili oyunun bu pür stratejisi, Bayesian Nash dengesine konu olan oyuncuların davranışlarını, orijinal tam bilgili oyundaki karma strateji Nash dengesindeki davranışlara yaklaştıracaktır.

Harsanyi (1973) bu sonucu genelleştirir, tam bilgili oyundaki bir karma strateji Nash dengesini (hemen her zaman), biraz eksik bilginin bulunduğu yakın ilişkili bir oyundaki bir pür strateji Bayesian Nash dengesi ile özdeşleştirip ortak bir yoruma götürür. Daha belirgin kılmak gerekirse, bir karma strateji Nash dengesinin en mühim özelliği, oyuncu j 'nin rassal olarak bir strateji seçmesi değil, fakat, oyuncu i 'nin, oyuncu j 'nin bu seçimi hakkında belirsizliğe sahip olmasıdır; bu belirsizlik ya rassallıktan ya da (daha olanaklı olarak) bilginin biraz eksik olmasından kaynaklanır.

2.2.2.2.3.3.2. Statik Bayesian Oyunlar ve Bayesian Nash Dengesi

Bu kısmın başlangıcında ele alınan, iki oyunculu, eşanlı hareket düzlemini esas alan bir tam bilgili oyunda önce oyuncular eşanlı olarak hamlelerini seçmişler (oyuncu i yapılabilir hareketler kümesi A_i 'den a_i hamlesini seçiyor) sonra ödülleri $u_i(a_i, a_j)$ olarak almışlardır. İki oyunculu eşanlı bir eksik bilgili oyunu tanımlamak için ilk adım, her oyuncunun kendi ödül fonksiyonunu bildiği ama diğer oyuncunun ödül fonksiyonu hakkında belirsizliğe sahip olduğu fikrinden hareket edilmiştir. Burada, oyuncu i 'nin olanaklı ödül fonksiyonu şöyle olsun: $u_i(a_i, a_j; t_i)$, burada t_i , oyuncu i 'nin *tipi*dir ve olanaklı tipler kümesini (ya da *tip uzayı*) gösteren T_i 'nin bir elemanıdır. Her tip t_i , oyuncu i 'nin sahip olabileceği farklı bir ödül fonksiyonuna karşılık gelir. Örneğin bir ihalede, bir oyuncunun ödülü sadece tüm oyuncuların tekliflerine (yani oyuncuların eylemleri a_i ve a_j 'ye) değil, aynı zamanda ihale edilen mal hakkında oyuncunun kendi yaptığı değerlendirmeye de (yani oyuncunun tipi t_i 'ye) bağlıdır.

Oyuncu tipinin bu tanımını veri iken, oyuncu i 'nin kendi ödül fonksiyonunu bildiğini söylemek, oyuncu i 'nin kendi tipini bildiğini söylemekle eşanlamlıdır. Benzer şekilde, oyuncu i 'nin oyuncu j 'nin ödül fonksiyonu hakkında belirsizliğe sahip olabileceğini söylemek, oyuncu i 'nin oyuncu j 'nin tipi, t_j , hakkında belirsizliğe sahip olabileceğini söylemekle eşanlamlıdır. (Bir ihalede oyuncu i , mala ilişkin oyuncu j 'nin değerlendirmesini hakkında belirsizliğe sahip olabilir.) Oyuncu i 'nin kendi tipi t_i hakkındaki bilgisi veri iken, oyuncu i 'nin oyuncu j 'nin tipi t_j hakkındaki inancısını belirtmek üzere $p(t_j/t_i)$ olasılık dağılımı kullanılmıştır. Kısaca, notasyonun basit olması için literatür genelinde olduğu gibi oyuncu tiplerinin bağımsız olduğunu varsayıp, $p(t_j/t_i)$ t_i 'ye bağlı olmaz ise oyuncu i 'nin inancı $p(t_i)$ olarak yazılabilir.¹⁴⁵

Burada, “tip ve inanışlar” hakkındaki bu yeni kavramları tam bilgili statik oyunun tanıdık öğeleriyle birleştiren Harsanyi'nin (1967, 1968a,b) tanımıyla, *statik Bayesian oyun* tanımı yapılabilir ki, bu iki oyunculu statik bir Bayesian oyunun zamanlaması şöyle kurgulanmaktadır¹⁴⁶:

1) Bir tip vektörü oluşturulur $t = (t_1, t_2)$; t_i , oyuncu i 'nin olanaklı tipler kümesi T_i üzerinde $p(t_i)$ olasılık dağılımından bağımsız olarak çekilmektedir.

2) t_i , oyuncu i 'nin bilgisi dahilinde, fakat, oyuncu j 'nin bilgisi dahilinde değildir.

3) Oyuncular eşanlı olarak eylemlerini seçerler, oyuncu i , yapılabilir eylemler kümesi A_i 'en a_i seçmektedir.

4) Her oyuncu ödülünü alır: $u_i(a_i, a_j; t_j)$.¹⁴⁷

¹⁴⁵ Bağlantılı tiplere bir örnek olarak, iki firmanın yeni bir teknoloji geliştirmek için yarıştığını düşünelim. Her firmanın başarı şansı kısmen teknolojiyi geliştirmenin ne kadar zor olduğuna bağlıdır ki bu zorluk derecesi bilinmez. Her firma sadece kendisinin başarıp başaramadığını bilir, yoksa diğerinin başarıp başaramadığını bilmez. Bununla birlikte eğer firma 1 başardıysa, muhtemelen teknolojiyi geliştirmek kolaydır ve dolayısıyla ikinci firma da büyük olasılıkla başarmıştır. Dolayısıyla birinci firmanın ikincisinin tipi hakkındaki inancı firma 1'in kendi tipi hakkındaki bilgisine bağlıdır.

¹⁴⁶ Gibbons, 1992, 146-150

¹⁴⁷ Bir oyuncunun sadece kendi ödül fonksiyonu hakkında değil aynı zamanda diğer oyuncularında ödül fonksiyonları hakkında özel bilgiye sahip olduğu oyunlar vardır. Örneğin asimetrik bilgi Cournot modeli; maliyetler ortak

Yukarıda tanımlanan eksik bilgili zamanlama oyunu, statik Bayesian oyunun tanımının basit bir örneği olup statik Bayesian oyun için bir denge konsepti tanımlanmaktadır. Bu oyuna işlerlik kazandırmak için önce, böyle bir oyunda yer alan oyuncuların strateji uzayları tarif edilmekte sonra da Bayesian Nash dengesinde, her oyuncunun stratejisinin diğerinkine en iyi cevap vereceği kabul edilerek “bir strateji çifti” olarak tanım yapılmaktadır. Yani, statik bir Bayesian oyunda bir stratejinin uygun bir tanımı veri iken, dengenin uygun tanımı (artık Bayesian Nash dengesi diyeceğiz) Nash’ın bilinen tanımıyla örtüşürülmektedir.

Burada, Statik bir Bayesian oyundaki bir strateji, bir eylem değil, bir eylem kuralı olduğundan dolayıdır ki, daha formel olarak, oyuncu i için bir (pür) strateji, oyuncu j ’nin olası her bir tipi (t_j) için yapılabilir bir eylemi (a_i) göstermektedir. Örneğin, eksik bilgili zamanlama oyununda, Chris’in stratejisi, t_c ’nin olası her değeri için Chris’in eylemini belirleyen bir kuraldır: t_c kritik değer c ’den büyükse biftek, aksi takdirde piliç tercih edilmektedir. Benzer şekilde, bir ihalede, katılımcılardan birinin stratejisi, ihalesi yapılan mal için onun yapabileceği olası her değerlendirme için oyuncunun konuşmasını belirleyen bir kuralı yansıtmaktadır.

Statik bir Bayesian oyunda, oyuncu 1’in oyuncu 2’nin tipi hakkındaki inanışı ve 2’nin eylem kuralı veri iken, eğer, oyuncu 1’in her bir tipi için, bu tip için 1’in eylem kuralı tarafından belirlenen eylem 1’in beklenen ödülünü maksimize ediyorsa, oyuncu 1’in stratejisi oyuncu 2’ye en iyi cevabı verir. Örneğin, zamanlama oyununda verilen Bayesian Nash dengesinde, Chris’in Pat’in tipi hakkındaki inanışı ve Pat’in eylem kuralı (yani, t_p kritik değer p ’den büyükse beyaz ve aksi takdirde kırmızı şarap seç) veri iken, Chris için bir tipin bir eylemini bile değiştirmeye teşvik edecek bir şey görülmemektedir. Keza, iki katılımcılı bir ihalenin Bayesian Nash dengesinde, katılımcı 1’in 2’nin tipi hakkındaki inanışı ve 2’nin

bilgidir fakat bir firma talep düzeyini bilmekte fakat diğeri bilmemektedir. Talep düzeyi her iki oyuncunun ödül fonksiyonunu etkilediğinden, bilgili firmanın tipi bilgisiz firmanın ödül fonksiyonuna dahil olur. Böyle bir bilgi yapısını göstermek için Bayesian bir oyundaki ödül fonksiyonu şöyle yazılabilir: $u_i(a_i, a_j; t_i, t_j)$.

konuşma kuralı veri iken, katılımcı 1'i tek bir konuşmasını bile değiştirmeye teşvik edecek bir değerlendirme tipi bulunmamaktadır.

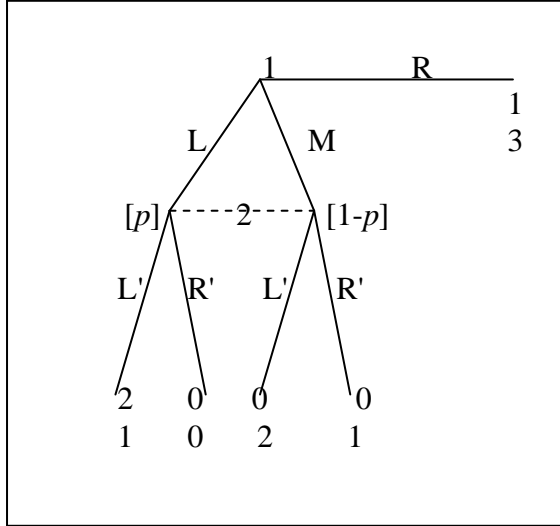
2.2.2.2.3.4. Eksik Bilgi Dinamik Oyunlar

Daha önce belirtildiği gibi, özel bilginin varlığı, bilgiye sahip olanları iletişim kurmaya (ya da yanlış yöne sevk etmeye), olmayanları ise öğrenmeye ve cevap vermeye teşebbüs ettirmektedir. Bu girişimlerin en basit modeli bir *sinyalleyici* (signaling) oyun olarak bilinmektedir. İki oyunculu bir oyun (biri özel bilgiye sahip, diğeri değildir) ve bu oyunda iki evre olduğu dikkate alınır (bilgiye sahip olan tarafından gönderilen bir sinyal ve bilgiye sahip olmayanın buna verdiği cevap). Spence'in (1973) klasik örneğinde bilgi sahibi olan, kendi verimliliği hakkında özel bilgiye sahip olan bir işçi, bilgi sahibi olmayan ise potansiyel işveren dir ki, bu oyunda karar belirleyici değişkenler "sinyal eğitim" ve cevap sürecinde dikkate alınması gereken "ücret teklifi"dir.

Gibbons'a göre daha gelişkin dinamik Bayesian oyunlar, şöhretin geliştirilmesine, sürdürülmesine ya da kaybedilmesine izin verirler. Bu tür analizlerin ilk örneklerinden birinde, Kreps, Milgrom, Roberts ve Wilson (1982), biraz özel bilgi ile başlayan sonlu sayıda tekrarlayan tutuklunun açmazı oyununun son bir kaç dönem hariç tüm dönemlerde denge işbirliğine sahip olabileceğini göstermişlerdir. Aksine, bir geriye indüksiyon argümanı, son raundda işbirliğinin bozulacağını bilmenin sondan bir önceki raundda işbirliğinin bozulmasına yol açacağı ve bunun da ondan bir önceki raundda işbirliğinin bozulmasına yol açacağı ve böyle ilk raunda kadar devam edeceği için tam bilgi altında sonlu sayıda tekrarlanan tutuklunun açmazı oyununun herhangi bir evresinde denge işbirliğinin ortaya çıkamayacağını gösterir. Sinyalleyici oyunlar, şöhret oyunları ve diğer dinamik Bayesian oyunlar (pazarlık oyunları gibi) ekonominin bir çok alanında (öneğin, para politikasına uygulanışı hk.Rogoff,1989) uygulanmışlardır.

2.2.2.2.3.4.1. Mükemmel Bayesian Denge

Dinamik Bayesian oyunları analiz etmek üzere dördüncü bir denge konsepti kullanan Gibbon, Mükemmel Bayesian dengeyi şu şekilde açıklamaktadır¹⁴⁸: Ona göre, bu denge konseptinin en mühim yeni özelliği Kreps ve Wilson (1982) tarafından tanımlanmıştır. Burada, inanışlar ön plana çıkarılmış ve dengenin tanımında stratejiler kadar önemli oldukları belirtilmiştir. Yani, dengenin tanımı artık, sadece her oyuncu için bir stratejiden oluşmamakta, oyuncunun hamle sırasına sahip olduğu ve fakat oyunun önceki öyküsü hakkında belirsizlik taşıdığı fikri dikkate alındığında, her zaman işin içine her oyuncunun inanışının da katılması gerektiğinin önemsenmesidir. Oyuncuların inanışlarını dengenin açık seçik bir parçası haline getirmenin avantajı, daha önce oyuncuların saygın (yani altoyun-mükemmel) stratejiler seçmesinde ısrarlı olunduğu gibi şimdi de makul inanışlara sahip olmalarında ısrar edilebilmektedir.



		Oyuncu 2	
		L'	R'
Oyuncu 1	L	2, 1	0, 0
	M	0, 2	0, 1
	R	1, 3	1, 3

¹⁴⁸ Robert Gibbons, pp.176-179

Şekil 2.6 Oyuncu İnanışları ve Stratejiler Karşılaştırması

Yukarıdaki oyuncuların inanışlarının niçin stratejileri kadar önemli olduğunu görmek için şekil 9'daki örnek incelendiğinde görülmektedir ki, mükemmel Bayesian dengenin altoyun-mükemmel Nash dengesini rafine eden bir yaklaşım sergilenmektedir. Önce, oyuncu 1 üç eylemden (L, M ve R.)birini seçmiştir: Eğer, R'yi seçmiş ise oyuncu 2 hamle yapmadan oyun sona erecektir. Ödülleri oyun ağacında gösterilen oyuncu 1 L ya da M'yi seçmiş ise, oyuncu 2 R'nin seçilmediğini öğrenirken (ancak, L ya da M'den hangisinin seçildiği belli değildir) aynı zamanda L' ve R' eylemlerinden birine de yönelebilir ki, oyun bu şekilde de sona ermektedir. Ancak, oyun ağacında oyuncu 2'nin iki karar düğümünü birleştiren kesikli çizgiyi dikkate aldığımızı varsayarsak, oyuncu 2 hamle şansı elde etmişse, hangi düğüme ulaştığını bilmesede, yani, oyuncu 1'in L ya da M'den hangisini seçtiğini bilmesine yönelik p ve $1-p$ olasılıkları ile karşı karşıya kalmaktadır.

Bu oyunun normal formda gösterimi kullanılarak, (L, L') ve (R, R') gibi iki pür- strateji Nash dengesi ortaya konmuştur¹⁴⁹. Önce bu Nash dengelerinin altoyun-mükemmel olup olmadığını sorgulamak için bir altoyun kontrolü yapılmış ve oyunun önceki öyküsünün herkes tarafından bilindiğine işaret edildikten sonra da yukarıdaki oyun ağacında hiç altoyun olmadığı belirtilmiştir (oyunun başındaki oyuncu 1'in karar düğümünden sonra oyunun tüm öyküsünün herkes tarafından bilindiği hiçbir nokta yoktur: Diğer düğümler oyuncu 2'ye aittir ve eğer bu düğümlere ulaşılmışsa bunun anlamı oyuncu 2'nin önceki hamlenin L mi M mi olduğunu bilmiyor olmasındandır). Eğer bir oyunun altoyunları yoksa, altoyun-mükemmelik (yani oyuncuların stratejilerinin her altoyunda bir Nash dengesi oluşturmaları) gereği alelâde bir biçimde sağlanmış demektir. Böylece, altoyunları olmayan herhangi bir oyunda altoyun-mükemmel Nash dengesi tanımı, Nash dengesi tanımıyla tutarlıdır ve dolayısıyla bu oyunda hem (L, L') hem de (R, R') altoyun-mükemmel Nash dengeleri söz konusudur. Bununla birlikte, (R, R') açıkça saygın olmayan bir tehdide dayanmaktadır ki,

¹⁴⁹ Robert Gibbons,s.176

bu hamle şansı oyuncu 2'de ise, L' oynamak, R' oynamaya baskındır. Dolayısıyla oyuncu 1, oyuncu 2'nin R' oynama tehdidinden dolayı R oynamaya yönlendirilemeyecektir. Burada, altoyun-mükemmel Nash dengesi (R, R')yi bertaraf edecek şekilde denge konseptini güçlendirmenin tek yolu ise aşağıda belirtilen iki gereksinimin dayatılmasıyla mümkündür:

Gereksinim 1: Bir oyuncu, hamle sırası kendisinde olduğu ve oyunun önceki öyküsü hakkında belirsizliğe sahip olduğu her zaman oyunun mümkün öyküleri kümesinden bir inanişsa sahip olmalıdır.

Gereksinim 2: Oyuncuların inanişları veri iken, izledikleri stratejileri *ardışık evreler boyunca rasyonel* (sequentially rational) olmalıdır. Yani, hamle sırası kendisin geldiği her zaman içinde hamlesini yapan oyuncunun eylemi (ve oyuncunun stratejisi), diğer oyuncunun veri *ardışık strateji si* ve bilgisi altındaki inanişlarıyla optimal kılmalıdır.

Yukarıdaki örnekte, gereksinim 1, hamle sırası oyuncu 2'deyse oyuncu 2'nin oyuncu 1'in L mi yoksa M mi oynamış olduğu hakkında bir inanişsa sahip olması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Bu inaniş, oyun ağacındaki düğümlerde yer alan p ve $1-p$ olasılıkları ile gösterilmektedir. Oyuncu 2'nin inanişı veri iken R' oynamanın beklenen ödülü $p \cdot 0 + (1-p) \cdot 1 = 1-p$ olurken L' oynamanın beklenen ödülü $p \cdot 1 + (1-p) \cdot 2 = 2-p$ olur. $2-p > 1-p$ olduğundan p 'nin herhangi bir değeri için gereksinim 2 oyuncu 2'yi R' seçmekten alıkoyacaktır. Böylece her bir oyuncunun sahip olduğu inanç ve eylem optimal bir şekilde makul olmayan dengenin (R, R') elimine edilmesine yetecektir.

Gereksinim 3: Denge sürecinde inanişlar ve oyuncuların denge stratejileri Bayes kuralıyla belirlenir. Altoyun-mükemmel Nash dengesinde (L, L'), oyuncu 1 in denge stratejisi veri iken oyuncu 2'nin inanişı $p=1$ olmalıdır. Bu gereksinim çerçevesinde ikinci hipotetik olguya göre, oyuncu 1'in q_1 olasılığı ile L, q_2 olasılığı ile M ve $1-q_1-q_2$ olasılığı ile R oynadığında bir karma strateji denge oluşmaktadır. Böylece gereksinim 3, oyuncu 2 nin inanişlarını $p = q_1 / (q_1 + q_2)$ olasılığı ile güçlendirecektir.

Aşağıda tartışılan sinyalleyici oyunlar gibi basit iktisadi uygulamalarda, gereksinim 1, 2 ve 3, *mükemmel Bayesian dengenin*

tanımını kolaylaştırırken daha gelişkin uygulamalarda makul olmayan dengeleri elimine etmek üzere daha fazla gereksinimin koşul olarak karşılanması gerekmektedir.¹⁵⁰

2.2.2.2.3.4.2. Sinyalleyici Oyunlar

Bu noktada, mükemmel Bayesian dengenin uygulandığı, dinamik Bayesian oyunlarından basitlik yönüyle ele almak istediğimiz (sonlu) “sinyalleyici oyunlara” da yer verirken, oyun teorisini, endüstri iktisadı açısından derleme ağırlıklı bir yaklaşımla ve belli bir uygulanabilirlik formatıyla özellikle uygulamacıların dikkatine sunmakla yetineceğiz. Bir Sinyalleyici oyun, bir gönderici/verici (S) ve bir alıcı (R) gibi iki oyuncunun kurgularını esas alan, eksik bilgi dinamik bir oyun olup, oyunun zamanlaması aşağıdaki şekilde sunulmaktadır¹⁵¹:

1) Rastlantısallık etmeni olarak bilinen doğa, $p(t_i)$ olasılık dağılımına uygun olarak olanaklı tipler $T = \{t_1, \dots, t_i\}$ kümesinden verici için bir tip (t_i) çeker.

2) Verici t_i 'yi gözlemler ve olanaklı mesajlar kümesi $M = \{m_1, \dots, m_j\}$ den bir mesaj (m_j) seçer.

3) Bunu takip eden alıcı m_j 'yi gözlemler (fakat t_i 'yi değil) ve sonra olanaklı eylemler kümesi $A = \{a_1, \dots, a_k\}$ dan bir eylem (a_k) seçer.

4) Ödüller, $U_S(t_i, m_j, a_k)$ ve $U_R(t_i, m_j, a_k)$ olarak verilmiştir. Sinyalleyici oyun yaklaşımıyla ilgili olarak ilkin, henüz işe başlamış fakat cazip yeni bir proje için dış finansmana ihtiyaç duyan bir girişimcinin karar üretme mekanizmasını incelenecektir. Örneğin, girişimci, mevcut işinin karlılığı hakkında bilgi sahibi iken yeni projenin getirisi ile mevcut projenin getirisini karşılaştırdığında ayırt edilemeyen özelliklerle karşı karşıya olduğunu fark etmektedir. Ancak, her iki projenin toplam getirisi hakkında fikir sahibi

¹⁵⁰ Yukarıdaki üç gereksinimin ele almadığı konulara bir örnek vermek için, oyuncu 2 ve 3'ün aynı olayları gözlemlediğini ve her ikisinin de oyuncu 1'in dengeden saptığını gördüğünü varsayalım. Oyuncu 1'in önceki gözlemlenmemiş hareketleri hakkında oyuncu 2 ve 3 aynı inancı korumalı mıdır?

¹⁵¹ Gobbins, pp,183-190

olduğunu deneyiminden çıkartabilmektedir (bir zorunluluk olmasa da girişimcinin, isterse yeni projenin getirisi hakkında bilgi sahibi olmasına izin verilmektedir). Girişimci'nin, gerekli finansman için potansiyel bir yatırımcıya firmasından hisse payı teklif ettiği kabul edildiğinde yeni projeye hangi koşullar altında başlanacak ve hisse payı ne olacaktır sorusu gündemin esasını teşkil edecektir.

Bu problemin çözümünü sinyalleme oyununa¹⁵² dönüştüren Gibbons, mevcut işletmenin karının ya düşük $\pi=L$ ya da yüksek $\pi=H$ olabileceğini varsaymaktadır ($H > L > 0$). O na göre yeni projenin cazip olduğu fikrini yakalamak için, gerekli yatırımın I , getirinin R ve potansiyel yatırımcının alternatif getiri oranının r ve $R > I(1+r)$ olacağını varsayıldığında oyunun getirisi ve zamanlaması aşağıdaki gibi seyretmektedir:

1. Doğa, mevcut işletmenin karını belirler. $\pi=L$ durumunda olası karlılık p 'dir.
2. Girişimci π 'yi öğrenir ve potansiyel yatırımcıya s hisse payını ($0 \leq s \leq 1$ kısıtı altında) teklif eder.
3. Yatırımcı (π 'yi değil) s 'yi değerlendirir ve teklifi ya kabul etmeye ya da reddetmeye karar verir.
4. Eğer, yatırımcı teklifi reddederse, yatırımcının ödülü $I(1+r)$ ve girişimcinin ödülü π olur. Eğer yatırımcı s 'yi kabul ederse, yatırımcının ödülü $s(\pi+R)$ ve girişimcinin ödülü ise $(1-s)(\pi+R)$ olur.

Myers ve Majluf (1984), bir girişimciden (hem yönetici hem de tek hissedar olan) ziyade daha büyük bir firmayı (hissedarları ve yöneticisiyle) göz önünde bulundurmakla birlikte buradaki modeli böyle bir girişimcilik ruhuyla analiz etmektedirler. Onlar önce, hissedarların çıkarlarının yöneticinin faydasını nasıl etkileyeceği hakkındaki farklı varsayımları tartışırlar. Dybvig ve Zender (1991) hissedarlar açısından yöneticiye teklif edilecek optimal sözleşmenin ne olması gerektiğini belirtirler.

¹⁵² A signaling game eksik bilgiye sahip iki oyuncunun (Gönderici ve Alıcı) dinamik bir oyundur (Robber Gibbonson, Game Theory for Applied Economists, Princeton University Press, 1992, s.205

Buradaki durum her ikisi açıdan çok basit bir sinyalleme oyunudur: Alıcı'nın olası eylemler seti oldukça sınırlı iken, gönderici'nin olası (feasible) sinyallerinin seti ise daha büyüktür ve fakat henüz etkin değildir. Teklif s i alan yatırımcının $\pi=L$ olan karlılığının q olacağına inandığını varsayıldığında, yatırımcı, ancak ve ancak aşağıdaki kısıtlamalar altında, teklifi kabul edecektir:

$$s[qL + (1 - q)H + R] \geq I(1 + r) \quad (2.177)$$

Girişimci açısından, mevcut şirketin karının π olduğunu varsayıldığında ve girişimcinin ihtiyaç duyduğu finansmanı hisse payı (s) pahasına sağlamak istediği veya projeden vazgeçmeyi tercih ettiği düşünülmüş olsun: Girişimci birinci tercihi dikkate alırsa ancak ve ancak,

$$s \leq \frac{R}{\pi + R} \quad (2.178) \quad \text{olursa} \quad \text{kendisinin}$$

mükafatlandırıldığını bilmektedir.

Bir Mükemmel Bayesian denge oluşumunda (pooling), denge teklifini aldıktan sonra yatırımcı $q=p$ olacağına inanmalıdır. Katkı kısıtının (2.177) $\pi=L$ eşitliğinden ziyade $\pi=H$ koşulunu sağlaması daha güç olduğundan, denklem (2.177) ve (2.178) in birleştirilmesiyle

$$\frac{I(1 + r)}{pL + (1 - p)H + R} \leq \frac{R}{H + R} \quad (2.179) \quad \text{olursa sadece}$$

Bayesian (havuz/pooling) dengesinin olduğu görülecektir.

Eğer p yeterince sifıra yakınsa, denklem (2.177) şu forma dönüşür ve $R > I(1 + r)$ olur. Eğer, p yeterince bire yaklaşırsa, denklem (2.178) ancak,

$$R - I(1 + r) \geq \frac{I(1 + r)H}{R} - L \quad \text{olacaktır.} \quad (2.180)$$

Sezgisel olarak, havuz dengeye ulaşmadaki temel güçlük, yüksek kar tipinin düşük kar tipini sübvansetmek zorunda olmasıdır. Denklem (2.175) de $q=p$ eşitliği kurularak, $s \geq I(1 + r)/[pL + (1 - p)H + R]$ sağlanır. Bununla birlikte, eğer yatırımcı $\pi=H$ olduğundan emin ise ($q=0$), daha küçük hisse payını

$s \geq I(1+r)/(H+R)$ kabul edecektir. Çünkü, havuz dengesinde gerekli olan daha büyük hisse payı, yüksek karlı firma için çok pahalıdır. Muhtemeldir ki, yeni projeden vazgeçmek, yüksek karlı firmayı tercih etmek kadar pahalıdır. Analizde, p sifıra yaklaştıkça havuz dengesinin olduğu görülmekte, böylece de maliyet sübvansiyonu küçülmektedir veya denklem (2.178) aynı kalırsa yeni projeden sağlanacak kar maliyet sübvansiyonundan daha ağır basacaktır.

Eğer (2.177) başarısız olursa havuz dengesi kurulamaz. Ancak, ayrıştırıcı denge daima birlikte mevcuttur. Yatırımcının kabul ettiği düşük kar tipi $s=I(1+r)/(L+R)$ yi verirken yatırımcının reddettiği yüksek kar tipi $s < I(1+r)/(H+R)$ yi verir. Böyle bir dengede yatırımcı düşük etkinsizliktedir: Dolayısıyla yeni projenin karlı olması kesindir, fakat yüksek kar tipi yatırımdan vazgeçirir. Bu denge gönderici'nin olası sinyaller setinin etkin olmadığı düşüncesini ifade eder: Yüksek kar tipinin kendi kendisini ayırt emesi için her hangi bir yol yoktur, yüksek kar tipine yönelmeyi cazip kılan finansman terimleri, düşük kar tipine belki daha da cazip kılabilir. Myers ve Majluf'un gözlemlediği gibi bu modeldeki güçler, firmaları ya borçlanmaya ya da içsel fon kaynaklarına doğru yönelmeye itmektedir.

Girişimcinin hisse kadar borç teklif edeceği ihtimalini göz önüne alınarak, durum kısaca şu şekilde özetlenmiştir. Yatırımcının borç sözleşmesini (D) kabul ettiği varsayılarak, eğer girişimci iflasa gideceğini beyan etmez ise yatırımcının ödülü D ve girişimcinin ödülü $\pi+R-D$ 'dir. Eğer, girişimci iflasa giderse yatırımcının ödülü $\pi+R$ ve girişimcinin ödülü sıfırdır. $L > 0$ olduğundan, daima bir havuz dengesi vardır: her iki kar tipi yatırımcının kabul ettiği $D=I(1+r)$ borç sözleşmesini sunmaktadır. Eğer L yeterince negatif ise $R+L < I((1+r))$, düşük kar tipi bu borcu yeniden ödeyemeyecek ve böylece yatırımcı bu sözleşmeyi kabul etmeyecektir.

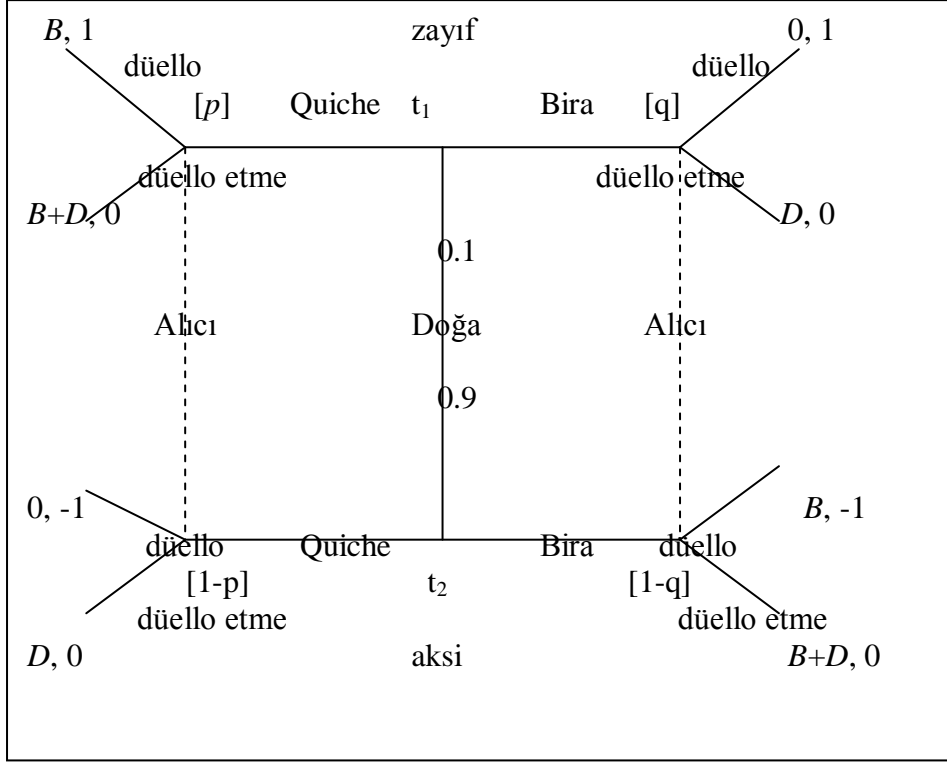
İkinci olarak da Cho ve Kreps'in (1987) "Beer ve Quiche" sinyalleşici oyununda¹⁵³ (şekil 10), tip, mesaj ve eylem uzayları (T, M ve A, sırasıyla) ikişer öğeye sahiptir¹⁵⁴. Bir çok oyun ağacı

¹⁵³ Beer, bira; Quiche, bir tür temek; wimpy, kişiliği zayıf; surly ise aksi adam anlamlarına gelmektedir.

¹⁵⁴ Gibbons, 1992, S.237-239

tepeden başlarken bir sinyalleyci oyun, verici tipini belirleyen doğanın bir hamlesiyle ortadan başlar: Burada, t_1 ="wimpy" (0.1 olasılıkla) ya da t_2 ="surly" (0.9 olasılıkla).¹⁵⁵ Her iki verici tipi de aynı mesaj seçeneğine sahiptir: Quiche ya da Bira (almasıık kahvaltılar olarak). Alıcı mesajı gözlemler fakat tipi gözlemleyemez. (Yukarıdaki olduğu gibi, alıcının iki karar düğümünü birleştiren kesikli çizgiler, alıcının bu "bilgi kümesi"ndeki düğümlerden birine erişildiğini bildiğini fakat hangisi olduğunu bilmediğini belirtmektedir, yani alıcı vericinin kahvaltısını gözlemler fakat tipini değil.) Son olarak, her mesajdan sonra alıcı iki eylem arasından, vericiyle düello yapmak ya da yapmama kararlarından birini seçerken, ödüllerin niteliksel özelliklerini de dikkate alır:

¹⁵⁵ Bu oyundaki isimler *Real Men Don't Eat Quiche* adlı bir zamanlar popüler olan bir kitaptan esinlenmiştir (Gibbons'ın notu).



Şekil 2.7 Bira ve Quiche Sinyalleyici Oyunu

Zayıf tip kahvaltılık olarak quiche, karşı tip olarak da birayı tercih edilmiş ise her iki tip de alıcıyla düello yapmak istememektedirler. Özellikle, tercih edilen kahvaltılık her iki verici tipi için $B > 0$ değerindedir. Dolayısıyla bir düellodan kaçınmak her iki verici tipi için $D > 0$ değerindedir ve alıcı için zayıf tip ile bir düellonun ödülü 1, aksi tip ile bir düellonun ödülü -1'dir; tüm diğer ödüller 0'dır.

Sinyalleyici bir oyunun önemli noktası şudur ki, vericinin mesajı alıcıya bir bilgi taşıyabilir. Her tip farklı bir mesaj gönderdiğinde verici stratejisi *ayırıcı* (separating) olarak adlandırılmaktadır. Örneğin Bira ve Quiche'de, strateji (zayıf ise Quiche, aksi ise Bira) verici için ayırıcı bir stratejidir. Diğer uça,

eğer her tip aynı mesajı gönderirse, vericinin stratejisi *birleştirici* olarak algılanmaktadır. İki'den fazla tipin olduğu bir modelde, ayrıca *kısmi birleştirici* stratejiler (ya da *yarı-ayırıcı*) stratejiler vardır ki, bu durumda, veri tipler kümesindeki tüm tipler aynı mesajı gönderirken, farklı tipler kümesi farklı mesajlar gönderir. Verici için bu tür stratejiler içeren mükemmel dengeler de yine ayırıcı, birleştirici vb. adlar alırlar.

Eğer $B > D$ ise, vericinin stratejisi (zayıf ise Quiche, aksi ise Bira) ve alıcının stratejisi (Quiche'den sonra düello et, Bira'dan sonra düello etme), $p=1$ ve $q=0$ inanışlarıyla birlikte gereksinim 1-3'ü yerine getirirler ve dolayısıyla Bira ve Quiche sinyalleyci oyununun mükemmel Bayesian dengesini oluştururlar. $B > D$ olduğunda, tercih edilen kahvaltıyı yapmak bir düellodan kaçınmaktan daha önemli olur, dolayısıyla her verici tipi kendi tercih ettiği kahvaltıyı seçer, böylece tipini sinyaller; bu bilgiyi sinyalleme zayıf tipe karşı işler (çünkü alıcıyı düelloya zorlar), fakat bu değerlendirme tercih edilen kahvaltıyı yapmanın önemine nazaran daha az önemlidir.

Bira ve Quiche'nin başka mükemmel Bayesian dengeleri olup olmadığını da sorabiliriz. Vericinin oynayabileceği diğer üç pür strateji de şunlardır: (zayıf ise Quiche, aksi ise Quiche), (zayıf ise Bira, aksi ise Quiche) ve (zayıf ise Bira, aksi ise Bira). $B > D$ olduğunda, zayıf tip vericinin Quiche oynamakla elde edeceği en küçük ödül (B) Bira oynamakla elde edeceği en yüksek ödülden (D) büyük olacaktır, dolayısıyla zayıf tip, vericinin oynayabileceği tek strateji olarak (zayıf ise Quiche, aksi ise Quiche)'yi bırakarak Bira oynamayacaktır. Benzer şekilde, aksi tip vericinin Bira oynamakla elde edeceği en küçük ödül (B) Quiche oynamakla elde edeceği en yüksek ödülden (D) büyük olacağı için aksi tip Quiche oynamayacaktır. Dolayısıyla yukarıda türetilen ayırıcı mükemmel Bayesian denge, $B > D$ olduğunda Bira ve Quiche sinyalleyci oyununun biricik mükemmel Bayesian dengesi olmaktadır.

Peki ya $B < D$ olduğunda? Bu durumda ayırıcı mükemmel Bayesian denge yoktur.¹⁵⁶ Fakat iki birleştirici mükemmel Bayesian denge vardır. $B < D$ olduğunda vericinin stratejisinin (zayıf ise Bira, aksi ise Bira) ve alıcının stratejisinin (Quiche'den sonra düello et, Bira'dan sonra düello etme), $p=1$ ve $q=0.1$ inanışlarıyla birlikte gereksinim 1-3'ü sağlayacağını göstermek kolaydır. (Aslında, herhangi bir $p \geq 0.5$ de iyi çalışacaktır.) Bu birleştirici denge anlamlıdır (yukarıda $B > D$ olduğunda ayırıcı denge anlamı olduğu gibi): Aksi tip tercih ettiği kahvaltayı edecek ve düellodan kaçınacaktır; $B < D$ olduğundan, zayıf tip artık kendi tercih ettiği kahvaltayı yapmaktan ziyade aksi tipin önceki yüksek olasılığının (0.9, alıcıyı başka bilgi olmaksızın düellodan vazgeçirecek bir olasılıktır) ardına saklanmayı tercih edecektir.

Bir başka birleştirici denge daha vardır: $B < D$ olduğunda, vericinin stratejisi (zayıf ise Quiche, aksi ise Quiche) ve alıcının stratejisi (Quiche'den sonra düello etme, Bira'dan sonra düello et), $p=0.1$ ve $q=1$ inanışlarıyla birlikte gereksinim 1-3'ü sağlayacaktır. (Aslında, herhangi bir $q \geq 0.5$ de iyi çalışacaktır.) Cho ve Kreps, bu dengede alıcının inanışının sezgisel karşıtı olduğunu ileri sürmektedirler. Onların “sezgisel kriter”i, inanışlar üstüne (gereksinim 3'e) bu birleştirici dengeyi (fakat her iki tipin de Bira seçtiği önceki birleştirici dengeyi değil) bertaraf eden ek kısıtlar koyarak mükemmel Bayesian dengeyi rafine etmektedir.

¹⁵⁶ Sebebini görmek için, zayıf tip verici Quiche ve aksi tipin ise Bira seçiyorsa alıcının ne yapacağını bulmalıyız ve sonra alıcı için hesaplanan cevaplar verirken bu verici tiplerinin aslında bu seçimleri yapıp yapmayacağını bulmalıyız.

2.2.2.2.4.Oyun Teorisi ve Örnek Olaylar

Örnek Olay 1: Şirket Yatırımları ve Sermaye Yapısı

Burada, henüz işe başlamış fakat cazip yeni bir proje için dış finansmana ihtiyaç duyan bir girişimcinin karar üretme mekanizması sinyalleme oyunu olarak incelenmektedir¹⁵⁷. Örneğin, girişimci, mevcut işinin karlılığı hakkında bilgi sahibi iken yeni projenin getirisi ile mevcut projenin getirisini karşılaştırdığında ayırt edilemeyen özelliklerle karşı karşıya olduğunu fark etmektedir. Ancak, her iki projenin toplam getirisi hakkında fikir sahibi olduğunu deneyiminden çıkartabilmektedir (bir zorunluluk olmasa da girişimcinin, isterse yeni projenin getirisi hakkında bilgi sahibi olmasına izin verilmektedir). Girişimci'nin, gerekli finansman için potansiyel bir yatırımcıya firmasından hisse payı teklif ettiği kabul edildiğinde yeni projeye hangi şartlar altında başlanacak ve hisse payı ne olacaktır sorusu gündemin esasını teşkil edecektir.

Bu problemin çözümünü sinyalleme oyununa¹⁵⁸ dönüştüren Gibbons, mevcut işletmenin karının ya düşük $\pi=L$ ya da yüksek $\pi=H$ olabileceğini varsaymaktadır ($H > L > 0$). O na göre yeni projenin cazip olduğu fikrini yakalamak için, gerekli yatırımın I , getirinin R ve potansiyel yatırımcının alternatif getiri oranının r ve $R > I(1+r)$ olacağını varsayıldığında oyunun getirisi ve zamanlaması aşağıdaki gibi seyretmektedir:

1. Doğa, mevcut işletmenin karını belirler. $\pi=L$ durumunda olası karlılık p 'dir.
2. Girişimci π 'yi öğrenir ve potansiyel yatırımcıya s hisse payını ($0 \leq s \leq 1$ kısıtı altında) teklif eder.
3. Yatırımcı (π 'yi değil) s 'yi değerlendirir ve teklifi ya kabul etmeye ya da reddetmeye karar verir.
4. Eğer, yatırımcı teklifi reddederse, yatırımcının ödülü $I(1+r)$ ve girişimcinin ödülü π olur. Eğer yatırımcı s 'yi kabul

¹⁵⁷ Gibbons, 1992, ss.205-207

¹⁵⁸ A signaling game eksik bilgiye sahip iki oyuncunun (Gönderici ve Alıcı) dinamik bir oyundur (Robber Gibbonson, Game Theory for Applied Economists, Princeton University Press, 1992, s.205

ederse, yatırımcının ödülü $s(\pi+R)$ ve girişimcinin ödülü ise $(1-s)(\pi+R)$ olur.

Myers ve Majluf (1984), bir girişimciden (hem yönetici hem de tek hissedar olan) ziyade daha büyük bir firmayı (hissedarları ve yöneticisiyle) göz önünde bulundurmakla birlikte buradaki modeli böyle bir girişimcilik ruhuyla analiz etmektedirler. Onlar önce, hissedarların çıkarlarının yöneticinin faydasını nasıl etkileyeceği hakkındaki farklı varsayımları tartışır. Dybvig ve Zender (1991) hissedarlar açısından yöneticiye teklif edilecek optimal sözleşmenin ne olması gerektiğini belirtirler.

Buradaki durum her ikisi açıdan çok basit bir sinyalleme oyunudur: Alıcı'nın olası eylemler seti oldukça sınırlı iken, gönderici'nin olası (feasible) sinyallerinin seti ise daha büyüktür ve fakat henüz etkin değildir. Teklif s i alan yatırımcının $\pi=L$ olan karlılığının q olacağına inandığını varsayıldığında, yatırımcı, ancak ve ancak aşağıdaki kısıtlamalar altında, teklifi kabul edecektir:

$$s[qL + (1 - q)H + R] \geq I(1 + r) \quad (1.181)$$

Girişimci açısından, mevcut şirketin karının π olduğunu varsayıldığında ve girişimcinin ihtiyaç duyduğu finansmanı hisse payı (s) pahasına sağlamak istediği veya projeden vazgeçmeyi tercih ettiği düşünülmüş olsun: Girişimci birinci tercihi dikkate alırsa ancak ve ancak,

$$s \leq \frac{R}{\pi + R} \quad \text{olursa kendisinin mükafatlandırıldığını}$$

bilmektedir.

$$(2.182)$$

Bir Mükemmel Bayesian dengenin oluşumunda (pooling), denge teklifini aldıktan sonra yatırımcı $q=p$ olacağına inanmalıdır. Katkı kısıtının (2.182) $\pi=L$ eşitliğinden ziyade $\pi=H$ şartını sağlaması daha güç olduğundan, denklem (2.181) ve (2.182) nin birleştirilmesiyle

$$\frac{I(1+r)}{pL+(1-p)H+R} \leq \frac{R}{H+R} \quad (2.183)$$

olursa sadece Bayesian (havuz/pooling) dengesinin olduğu görülecektir.

Eğer p yeterince sıfıra yakınsa, denklem (2.183) şu forma dönüşür ve $R > I(1+r)$ olur. Eğer, p yeterince bire yaklaşırsa, denklem (1.3) ancak,

$$R - I(1+r) \geq \frac{I(1+r)H}{R} - L \quad \text{olacaktır.} \quad (2.184)$$

Sezgisel olarak, havuz dengeye ulaşmadaki temel güçlük, yüksek kar tipinin düşük kar tipini sübvansetmek zorunda olmasıdır. Denklem (2.181) de $q=p$ eşitliği kurularak, $s \geq I(1+r)/[pL+(1-p)H+R]$ sağlanır. Bununla birlikte, eğer yatırımcı $\pi=H$ olduğundan emin ise ($q=0$), daha küçük hisse payını $s \geq I(1+r)/(H+R)$ kabul edecektir. Çünkü, havuz dengesinde gerekli olan daha büyük hisse payı, yüksek karlı firma için çok pahalıdır. Muhtemeldir ki, yeni projeden vazgeçmek, yüksek karlı firmayı tercih etmek kadar pahalıdır. Analizde, p sıfıra yaklaştıkça havuz dengesinin olduğu görülmekte, böylece de maliyet sübvansiyonu küçülmektedir veya denklem (2.184) aynı kalırsa yeni projeden sağlanacak kar maliyet sübvansiyonundan daha ağır basacaktır.

Eğer (2.183) başarısız olursa havuz dengesi kurulamaz. Ancak, ayrıştırıcı denge daima birlikte mevcuttur. Yatırımcının kabul ettiği düşük kar tipi $s=I(1+r)/(L+R)$ yi verirken yatırımcının reddettiği yüksek kar tipi $s < I(1+r)/(H+R)$ yi verir. Böyle bir dengede yatırımcı düşük etkinsizliktedir: Dolayısıyla yeni projenin karlı olması kesindir, fakat yüksek kar tipi yatırımdan vazgeçme nedeni olabilir. Bu durumda denge, gönderici'nin olası sinyaller setinin etkin olmadığı düşüncesini yansıtacaktır: Yüksek kar tipinin kendi kendisini ayırt emesi için her hangi bir yol yoktur, yüksek kar tipine yönelmeyi cazip kılan finansman terimleri, düşük kar tipini

belki daha da cazip kılabilir. Myers ve Majluf'un gözlemlediği gibi bu modeldeki güçler, firmaları ya borçlanmaya ya da içsel fon kaynaklarına doğru yönelmeye itmektedir.

Girişimcinin hisse kadar borç teklif edeceği ihtimali göz önüne alınarak, durum kısaca şu şekilde özetlenmiştir: Yatırımcının borç sözleşmesini (D) kabul ettiği varsayımından hareketle; eğer girişimci iflasa gideceğini beyan etmez ise yatırımcının ödülü D ve girişimcinin ödülü $\pi+R-D$ 'dir. Eğer, girişimci iflasa giderse yatırımcının ödülü $\pi+R$ ve girişimcinin ödülü sıfırdır. $L>0$ olduğundan, daima bir havuz dengesi vardır: her iki kar tipi yatırımcının kabul ettiği $D=I(1+r)$ borç sözleşmesini yansıtmaktadır. Eğer, L yeterince negatif ise $R+L<I((1+r))$, düşük kar tipi bu borcu yeniden ödeyemeye yetmeyeceğinden dolayı yatırımcı bu sözleşmeyi kabul etmeyecektir.

Örnek Olay 2: Piyasa paylaşımı ve Stratejik Rekabet

Belli bir piyasada A ve B gibi iki firma ürettikleri televizyon tüketici zevk ve tercihlerini belli oranlarda paylaşmış olsun. Her iki firma aynı tekniği kullanırken rekabetlerini reklam üzerine yoğunlaştırmakta iken; A firması piyasa payını genişletecek nitelikte televizyon üretmeyi düşünüp piyasaya sürmekle B firmasının piyasa payını kendi lehine çevirmeyi ümit etmektedir. Ancak A firmasının elinde eski teknolojiye dayalı büyük bir envanter stoku olduğundan böyle bir karar almada zorlanmakta ve A1'den A4'e dört farklı strateji üzerinde durmaktadır. Örneğin A1 stratejisi yoğun bir reklam altında yeni tip ürünü piyasaya sürmek ve eski tip ürünü piyasadan çekmek olsun.

B firması rakibinin yeni bir teknolojiye sahip bulunduğunu ve mal farklılaştırmasına yöneldiğini bilerek A'nın stratejisini tahmin etmekte kendisi de 3 ayrı strateji geliştirmektedir. Örneğin B1 stratejisini eski tip ürün üzerindeki teknolojiyi geliştirmek ve fiyatları indirmek üzerine kurmaktadır¹⁵⁹.

A ve B'nin bu tür karşılıklı stratejileri çerçevesinde piyasa paylarını kendi çıkarlarına dönüştürebilecekleri aşağıdaki kazanç

¹⁵⁹ Bakoğlu, 1991, s.116

Endüstri İktisadında Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi

matrisleri veri iken(satırlar stratejisi A firması, sütunlar stratejisi B firması ile ilgilidir);

$$\begin{pmatrix} 6 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 6 \\ 2 & 4 & 5 \\ 5 & 8 & 4 \end{pmatrix}$$

her bir firmanın uygulayabileceği stratejilerin olasılık dağılımını dikkate aldığımızda rakiplerin piyasa paylarında hangi oranda bir kayma olacağı DS for Windows ortamında hesaplanabilir.

Bu örnekte teorik çerçevede verilen kötümserlik kriteri dikkate alındığında en iyi kazanç 4, en iyi kayıp 6 olmakta ise de her iki rakip taraf tatmin olmamaktadır. Çünkü her iki firmanın dengede olabileceği bir eyer noktası bulunmamaktadır. Firmalar kendi kazançlarını maksimum kılacak karma stratejiler yürütebilmektedir. Nitekim B firmasının stratejileri arasında hiçbir üstün strateji bulunmamasına karşılık A firmasının, A2 ve A3 stratejisine ilişkin bileşenler dikkate alındığında A3 stratejisi aşağıdaki çözüm tablosundan anlaşılacağı gibi kazanç matrisinden çıkarmaktadır.

Row 1 mix * cell payoff	.556	3.333	2.777	2.222	
Row 2 mix * cell payoff	.389	1.167	1	.556	2.333
Row 3 mix * cell payoff	0	0	0	0	
Row 4 mix * cell payoff	5.556	.278	.444	.222	
Expected Value (Col sum)		4.778	4.778	4.778	
Value of game (to row)	\$4.7778				

Yukarıdaki DS for Windows çözüm sonucu incelendiğinde A ve B firmalarının uygulayacağı stratejilerin olasılık dağılımı dikkate alınmış (Burada $A1 + A2 + A3 + A4 = 1$, $B1 + B2 + B3 = 1$ koşulları sağlanmakta) firmalardan her biri rakibinin piyasadaki payını % 4.778 oranında kendi çıkarına bir kayma sağlayacak stratejiyi geliştirebilmektedir. Elde edilen sonuca göre B firması piyasadaki satış paylarından ancak 4.778

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

oranında bir kısmının A firması çıkarına dönüşmesine olanak verecek bir strateji uygulayabilecektir.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİMLİLİK - ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE YÖNTEMLER
YAKLAŞIMLAR VE UYGULAMALAR

-TEORİK VE UYGULAMALI ÇERÇEVE-

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİMLİLİK - ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE YÖNTEMLER YAKLAŞIMLAR VE UYGULAMALAR

Doğadaki kıt kaynaklardan maksimum düzeyde yararlanmanın yolları araştırılırken, verimlilik kavramı “can simidi” olarak görülmüştür. Gelişmekte olan ülkelerin, hem arz hem de talep yönünden, Nurkse’ nin deyimi ile “Fakirliğin kısır döngüsü” içinde oldukları dikkate alınır, kısır döngüyü kırabilecek zorlayıcı gücün kaynağı yüksek verimlilikte aranmalıdır. Ayrıca, son yıllarda gelişen politik ekonomik ve teknolojik konuların, gelişmiş ülkelerde önemli değişimler gösterdiği ve yeni strateji oluşumlarının en baskın aracı haline geldiği gözlenmektedir. Özellikle verimlilik, ülkeler arasındaki geniş pazarların paylaşılmasında rekabet ortamına ve verimlilik performansını artırıcı çalışmaların hızlanmasına neden olmuştur. İktisatçılar, daha ziyade hasılayı üretecek faktör kombinasyonu ve organizasyonu ile ilgilendiklerinden dolayı, verimlilik ve etkinlik parametrelerinin karşılaştırmasını, ekonomik performansı belirlemenin esası olarak değerlendirmişlerdir.

3.1 Verimlilik - Etkinlik Ölçmenin Önemi ve Kapsamı

Verimliliğin, firma, endüstri, sektör ve tüm ekonomi seviyesinde ölçümü, kendi aralarında ve uluslar arası boyutta karşılaştırılması, kalkınma sürecinin önemli konulardan biridir. Örneğin, aynı birim üretim etkin firmalarca daha az kaynak kullanılarak elde edilebiliyorsa, tüm diğer etkin olmayan firmaların ya da işletmelerin aynı seviyeye getirilebildiği bir durum, topluma önemli kaynak tasarrufu sağlayacaktır.

Ayrıca, firma seviyesinde birim üretim başına kullanılan girdilerin izlenmesi ve sağlanan kaynak tasarrufları sonucu oluşan kârlılık oranı, piyasa payı gibi göstergelerin incelenmesi, ilgili firmanın başarı boyutları hakkında önemli ölçüde bilgi havuzunun oluşmasına neden olacaktır. Zira her bir girişimci veya yönetici

etkin bir üretim süreci planlarken, sürdürülebilir rekabetçiliği esas almak durumundadır. Bu nedenle bir firma başarısının tüm boyutlarını, verimlilik ve etkinlik kriterlerine dayandırmak zorundadır¹⁶⁰.

Endüstri seviyesinde, endüstriyel performansı analiz edebilmek için çeşitli etkinlik türlerinin ölçümüne başvurabilir. Ancak, endüstrinin üretim faaliyetinde dışsal faktörlerin etkisini dikkate almak istiyorsak, yapısal etkinsizliğin ölçülmesi ile dışsal şartlardan kaynaklanan etkinsizliğin azaltılması yolları aranabilir. Örneğin, hükümet politikalarının ve müdahalelerinin sonuçlarından yararlanılmak istenilebilir. İç tüketimi karşılayacak düzeyde mal üreten bir şeker endüstrisini dikkate alalım.

Dünya şeker piyasasında stokların birden arttığını ve yurt içi fiyatlara göre, yurt dışı fiyatların hızla düştüğünü varsayalım. Eğer, açık ekonomi şartlarında hükümetin korumacı politikasına başvurulmaz ise (yüksek kota vb), rekabet gücü çok zayıf olan endüstrinin piyasadan çekilme zorunluluğunun getireceği ekonomik yük, ülke ekonomisi için daha ağır olabilir. Zira yapısal etkinlik ölçümünün, endüstriyel verimliliğin uluslararası karşılaştırmasında ilave bir gösterge olduğu ortaya çıkmıştır¹⁶¹. Yine, sektörler arası verimlilik karşılaştırmaları, kaynakların mobilitesini etkilediği gibi, sektörlerdeki hasıla ile verimlilik artışının nedenlerini ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, İngiltere’de 1960-1981 dönemini kapsayan, imalat ve hizmet endüstrisi verimlilik karşılaştırması sonucunda, istihdamın imalat sektöründen hizmet sektörü lehine kaydığı tespit edilmiş ve hizmetler hasılasındaki artışta, içsel teknolojik değişimin etkisine bağlı olarak sermayenin katkı payı tahmin edilmiştir. Ayrıca, sermaye ekipmanı ve gelişen teknolojinin kullanımının doğurduğu yeni

¹⁶⁰ Metin Berk, “Karşılaştırmalı Verimlilik Ölçme Yöntemleri” Verimlilik Dergisi, Cilt. 1 Sayı. 3, (Nisan-Haziran 1972), s. 652; Haluk Kasnakoğlu, “Etkinlik Ölçümü” Verimlilik Dergisi, 1980/2 Özel Sayı , s.137; Henry T. Burley, s. 12; Atilla Tezeren, İmâlat Sanayinde Verimliliği Etkileyen Faktörler, Ankara: MPM Yayınları, No.319, 1985, s.8; Abdullah Doğan, Alper Aydın, İmalatçı Kamu Kuruluşlarında Maliyet ve Verimlilik Karşılaştırması, Ankara: MPM yayınları, No:407, 1990, s.11.

¹⁶¹ G. Anandalingam, N Kulatalika, s. 147

fırsatlardan dolayı verimliliğin sektörden sektöre veya endüstriden endüstriye değiştiği görülmektedir¹⁶².

Kısmi verimlilik ölçümü, aynı zamanda kısmi faktörün sınırlayıcı bir unsur olması halinde, faktörün stratejik önemini belirler¹⁶³. Aslında, yüksek verimlilik bir amaç değil, sosyal gelişmeyi kolaylaştıracak ve insan refahının ekonomik temellerini sağlamlaştıracak bir araç olduğundan, bu kavramı daha geniş bir boyutta algılar isek, karşılıklı etkileşimler sonucu (alt yapı-üst yapı etkileşimi gibi) insanca yaşama hak ve mücadelesinin zırhını oluşturan önemli bir unsurdur.

Verimlilikteki artışın endüstriye ve ekonomiye sağladığı katkıların öneminden dolayı yüksek verimlilik performansına sahip bir ekonominin, endüstriye girişte pozitif dışsal katkılar sağlaması kaçınılmazdır. Bu bağlamda, hem endüstrinin hem de hükümet otoritelerinin verimliliği artıracak performans güçlerini tespit etmeleri kendi faaliyetlerini daha da anlamlandıracaktır¹⁶⁴.

Konuyu daha da somutlaştırsak, verimlilik artışının karar alma birimleri üzerindeki etkisi şöyle sıralanmaktadır:

--Yüksek verimlilik, enflasyonist baskıyı azaltır. Sermayenin getirisini artırır ve uzun dönem yatırımlar için güçlü bir insiyatif kazandırır. Örneğin, Japonya Prodüktivite Merkezi'nce yapılan bir araştırmada, verimlilik düzeyindeki her % 1 oranındaki düşüşün, enflasyonu % 2.5 oranında artırdığı belirlenmiştir¹⁶⁵. Bu oranın,

¹⁶² William J Baumol, Edward N Wolff, "On Interrindustry Differences in Absolute Productivity" Journal of Political Economy, Vol.92, No.60, 1984, s.1018. Richard Barras, "A Comparison of Embodied Technical Change in Services and Manufacturing Industry" Applied Economics, 18, 1986, s. 941. ; G.B. Norcliffe, Pmitcheil, "Structural Effects and Provincial Productivity Variation in Canadian Manufacturing Industry", The Canadian Journal of Economics, X, No.4, (November 1977), s. 696.

¹⁶³ Nicolas Owen, "Nort-Holland Publishing Company" European Economic Review, 7, 1976, s.149. ; Irving B. Kravis, ss.1,12, -Atilla Tezeren, s.52

¹⁶⁴ John F.Helliwell, Peter H.Sturm and Gérard Salou, "International, Comparison of The Sources of Productivity Slowdown, 1973-1982", European Economic Review, 28 (1985), ss.157-191.

¹⁶⁵ Atilla Tezeren, "Uygulanan Verimlilik Modelleri ve Karşılaşılan Sorunlar", Verimlilik Dergisi, MPM yayını, 1989/2, s.8. ; Wolter Elkan, "On the Apperant Benefits of Higher Productivity: an Arithmetical Illustration", Journal of Development Studies, 7 (1), (July, 1971), s.435.

tüm ülkeler için geçerli olması elbette ki düşünülemez. Türkiye, uzun dönemden beri enflasyonist bir baskı altında olmasına rağmen, enflasyonla mücadelede verimlilik artışından ne derecede faydalandığı öncelikle incelenebilir. Yine ekonomik faaliyetlerin tümünden düşük olduğu dönemlerde, yani sermayenin getirisinin tatmin edici olmaması halinde, yüksek verimlilik, yatırım faaliyetleri açısından önemli bir uyarıcı olabilir.

--Yüksek verimlilik, ekonomideki katılıkları (rijidite) yumuşatır. Yapısal adaptasyonu kolaylaştırır. Bu, güçlü ekonomik yapıya sahip ülkelerin ve endüstrilerin en önemli özelliklerinden biri olup her zaman doğabilecek ilave faaliyetlerin genel yapı içinde, yeni şartlara pürüzsüz şekilde uyum sağlayan bir performans göstergesidir.

--Yüksek verimlilik, her bir ülkenin uluslararası rekabette bir karar faktörüdür. Örneğin, ihracat gelişmesi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi dikkate alırsak, düşük ve orta gelir grubuna giren ülkelerde, ihracat genişlemesinin, daha iyi ekonomik bir performansı beraberinde getirdiğini vurgulayan araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmalara göre, ihracatın toplam faktör verimliliğine etkisi önemlidir. Yani, verimlilik ve kalitenin ihracatı; ihracatın da verimliliği artırdığı tarzda karşılıklı etkileşim yadsınmamalıdır. Teknik değişme oranının, ihracat artışının bir fonksiyonu olduğu varsayımı altında basit bir üretim fonksiyonuna dayalı olarak yapılan çalışmada düşük gelirli ülkelerde determinasyon katsayısı (R^2) 0.49 iken teknik değişmeye bağlı olarak bu katsayı 0.57 ye çıkmıştır. Yani, ihracat artışının toplam faktör verimliliğini artırdığını gösteren ihracat katsayısı (R_x), pozitif ve yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Orta gelirli ülkelerde ise R^2 0.56' dan 0.65' e yükselmiştir¹⁶⁶. Yine, başka bir çalışmada da Britanya ve ABD' deki imalat endüstrilerinin nispi verimlilik

¹⁶⁶ Rostam M Kavoussi, "Export Expansion and Economic Growth", Journal of Development Economics, 14 (1984), s.246. ; Jörg Beyfus, "Verimlilikle İhracat Arasındaki Etkileşim: Dış Ticaret politikası Açısından Bir Yorum", Ankara: Verimlilik-ihracat-Kalkınma Sempozyumu, MPM Yayınları, No.351. 1987, s. 174. ; Tefik Ertüzün, "İktisadi Kalkınmada Dış Ticaret Politikaları", Ankara: Verimlilik-İhracat-Kalkınma Sempozyumu, MPM Yayınları, No.351, 1987, s.23.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

farkları, ihracat performansları ile mukayese edildiğinde, verimlilik oranındaki % 1 değişiminin iki ülkenin ihracat değerleri oranında % 1,6'lık bir değişmeye yol açtığı görülmüş olup korelasyon katsayısının (r) % 86 ve R^2 'nin 0.74 olduğu bulunmuştur. Yani, ihracat oranındaki değişimin % 74' ü nispi verimlilik farkı ile açıklanmıştır¹⁶⁷.

--Yüksek verimlilik, çalışma saatlerini iyileştirir, boş zaman (dinlenme) kazanımına yönelik emek getirisini daha da artırır. Dolayısıyla çalışanların daha fazla boş zaman ve dinlenme fırsatı elde etmesine imkân verir¹⁶⁸. Ayrıca, verimlilikteki artış, daima çalışanların üzerindeki fiziki baskıyı azaltır. Moral destek sağlar. Emek zahmetine değer verenler için emek-sermaye ikamesini kolaylaştırır. Dolayısıyla üretim süreci hem vasıflı emek lehine gelişmiş olacak hem de top yekun refah standardı artmış olacaktır.

Kısacası, verimlilik, emek getirisinin prim kaynağı veya hayat standardındaki gelişmelerin bir aracıdır. Örneğin, ücret artışlarını engellemeye yönelik bir baskı söz konusu olsa, maliyetler üzerindeki etkiyi ortadan kaldıracak bir politika aracı olarak başvurabilecek temel referanslardan biri verimlilikteki potansiyel artıştır. Bu yönüyle verimlilik, firma, endüstri ve genel ekonomik performans açısından, en küçük birimden en büyük birime kadar, her türlü iktisadi faaliyetin rekabetçi özünü açıklayacak bir olgu olup bir tür “hayat tarzı” olarak algılanmalıdır¹⁶⁹.

3.2. Verimlilik - Etkinlik Ölçümünde Yöntemler ve Yaklaşımlar

Bu kısımda, verimlilik ve etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılan yaklaşım ve indeks türleri ele alınmakta ve bu indekslerin verimlilik ve etkinlik ölçümündeki önemi ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

¹⁶⁷ Bela Balassa, “An Empirical demonstration of Classical Comparative Cost Theory” The Review of Economics and Statistics, Vol:45, 1963, s.235.

¹⁶⁸ H.Kohler, s.295.

¹⁶⁹ Bedri Gürsoy, Verimlilik Üzerine Düşünceler, Ankara: MPM Yayınları No.324, 1985, ss.81,93.

3.2.1 Verimlilik Ölçme Yaklaşımları ve Temel İndeksler

“İndeks, belirli bir istatistiki olaya ait değerlerin, zaman veya yer itibariyle gösterdiği nispi değişmelerin bir ölçüsüdür”. Bu ölçüt, firma, endüstri ve sektör hasıllarındaki veya tüm GSMH’deki nispi değişmeleri ifade etmede başvurulan bir yaklaşımdır. Bu basit ölçüm tekniği ile gerek belli bir zaman noktasında (yatay-kesit) gerekse zaman periyodu içerisinde (zaman serisi) ülkeler arasında verimlilik değişmeleri gözlenebilmektedir¹⁷⁰.

İndeks sayısı, belli bir zaman aralığında ilgili değişkenler setinde meydana gelebilecek değişmeleri ölçen reel bir sayıdır. Bu nedenle, kavramsal olarak indeks sayıları ile zaman veya mekan boyutlu karşılaştırmalar yapılabilmekte ve firmalar, endüstriler/bölgeler veya ülkeler arasındaki gelişme farklılıklarının derecesi ölçülebilmektedir. Başka bir deyişle, zaman eksenli olarak meydana gelen fiyat ve miktar değişmeleri izlenebilmektedir.

İndeks sayıları çeşitli ekonomik değişkenlerin seviyelerinde meydana gelen değişmeleri ölçmek için yaygın olarak kullanılan araçlardır. Örneğin tüketici fiyat indeksi (TÜFE), tüketim malları ve hizmetlerinin fiyatlarında meydana gelen değişmeleri ; imalat indeksi olarak da bilinen toptan eşya fiyatları indeksi (TEFE), fabrika çıkış fiyatlarındaki değişmeyi ; GSMH Zımni Deflatörü ekonominin bütünü açısından nispi fiyatlardaki değişmeyi ölçer. Burada yaygın olarak kullanılan ekonomik göstergelerden, finansal indeksler, ithalat ve ihracat fiyat indeksleri de hatırlanabilir.

Gelecekle ilgili verimlilik tahminlerinde bilgisayarla kontrol edilen ölçek ve ekipmanların kullanımının arttığını dikkate almak gerekir. Benzer şekilde, zaman ilerledikçe çalışanların eğitim seviyelerindeki iyileşmeler ve mekanik üretim süreci ile ilgili teknolojik gelişmeler sonucu emek verimliliğinin artabileceğini; siyasal ve sosyal faktörlerin etkisi ile çalışanların davranışlarındaki

¹⁷⁰ Paul Newbold, *Statistics for Business and Economics*, Second Edition, Prentice-Hall International Editions, 1988, ss.651-664. ; Aydın Türkbâl, *Bilimsel Araştırma Metotları ve Uygulamalı İstatistik*, 2. Baskı, Erzurum: A.Ü. Yayınları, No:640, 1987, s.229.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

değişmeler sonucu, emek verimliliğinin azalabileceğini hesaba katmak gerekir. Çok yönlü kombinasyonlar sonucunda, şayet verimlilik trendleri, gözle görülebilir şekilde üretim faktörlerinin verimliliğinde bir artışı gösterirse, bu trendler, gelecekteki fiziki üretim sürecindeki değişmelerin tahmini olarak değerlendirilmektedir¹⁷¹.

Verimlilikteki gerçekleşmiş veya gerçekleşebilecek bu tür değişmeler, en basit şekli ile aritmetik ve geometrik indekslerle hesaplanabilmektedir. Hemen belirtelim ki, bu yöntemde üretim faktörü sayısına göre kısmi verimlilik indeksinin düzenlenmesi gerekir. Her bir indeks kendine özgü bir kullanıma sahip olmakla beraber, en önemli ve en yaygın şekilde kullanılanı, kısmi ve toplam faktör verimliliği indeksidir. Örneğin, ortalama emek verimliliği ile ilgili kısmi indeks, $AP_L = Q/L$; ortalama sermaye verimliliği ile ilgili kısmi indeks de $AP_K=Q/K$ şeklinde gösterilebilir. Toplam faktör verimliliği (TFP) indeksi, literatürde zaman zaman "Residual Index", "Technical Progress" veya "Multifactor Productivity Index"i olarak da adlandırılmaktadır. Bu indeks, aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$A = Q / (\alpha L + \beta K) \quad (3.1)$$

Burada, Q = Hasıla, L = Emek, K = Sermaye olup, α ve β , üretimdeki kısmi payları gösteren ağırlıklardır..

Üretim miktar indeksleri, çıktıdaki artışı (büyüme) ölçer. Ancak, bu artış üzerinde girdilerdeki artış ile teknolojik değişmedeki artışın veya etkinlikteki değişmelerin katkıları arasında bir ayırım yapmazlar. Reel çıktının (t) ve (t+1) dönemi arasında büyümesi girdi kullanımında artıştan kaynaklanıyor olabilir. Öyleyse, reel çıktıdaki büyüme, hem girdi kullanımındaki artışın hem etkinlikteki artışın hem de teknolojik değişimin bir fonksiyonu olarak değerlendirilmelidir.

¹⁷¹ Richard G.Lipsey, s.202. ; Evan J.Douglas, Managerial Economics: Analysis and Strategy, Third Edition, USA: Prentice-Hall International Editions, 1987, s.337.

Bu bağlamda, verimlilikteki değişmeyi ölçmede kullanılan farklı yaklaşımların bilinmesi gerekir. Verimlilikteki değişmeyi ölçmede kullanılan teorik yaklaşımlar arasındaki ayırımı işaret etmekte yarar vardır. Diewert (1992) tarafından ifade edilen birinci yaklaşım “ Hicks-Moorsteen” yaklaşımı olup bu yaklaşım esas itibariyle TFP ölçmektedir. Caves, Christensen ve Diewert (CCD) (1982b) tarafından ortaya konulan ikinci yaklaşım ise “Malmquist Verimlilik İndeksi” yaklaşımıdır. Bu yaklaşım altında verimlilikteki değişmeyi ölçmenin bir yolu, veri girdi seviyelerini ve teknolojinin mevcut durumunu kullanarak ne kadar daha fazla ürün üretildiğini, veri referans teknoloji altında aynı girdi seviyelerini kullanarak ne kadar üretilebileceğine nispetle görmektir. Bir diğer alternatif, veri referans teknoloji altında veri çıktı seviyesini üretmek için uygun olan (feasible) girdi kullanımındaki azalmayı inceleyerek verimlilikteki değişmeyi ölçmektir. Bu iki yaklaşım verimlilikteki değişmeyi ölçmenin çıktı eksenli (output-oriented) ve girdi eksenli (input-oriented) ölçüleri olarak ifade edilirler¹⁷². Verimlilikteki değişmeyi ölçmede kullanılan diğer iki yaklaşım da “Kendrick’in Aritmetik ve Slow’un Geometrik İndeks” yaklaşımlarıdır. Konuyu ayrıntılı bir şekilde ele alabilmek için ilkin, temel indeksler kavramsal çerçevede incelenecek; daha sonra verimlilik ölçme indeksleri alt başlıklar halinde açıklanacaktır.

3.2.1.1 Fiyat ve Miktar İndeksleri

Basit fiyat indeksi, tek bir maddenin fiyat ve miktarında zaman içerisinde meydana gelen oransal değişimleri; bileşik indeks – hemen belirtelim ki bu indeks kapsadığı maddelerin basit indekslerinin bir ortalamasıdır- ise iki veya daha çok maddenin fiyat ve miktarında zaman içerisinde ortaya çıkan oransal değişimleri tespit amacıyla hesaplanır¹⁷³.

Fiyat indeks sayıları tüketici fiyatlarını, girdi ve çıktı fiyatlarını, ihracat ve ithalat fiyatlarını belirtmek için kullanılırken,

¹⁷² Coelli ve diğerleri, 1998, s. 121.

¹⁷³ Aydın Türkbâl, “Uygulamalı İstatistik, Filiz Kitabevi, 1995, istanbul, s.161

miktar indeks sayılarına bir firma tarafından veya firmalar arasında zaman içerisinde kullanılan girdilerin veya üretilen çıktılarının miktarlarında meydana gelen değişimleri ölçmek için başvurulabilir. Örneğin bir dönemden (t döneminden) diğer bir döneme (t+1 dönemine) olan değer değişimi, (t) ve (t+1) dönemlerindeki malların değerinin birbirlerine oranı olarak gösterilirse şöyle yazılabilir:

$$V_{t,t+1} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i^{t+1} q_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N p_i^t q_i^t} \quad (3.2)$$

İndeks, $V_{t,t+1}$, (t) döneminden (t+1) dönemine N sayıdaki mal miktarından oluşan sepetin değerindeki değişmeyi ölçer. $V_{t,t+1}$ fiyat ve miktar büyüklüklerindeki bir değişimin sonucunu ifade eder. Bu sonucu ölçmek kolay olmakla birlikte fiyat ve miktar değişmelerinin etkilerini ayırt etmek oldukça zordur. Bu etkileri ayırtmak istediğimizde miktar değişimini ölçmek için miktar bileşeni kullanılabilir. Fakat bu durum, tek bir malın konu edildiği durumlar için kolay olmakla birlikte, genelde birden çok mal için indeks düzenlendiğinden dolayı, her bir malın miktarını ve fiyatını bir araya getirerek indeksin tek bir reel sayıya indirgenmesi kolay olmamaktadır. Bu nedenle ilgili değişimleri ifade etmek amacıyla aşağıdaki farklı yöntemler geliştirilmiştir.

3.2.1.1.1.Fiyat İndeksleri: Laspeyres, Peasche ve Fisher

Uygulamada yaygın bir biçimde kullanılan Laspeyres fiyat indeksi ağırlık olarak baz dönemi miktarlarını kullanır iken; Peasche fiyat indeksinde ağırlık olarak cari dönem miktarları tercih edilmektedir.

$$\text{Laspeyres indeksi} = P_{t,t+1}^L = \frac{\sum_{i=1}^N P_i^{t+1} q_i^t}{\sum_{i=1}^N P_i^t q_i^t} = \sum_{i=1}^N \frac{P_i^{t+1}}{P_i^t} x \omega_i^t \quad (3.3)$$

Burada, P: fiyatı, Q: miktarı, t ilgili dönemi, t+1 ve t-1 ler ise dönem öncesi ve sonrasını göstermektedir. Ayrıca $\omega_i^t = \frac{P_i^t q_i^t}{\sum_{i=1}^N P_i^t q_i^t}$ i'nci malın baz dönemindeki değerinin payıdır.

$$\text{Peasche indeksi} = P_{t,t+1}^P = \frac{\sum_{i=1}^N P_i^{t+1} q_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N P_i^t q_i^{t+1}} = \frac{1}{\sum_i \frac{P_i^t}{P_i^{t+1}} x \omega_i^{t+1}} \quad (3.4)$$

$$\text{Fisher indeksi} = P_{t,t+1}^F = \sqrt{P_{t,t+1}^L x P_{t,t+1}^P} \quad (3.5)$$

Fisher indeksi ise Laspeyres ve Peasche indekslerinin çarpımlarının karekökü olarak tanımlanmaktadır.

3.2.1.1.2. Miktar İndeksleri

Miktar değişimlerini ölçmede iki yaklaşım kullanılabilir. Birincisi (q_i^{t+1}/q_i^t) ile ifade edilen doğrudan yaklaşımdır. Bu yaklaşım bireysel spesifik miktar değişmelerinden hareketle genel miktardaki değişmeyi ölçer. Laspeyres, Paasche, Fischer ve Tornqvist indeksleri miktar indeksleri olarak doğrudan uygulanabilirler. Dolaylı yaklaşım olarak bilinen ikinci yaklaşım, fiyat ve miktar değişmelerinin, (t) ve (t+1) dönemlerindeki değer değişimini oluşturan iki bileşene dayanmaktadır.

3.2.1.1.2.1 Doğrudan Yaklaşım

Farklı formlarda düzenlenmiş miktar indeksi formülleri fiyat indeks sayıları kullanılarak -basit anlamda fiyat ve miktarların yerleri değiştirilerek- tanımlanabilir.

$$Q_M^L = \frac{\sum_{j=1}^N p_i^t q_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N p_i^t q_i^{t+1}} \quad Q_{t,t+1}^P = \frac{\sum_{j=1}^N p_i^{t+1} q_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N p_i^{t+1} q_i^t} \quad \text{ve}$$

$$Q_{t,t+1}^F = \sqrt{Q_{t,t+1}^L \times Q_{t,t+1}^P} \quad (3.6)$$

Çarpım ve toplam (log-değişim) formlarını gösteren aşağıdaki Tornqvist miktar indeksleri de şöyle yazılmaktadır :

$$Q_{t,t+1}^T = \prod_{i=1}^N \left[\frac{q_i^{t+1}}{q_i^t} \right]^{\frac{\omega_i^t + \omega_i^{t+1}}{2}} \quad (3.7)$$

Burada, w^t , w^{t+1} ilgili dönemlerin ağırlıklarını göstermektedir.

$$\ln Q_{t,t+1}^T = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\sigma_i^t + \omega_i^{t+1}}{2} \right) (\ln q_i^{t+1} - \ln q_i^t) \quad (3.8)$$

Denklem (3.7) da verilen Tornqvist indeksi, (t) ve (t+1) dönemlerinde üretilen girdi ve çıktı miktarlarındaki değişimleri ölçmede kullanılan en yaygın indeks türüdür. Ayrıca, denklem 3.8 da verilen kalıp ise bu indeksin log-değişim formunu ifade etmektedir.

3.2.1.1.2.2. Dolaylı Yaklaşım

Dolaylı yaklaşım genellikle zaman içerisinde ortaya çıkan miktar değişimlerinin karşılaştırılması amacıyla kullanılır. Bu yaklaşım, fiyat ve miktar değişimlerinin değer değişimini temel alan bir yaklaşım olarak bilinir ve aşağıdaki kalıp ile gösterilir.

Değer değişimi= Fiyat değişimi x miktar değişimi

$$V_{t,t+1} = P_{t,t+1} \times Q_{t,t+1} \quad (3.9)$$

Burada $V_{t,t+1}$, (t+1) dönemindeki değerlerin (t) dönemindeki değerlere oranıdır. Bu oran $Q_{t,t+1}$, $P_{t,t+1}$ ' in bir fonksiyonu olarak doğrudan veriden elde edilir ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$Q_{t,t+1} = \frac{V_{t,t+1}}{P_{t,t+1}} = \frac{\sum_{j=1}^N p_i^{t+1} q_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N p_i^t q_i^t} / P_{t,t+1} = \frac{\sum_{j=1}^n p_i^{t+1} q_i^{t+1} / p_{t,t+1}}{\sum_{i=1}^N p_i^t q_i^t} \quad (3.10)$$

Burada, $\therefore Q_{t,t+1} = t+1$ dönemindeki değer (t dönemi fiyatlarıyla) / t dönemindeki değer (t dönemi fiyatlarıyla)

Yukarıdaki denklemden pay, sabit fiyat serilerine karşılık gelir. Yani, gözlem döneminin fiyat ve miktar değişimleri deflate edildikten sonra parasal değerler oranı olarak açıklanır. Bu yaklaşıma ilişkin bir örnek olay:1 uygulamalar kısmında ele alınacaktır.

3.2.1.2. Verimlilik Ölçme İndeksleri

Üretim sürecinin geçmişteki belli dönemlerini dikkate alarak, faktörlerden bir kısmının veya tamamının verimliliğindeki değişimleri takip etmek mümkündür. Yine, gelecek dönemler içindeki üretim sürecinin fiziki etkinliğini dikkate aldığımız zaman da, geçmişteki trendlere göre üretim faktörlerinden en azından bir kısmının verimliliğindeki değişimleri beklemek veya tahmin etmek de mümkündür. Ancak, verimlilik ölçülmeden önce, üretim faktörlerinden beşeri olanlarla fiziki olanların ayrıştırılarak niteliksel ve niceliksel ayrımların iyi tanımlanması gerekir. Üretimin imkân ölçüsünde fiziki birimler şeklinde belirtilmesi, daima tercih edilmektedir. Verimlilik ölçümünde, özellikle emek verimliliği için işçi başına veya kişi başına çıktı ölçüleri kullanılmakla beraber, “emek saati başına” çıktı düzeyi verimliliğin en yaygın biçimde kullanılan ölçü birimi olduğu genel kabul görmektedir. Ancak, bu yöntem nedensellik boyutuna açıklık getirmediği için bir analiz aracı olmaktan ziyade basit fikir edinme aracı olarak kabul

edilmektedir. Dolayısıyla verimlilik ölçme indeksi olarak yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu indekslerden bazıları aşağıda ele alınmıştır.

3.2.1.2.1. Tornqvist İndeksi

Son yıllarda Tornqvist indeksi toplam faktör verimliliğini ölçmeye yönelik olarak yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. Tornqvist fiyat indeksi, t ve t+1 dönemlerindeki nispi fiyatların ağırlıklı geometrik ortalamasıdır ve aşağıdaki kalıpla ifade edilmektedir¹⁷⁴:

$$P_{t,t+1}^T = \prod_{i=1}^N \left[\frac{P_i^{t+1}}{P_i^t} \right]^{\frac{\omega_i^t + \omega_i^{t+1}}{2}} \quad (3.11)$$

Bu indeks genellikle logaritmik-değişim kalıbıyla aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\ln P_{t,t+1}^T = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\omega_i^t + \omega_i^{t+1}}{2} \right) [\ln P_i^{t+1} - \ln P_i^t] \quad (3.12)$$

Tornqvist indeksi logaritmik fiyat değişmelerinin ağırlıklı ortalaması olup, i'nci malın fiyatındaki yüzde değişme logaritmik değişme olarak tanımlanmıştır.

$$\ln P_i^{t+1} - \ln P_i^t = \ln (P_i^{t+1} / P_i^t) = [(P_i^{t+1} / P_i^t) - 1] \quad (3.13)$$

Böylece, log-değişim formunda gösterilen yukarıdaki Tornqvist indeksi, fiyatlardaki genel artış oranının bir göstergesidir.

¹⁷⁴ T.J.Coelli, D.S.Rao and G.E.Battase, An Introduction To Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Academic Publishers, London, 1998, ss.74-76.

3.2.1.2.2. Hicks-Moorsteen Verimlilik İndeksleri

Hicks (1961), Moorsteen (1961) ve Dievert (1992) tarafından ifade edilen ve Bjurek (1996) tarafından tartışılan bu yaklaşım Malmquist Toplam Faktör İndeksi olarak ifade edilir. Burada verimlilik indeksleri, çıktı indeks sayılarının girdi indeks sayılarına oranları olarak ifade edilirler.

Hicks-Moorsteen verimlilik indeksi, S^t ve S^{t+1} teknolojileri kullanılarak ele alınan girdi ve çıktı vektörleri (x^t, y^t) ve (x^{t+1}, y^{t+1}) ile temsil edilirler. t ve $t+1$ iki farklı dönemdeki tek bir firmayı veya aynı dönemde ve farklı teknolojiyi kullanan farklı firmaları temsil eder. $HM(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ ile tanımlanan Hicks-Moorsteen indeksi aşağıdaki gibidir:

$$HM^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{Q_0^{t+1}(y^t, y^{t+1}, x^{t+1})}{Q_i^{t+1}(x^t, x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (3.14)$$

Burada t ve $t+1$ zaman değişkenleri, x girdi, y ise çıktı vektörüdür.

3.2.1.2.3. Malmquist Verimlilik İndeksleri

Malmquist verimlilik indeksleri çıktı eksenli (output-oriented) veya girdi eksenli (input-oriented) yaklaşım kullanılarak tanımlanmış ve ayrıntılı analizi aşağıda verilmiştir¹⁷⁵.

3.2.1.2.3.1 Çıktı-Eksenli İndeksler

Üretim teknolojisi ve girdi vektörleri veri iken çıktı eksenli verimlilik ölçüm değerleri, fiili çıktıların üretilebilecek maksimum (potansiyel) çıktı seviyesine oranı ile hesaplanır. Bu sonuç çıktı fark fonksiyonları kullanılarak elde edilmekte ve t dönemi gözlemlenerek aşağıdaki indeks düzenlenebilmektedir.

$$m_0^t = (y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \quad (3.15)$$

¹⁷⁵ Coelli ve diğerleri, 1998, ss.122-125.

Bu indekse konu olan firma her iki dönemde de teknik olarak etkin ise indeks, $d_0^t(y^t, x^t)=1$ dir. Dolayısıyla,

$$m_0^t(y^{t+1}, y^t, x^t, x^{t+1}) = d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1}) \text{ olur} \quad (3.16)$$

Denklem 3.16, $m_0^t(y^{t+1}, y^t, x^t, x^{t+1})$ en az çıktı deflatör faktörünü gösterir ki, bu vektör, t+1 dönemindeki firma için $y^{t+1}/[m_0^t(\cdot)]$ şeklinde deflate edilmiş çıktı vektörü olarak tanımlanır. Böyle bir çıktı vektörü x^{t+1} girdi vektörü ile t dönemindeki üretim teknolojisinin tam yüzeyli (aynı koordinat düzleminde) olduğunu açıklar. Eğer, firmanın (t+1) dönemi teknolojisiyle tanımlanmış verimlilik düzeyi, t dönemi teknolojisiyle tanımlanan verimlilik düzeyinden daha yüksek ise Malmquist verimlilik indeksi $m_0^t(\cdot) > 1$ olur.

Bu kısıt altında, (t+1) dönemi teknolojisine dayalı çıktı eksenli Malmquist verimlilik indeksi de şöyle gösterilmektedir:

$$m_0^{t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} = \frac{1}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \quad (3.17)$$

Denklem 3.16'daki ikinci eşitlikte de, (t+1) döneminde, firmanın teknik olarak etkindir ve dolayısıyla da $d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})=1$ olmalıdır.

3.2.1.2.3.2. Girdi-Eksenli İndeksler

Girdi eksenli verimlilik ölçümünde, yine, (t+1) dönemi teknolojisini veri iken, y^{t+1} çıktı seviyesini üretmek için gerekli olan girdi donanımı, (t) döneminde gerekli olan girdi donanımı ile karşılaştırılır. Başka bir ifadeyle, girdi eksenli indeks, x^{t+1} i, t dönemi teknolojisini altında gerekli olan (x) ile karşılaştırma anlamına gelir :

$$m_i^t(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{d_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^t(y^t, x^t)} \quad (3.18)$$

Burada firma, her iki dönemde de teknik olarak etkin olduğunda $d_i^t(y^t, x^t) = 1$ olur.

Buradan da

$$m_i^t(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = d_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) \text{ ulaşılır.} \quad (3.19)$$

Ayrıca, firmanın, (t+1) döneminde, daha yüksek verimlilik seviyesine sahip olması halinde $d_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})$ 'nin birden (1) daha büyük olması beklenir. Öte yandan, (t+1) dönemi teknolojisine dayalı girdi eksenli Malmquist verimlilik indeksi şöyle tanımlanmıştır:

$$m_i^{t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{d_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^{t+1}(y^t, x^t)} = \frac{1}{d_i^{t+1}(y^t, x^t)} \quad (3.20)$$

3.20'da verilen kalıptaki ikinci eşitlikte de, firmanın, (t+1) döneminde tam etkinliğe sahip olduğu kabul edilir.

3.2.1.2.4. Kendrick ve Solow İndeksleri

Toplam faktör verimliliğini ölçmede başvurulan ve ampirik araştırmalarda çok sık kullanılan diğer iki yaklaşım, Kendrick'in aritmetik ve R.Solow'un geometrik indeks formülleridir¹⁷⁶

¹⁷⁶ M.Ishak Nadiri,"Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity:Asurvey",Journal of Economic Literature,Volume.VIII, (December-1970) No.4, ss.1138,1141.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Kendrick'in aritmetik indeksi şu şekilde gösterilmiştir:

$$\frac{dA}{A} = \frac{Q_1 / Q_0}{(wL_1 + rK_1) / (wL_0 + rK_0)} - 1 \quad (3.21)$$

Solow indeksi ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun, ölçüğe göre sabit getiri ve değişkenlerin, birbirinden bağımsız olduğu varsayımına dayanır. Bu indeks aşağıdaki şekilde formüle edilir:

$$dA/A = dQ/Q - [\alpha (dL/L) + \beta (dK/K) + \gamma (dE/E)] \quad (3.22)$$

Burada, dA/A: TFP deki değişme, Q_1, Q_2 : Üretim miktarları, K: Sermaye, L: Emek ve E: Hata payıdır.

Bu indekslere göre, toplam üretim fonksiyonu parametrelerinin tahminindeki hata payı veya eksikliklerin, toplam faktör verimliliği ölçümüne yansımaları bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. Ancak, kısa dönem ortalama maliyetin büyüme oranı analiz edilerek, Berndt-Fuss kapasite kullanımı etkisi ve toplam faktör verimliliği büyüme oranı yaklaşımı ile üretim fonksiyonu parametrelerini tahmin etmeksizin, sadece fiyat ve miktarı kullanarak, toplam faktör verimliliği ölçümündeki hata paylarını elimine etmek mümkündür¹⁷⁷.

3.2.2. Etkinlik Ölçümünde Yöntem ve Yaklaşımlar

Farrell, çok girdili bir firmanın etkinlik ölçümünü tanımlamada, Debreu (1951) ve Koopmans'ın (1951) çalışmasını temel almaktadır. Farrell bir firmanın etkinliğinin iki unsur içerdiğini ileri sürmüştür ve bunların teknik ve tahsis etkinliğinden oluştuğunu belirtmiştir. Daha önce de açıklandığı gibi teknik etkinlik, bir firmanın veri girdiler setinden maksimum çıktıyı elde etme gücünün bir göstergesi veya veri bir girdi setinden muhtemel en büyük hasılanın üretilebilme başarısı olarak tanımlanmaktaydı. Yine, üretim sürecinde fiziki üniteler cinsinden en ideal girdi-çıkıtı

¹⁷⁷ Charles R. Hulten, "Productivity Change, Capacity Utilization and the Sources of Efficiency Growth", Journal of Econometrics, 33, 1986, s.31.

bileşenin ortaya çıkarılması ve yeni firmaların zaman içinde endüstriye girişine göre süreçteki değişmelerin izlenmesi önemli bir sürdürülebilir rekabet göstergesidir.

Tahsis etkinliği ise girdi ve çıktı fiyatları ile üretim teknolojisi veri iken, bir firmanın üretim faktörlerini (emek ve sermaye gibi) optimal oranlarda kullanabilme yeteneğiyle tanımlanır¹⁷⁸.

Firmanın, gerek tedarik gerekse nihai pazarlara erişim aşamalarında en uygun üretim faktörü ile odaklaştığı müşteri grubunun istediği en uygun ürünü, minimum maliyete mal etmesi ve bunu en uygun fiyattan satabilme başarısıdır da diyebiliriz.

Bu iki ölçüm, toplam etkinlik veya ekonomik etkinlik bileşenleri olarak değerlendirilir ve bir araya (kombine) getirilmeleriyle genel ekonomik etkinliğe ulaşılır. Burada, teknik ve tahsis etkinliğini geometrik olarak (grafik yardımı ile) ortaya koymak da mümkündür.

3.2.2.1. Etkinlik Ölçme Yaklaşımları

Bu analiz sürecinde, iki farklı yaklaşım izlenilmektedir. Bunlardan birincisi girdi eksenli (input-oriented measures), ikincisi ise çıktı eksenli ölçmelerdir (output-oriented measures). Her iki yaklaşım aşağıda daha ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

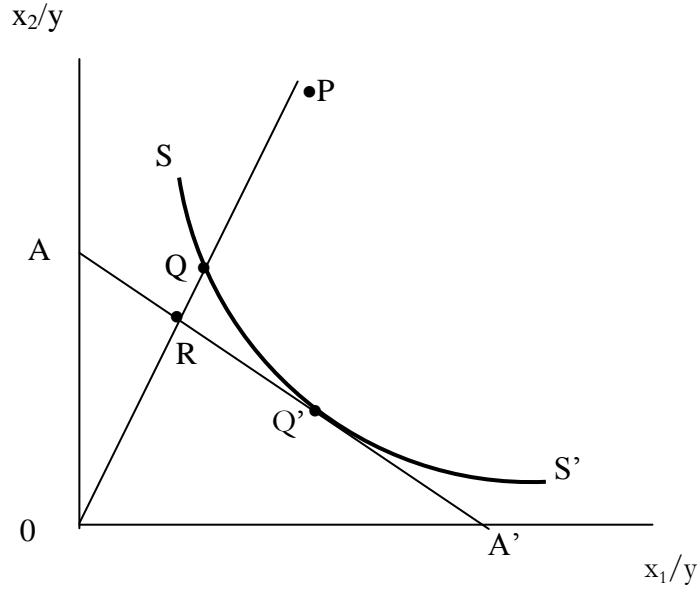
3.2.2.1.1. Veri Ürünü En Uygun Girdi İle Üretim Yaklaşımı (Girdi-Eksenli Yaklaşım)

Birinci bölümde verilen kavramsal çerçevede belirtildiği gibi bu yaklaşım, Farrel tarafından ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında iki girdi (x_1, x_2) kullanarak tek çıktı (y) üreten firmalar örneği ile açıklanmaktadır¹⁷⁹. Gözleme konu olan firmalardan, tam

¹⁷⁸ Farrel çalışmasında tahsis etkinliği kavramı yerine fiyat etkinliği kavramını ve ekonomik etkinlik kavramı yerine de genel etkinlik kavramını kullanmıştır.

¹⁷⁹ Farrel çalışmasında, ikiden daha fazla girdili, çok çıktılı ve ölçüğe göre artan/azalan getirilere ilişkin durumları da tartışmıştır.

etkin olanlara (full efficient firms) göre türetilen eşürün eğrisi Şekil 3.1'de SS' ile gösterilmektedir¹⁸⁰.



Şekil 3.1 Teknik ve Tahsis Etkinlikleri

Şekilde görüldüğü gibi veri firma, bir birim çıktı üretmek için P noktasıyla verilen girdi miktarlarını kullanırsa, firmanın teknik etkinsizliği QP mesafesi kadar olur. Bu mesafe üründe herhangi bir azalma olmaksızın tüm girdilerin oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini gösterir. Bu, genellikle teknik olarak etkin üretime ulaşmak için tüm girdilerin azaltılmasını belirten QP/OP oranı ile gösterilir. Yani, bir firmanın teknik etkinliği (TE) veya etkinsizliği çoğunlukla yüzde cinsinden ifade edilir ve $0 < TE < 1$ kısıtıyla tanımlanır.

$$TE = OQ/OP \quad (3.23)$$

Bu değer, firmanın teknik etkinsizliğinin derecesini belirten bir göstergedir. Yani bir kısıtı tam etkinliği ifade ederken birden küçük değerler etkinsizlik derecesini yansıtır. Öte yandan, Şekil 3.1.'de AA' eş-maliyet doğrusunun eğimiyle açıklanan girdi fiyatları

¹⁸⁰ Coelli ve diğerleri, 1998 s.135.

oranının bilinmesi koşuluyla tahsis etkinliği de hesaplanabilir. Burada P noktasında faaliyet gösteren bir firmanın tahsis etkinliği (AE) şöyle tanımlanır:

$$AE = OR/OQ \quad (3.24)$$

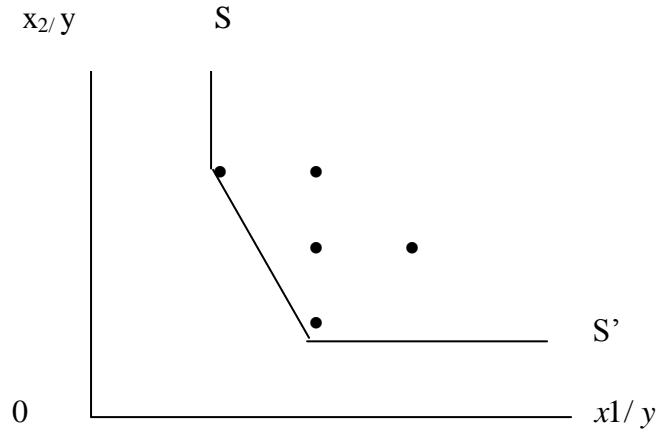
Süreç, RQ mesafesinde ise, üretim teknik olarak etkin ancak tahsis açısından etkinsizdir. Çünkü, Q noktası eşürün eğrisi üzerinde olmakla birlikte eş maliyet doğrusu üzerinde değildir. Dolayısıyla tahsis açısından etkin olan Q' noktası üretim maliyetlerinde ortaya çıkabilecek bir azalmayı gösterir. Bu durumda ekonomik etkinliğin oransal tanımı,

$$EE = OR/OP \text{ dır.} \quad (3.25)$$

Burada RP mesafesi maliyetteki azalma olarak da yorumlandığından teknik ve tahsis etkinliği ölçüleri, aynı zamanda genel ekonomik etkinlik ölçüsü olarak da adlandırılmaktadır. Bu iki ölçümü yansıtan ve etkinlik bileşenler değeri olarak bilinen ekonomik etkinlik de sıfır ve bir arasında bir değer olup şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$TE \times AE = (OQ/OP) \times (OR/OQ) = (OR/OP) = EE \quad (3.26)$$

Bu analizde, etkin eşürün eğrisi örnek verilerden hareketle tahmin edilirken, Farrell şu iki durumdan birinin kullanılmasını önermektedir: Birincisi, tüm fiili verilerin eş ürün eğrisinin solunda veya aşağısında yer almadığı parametrik olmayan piece-wise-linear konveks eşürün (Şekil 3.2) eğrisi ikincisi de parametrik Cobb-Douglas üretim fonksiyondur.



Şekil 3.2 Piece-wise-Linear Konveks Birim Eşürün

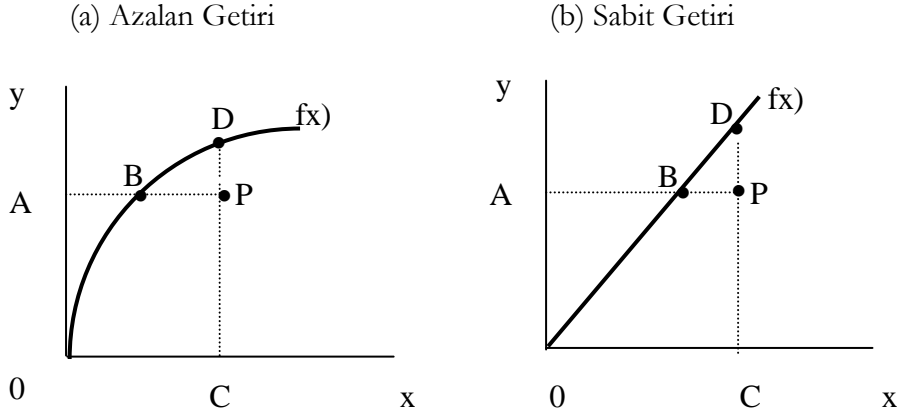
Bu etkinlik ölçüleri, ölçeğe göre sabit getirili teknoloji çerçevesinde ele alınmıştır. Ayrıca, sabit olmayan getirilerle açıklanan teknolojiler bağlamında tanımlamalar yapılmaktadır ki, bunlar ileride ayrı ayrı incelenecektir.

3.2.2.1.2. Veri Girdi İle Maksimum Ürünü Üretim Yaklaşımı (Çıktı-Eksenli Yaklaşım)

Yukarıda analiz edilen girdi-eksenli etkinlik ölçümünde, üretilen çıktıyı azaltmama veya veri çıktıyı referans olarak girdi miktarlarının ne kadar azaltılabileceği sorusunun cevabı aranmaktaydı. Aynı soruya ilişkin alternatif bir yaklaşım da girdi miktarlarını azaltmaksızın veya veri girdi miktarları ile üretim miktarının oransal olarak ne kadar arttırılabileceği sorunudur. Bu sorunun cevabı, çıktı-eksenli ölçümü gündeme getirmiştir. Girdi-eksenli ve çıktı eksenli ölçme yöntemleri arasındaki fark, Şekil 3.3(a) olduğu gibi tek girdili (x) ve tek çıktılı (y) basit bir örnekle açıklanabilir¹⁸¹.

¹⁸¹ Coelli ve diğerleri, 1998,s.137.

Şekil 3.3 (a) da ölçeğe göre azalan getiri (VRS) varsayımı altında ve P noktasında faaliyet gösteren ve fakat etkin olmayan bir firma örneği görülmektedir. Farrell'in teknik etkinliğe ilişkin girdi-eksenli ölçümü AB/AP iken, teknik etkinliğin çıktı-eksenli ölçümü CP/CD olacaktır. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) söz konusu olduğunda teknik etkinliğin girdi-eksenli ölçümü ile çıktı-eksenli ölçümü eşit olacaktır. Ölçeğe göre sabit getirili durum Şekil 3.3 (b) ile gösterilmektedir. Şekil 3.3 (b)'de P noktasında faaliyet gösteren ve etkin olmayan bir firma için etkinsizlik ölçüsü $AB/AP=CP/CD$ dir.



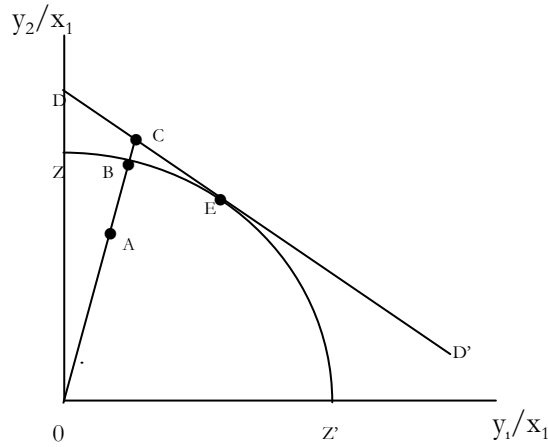
Şekil 3.3 Ölçeğe Göre Getiriler:Girdi ve Çıktı Eksenli Teknik Etkinlik

Bu tanımlamalardan anlaşılacağı gibi teknik etkinlik orijinden, gözlemlenen üretim noktasına çizilen bir doğru (ışın/vektör) boyunca ölçülmektedir. Bu ölçüler girdi veya çıktıların nispi oranlarını gösterdiğinden dolayı ışınsal (vektörel) etkinlik ölçümünün avantajını yansıtmaktadır. Işınsal etkinlik ölçümünün avantajı girdi çıktı birimlerindeki mutlak değişimlerden etkilenmemesidir. Yani, ölçüm birimlerinin değişmesi (örneğin, emek miktarının yılda çalışan işçi sayısı yerine çalışılan saat miktarına göre ölçülmüş olması) etkinlik ölçme sonucunu değiştirmeyecektir. Işınsal olmayan bir ölçüm değeri (üretim noktasından üretim yüzeyine olan en kısa mesafe) görünürde cazip

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

gelmiş olsa da bu ölçmenin sonucu, birimlere göre değişmektedir. Ölçme birimlerinin değişmesi ise farklı “en yakın” noktanın belirlenmesine neden olmaktadır.

Çıktı eksenli ölçüleri tek girdili (x_1) ve iki çıktılı (y_1 ve y_2) bir üretim sürecini göz önünde bulundurarak açıklamak da mümkündür¹⁸². Eğer girdi miktarını belirli bir seviyede sabit tutarsak, teknolojiyi iki boyutlu üretim imkanları eğrisiyle gösterebiliriz. Bu durum, Şekil 3.4’de analiz edilmektedir. Şekil’de ZZ' üretim imkanları eğrisini ve A noktası da etkin olmayan bir firmayı ifade etmektedir.



Şekil 3.4. Çıktı Eksenli Teknik ve Tahsis Etkinlikleri

Daha önce kavramsal çerçevenin ele alındığı bölümde belirtildiği gibi, Şekil 3.4’de görülen AB mesafesi, teknik etkinsizliği temsil eder. Diğer bir ifadeyle, ilave girdiye gerek duyulmaksızın potansiyel olarak çıktı miktarının arttırılabileceği anlaşılmaktadır. Böylece, çıktı-eksenli teknik etkinlik ölçümü;

$$TE = OA/OB \text{ dir.} \quad (3.27)$$

¹⁸² Coelli ve diğerleri, 1998, s.138.

Eğer fiyata ilişkin bilgiye de sahip isek ve DD' eş-gelir (iso-revenue) eğrisini çizersek, tahsis etkinliği şöyle hesaplanabilir:

$$AE = OB/OC \quad (3.28)$$

Bu süreçten çıkarılabilecek genel ekonomik etkinlik ise her iki etkinliğin birlikte dikkate alınmasıyla aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir:

$$EE = (OA/OC) = (OA/OB) \times (OB/OC) = TE \times AE \text{ dir. (3.29)}$$

Yukarıda tanımlandığı gibi çıktı-eksenli etkinlik, en az girdi ile maksimum hasılayı elde edebilmektir. Ancak, belirlenmiş bir faaliyetler seti içinden çıkarılabilecek etkin üretim seviyesi nedir? Hangi üretim seviyesi rekabetçi denge ile ilişkilidir? Bu sorular, şöyle de cevaplandırılmaktadır¹⁸³:

Belli bir üretim süreci ile ilgili girdi-çıktı matrisi ele alındığında,

$$Y = (B-A) X; B, A, X \geq 0 \text{ formülü elde edilir. (3.30)}$$

Eğer, aynı girdilerle, Y den daha fazla mal üretmek mümkün değilse veya Y nin üretiminde kullanılan girdilerden daha az girdi kullanılamıyorsa (Y gibi bir faaliyet/vektör yoksa), Y çıktısı etkindir. Örneğin,

$$(B - A) = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \text{ ile } X = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ } X' = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3.31)$$

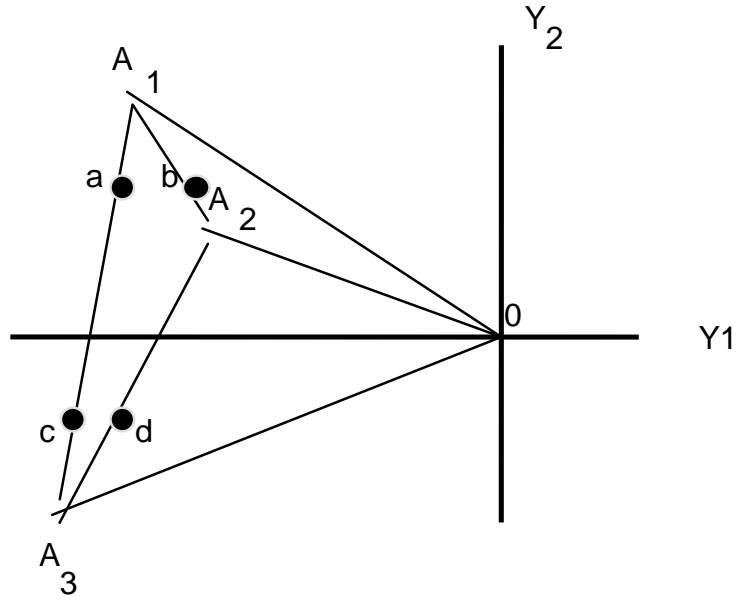
Üretimde kullanılan yöntemlere (vektörler) göre,

¹⁸³ R.Kök, Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik, 1991, ss.133-135.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} = (B - A) \cdot XY' = \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} = (B - A) \cdot X' \quad (3.32)$$

Bu sonuca göre, Y ve Y' olmak üzere her ikisinde de (çıktı 2 için) bir ünite girdi kullanılmaktadır. Ancak, Y' de çıktı 1 den üç ünite hasıla üretilirken, Y de bir ünite üretilmiştir. O zaman, Y, Y' ne göre etkinsizdir denebilir. Etkinsiz üretim de Şekil 3.5'de gibi açıklanmıştır¹⁸⁴.



Şekil 3.5 Etkin Olmayan Üretim

Şekilde A_1 , A_2 , A_3 gibi üç üretim sürecini üç vektör üzerinden inceleyelim. Vektörlerin uç noktalarını birleştiren ince

¹⁸⁴ Richard H.Puchett, Introduction to Mathematical Economics (Matrix Algebra and Linear Economic Models), Canada, 1971, s.256. ; Gerald E.Thompson, "Linear Programming and Microeconomics Analysis", NBR. J. Economic International (Business), May 1972, 11 (4), s.30.

kesikli çizgiler, vektörlerin ikişerli dışbükey bileşenlerini göstermiş olsun. Şimdi, eğriler üzerindeki a ve b noktalarını karşılaştıralım. Her iki noktada da Y_2 faktöründen aynı miktarda kullanılmıştır. Ancak, b noktasında daha az Y_1 kullanılmıştır. Sonuç olarak, aynı hasılayı üreten A_1 ve A_3 rayı (faaliyetleri) üzerindeki a noktası etkinsizdir. Aynı mantıkla c noktası da d'ye göre etkinsizdir. Dolayısıyla, A_1 ve A_2 'nin dışbükey bileşeni A_1 ve A_3 bileşenine göre daha etkindir denebilir. Burada etkin noktanın hangi şartlar altında daha iyi belirlenebileceği sorusunun cevabı, en basitinden bir doğrusal programlama probleminin çözümü ile verilebilir. Şimdi, bir Y^* vektörü olduğunu varsayalım. Y^* etkinsiz iken, hangi şartlar altında etkin üretimi gösteren bir Y' vardır? Örneğin, teknolojik matris (B-A) iken, (B-A) X = Y iken, Y^* eşit veya ondan daha büyük vektörler arasında araştırma yapılmış olsun.

(B-A) X \geq Y^* ; X \geq 0, bu modele artık değişkenler ilave edildiğinde,

$$(B-A) X - IS = Y^* ; X, S \geq 0 \text{ olur.} \quad (3.33)$$

Buna göre, denklemin çözümü neticesinde bir veya daha fazla artık değişken olduğu bulunursa, Y^* etkin değildir. Buradan da, artık değişkenlerin toplamını maksimize edecek, bir amaç fonksiyonu oluşturulduğunda,

$$\begin{aligned} \text{Max : } & \sum S \\ (B-A) X - IS & = Y^* ; X, S \geq 0 \text{ olur.} \end{aligned} \quad (3.34)$$

Y^* veri bir X faaliyetine göre üretildiğinden dolayı, S=0 ise, problemin uygun bir çözümü vardır. Eğer, amaç fonksiyonunun maksimum değeri 0 ise, Y^* 'ın etkin olmaması gerekir. Diğer bir deyişle, optimal değer pozitif veya fonksiyon sonsuz çözüme sahip ise, Y^* etkin yine değildir. Çünkü, artık değişkenlerin en azından biri pozitiftir. Eğer, Y^* etkin ise, istihdam edilenden daha fazla girdi kullanarak daha büyük bir faaliyet yapmak gereksizdir. Yani, eğer (B-A) m \times n boyutlu ise, etkin üretimde kullanılan birçok m faaliyet

var demektir. Böylece, bir optimal çözüm bulunmuş ise, çözüme giren m vektörde uygun temel çözüm bulunmaktadır.

3.2.2.2.Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis, DEA)

Etkinliğin ölçülebilmesi için sayısallaştırılmış yaklaşımların değerlendirilmesinde yarar vardır. Konu hakkında kısmen de olsa fikir edinmenin yolu, temelde sağlanan üç faydayı analiz etmektir. Bunlardan birincisi, benzer ekonomik birimler arasında karşılaştırma yapmak ve karar vermeyi kolaylaştırıcı nispi etkinlik analizini başarmaktır. İkincisi, ekonomik birimler arasındaki etkinliklerdeki değişmelerin yönünü ve büyüklüğünü belirlemektir. Aynı zamanda bu değişime neden olan faktörleri ortaya koyarak, gerek firma yöneticileri, gerekse planlamacılar açısından büyük önem arz eden temel bulguları incelemek gerekir. Üçüncüsü ise bu analizler sonucunda elde edilmiş etkinlik parametrelerinin daha da iyileştirilmesine yönelik politika oluşumuna katkı sağlamaktır.

Böylece, etkinliğin ölçümünün önemi tartışmasız olarak belirlenmiş olacaktır¹⁸⁵. Bu bağlamda, etkinlikteki değişme, ilgili iktisadi birimin veya ulusal ekonominin global teknolojiyi adapte etmesinin bir göstergesi veya içselleştirilmiş bilgi donanımıyla toplam faktör verimliliğini artırmaya yönelik aktarma mekanizmalarının ortaya çıkmasına neden olacaktır¹⁸⁶. Eğer bir firma, endüstri veya ülke, veri kaynaklarıyla diğerlerinden daha fazla mal ve hizmet üretebiliyorsa, bu birimler mutlak bir avantaja sahip demektir. Bu mutlak avantaj en başta verimlilik ve etkinlikteki farklılıktan kaynaklanabilir. Örneğin, rakiplerine göre daha iyi bir teknolojiye ve daha fazla fiziki sermaye veya daha

¹⁸⁵ K.P.Kalirajan and R.T Shand, “Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures”, Journal of Economic Surveys, 13,12,1999, s.160.

¹⁸⁶ T.J.Coelli and D.S.P. Rao, “A Cross Country Analysis of GDP Growth, Catch-up and Convergence in Productivity and Inequality, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, CEPA Working Papers, 5, 1998, s.12.

nitelikli beşeri sermayeye sahip olan bir firmanın mutlak bir avantaja sahip olduğu bilinmektedir¹⁸⁷.

Bu verimlilik ve etkinlikteki değişmelerin ölçümüne ilişkin literatürde farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan iki yöntemden biri, aşağıda ele alacağımız Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis) yaklaşımı, diğeri ise kitabın son kısmında inceleyeceğimiz Stokastik Üretim Sınırları Analizi (Stokastic Production Frontier ænalysis, SFA) olarak bilinen yaklaşımdır¹⁸⁸. Bu yaklaşımlardan Veri Zarflama Analizi matematiksel-non parametrik (doğrusal programlama) yöntemleri, Stokastik Frontier Analizi ise ekonometrik yöntemleri kullanmaktadır.

En küçük kareler ve indeksleme yöntemleri tüm firmaların tam etkinliğe sahip oldukları varsayımı altında analiz edilirken; parametrik analizlerden Stokastik Üretim Fonksiyonları ile parametrik olmayan DP yöntemini kullanan Veri Zarflama Analizi (DEA) firmaların her zaman tam etkinlik düzeyinde olmayabilecekleri varsayımı altında analiz edilmektedir.

En başta Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından tanımlanan Veri Zarflama Analizi ele alınacaktır. Charnes ve çalışma arkadaşlarına göre üretim teknolojisi üzerinde herhangi bir sınırlama olmaksızın veri dağılımından hareketle en iyi üretim teknolojisi altında (the best practice technology) üretim sınırları eğrisi oluşturulabilecektir. Bu sav, DEA'nın özünü oluşturmaktadır. Bu yöntem, EKKY de olduğu gibi merkezi eğilimleri esas alan bir yaklaşım sergilemekten ziyade üretimdeki gözlenen değerlerin alt ve üst sınırlarını dikkate alan bir yöntem olarak bilinmektedir. Başka bir ifadeyle, veri merkezine en iyi uyumu (en uygun olanı) sağlayacak regresyon düzlemi (verileri ortalamayan) yerine, gözlemlenen uç verileri kavrayacak kesikli-doğrusal yüzeyin (piece-wise surface) oluşturulmasını ve daha

¹⁸⁷ Micheal Parkin, Economics, Sixth Edition, USA, 2003, s.43.

¹⁸⁸ Bu metodun en önemli avantajı girdiler ve çıktılar arasındaki üretim ilişkisinin fonksiyonel formu üzerinde sınırlamalara yer vermemesidir. Dahası, DEA çoklu girdilere ve çoklu çıktılara aynı zamanda (eş anl) uygulanabilmektedir. Başlıca dezavantajlardan birisi, DEA'nın değişken seçimine ve veri hatalarına oldukça duyarlı olmasıdır.(Kalirajan ve Shand, 167: 1999).

sonra etkinlik düzeylerinin bu yüzeye göre ölçülmesini esas alır(Arnade,1994:8). Bu yöntem, son on yılda Lovell (1993), Ali ve Seiford (1993), Lovell (1994) Charnes ve diğerleri (1995), Seiford (1996) ve Coelli ve Battase (1998) tarafından ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

DEA'nın özelliği referans (üretim sınırları eğrisi) bir kriter geliştirmiş olmasıdır. Her bir girdi ve çıktı için referans teknoloji düzeyleri, eşanlı olarak, gözlemlenen her bir girdi ve çıktının doğrusal bileşeniyle tanımlanmaktadır. DEA, fonksiyonel form/kalıp hakkında herhangi bir varsayıma gereksinim duymamaktadır. Bir firmanın etkinlik ölçümü, tüm karar alıcı diğer firmaların ulaştıkları etkinlik düzeyleri ile karşılaştırıldığından dolayı nispi bir sonuçtur. Dolayısıyla tüm karar alıcı birimler ya etkin sınırlar üzerinde yer alırlar ya da etkinsiz konumda bulunurlar. DEA yöntemi hem ölçeğe göre sabit getiri (CRS) hem de değişken getiri (VRS) varsayımları altında kullanılır.

Bir önceki bölümde geometrik analizler çerçevesinde ele alınan bu yöntem, hem veri girdi ile maksimum çıktıyı elde etme (çıkıtı-eksenli (output-oriented)) hem de veri çıktıyı en az girdi ile elde etme (girdi-eksenli (input-oriented)) yaklaşımlar olup bu kısımda sadece model çözümlmelerine yer verilecektir. Çözüm tekniklerine geçmeden önce yaklaşımın temel mantığını hatırlamak yararlı olacaktır.

Bu yaklaşımlardan veri (fili) çıktıyı en az girdi kullanımı ile elde etme yaklaşımı, veri üretim miktarlarını azaltmaksızın, üretimde kullanılan girdi miktarlarının oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirtirken, çıktı-eksenli yaklaşım, veri girdi setini değiştirmeksizin üretim miktarında mümkün olabilir maksimum oransal artışı araştırarak üretim sınırını gösterir. Bu iki ölçüm ölçeğe göre sabit getiri olduğunda aynı sonuçları, fakat ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında farklı sonuçlar verebilmektedir¹⁸⁹.

¹⁸⁹ Coelli ve diğerleri, 1998, s. 142. ; D.S.P Rao and T.J.Coelli, "Catch-up and Covergence in Global Agricultural Productivity 1980-1995", No. 4/98, CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.

3.2.2.2.1. Teknik Etkinlik ve Girdi-Eksenli DEA Ölçümü

Girdi-eksenli ölçüm yaklaşımına ilişkin DEA yöntemi aşağıda iki başlık altında incelenecektir: Bunlar, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı DEA ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı DEA dır.

3.2.2.2.1.1. Ölçeğe Göre Sabit Getirili DEA Ölçümü

Etkinlik ölçümünde DEA oranlama tekniğini kullandığından her bir firma veya endüstri için gözlemlenmiş tüm çıktılar, tüm girdilere oranlanarak ($u^j y_i / v^j x_i$) dönüştürülmüş veri seti elde edilecektir. Burada u , $M \times 1$ çıktı ağırlıklarının vektörü iken, v , $K \times 1$ girdi ağırlıklarının vektörü olarak tanımlanır.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı (constant returns to scale, CRS) altında optimal ağırlıklar, kalıbı aşağıda verilen doğrusal programlama probleminin çözümüyle elde edilir:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{u,v} (u^j y_i / v^j x_i), \\ & \text{Kısıt,} \\ & u^j y_i / v^j x_i \leq 1, \quad j=1,2,\dots,N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned} \quad (3.35)$$

Kurgulanan bu maksimizasyon problemi, tüm etkinlik ölçülerinin birden küçük veya ona eşit olmasını sağlayan kısıt koşullar altında, i 'nci firma için etkinlik düzeyinin maksimize edileceği (u) ve (v) için değerler hesaplamayı içerir. Burada, karşılaşılan temel sorun, modelin sonsuz sayıda çözüme sahip olmasıdır. Bu sorunun giderilmesi için yukarıdaki modele yeni bir kısıt ($v^j x_i = 1$) eklenerek, model yeniden düzenlenmiştir:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\mu,v} (\mu^j y_i), \\ & \text{Kısıt,} \\ & v^j x_i = 1, \\ & \mu^j y_i - v^j x_i \leq 0 \quad j=1,2,\dots,N, \\ & \mu, v \geq 0, \end{aligned} \quad (3.36)$$

Burada, (u) ve (v) den (μ) ye bir dönüştürme notasyonuna başvurulmakla (v), modelin farklı bir doğrusal programlama problemi olduğu gösterilmiş olmaktadır. (3.36) formu, aynı zamanda Veri Zarflama Analizinin doğrusal programlama probleminin bir çarpan formu olarak bilinir.

Doğrusal programlamada dualite yönteminden yararlanarak da bu problemin eşdeğer bir formu şöyle ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, \theta} \theta, \\ \text{kısıt } -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.37)$$

Burada, θ skala (ölçek), λ ise $N \times 1$ sabitlerin vektörüdür. (3.35) formu çarpan (multiplier) formundan daha az ($K+M < N+1$) sınırlamaları içerir ve genellikle tercih edilen formdur. θ 'nın elde edilen değeri i 'nci firmanın etkinlik değerini belirtir ve $\theta \leq 1$ şartını sağlar. DP problemi örnekteki her bir firma için N defa çözümlenmekte, her firma için bir θ değeri elde edilmekte bu iteratif süreçten hesaplanmış teknik etkinlik düzeyleri bulunmaktadır.

3.2.2.2.1.2. Ölçeğe Göre Değişken Getirili DEA Ölçümü ve Ölçek Etkinlikleri

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı, ancak tüm firmalar optimal ölçekte çalıştıklarında uygundur. Eksik rekabet, finansal sınırlamalar vb. olgular firmanın optimal ölçekte çalışmamasına neden olabilir. Dolayısıyla tüm firmalar optimal ölçekte çalışmadığı zaman CRS varsayımli süreç net olmayan etkinlik parametrelerine yol açabilir. Örneğin, ölçek etkileriyle teknik etkinlik iç içe girmiş olabilir. Bu durumun ayrıştırılması açısından VRS varsayımli süreç ölçek etkilerinden arındırılmış teknik etkinlik parametresini daha güvenli kılar¹⁹⁰.

Bu amaçla CRS doğrusal problemi, VRS doğrusal problemleri için de kolayca uyarlanabilir. Bu uyarlama, denklem

¹⁹⁰ Coelli ve diğerleri, 1998, s. 150.

3.15'e konvekslik sınırlamasının ($N1 \lambda = 1$) ilave edilmesiyle gerçekleşir.

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{Kısıt} \quad & -y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X \lambda \geq 0, \\ & N1 \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.38)$$

Burada, $N1$, birlerin $N \times 1$ vektörüdür. Bu yaklaşım, veri noktaları dikkate alındığında CRS vektörüne tepe noktada teğet olan ve konveks bir yapı oluşturarak geometrik bir iz düşüm olan (verileri zarf içine alan) bir yüzeyi oluşturur. Etkinlik ölçümlerinde, teknik etkinlik değerleri CRS'de elde edilenlere eşit veya daha büyük olduğu içindir ki, VRS varsayımı tanımlama 1990'lı yıllardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Esas itibariyle konvekslik sınırlaması ($N1 \lambda = 1$), etkisiz bir firmanın sadece benzer ölçekteki firmalara karşı yerini belirler. Yani, DEA sınırları üzerinde ilgili firma için izlenilebilen (yansıtılan) nokta, gözlemlenen firmaların konveks bir bileşeni olacaktır. Konvekslik sınırlaması, CRS durumu için geçerli değildir (herhangi bir sınırlama konulamaz). Dolayısıyla, CRS varsayımı süreçte bir firma, kendisinden daha büyük veya daha küçük ölçekli firmalara karşı sıralandırılmış olur. Bu durumda λ ağırlıkları birden daha büyük veya küçük olacak şekilde toplanır.

Bu bağlamda ölçek etkilerini hesaplamak için teknik etkinlik ikiye ayrıştırılarak incelenmektedir. Bunlardan ilki ölçek etkinliği ikincisi ise pür teknik etkinliktir. Bu ayrım CRS- DEA ve VRS- DEA'nın birlikte ele alınması ile irdelenebilir. Herhangi bir firma için CRS ve VRS teknik etkinlik indeksleri bir farklılık gösteriyorsa; bu farklılık, ilgili firmanın ölçek etkisizliğine sahip olduğunu belirtir ve ölçek etkisizliği grafik yardımı ile şöyle açıklanabilir:

Ölçek etkisizliği, Şekil 3.5 de tek girdi ve tek çıktı varsayımı altında ele alınmaktadır. Farklı firmalara ilişkin CRS ve VRS üretim sınırları ve veri bileşenleri Şekil'de görülmektedir.

Ölçek etkinliği veya etkinsizliği CRS üretim sınırı ile VRS üretim sınırı arasındaki uzaklık ile açıklanmaktadır. Şekilden anlaşılacağı gibi R noktası hem CRS hem de VRS üretim sınırları üzerinde olup aynı zamanda optimal üretim ölçeğinde faaliyet gösteren bir firmayı temsil etmektedir. Diğer yandan S, V ve Q noktalarında faaliyet gösteren firmalarda ölçek etkinsizliği söz konusudur. R optimal noktasının alt tarafında yer alan S ve V noktaları ölçeğe göre artan getiri sürecini ifade ederken; optimal nokta R'nin üstünde yer alan Q noktası ise azalan getiri sürecini temsil etmektedir. Ölçeğe göre azalan getiri alanında faaliyet gösteren bir firma üretimini optimal noktaya gelinceye kadar azaltmalıdır. Diğer yandan, ölçeğe göre artan getiri kısmında yer alan firmalar (S ve V) optimal ölçek büyüklüğüne gelinceye kadar üretimlerini arttırmalıdır. Öte yandan, CRS altında, P noktasının girdi-eksenli teknik etkinsizliği PK uzaklığı ile ifade edilirken VRS altında teknik etkinsizlik yalnızca PV uzaklığı ile gösterilebilir. Bu iki teknik etkinsizlik ölçüsü arasındaki fark, KV, ölçek etkinsizliği ile açıklanmaktadır. Bu kavramlar, başka bir notasyonla aşağıdaki gibi gösterilir¹⁹¹:

$$TE_{CRS} = AK/AP \quad (3.39)$$

$$TE_{VRS} = AV/AP \quad (3.40)$$

$$SE = AK/AV \quad (3.41)$$

Yukarıdaki ölçme değerleri bir ile sıfır ($0 \leq \text{Etkinlik} \leq 1$) arasında yer alır. Birden sıfıra doğru yaklaşan değer daha büyük etkinsizliği açıklarken bu değer bire yaklaştıkça etkinliğin daha da iyileştiğini gösterir. Bire eşit olması ise tam etkinlik olarak ifade edilir. Bu notasyonla gösterilen eşitlik, dönüştürülerek şöyle de yazılabilir:

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE \quad (3.42)$$

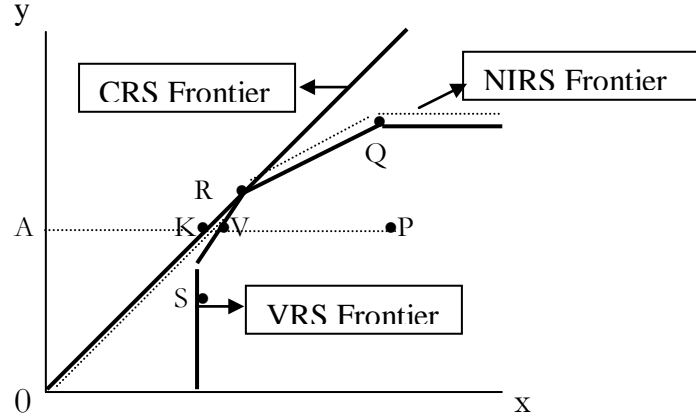
Burada, teknik etkinlik indeksi (CRS) = teknik etkinlik indeksi(VRS) x ölçek etkinliği indeksi (SE) dir.

Şekil 3.5'de görüldüğü gibi,

¹⁹¹ Coelli ve diğerleri, 1998, s. 151.

$$AK/AP=(AV/AP)x(AK/AV) \text{ dir.} \quad (3.43)$$

Bu eşitlikte (AV/AP) kısmı pür teknik etkinliği, (AK/AV) kısmı ise ölçek etkinliğini belirtmektedir. Kısacası ölçek etkinliğinin ölçüsü V noktasında faaliyet gösteren bir firmanın ortalama ürününün, optimal ölçekte (R noktası) faaliyet gösteren bir firmanın ortalama ürününe oranı olarak yorumlanmaktadır. Bu açıklamalar ışığı altında, Şekil'de P noktası ile ifade edilen firma hem ölçek etkinliğine hem de pür etkinliğe sahip değildir.



Şekil 3.5 Ölçek Ekonomilerinin Hesaplanması

Şekil 3.5 ile açıklanmaya çalışılan ölçek etkinliği ölçümü, DEA porogramına ölçeğe göre artmayan getiriler (non-increasing returns to scale, NIRS kısıtı ilave edilerek (bu kısıt optimal üretim düzeyi R noktasına kadar getirinin bir veya birden az olmasını gerektirmektedir) de belirlenebilir. Bu ilave kısıt, 3.16'da bilinen DEA modelindeki $(NP \lambda = 1)$ kısıtı yerine $(NP \lambda \leq 1)$ dir.

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{Kısıt} \quad & -y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.44)$$

$$\begin{aligned} NP \lambda &\leq 1 \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned}$$

Şekil 3.5’de NIRS üretim sınırları kesikli çizgilerle işaretlenmiştir. Belirli bir firma için ölçek etkinsizliklerinin tabii durumu (ölçeğe göre artan ve azalan getiriler nedeniyle) NIRS ilavesiyle elde edilen TE indeksinin VRS kısıtı altındaki TE indeksine eşit olup olmadığına bakılarak belirlenebilir. Eğer, bunlar birbirlerine eşit değillerse (P noktasında olduğu gibi), o firma için ölçeğe göre artan getiri söz konusudur. Bu indeksler birbirlerine eşit ise (Q noktasında olduğu gibi) ölçeğe göre azalan getirinin olduğu gözlemlenir¹⁹².

3.2.2.2. Teknik Etkinlik ve Çıktı-Eksenli Ölçümler

Yukarıda ifade edildiği gibi ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında her iki yöntem aynı sonucu vermektedir. Bununla birlikte, hangi yöntemin tercih edilmesi gerekir sorusunun cevabı, firmaların mevcut veri yapıları incelenerek bulunmalıdır. Analizciler çalışmaların çoğunda, girdi-eksenli modelleri tercih etmektedirler. Bunun nedeni, karar alma sürecinde genel olarak girdi kullanımının daha birincil faktör olmasıdır. Öte yandan, bazı endüstrilerde firmalar sabit üretim faktörleriyle faaliyet gösterdiklerinden dolayı, bu firmalar veri faktörlerle mümkün olabilir maksimum çıktıyı üretmektedirler. Bu duruma en uygun olan yaklaşım ise çıktı-eksenli yaklaşımdır. Ancak, yöneticilerin faktör donanımı ve üretim değerleri üzerindeki güvenilir ve ulaşılabilir bilgi kaynakları, ölçme yönteminin belirlenmesinde belirleyici ve yadsınamaz bir olgudur¹⁹³.

Çıktı-Eksenli ölçeğe göre değişken getirili DEA modeli, aslında girdi-eksenli DEA modelinin bir benzeri olarak bilinir ve benzer sonuçlar elde edilir.

¹⁹² Coelli ve diğerleri,1998,s. 152

¹⁹³ Rao ve Coelli, 4/98, s.2. ve Coelli ve diğerleri, 1998, s.158.

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda} \quad & \phi, \\ \text{Kısıt} \quad & -\phi y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & x_i - X \lambda \geq 0, \\ & \sum \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{3.45}$$

Burada $1 \leq \phi < \infty$ girdi miktarları sabit iken i 'nci firma tarafından üretilen çıktıda oransal artıştır. Görüldüğü gibi ϕ değeri 1'e eşit veya 1'den büyük olacaktır. $1 - \phi$ ise girdi miktarları veri iken i 'nci firma tarafından çıktıda ulaşılabilecek oransal artışı vermektedir. $1/\phi$ de 0 ve 1 arasında yer alacak teknik etkinlik düzeylerini belirtir. Model (3.56) de:

y_i : i 'nci firma için üretim (çıkıtı) miktarlarının $M \times 1$ vektörü,

x_i : i 'nci firma için girdi (üretim faktörleri) miktarlarının $K \times 1$ vektörü,

Y_i : tüm firmalar için üretim (çıkıtı) miktarlarının $N \times M$ matrisi,

X : tüm firmalar için girdi miktarlarının $N \times K$ matrisi,

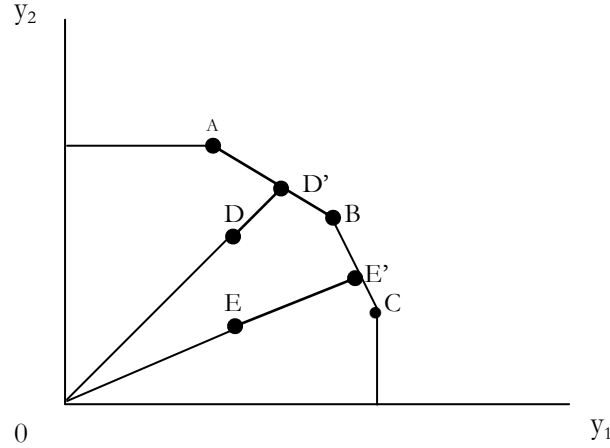
λ : ağırlıkların $N \times 1$ vektörü,

ϕ : ölçek (scalar) dir.

Ayrıca, ϕ parametresi teknik etkinlik seviyesi hakkında bilgi verirken λ vektörü etkin olmayan i 'nci firmanın, referans (peers) firmalara (etkin olan firmalar) göre durumu açıklar.

Çıktı-eksenli DEA modelini de aşağıdaki şekil yardımıyla da açıklamak mümkündür¹⁹⁴:

¹⁹⁴ Rao ve Coelli, 4/98, s.4.



Şekil 3.6 Çıktı-Eksenli DEA

Şekil 3.6'da beş firma tarafından iki ürün üretildiği (y_1 ve y_2 gibi) varsayılmaktadır. Olayı basitleştirmek için her firmanın aynı (identical) girdi vektörlerine sahip oldukları kabul edilmektedir. Bu beş firmadan A, B ve C firmaları üretim sınırlarını belirledikleri için etkin firmalardır. D ve E firmaları ise etkin olmayan firmaları temsil etmektedir.

Örneğin D firması için teknik etkinlik indeksi: $TE_D = OD/OD'$ ile gösterilirken bu firma için A ve B referans (peers) firmalardır. Şekilden anlaşılacağı gibi bu firmanın teknik etkinlik düzeyi yaklaşık olarak etkin firmaların etkinlik seviyesinin %70'i civarında olduğunu kabul edelim. Yine Firma E için teknik etkinlik seviyesi $TE_E = OE/OE'$ olup, yaklaşık olarak tam etkin firmanın etkinlik seviyesinin %50'sidir. E firması için referans firmalar ise B ve C'dir. Öte yandan, A, B ve C firmalarının teknik etkinlik seviyeleri 1 olup kedi kendilerini referans almaktadırlar.

3.2.2.2.3. Tahsis Etkinliği Ölçümü

Bir üretim sürecini analiz ederken girdi ve çıktılara ilişkin fiyat verileri mevcut ise tahsis etkinliğini hesaplamak mümkündür. Burada maliyet minimizasyonu veya gelir ya da kar

maksimizasyonu gibi davranışsal amaç fonksiyonu dikkate alınarak teknik etkinlik ile birlikte tahsis etkinliği de ölçülebilir. Bu ölçümde kullanılan iki temel doğrusal programlama yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır: Bu programlardan biri teknik etkinliği, diğeri ise ekonomik etkinliği ölçmede kullanılır. Böyle bir analiz yöntemi tahsis etkinliğinin ölçümünü de kolaylaştırır. Tahsis etkinliği için izlenilebilecek indeks, “artıklar” (residual) dır. Bu süreç maliyet minimizasyonu ile de ilişkilendirildiği için aşağıda ayrı bir başlık halinde ele alınmaktadır.

3.2.2.2.3.1. Maliyet Minimizasyonu

Maliyet minimizasyonu¹⁹⁵, aşağıda verilen kalıpla çözümlenebilir.

¹⁹⁵ Geleneksel toplam maliyet eğrisinin, $C=c(Q)$ fonksiyonundan (Ceteris Paribus) elde edildiği bilinmektedir. Bu fonksiyon sürekli olup artan ve azalan verimler kanunu sonucu, önce azalan marjinal maliyet, daha sonra da artan marjinal maliyeti gösteren bir eğridir. Bu eğrinin temel özelliği iktisadi bakımdan anlamlı olabilmesi için her noktada yukarıya doğru eğimli olmasıdır. Örneğin, kübik toplam maliyet fonksiyonu, $C = c(Q) = aQ^3 + bQ^2 + cQ + d$ olsun. Bu fonksiyonun her noktada pozitif eğimli olmasını sağlayacak temel sınırlayıcı, marjinal maliyet fonksiyonunun her yerde pozitif olması şartıdır. Bu da, MC fonksiyonunun, mutlak minimum olması ile sağlanabilmektedir. Dolayısıyla, bir numaralı denklemin türevini aldığımızda, $MC = c'(Q) = 3aQ^2 + 2bQ + c$. Quadratik fonksiyonu elde edebiliriz. Bu bir minimum yapan parabolik bir eğriyi oluşturmaktadır. Yani, Q^2 teriminin katsayısı ($a>0$) pozitif olmalıdır. Bu, gerekli fakat yeterli şart değildir. O zaman ikinci sınırlayıcıyı da dikkate almalıyız. Nispi uç değer bilgilerinden hareketle, $dMC/dQ=6aQ + 2b = 0$ eşitliğinin sağlanabildiği yerde, $Q^* = -2b / 6a = -b/3a$ şartı MC'yi minimize etmektedir. Sonra, $MC_{\min} = 3ac - b^2 / 3a$ bulunur ki, $b^2 < 3ac$ kısıtlamasını doğurur. Yine, bu kısıtlamadan da, $c>0$ sınırlayıcısını elde edebiliriz. d parametresi kısa dönemde firma sabiti olduğuna göre $d>0$ dır. Bunlara göre, toplam maliyet fonksiyonu ile ilgili parametre sınırlayıcıları, $a,c,d>0$, $b<0$, $b^2<3ac$ dir. Ortalama maliyet fonksiyonunu ise $ATC=c(Q) / Q$ den elde etmek mümkündür. Modern mikroiktisat teorisinde, uzun dönem maliyetler, üretim ve yönetim maliyetleri olarak sınıflandırılmaktadır. Çok büyük işletmelerde, üretim arttıkça, ortalama maliyetler sürekli olarak azalması gerekse de, yönetim maliyetleri arttığı için minimum optimal ölçek noktasında $LAC=LMC$ olacağı için LAC eğrisi L şeklini alabilir. Ampirik çalışmalar, bu

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, x_i^*} \quad & w_i' x_i^* , \\ \text{Kısıt} \quad & -y_i + Y \lambda \geq 0, \quad x_i^* - X \lambda \geq 0, \\ \text{NP} \quad & \lambda = 1 \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.46)$$

Burada, w_i i'nci firma için girdi fiyatlarının vektörüdür. w_i girdi fiyatları ve y_i çıktı seviyeleri veri iken, x_i^* (doğrusal programlama ile hesaplanır) i'nci firma için girdi miktarlarının maliyet minimizasyon vektörüdür. i'nci firma için toplam maliyet etkinliği veya ekonomik etkinlik (EE) şöyle hesaplanır:

$$EE = w_i' x_i^* / w_i' x_i \quad (3.47)$$

tür LAC eğrisi hipotezini destekler mahiyettedir. Buradan, maliyet esnekliği ve ölçek esnekliği arasındaki ilişkiyi hesaplamak da mümkün olabilir. Üretim teorisi literatüründe ölçek esnekliği, $\varepsilon = \frac{dQ/Q}{dK/K}$, burada,

dQ/Q : Hasıladaki % değişme
 dK/K : Girdiler toplamındaki % değişme.
 Maliyet esnekliği ise,

$$C_\varepsilon = \frac{dC/C}{dQ/Q} \quad \text{formülleri ile hesaplanabilir.}$$

Bu esneklik, hasıla süreci boyunca, uzun dönem genişleme yolu üzerindeki noktalar esas alınarak hesaplanabilmektedir. Böylece, matematiksel ilişkilerden hareketle, girdiler toplamındaki değişimin, hasıladaki değişmeye etkisi ölçülebildiği gibi, hasıladaki değişimin maliyetteki değişmeye etkisi de hesaplanabilmektedir.

İşte, buradan hareketle ölçek ekonomilerini tahmin etmek de mümkün olabilmektedir. Ölçek iktisadi veya ölçek tasarrufu (Scale Economies) olarak adlandırılan $SCE = 1 -$ genişleme yolu üzerindeki maliyet esnekliği olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel tanımla,

$$SCE = 1 - \sum_{i=1}^m \partial \ln C / \partial \ln Y_i \quad \text{dir.} \quad \sum_{i=1}^m \partial \ln C / \partial \ln Y_i = \frac{dC/C}{dQ/Q}$$

maliyet esnekliği farklı makalelerde farklı notasyonlarla gösterilmiştir. Önemli olan özelliği, $SCE > 1$ ise ölçek ekonomileri, $SCE < 1$ ise eksi ölçek ekonomileri söz konusudur diyebiliriz.

Burada, ekonomik etkinlik i'nci firma için minimum maliyetin gözlemlenen maliyete oranıdır. Tahsis etkinliği ise şöyle hesaplanır:

$$AE=CE/TE \quad (3.48)$$

Burada AE tahsis etkinliği, CE maliyet etkinliği ve TE teknik etkinliği gösterirken, AE prosedür gereği, aylak kalmış artıklarla ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle, aylak/boş değişkenler, uygun olmayan girdi seti olarak bilinir.

3.2.2.2.3.2. Gelir Maksimizasyonu

Yukarıdaki yöntem benzeri bir yaklaşımla, uygun davranışsal bir varsayımdan hareket ederek gelir maksimizasyonunu¹⁹⁶ ele alırsak, karma bir seçim (çıktı bileşenlerinden oluşan bir büyüklük) için de tahsis etkinsizliği hesaplanabilir. Gelir maksimizasyonu durumunda VRS varsayımıyla çıktı-eksenli DEA modeli kullanılarak teknik etkinlik

¹⁹⁶ Tüm piyasalarda maliyet fonksiyonları aynı olmakla birlikte, gelir fonksiyonlarının değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Örneğin, tam rekabette $P = OR = MR = T(\text{talep})$ iken, eksik rekabet piyasalarından monopolde, $OR=P$ olmakla birlikte MR eğrisi her yerde aşağı doğru eğimli olup, fiyatın daima iki katı daha dik seyrettiğini fonksiyonel analizden görmemiz mümkündür. Yani, fiyattaki azalma daima marjinal gelirdeki azalmanın iki katıdır. Bu, kuşkusuz eksik rekabet şartları altındaki bir firma ya da endüstri için geleneksel MR eğrisidir. Bir ortalama gelir fonksiyonu, $AR = 15 - Q$ iken, toplam gelir fonksiyonu, $TR = AR \cdot Q$ den, $TR = (15 - Q) Q = 15Q - Q^2$ dir. Fonksiyonun türevini aldığımızda, $MR = 15 - 2Q$ bulunur. MR ve AR arasındaki ilişkiyi; TR ve AR fonksiyonlarının dikkate alınması ile çıkarmak mümkündür. $AR = f(Q)$ genel biçimi verildiğinde, toplam gelir fonksiyonunun genel biçimi, $TR = AR \cdot Q = f(Q)Q$ olur. Çarpma işlemini yapmadan fonksiyonun türevini alırsak, $MR = Qf'(Q) + f(Q)$ olur. $f(Q) = AR$ olduğuna göre denklemde yerine koyarsak, $MR = (Q) f'(Q) + AR$, $MR - AR = f'(Q)$ Bu demektir ki MR fonksiyonu ile AR fonksiyonu arasında, $Q \cdot f'(Q)$ büyüklüğünde bir fark olacaktır. Bu farkın ilk bileşeni Q çıktıyı gösterdiği için daima pozitif bir değerdir. Diğer bileşen ise, $f(Q)$ ye göre AR'nin eğimini gösterir. $AR \equiv TR / Q$ olduğuna göre, $PQ / Q = P$ dir. Bu ilişkiden hareketle, AR eğrisinin, fiyatı (P), üretime (Q) bağlayan bir eğri olduğu düşünülebilir. Konu bu açıdan da değerlendirildiğinde $P = AR = f(Q)$ olup firmanın ürettiği mal için talep fonksiyonunun tersi olduğu görülür (P ve Q eksenlerinin yerleri değiştirilmiştir).

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

hesaplanmaktadır. Bu işlem, gelir maksimizasyonunu amaç edinen bir DEA problemi olarak aşağıdaki gibi çözülür.

$$\begin{aligned} \max_{\lambda, y_i^*} \quad & p_i' y_i^* \\ \text{Kısıt} \quad & -y_i^* + Y \lambda \geq 0, \quad x_i - X \lambda \geq 0, \\ & \text{NI} \lambda = 1 \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.49)$$

Burada, p_i çıktı fiyatları ve x_i girdi düzeyleri veri iken, p_i i 'nci firma için çıktı fiyatlarının vektörünü göstermektedir. y_i^* de (DP ile hesaplanır) i 'nci firma için çıktı miktarlarının gelir-maksimizasyon vektörüdür. Toplam gelir etkinliği veya ekonomik etkinlik (EE) i 'nci firma için şöyle hesaplanır:

$$EE = p_i' y_i / p_i' y_i^* \quad (3.50)$$

Dolayısıyla, EE, gözlemlenen gelirin maksimum gelire oranıdır. Tahsis etkinliği (çıktı etkinliği)

$$AE = EE / TE \quad (3.51)$$

formundan yararlanılarak elde edilen artıklarla ölçülür.

Maliyet minimizasyonu ve gelir maksimizasyonu birlikte değerlendirildiğinde kar maksimizasyonuna ulaşılır. Fare, Grosskopf ve Weber (1997) iki DP setinin çözümü ile kar maksimizasyonunun sağlanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bunlardan ilki kar etkinliğini ölçmek için, karı maksimize eden DEA'dır. İkincisi hem girdi hem de çıktı eksenli DEA'dır. Bu teknik etkinlik ölçümü yönsel uzaklık fonksiyonları (directional distances functions) olarak bilinen fonksiyonların kullanımını içermektedir.¹⁹⁷

¹⁹⁷ Coelli, Rao. s.163.

3.2.2.3 Girdi Tıkanıklığı/Aşırılığı (Input Congestion) Sorunsalı

Üretim analizlerinde, belli bir ürünü üretmek için farklı girdi bileşimlerinden oluşan eşürün eğrisinin negatif eğimli bölümü (veya üretimin ekonomik bölgesi) dikkate alınmaktadır. Konveks eşürün eğrisinin bu bölümünde üretim faktörleri birbiri yerine kullanılabilmekte ve bu ikame edilebilirlik “marjinal teknik ikame oranı” ile açıklanmaktadır. Üretim faktörlerinin ikame edilebilmesi onların marjinal verimlerinin de pozitif olması demektir. İkame sınırları dışında ise bilindiği gibi eşürün eğrisi pozitif eğim kazanacak (her iki üretim faktöründen de daha fazla kullanılacak) ve üretim faktörleri negatif marjinal verimliliğe (üretimin III. safhası) sahip olacaktır.

Eşürün eğrisinin belli bir noktadan sonra pozitif eğim kazanması veya geri dönmesi (bend backwards) girdi kullanımındaki tıkanıklık/yetersizlik veya fazlalıkla açıklanmaktadır ki bu süreç analizlerinin temel sorunsallarından biri olarak değerlendirilmektedir. Bu aşırı girdi kullanımı firmanın kontrolü altında olmayan sınırlamalardan kaynaklanabilir. Örneğin, sendikaların işçi çıkartılmasına karşı önlem alması ve hükümetlerin değişik istihdam politikaları veya tercihleri gibi sınırlamalar önem arz etmektedir.

Ancak yukarıda açıklamış olduğumuz standart DEA modelleri bu girdi donanımındaki bozulmanın (ve çıktı) güçlü bir şekilde zımnen elimine edildikleri varsayımını esas almaktadır. Yani, yukarıdaki modellere göre bir firmanın bu istenmeyen girdi (ve çıktı) fazlalıklarını kolay ve maliyetsiz bir şekilde (güçlü eliminasyon) elimine etmesi gerekmektedir. Ancak, bu elimine etme olgusu her zaman ve her koşulda gerçekleşmeyeceği için bir temel varsayımdan yararlanılmaktadır.

Bu bağlamda, güçlü eliminasyon yerine zayıf eliminasyon varsayımı modele dahil edilmekte ve bu varsayım altında girdi donanımındaki bozulma etkisinin analizi yapılmaktadır. Bu yaklaşım da DEA temelli bir yaklaşıma dayandırılmaktadır. Girdi tıkanıklığını ve etkisini tespit etmeyi esas alan bu yaklaşım Fare,

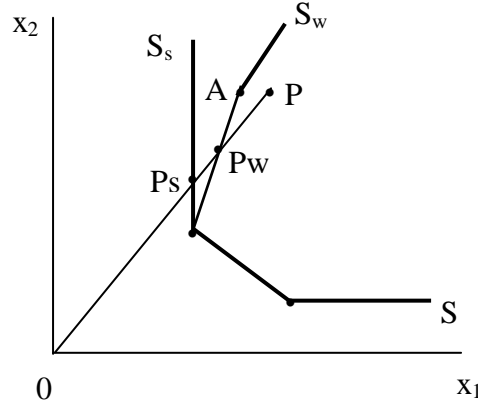
Grosskopf ve Lovell (1985, 1994) tarafından belirttiği gibi girdi-eksenli VRS- DEA problemiyle tanımlanabilir¹⁹⁸.

Zayıf eliminasyon problemine ilişkin DP modelini oluşturmak amacıyla denklem 6.12'deki girdi sınırlayıcılarına δ parametresi ilave edilerek, girdi sınırlayıcılarındaki eşitsizlikler, eşitlik haline dönüştürülür. Dönüştürülmüş bu yeni denklem aşağıdaki gibi olur:

$$\begin{aligned} \text{Min } & \lambda, \theta, \delta \theta, \\ \text{kısıt } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \delta \theta x_i - X\lambda = 0, \\ & N1' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0, 0 < \delta \leq 1 \end{aligned} \quad (3.52)$$

Bu zayıf eliminasyon varsayımlı VRS-DEA modelinden elde edilen teknik etkinlik indeksleri, güçlü eliminasyon varsayımlı VRS-DEA modelinden elde edilen teknik etkinlik indekslerinden daha büyük veya eşit olabilir. Çünkü, zayıf eliminasyon yöntemi ile teknik etkinlik üzerindeki, tıkanıklık (kaynak yetersizliği ve fazlalığı yansıtan) etkinsizliğinin etkileri ortadan kaldırılmaktadır. Bu yaklaşımla, nasıl ki VRS-DEA ve CRS-DEA modelleri kullanılarak pür VRS teknik etkinlik ve ölçek etkinliği birbirinden ayrıştırılıyorsa, benzer şekile güçlü eliminasyon ve zayıf eliminasyon DEA modelleri çözümlenerek de iki modelin teknik etkinliklerindeki farklardan hareketle girdi tıkanıklığının doğurduğu etkinlik (Congestion efficiency-CE) hesaplanabilmektedir. Bu analiz türü aşağıdaki Şekil 3.7 de açıklanmaktadır.

¹⁹⁸ Coelli, Rao ve Battase, 1998, s.175



Şekil 3.7 Etkinlik Ölçümü ve Eliminasyon Tekniği

Şekil’de güçlü eliminasyon varsayımı (SS_s) ve zayıf eliminasyon varsayımı (SS_w) sınırları çizilmiştir. Zayıf varsayım altındaki üretim sınırının pozitif bir eğim kazandığı dikkate alınır, P noktasında üretim yapan bir firma için tıkanıklık etkinsizliği $P_w P_s$ ’ye eşittir. Dolayısıyla izlenebilecek girdi tıkanıklığı etkinlik ölçümü oransal olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$CE = OP_s / OP_w \quad (3.53)$$

Güçlü eliminasyon varsayımı teknik etkinlik indeksi (TE_s), zayıf eliminasyon varsayımı teknik etkinlik indeksi (TE_w) ile girdi tıkanıklık etkinliğinin (CE) çarpımına eşit olmaktadır. Bu tanımlamalar şu şekilde yazılabilir:

$$OP_s / OP = (OP_s / OP_w) \times (OP_w / OP) \text{ veya } TE_s = CE \times TE_w \text{ olur.} \quad (3.54)$$

Yukarıda belirtilen zayıf eliminasyon, çıktılar için de göz önünde bulundurulabilir. Bu belli bir çıktı için negatif gölge fiyatı (shadow price) ifade eden üretim imkanları eğrisinin pozitif eğimli bir kısma sahip olmasına fırsat verir. Bu da bir analizcinin DEA modeline açıkça istenmeyen (amacı aşan) çıktıları (kirleticiler gibi) dahil etmesine yol açabilir. Hem girdilerde hem de çıktılarda zayıf

eliminasyonun birlikte empoze edilebileceğini dikkate alırsak, bir analizci alternatif olarak zayıf eliminasyon varsayımı girdiler veya çıktılar alt setine ulaşarak daha ayrıntılı analizler yapabilir. Örneğin, bazı kamu kurumlarının politik nedenlerle aşırı istihdamda buldukları varsayımından hareket edilirse, emek girdileri için zayıf eliminasyon, diğer girdiler için güçlü eliminasyon yaklaşımı esas (empoze) alınabilir.

3.2.3. Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme ve Ölçme İndeksleri

Endüstriyel alanda toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçmek ve değişimin niteliğini analiz etmek amacıyla Malmquist DEA yöntemi yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bu analizler, hizmetler sektöründen (ulaşım, hastaneler, eczaneler, eğitim kurumları, sigortacılık, adli kurumlar, bankalar, kredi kurumları, elektrik üretimi ve dağıtım) sanayi sektörü ve tarım sektörüne kadar uzanan bir zenginliği kapsamaktadır.

Malmquist DEA yöntemlerinin bu kadar yaygın kullanılmasının en önemli nedeni, Malmquist TFV'deki değişim indeksinin hem teknik etkinlikteki (teknik ilerleme) hem de teknolojiye bağlı değişim unsurlarını (ayrı ayrı indekslerle) ayrıştırılabilmesidir. Ayrıca, bu ayrıştırmada girdi ve çıktı fiyatlarına gerek duyulmaması başlı başına bir üstünlük olarak değerlendirilebilir. Yine, daha önce belirtilen Tornqvist indeksinin aksine, çıktı ve girdilere ait gelir ve maliyet büyüklüklerinin bilinmesi gerekmemektedir.¹⁹⁹

Malmquist verimlilik indeksi, ortak teknolojiye göre her bir veri noktasının uzaklıklarının oranlarını hesaplayarak, farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişimi ölçer. Bu indeksin oluşturulmasında, uzaklık (distance) fonksiyonları esas alınarak hesaplamalar yapılmaktadır.

¹⁹⁹ Fare, Rolf, Shawna Grosskopf, Mary Norris ve Zhong Yang Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", The American Economic Review, March 1994, Vol.84, :66-80.

3.2.3.1.Uzaklık Fonksiyonları ve Malmquist Verimlilik İndeksi

Uzaklık fonksiyonu, kar maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu gibi herhangi bir davranışsal varsayımı gerektirmeden, birden fazla çıktı ve girdinin söz konusu olduğu durumlarda üretim teknolojisini belirleyebilmektedir. Uzaklık fonksiyonları, yalnızca girdi ve çıktı miktarlarına dayalı çoklu çıktı (multiple-output) ve çoklu girdi (multiple-input) teknolojilerini yansıtan fonksiyonlardır.

Uzaklık fonksiyonları hem girdi eksenli hem de çıktı eksenli uzaklık fonksiyonları olarak ele alınabilir. Bunlardan girdi eksenli uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü veriyken girdi vektörünün minimum oranda azalmasını öngören bir üretim teknolojisinin karakteristik özelliğini yansıtır. Çıktı eksenli uzaklık fonksiyonu ise girdi vektörü veriyken çıktı vektörünün maksimum oransal artışını dikkate alır. Çıktı uzaklık fonksiyonunda üretim teknolojisi, çıktı kümesi S^t kullanılarak tanımlanmaktadır. Bu kümede (x) girdi vektörleri ve (y) çıktı vektörleri kümesini açıklamaktadır. Çıktı kümesi $t=1, \dots, T$ döneminde $y^t=(y_1^t, \dots, y_M^t)$ çıktıları elde etmek için $x^t=(x_1^t, \dots, x_N^t)$ girdileri mevcut ise, t dönemindeki teknolojinin tüm uygun olan (x^t, y^t) leri kapsadığını gösterir.

$$S^t = \{(x^t, y^t) : y^t \text{yi üretebilecek } x^t\} \quad (3.55)$$

Bu açıklamalar bağlamında S^t teknolojisine göre tanımlanmış olan çıktı uzaklık fonksiyonu şöyle yazılmaktadır:

$$D_0^t(x^t, y^t) = \min\{\theta : (x^t, y^t/\theta) \in S^t\}, \quad x^t \in \mathbb{R}_+^N, \quad t = 1, \dots, T \quad (3.56)$$

Gözlemlenen veriden hareketle S^t teknolojisinin oluşumunu ifade edebilmek için şu basit örnek verilebilir. Varsayalım ki, tek bir ürünü üretmek için bir girdi kullanılmaktadır. Bu üretim sürecine ilişkin A ve B gibi iki gözlem değeri dikkate alındığında;

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

	A	B	
x	2	5	
y	3	5	dır.

Görüldüğü gibi y ürününü üretmek için B, A'dan daha fazla girdi kullanmaktadır. B'nin ortalama verimliliği (y/x) daha küçüktür. Yani, $y^A/x^A=3/2 > y^B/x^B=1$. Dolayısıyla, referans teknoloji her iki gözlemden türetilmekte ve fakat frontier (sınır) en yüksek verimliliğe sahip gözlemden oluşmaktadır. Yani, sınırı belirleyen referans teknoloji A'dır.

Ölçeğe göre sabit getiri altında, burada A en iyi firma (the best practice firm) olduğundan, B ortalama verimlilik açısından A ile karşılaştırılmakta, B için uzaklık fonksiyonunun değeri gözlemlenen çıktının maksimum potansiyel çıktıya oranı olarak ifade edilmektedir.

$$D_0(x^B, y^B) = 2/3 \quad (3.57)$$

$$\frac{y^{*B}}{x^B} = \frac{5/D_0(x^B, y^B)}{5} = 3/2 = \frac{y^A}{x^A}$$

Burada, $y^{*B} = y^B / D_0(x^B, y^B)$, maximum potansiyel çıktıdır ve $D_0(x^A, y^A) = 1$.

Malmquist verimlilik indeksi, yukarıda belirtilen ayrıştırma tekniğine dayandırıldığından dolayı toplam faktor verimliliğindeki değişmeyi ölçebilmek için en az iki dönemin olması gerekir. Her iki dönem için fark fonksiyonlarından çıkarılan sonuç, maksimum ortalama çıktıdan olan sapmaları açıklamaktadır. Bu indeks, her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre nispi uzaklık oranlarını hesaplayıp, iki veri noktası arasındaki TFV'deki değişmeyi ölçmektedir. DEA Malmquist verimlilik analizinde, toplam faktör verimliliğindeki ve onu oluşturan unsurlardaki (teknik ilerleme ve

teknolojik değişme) değişmeler, Malmquist verimlilik indekslerinin geometrik ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır²⁰⁰.

Malmquist (1953) tarafından geliştirilen uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak açıklanan ve Douglas W. Caves ile çalışma arkadaşları tarafından ileri sürülen (1982b)²⁰¹, Malmquist (çıktı-eksenli) TFV değişim indeksi aşağıdaki notasyonla gösterilmektedir:

$$m_0(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \right) x \left(\frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.58)$$

Bu indekste temel (baz) yıl t dönemiyle, bir sonraki yıl ise t+1 dönemiyle gösterilmektedir. Bu denklemde $d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})$ notasyonu, (t+1) dönemi gözleminden (t) dönemi teknolojisine olan uzaklığı temsil etmektedir. Denklem (3.32), (t) ve (t+1) dönemi TFV indekslerinin geometrik ortalamasını temsil ederken, bu denklem aşağıdaki genişletilmiş kalıpla gösterilmiştir:

$$m_0(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right) x \left(\frac{d_0^t(y^t, x^t)}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.59)$$

Yukarıdaki denklemde, köşeli parantezin dışında yer alan oransal kısım, (t) ve (t+1) yılları arasındaki çıktı-eksenli teknik ilerlemedeki değişmeyi ölçen kısımdır. Yani, etkinlik değişimi; Farrell'in (t+1) dönemi için ele aldığı teknik etkinlik oranı, (t) döneminde belirlenen teknik etkinlik oranına eşittir. Köşeli parantez içinde yer alan kısım ise iki oranın geometrik ortalaması

²⁰⁰ Fare, Rolf, Shawna Grosskopf, Mary Norris ve Zhong Yang Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", The American Economic Review, March 1994, Vol.84, :66-80.

²⁰¹ Fare ve diğerleri 1994, s.67

olup iki dönem arasındaki teknolojiye (x^{t+1} ve x^t) meydana gelen değişmeyi açıklar.

M_0 'nın değerinin 1'den büyük olması, toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine arttığını; 1'den küçük olması da toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine azaldığını gösterir²⁰².

Öte yandan, Fare ve arkadaşlarının yaklaşımıyla da(1994) toplam faktör verimliliğindeki değişme iki kısma ayrıldığında teknolojik değişme ve etkinlikteki değişme ayrı ayrı gösterilebilir²⁰³.

$$\text{Etkinlikteki Değişme} = \frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \quad (3.60)$$

$$\text{T. D.} = \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right) x \left(\frac{d_0^t(y^t, x^t)}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.61)$$

Malmquist verimlilik indeksinin ayrıştırılması toplam faktör verimliliğindeki teknik etkinlikteki ilerlemenin ve teknolojik değişimin katkılarını belirlememizi sağlamaktadır. İki kısma ayrılan denklem 3.33 etkinlikteki değişmeyi hem bir bütün olarak göstermekte hem de teknik ilerleme (frontieri yakalama (catch-up)) ile teknolojik değişmeyi ayrı ayrı ölçmektedir. Teknolojik değişme, frontier etkisi olarak da açıklanmakta ve üretim sınırları eğrisinin yer değiştirmesi (konunun kayması) şeklinde algılanmaktadır²⁰⁴. Diğer bir ifadeyle, Toplam faktör verimliliğindeki değişme, teknik etkinlikteki değişme (TC) ile teknolojik değişimin (TC) çarpımıdır. Ayrıca, bu değişimin grafik üzerinde gösterimi, konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır²⁰⁵.

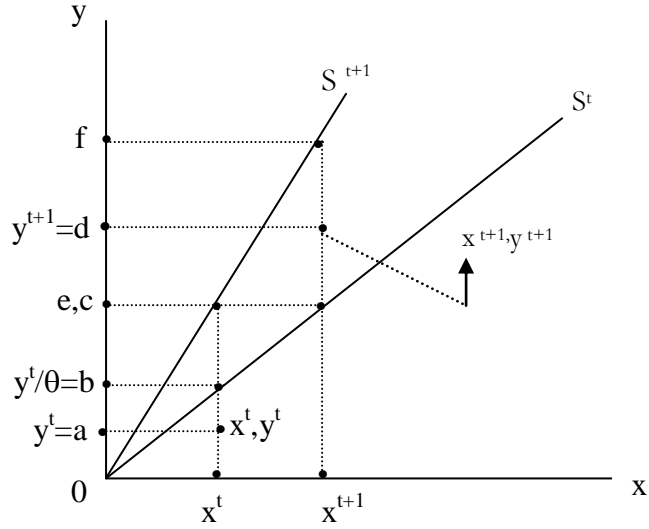
$$M_0^{t+1} = EC \cdot TC \quad (3.62)$$

²⁰² Coelli ve diğerleri, 1998, s. 233.

²⁰³ Coelli ve diğerleri, 1998, s. 233.

²⁰⁴ Renuka Mahadevan, "A DEA Approach to Understanding the Productivity Growth of Malaysia's Manufacturing Industries", Asia Pasific Journal of Management, 19, 2002, ss. 587-600.

²⁰⁵ Fare ve diğerleri, 1994, s.70.



Şekil 3.8 Malmquist TFV indeksleri ve Çıktı Uzaklık Fonksiyonları

Malmquist TFV indeksini tanımlamak için, Şekil 3.8'de S^t ve S^{t+1} adlı iki teknolojiyi temsil eden ve orijinden çıkan doğrular çizilmiştir. Çıktı-girdi vektörleri (y^t, x^t) kendi dönemleri için uygun (feasible) vektörlerdir, fakat, (y^{t+1}, x^{t+1}) vektörleri S^t ye ait teknolojiyi tanımlamamaktadır. Şekilde $d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) = 0d/0f$ ve $d_0^t(y^t, x^t) = 0a/0b$ dir. Böylece,

$$\text{Etkinlikteki değişme} = \frac{0d}{0f} / \frac{0a}{0b} \quad (3.63)$$

$$\text{Teknolojik değişme} = \left[\frac{0d/0e}{0d/0f} \left(\frac{0a/0b}{0a/0c} \right) \right]^{1/2} \quad (3.64)$$

$$\text{TFV} = m_0(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \left(\frac{0d}{0f} \right) \left(\frac{0b}{0a} \right) \left[\frac{0d/0e}{0d/0f} \left(\frac{0a/0b}{0a/0c} \right) \right]^{1/2}.$$

$$\text{Top.Fakt.Ver. Değişme} = \left(\frac{0d}{0f} \right) \left(\frac{0b}{0a} \right) \left[\frac{0f}{0e} \left(\frac{0c}{0b} \right) \right]^{1/2} \quad (3.65)$$

Denklem (3.63) da köşeli parantez içerisinde kalan kısım x^t ve x^{t+1} dönemlerindeki teknolojiye kaymayı ifade eder. Böylece, teknolojik değişim bu iki kaymanın geometrik ortalamasıdır. Köşeli parantezin dışında kalan oran ise (t) ve (t+1) dönemindeki nispi teknik etkinliği (teknik ilerlemeyi) ölçer. Bu ölçüt yukarıda belirtildiği gibi “catch-up” olarak değerlendirilmektedir.

3.2.3.2. DEA ve Malmquist Verimlilik İndeksi

Malmquist toplam faktör verimliliği indeksinin oluşturulmasında gerekli olan uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmek için kullanılan en popüler yöntem DEA yöntemidir. Bu yöntemi esas alan uygun bir panel veri seti olduğunda, DEA doğrusal programlama kullanılarak gerekli uzaklıklar (distances) hesaplanabilir. Herhangi bir i'nci firma için iki dönem arasındaki TFV'deki değişimi ölçmede dört fark fonksiyonu hesaplanmaktadır. Bu ise, dört adet DP probleminin çözümünü gerektirir.

Fare ve arkadaşları, (1994) ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında gerekli olacak Malmquist indeksini oluşturan uzaklık fonksiyonlarını ölçmek için iki popüler yöntemi dikkate almışlardır. Bunlar sırasıyla, DEA-Benzeri (DEA-like) DP ve Stokastik Frontier yöntemleridir²⁰⁶. Bu yöntemlerden DP'yi kullanan modeller şöyle yazılmaktadır:

$$\begin{aligned} [d_0^t(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, & (3.66) \\ \text{kısıt} \quad -\phi y_{it} + Y_t \lambda &\geq 0, \\ & x_{it} - X_t \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [d_0^s(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ \text{kısıt} \quad -\phi y_{is} + Y_s \lambda &\geq 0, & (3.67) \end{aligned}$$

²⁰⁶ Coelli ve diğerleri, 1998, s. 226.

$$x_{is} - X_s \lambda \geq 0, \quad \lambda \geq 0,$$

$$\begin{aligned} [d'_0(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ \text{kısıt} \quad -\phi y_{is} + Y_t \lambda &\geq 0, \end{aligned} \quad (3.68)$$

$$x_{is} - X_t \lambda \geq 0, \quad \lambda \geq 0,$$

$$\begin{aligned} d^s_0(y_t, x_t) &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ \text{kısıt} \quad -\phi y_{it} + Y_s \lambda &\geq 0, \\ x_{it} - X_s \lambda &\geq 0, \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.69)$$

Yukarıda verilen dört adet DP yaklaşımı, örnekteki her bir firma için çözümlenmelidir. Eğer örnekte 50 firma ve dört dönem varsa 500 adet DP denklemi çözülmektedir. Böylece, N sayıda firma ve T zaman dönemi bilindiğinde çözülmesi gereken DP sayısı = $N \times (3T-2)$ dir.

Uzaklık fonksiyonları yaklaşımı, teknik etkinlikteki (teknik ilerlemedeki) değişimin ölçek etkinliği ve “pür” teknik etkinlik kısımlarına ayrıştırılmasıyla daha da genişletilebilir. Bu ayrıştırma, ilave iki DP'nin çözümünü gerektirirken (iki üretim noktası karşılaştırıldığında); 3.66 ve 3.67 doğrusal programlama probleminin herbirisine ($N^1 \lambda = 1$) konvekslik sınırlamasıyla tekrarlanan bir süreç başlatılmış olur. Yani, bu iki uzaklık fonksiyonu, ölçğe göre sabit getiri teknolojisi yerine ölçğe göre değişken getiriye göre hesaplanmaktadır. Bu durumda, N firma ve T zaman dönemi için çözülmesi gereken DP sayısı = $N \times (4T-2)$ olmaktadır. Ancak, ölçğe göre değişken getiri varsayımı altında hesaplama yapmak her zaman kolay olmayacaktır. Çünkü, bazı dönem içi (inter-period) DEA-DP'lerdeki uzaklıklar her zaman tanımlanamayabilirler. Bu nedenle ölçğe göre sabit getiri varsayımı daha çok tercih edilmektedir²⁰⁷.

²⁰⁷ Coelli ve diğerleri 1988, s.228.

Böylece DEA-DP yöntemleri ile tahmin edilen uzaklık fonksiyonlarına bağlı olarak hesaplanmış Malmquist verimlilik indeksleri de ya girdi eksenli (input-oriented) ya da çıktı eksenli (output-oriented) indekslerdir.

Toplam faktör verimliliği ölçümünde teknolojinin ölçüğe göre getiri özellikleri önem arzettiğinden dolayı Malmquist toplam faktör verimliliği indeksinde, uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmede ölçüğe göre sabit getiri varsayımının dikkate alınması önemli bir husustur. Aksi takdirde erişilebilen sonuçlar, ölçek etkilerinden kaynaklanan TFV kazanç ve kayıplarını uygun bir biçimde yansıtmamış olacaktır. Bu nedenle Grfell-Tatje ve Lovell (1995), tek girdi ve tek çıktılı bir örneği ele alıp ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında Malmquist toplam faktör verimliliği indeksinin TFV'deki değişimleri doğru bir biçimde ölçmeyebileceğini belirtmişlerdir.

3.2.4. Seçilmiş Uygulamalar: İndeks ve DEA Yaklaşımlı Örnek Olaylar

Bu kısımda, yukarıda teorik boyutunu ortaya koyduğumuz indeks ve DEA yöntemleri kullanılarak muhtelif alanlarda yapılan bazı çalışmalar ve ulaşılan sonuçlar ortaya konulmaktadır. Son zamanlarda özellikle DEA yöntemine dayalı literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Nitekim, muhtelif alanları kapsayan 1990'lı yıllara ait 67 adet çalışma²⁰⁸ ve 1998-2001 yılları arasında ise 47 adet çalışma olduğunu belirtmek²⁰⁹ anlamlı bir fikir verecektir. Bu çalışmaların bir kısmına kaynakça'dan hareketle ulaşılabilir. Ancak, bu kısımda ağırlıklı olarak kitabın yazarları tarafından yapılmış çalışmalara yer verilmekte ve bu çalışmaların bulgu ve sonuçları örnek olay olarak ele alınmaktadır. Bu örnek olaylara ilişkin

²⁰⁸ Ertuğrul Deliktaş, "İzmir Küçük Ölçekli İmalat Sanayiinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", Verimlilik Dergisi, MPM Yayını, 2001/3, ss.153-170.

²⁰⁹ Coelli ve Rao 2001,s.3.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

çalışmalarda DEAP 2.1 bilgisayar programı²¹⁰ kullanılmıştır (bu program için bakınız Ek 1).

Örnek Olay 1 Verimlilik ve Karlılık Analizi: APS Performans Ölçme Sistemi²¹¹ (American Performance Measurement System)

İşletme analizcisi için kısmi faktör verimliliğinden ziyade toplam faktör verimliliği (TFV) ölçümü büyük bir önem arz etmektedir. TFV analizi işletme ile ilgili kararlarda yalnızca üretim faktörlerinin tamamının yansıtılmasını değil, bireysel kısmi oranlarla veya rasyolarla sağlanmayan faktörler arasındaki değişime ilişkin bilgiyi de sağlar. Özellikle Amerika sanayiinin verimlilik düzeyindeki ilerleme, faktörler arasındaki değişime (trade-off) indirgenebilmekte ve bu değişimin yüksek seviyeli organizasyonlar için önemli bir ölçüm aracı olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, bir organizasyonun tüm faaliyetleri için TFV'nin ölçümü gerekmez. Günlük işlemsel kontrol basit iş ölçme teknikleriyle, kısmi ölçümlerle veya subjektif geleneksel değerlendirme ile de etkin bir biçimde yapılabilmektedir. Ancak, organizasyon giderek karmaşık bir hal alacağından dolayı bu organizasyonların yöneticilerinin faktör değişimindeki sorumlulukları daha da artacağı için TFV ni ölçüme ihtiyacı giderek artmaktadır.

Bununla birlikte, toplam faktör verimliliği ölçümü ile ulaşılan veriler tüm yönetimi tatmin etmeyebilir. Çünkü, üst yönetimler daima karlılığı daha önemsemektedir. Bu nedenle, şirket yönetimi kendi farklı bölümlerini karlılık temeline göre analiz etmek istemektedir. Karlılığın dışındaki herhangi bir ölçme biçimi, karlılık planlama verisi ile doğrudan karşılaştırılmaz ise bu ölçüm anlamlı olabilir. Dolayısıyla işletme performansının temelinde karlılık ön plana çıkmaktadır. Böylece, TFV ölçme sistemi, karlılığı planlama sistemi ile doğrudan ilişkilendirildiğinde TFV ölçümü

²¹⁰ T.J. Coelli, (1996b), “A Guide to A DEAP Version 2.1 : A Data Envelopment Analysis (Computer) Program”, CEPA working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

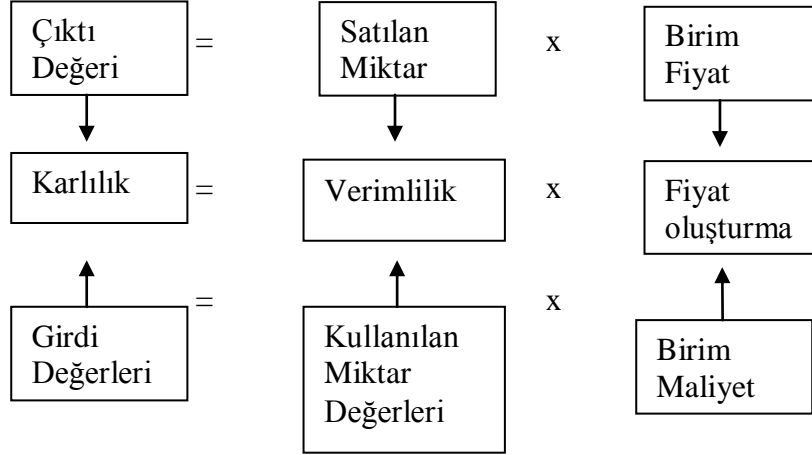
²¹¹ Kendrick, John W. , Improving Company Productivity, Handbook with Case Studies in Collaboration with the American Productivity Center.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

karlılık analizini tamamlamaya katkı sağlayacaktır. Karlılık ve verimlilik analizi arasındaki bağlantıyı kuran bağ (link), girdi fiyatları ile çıktı fiyatlarının nispi değişimidir. Bu ilişki, satın alma ve ürün-fiyatlandırma kararlarının bir bileşkesi olarak nitelendirilebilir. Öte yandan, toplam faktör verimliliği ile ilgili yaklaşımların çoğu fiyat ve maliyet bilgisini ikinci plana atmakta veya onları hiç kullanmamaktadır (DEA ve SFA gibi).

İlaveten, işletmenin ekonomik faaliyetlerine ilişkin cari verileri enflasyon etkisinden arındırmak için kullanılan deflatör veya bu kitapta detaylı bir şekilde yer verdiğimiz fiyat indeksleri bir işletmenin doğrudan deneyimini yansıtmamaktadır. Ancak, bu indeksler makroekonomik duruma ait referans bilgi oluşturmada baş vurulan en yaygın yöntemlerdir. Bununla birlikte, bir işletme kendi fiyat ve maliyet yapısına ilişkin bilgiye sahipse ve bu bilgileri karlılık ve verimlilik analizleri için indekslere dönüştürebilmiş ise karlılık ve verimlilik arasındaki bağı dikkate almış olacaktır.

Bu çerçevede, performans sisteminin anahtar unsurları “karlılık”, “verimlilik” ve “fiyat oluşturma (price recovery)” kavramlarını içermektedir. Bu kavramlar arasındaki ilişkiler veya tüm girdi ve çıktılar $V=Q \times P$ biçiminde ifade edildiğinde; çıktı değerlerine karşılık gelen, miktar ve fiyatlar ile girdi değerlerine karşılık gelen, miktar ve fiyatlar arasında zaman içerisinde ortaya çıkacak nispi değişimler arasındaki ilişki oldukça önemli olup aşağıdaki Şekil’3.9.da sunulmuştur:



Şekil 3.9 Girdi-Çıktı Değerleri Arasındaki İlişki

Şekil 3.9'daki girdi ve çıktı satırları dikkate alındığında, her faaliyet bir mutlak hesaplamayı (değer=fiyat x miktar) gerektirmektedir. Şekil dikey olarak okunduğunda, belli bir zaman sürecinde çıktı değerindeki nispi değişimin girdi değerindeki nispi değişimle karşılaştırılması, “karlılıktaki değişim” olarak tanımlanmaktadır.

Belli bir zaman sürecinde, ikinci sütunda verilen çıktı miktarı ve girdi miktarı arasındaki ilişki “verimlilik” olarak adlandırılmaktadır. Bu miktarlar fiziki miktarlar veya alternatif olarak, sabit (reel) değerlerdir. Üçüncü sütun ise, çıktının birim fiyatındaki değişim ile girdinin birim maliyetindeki değişim arasındaki ilişkiyi ifade eden “fiyat oluşturma/düzeltilme” olarak bilinmektedir. Fiyat oluşturulması bir tür nispi enflasyon indeksiyle açıklanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, bir organizasyonun maliyette ortaya çıkacak değişimleri, fiyat değişimleri yoluyla tüketicilere aktarabilme gücünün/arzusunun bir indeksidir.

APC performans ölçme sistemi Tablo 1’de görüldüğü gibi karlılıkta, verimlilikte ve fiyat oluşturmadaki değişimleri, girdi faktörlerinin her birisiyle ilişkilendiren bir matrisi ifade etmektedir. Bu değişimler, iyileşme oranı ve parasal etki olarak bilinir. Bu iki etki (fiziki ve parasal unsurlardaki), bir organizasyonun hem en büyük yüzde değişimleri gösteren faktörleri hem de parasal açıdan

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

en büyük net etki sağlayan faktörleri belirlemesi açısından önem arz etmektedir. Öte yandan, çıktılarının değerindeki nispi değişimler ile girdilerin değerindeki nispi değişimler arasında yapılan bir karşılaştırma, karlılıktaki değişmeyi belirlemektedir.

Yukarıdaki çıktı-girdi arasındaki etkileşim sürecini yansıtan performans oranları, her bir alt girdi verimliliğindeki nispi azalmaların veya artmalarının “miktar performans oranı - Q_2/Q_1 ” sütunundan ve fiyat oluşturulmasında değişmelerin “fiyat performans oranı- P_2/P_1 ” sütunundan okunabilecek bir şekilde düzenlenmektedir. Bu bağlamda, tüm alt girdiler toplamı için toplam performans oranları, aşağıda gösterildiği gibi toplam verimlilik (Çıktı: Q_2/Q_1 / Girdi: Q_2/Q_1) ve toplam fiyat oluşturma oranları şeklinde yazılmaktadır. Ancak, tabloda verilen genel oranlar herhangi bir yorum için tek başlarına yeterli değildir. Bu nedenle APC sistemi bu oranları parasal değerlere dönüştürerek karlılık üzerindeki etkilerini ortaya koymaya çalışır. Bu sisteme göre performans oranı birin (1) üstünde veya altında olduğundan ilgili durum yüzde olarak gösterilir. Yani, bir alt girdi için verimlilik oranı 1.05 ise sistem, verimlilikteki %5 değişimin parasal etkisini yansıtır. Verimlilik ve fiyat düzelmesinin, toplam parasal etkileri tüm girdiler için bir araya getirilir ve bu durum iki dönem arası kardaki değişimin toplam açıklaması olarak kabul edilir. Bununla birlikte, çoğu işletme karlılığını çok iyi şekilde izleyebilse de karlılıkta ortaya çıkan bu değişmelerin kaynağı hakkında bir analiz yapamamaktadır (verimlilikteki değişmeden mi, yoksa fiyat-maliyet hareketlerinden mi kaynaklanan bir sonuç).

Bunların yanı sıra APC Performans Ölçme Sisteminin normal muhasebe sistemleri ile tamamen uyumlu ve basit bir yöntem içermiş olması zaman zaman bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

Ancak, ölçme sistemine, sermayenin getirisi girdi olarak dahil edildiğinden dolayı standart muhasebe uygulamasıyla uyumlu kılmak için getirinin dışlanması gerekmektedir. Yine, çıktılar normal olarak ürünün beklenen satış değerlerinden ziyade fiili piyasa satış değerlerine dayanmakta; materyal girdiler de satın alış maliyetlerinden ziyade bir stok maliyetine katlanılmaksızın girdinin

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

tam zamanlı kullanılma süreciyle ilgilidir. Dolayısıyla tam zamanlı envanter yönetimi önem kazanmaktadır.

Bu çerçevede APC Ölçme Sistemi'nin çalışma biçimini açıklamak amacıyla bir işletmeye ait veriler Tablo:3.1'de verilmektedir*.

Tablo 3.1 Performans Ölçüm Sistemi Temel Verileri

	Dönem 1			Dönem 2		
	Değer	Miktar	Fiyat	Değer	Miktar	Fiyat
Çıktı	V ₁	Q ₁	P ₁	V ₂	Q ₂	P ₂
Sandalye	50,000	1,000	50.00	66,000	1,200	55.00
Masa	<u>40,000</u>	200	200.00	<u>33,600</u>	160	210.00
Toplam çıktı	90,000			99,600		
Girdi						
İlk madde ve malzeme						
Kereste	20,000	20,000	1.00	25,200	21,000	1.20
Cila	1,000	100	10.00	1,200	100	12.00
Vida	<u>200</u>	200	1.00	<u>160</u>	148	1.08
Toplam ara girdi	21,200			26,560		
İşçilik						
Ağaç işçiliği	24,000	4,000	6.00	30,400	3,800	8.00
Cila işçiliği	<u>8,000</u>	1,000	8.00	<u>8,320</u>	800	10.40
Toplam işçilik	32,000			38,720		
Enerji						
Elektrik	3,000	30,000	0.10	3,780	27,000	0.14
Sermaye						
Nakit	600	8,000	0.075	560	7,000	0.080
Kiralamalar	1,800	24,000	0.075	1,920	24,000	0.080
Stoklar	900	12,000	0.075	810	10,125	0.080
Amortisman	15,000	300,000	0.050	15,300	300,000	0.051
Vergi öncesi getiri	<u>14,100</u>	300,000	0.047	<u>15,120</u>	315,000*	0.048
Toplam sermaye	32,400			33,710		
Muhtelif giderler						
Vergiler ve sigorta	<u>1,400</u>	1,000	1.40	<u>1,500</u>	1,000	1.50
Toplam Girdi	<u>90,000</u>			<u>104,270</u>		
Fark	0			4,670		

* İkinci dönemin başında 15.300 \$ 'a satın alınan arsa eklenmiş ve birinci dönem fiyatı düzeyi ile deflate edilmiştir.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Tablo 3.1’de yer alan veriler, bir organizasyonun muhasebe ve bilgi sistemlerinden elde edilebilmesine rağmen sermaye verisi istisnai bir durum oluşturmaktadır²¹². Tablo 3.1’deki verilere dayalı olarak performans indekslerini elde etmek için iki aşamalı bir hesaplama yapılmaktadır. İlk aşamada ikinci dönemdeki her değer birinci dönemdeki karşılığı olan her bir değere bölünmektedir. Bu işlem sonucu elde edilen sayılar değişim oranları olarak Tablo 2’de yer almaktadırlar.

Aşağıdaki Tablo 3.2 değişim oranları her bir çıktı ve girdinin değer, miktar ve fiyatındaki birinci dönemden ikinci döneme olan değişimini temsil etmektedir. İkinci adımda yapılacak hesaplamalar için bu değişim oranlarını hesaplamak gerekmektedir. Değer sütunu için bu önemli olmasa da değişim oranlarını elde etmek amacıyla miktar ve fiyat sütunları için bir ağırlıklandırma yapmak gerekir.

²¹² Kiralama gideri bir sermaye girdisi olarak kabul edilmiştir. Organizasyon ister sahip olsun ister kiralamış olsun, yararlandığı tüm fiziki tesis ve ekipmanların etkinliği ile alakadar olmak zorundadır. Miktar sütunu kiralamanın yararlanma (capitalize) değerini vermektedir. Getiri unsuru bir girdi olarak sermaye dahil edilmiştir. Getiri, sermayenin kullanımı ile ilgili fırsat maliyetini ifade etmektedir. Amortisman muhasebe amortismanından farklıdır. Miktar sütunu fiziki girdiyi temsil ettiğinden dolayı, amortisman hesaplanmadan önce enflasyonun etkisi organizasyonun sabit varlıklarından arındırılmalıdır. Bunu hesaplamada en uygun yol, sabit varlıkların baz yıl maliyeti ile yeniden ifade etmek ve ekonomik amortisman oranını uygulayarak miktarı hesaplamaktır. Birinci döneme kıyasla ikinci dönemde miktar sütununda fiziki eşitlikler sağlanmalıdır. Bu finansal sermaye unsurlarının (nakit ve envanterler) birinci dönem fiyatları ile deflate edilmesini gerektirir. İlâveten, getiri ve amortismanlar için fiyat sütunundaki rakamlar artırılmalıdır. Aksi takdirde enflasyonist bir ortamda bu unsurlar için hesaplanan değer yetersiz olacaktır.

Tablo 3.2 Değişme Oranları

	V2/V1	Q2/Q1	P2/P1
Çıktı			
Sandalye	1.3200	1.2000	1.1000
Masa	0.8400	0.8000	1.0500
Toplam çıktı	1.1067	1.0222*	1.0826*
Girdi			
İlk madde ve malzeme			
Kereste	1.2600	1.0500	1.2000
Cila	1.2000	1.0000	1.2000
Vida	0.8000	0.7400	1.0800
Toplam ara girdi	1.2535	1.0447*	1.1992*
İşçilik			
Ağaç işçiliği	1.2667	0.9500	1.3333
Cila işçiliği	1.0400	0.8000	1.3000
Toplam işçilik	1.2100	0.9125*	1.3260*
Enerji			
Elektrik	1.2600	0.9000	1.4000
Sermaye			
Nakit	0.9333	0.8750	1.0667
Kiralamalar	1.0667	1.0000	1.0667
Stoklar	0.9000	0.8438	1.0667
Amortisman	1.0200	1.0000	1.0200
Vergi öncesi kar	1.0723	1.0500	1.0213
Toplam sermaye	1.0404	1.0151*	1.0249*
Muhtelif giderler			
Vergiler ve sigorta	1.0714	1.0000	1.0714
Toplam Girdi	1.1586	0.9815*	1.1804*

(*) Ağırlıklandırılmış

Bunun için tavsiye edilen yaklaşımda, miktar toplamalarını oluşturmak için baz yıl fiyatı ağırlık olarak kullanılmaktadır. Fiyat toplamalarını oluşturmak için de "cari-dönem miktar ağırlıkları" kullanılmaktadır. Her bir toplam alt satırı için değişim oranları da şu şekilde hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, her bir girdiye karşılık gelen değişim oranı, toplam çıktıya karşılık gelen değişim oranı'na bölünmektedir. Bu işlemler sonucunda hesaplanan performans

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

oranları karlılık, verimlilik ve fiyat oluşturma indeksleri olarak değerlendirilir. Bu indeksler de Tablo 3.3’de düzenlenmiştir.

Tablo 3.3 Performans Oranları ve Kar Üzerindeki Etki

	Performans oranları			Kar üzerindeki etki		
	A	B	C	D	E	F
Çıktı						
Sandalye						
Masa						
Toplam çıktı						
Girdi						
İlk madde ve malzeme						
Kereste	0.8783	0.9735	0.9022	(3,067)	(556)	(2,511)
Cila	0.9222	1.0222	0.9022	(93)	22	(115)
Vida	1.3834	1.3814	1.0014	<u>61</u>	<u>56</u>	<u>5</u>
Toplam ara girdi	0.8834	0.9785	0.9028	(3,099)	(478)	(2,621)
İşçilik						
Ağaç işçiliği	0.8737	1.0760	0.8120	(3,840)	1,733	(5,573)
Cila işçiliği	1.0641	1.2778	0.8328	<u>533</u>	<u>1,778</u>	<u>(1,245)</u>
Toplam işçilik	0.9146	1.1202	0.8165	(3,307)	3,511	(6,818)
Enerji						
Elektrik	0.8783	1.1358	0.7733	(460)	367	(827)
Sermaye						
Nakit	1.1857	1.1682	1.0150	104	88	16
Kiralamalar	1.1429	1.0222	1.1180	72	40	32
Stoklar	1.1296	1.2115	1.0150	186	161	25
Amortisman	1.0850	1.0222	1.0614	1,300	333	967
Vergi öncesi getiri	1.0320	0.9735	1.0601	485	(392)	877
Toplam sermaye	1.0637	0.9878	1.0768	2,147	230	1,917
Muhtelif giderler						
Vergiler ve sigorta	1.0329	1.0222	1.0105	<u>49</u>	<u>31</u>	<u>18</u>
Toplam Girdi	0.9552	1.0415	0.9171	(4,670)	3,661	(8,331)

A: Karlılıktaki değişim veya net değer oranı; B: Verimlilikteki değişim C: Fiyat düzelmesindeki değişim; D: Karlılıktaki değişimden kaynaklanan toplam parasal etki; E: Verimlilikteki değişimden kaynaklanan parasal etki; F: fiyat düzelmesindeki değişim nedeniyle ortaya çıkan parasal etki.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

İlaveten, performans oranları dikkate alındığında ilgili kriterleri yansıtan değişmelerin her birisinin karlarındaki parasal etki hesaplanarak bu sistemden analitik veri türetmek mümkündür. Bu veri türetme süreci aşağıdaki notasyonlardan izlenebilir.

$$\text{Kârlılık} = \frac{\text{Ü.miktarı}}{\text{G.miktarı}} \times \frac{\text{Ü.birimfiyatı}}{\text{G.birimfiyatı}}$$

Eşitliğin sağında yer alan bileşenlerden birinci kısım “verimliliği” ve ikinci kısım “fiyat düzelme oranını” vermektedir. Bu hesaplama yönteminde, stokta kalan mamüller ve yarı mamüller birim satış fiyatı ile değerlendirilerek işletmenin satış hasılatına eklenmektedir. Öte yandan, stokta kalan mamül ve yarı mamüllere ilişkin maliyetler de girdi maliyetlerine eklenmektedir.

Performans Oranları:

Kârlılıktaki değişim; veya	$A = \frac{\text{ürün } V_2 / V_1}{\text{girdi } V_2 / V_1}$
-------------------------------	--

A= C x B şeklindedir

Verimlilikteki değişim;	$(B) = \frac{\text{ürün } Q_2 / Q_1}{\text{girdi } Q_2 / Q_1}$
-------------------------	--

Fiyat düzelmesindeki değişim;	$(C) = \frac{\text{ürün } P_2 / P_1}{\text{girdi } P_2 / P_1}$
-------------------------------	--

Kâr üzerindeki etkiler: Karlılıktaki değişim (toplam parasal etki)

$$D = \left(\text{Çıktı } \frac{V_2}{V_1} - \text{Girdi } \frac{V_2}{V_1} \right) \times \text{Girdi } V_1$$

Örneğin, toplam çıktı ve toplam girdi için:

$$D = (1.1067 - 1.1586) \times 90,000 = -4,670 \text{ veya } (4,670) \text{ dir.}$$

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Verimlilikteki değişim (verimlilikten kaynaklanan parasal etki)

$$E = \left(\text{Çıktı} \frac{Q_2}{Q_1} - \text{Girdi} \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times \text{Girdi} V_1$$

Örneğin, toplam çıktı ve toplam girdi için: $E = (1.0222 - 0.9815) \times 90,000 = 3,661$ dir.

Fiyat düzelmesindeki değişim (fiyat düzelmesinden kaynaklanan parasal etki)

$$F = \left(\text{Çıktı} \frac{P_2}{P_1} - \text{Girdi} \frac{P_2}{P_1} \right) \times \text{Girdi} V_1 \text{ veya}$$

Örneğin, toplam çıktı ve toplam girdi için: $F = (1.0826 - 1.1804) \times 90,000 = -8,331$ veya $(8,331)$ dir. Bu etkiyi şu şekilde de hesaplamak mümkündür:

$$F = D - E$$

Örneğin, $-4.670 - 3661 = -8,331$ olur.

Öte yandan, Tablo 2'de görüldüğü gibi iki dönem arasındaki satış hasılatında %10.67'lik (V_2/V_1) bir artış olmuştur. Yine, üretimde kullanılan girdi miktarında %2.22'lik (Q_2/Q_1) bir artış olurken, birim satış fiyatlarında %8.26'lık (P_2/P_1) artış olmuştur. Üretim girdi maliyetleri eğrilerleştirildiğinde, yine Tablo 2'de görüldüğü gibi toplam girdi maliyetindeki artış %15.86'dır. Bu artışın esas itibariyle girdi birim fiyatlarındaki artıştan kaynaklandığı (%18.04) görülmektedir. Öte yandan birinci dönemden ikinci döneme girdi kullanım miktarı %1.85 azalmıştır.

Sonuç olarak, girdi maliyetlerindeki %15.86'lık bir artış karşısında satış hasılatının %10.67'lik bir artış göstermesi negatif bir durum olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, Tablo 3'deki performans kriterleri değerlendirildiğinde de şu sonuçlar elde edilebilmektedir. Toplam girdi verimliğinde %4.15'lik bir artış olmuştur. Ancak fiyat oluşturulması oranındaki %8.29'luk azalma nedeniyle net değer

veya karlılıktaki değişme 0.955 (yani %4.5 azalma) olarak gerçekleşmiştir.

Tüm bu hesaplamalardan görülmektedir ki, APC Performans Ölçme Sistemi için gerekli olan veri analizi yapılacak olan işletmeye ait satış hasılatı, üretim miktarı ve her döneme ilişkin her bir çıktı ve girdi fiyatı verilerine dayanmaktadır. Ancak, burada, kullanılan girdilerin ve üretilen çıktılarının tanımlanan sürece ait olmasına dikkat gösterilmelidir.

Örnek Olay 2 Ege Bölgesi İmalat Sanayiinde Teknik Etkinlik ve Faktör Kullanım Performansı Analizi

1997 yılı yatay kesit verilerine dayalı bu çalışmada²¹³ Ege Bölgesi illeri imalat sanayi alt sektörlerinin hem teknik etkinlik düzeyleri ve faktör kullanım performansları ölçülmekte hem de kamu ve özel sektör arasındaki performans farkı ortaya konulmaktadır.

Çalışmada, ölçeğe göre sabit getiri-DEA varsayımı altında hem veri çıktığı en az girdi kullanımı ile elde etme hem de veri girdi ile maksimum çıktı elde etme yaklaşımlarına göre etkinlik indeksleri hesaplanmakta ve yorumlanmaktadır. Teorik kısımda da ifade edildiği gibi bu iki yaklaşım da aynı etkinlik indekslerini vermektedir. Ancak, birinci yaklaşımla, kullanılan girdi fazlalığının (fiili girdi/ olması gereken girdi miktarları) hangi ölçüde olduğu tespit edilirken; ikinci yaklaşımla, çıktıda maksimum oransal artışın ne olması gerektiği ortaya konulmaktadır. Dolayısıyla analiz parametrelerinden hareketle, illerin karşılaştırmalı göstergeleri daha detaylı yorumlanabilmektedir.

Çalışmaya konu olan illerde faaliyette bulunan 31-39 numaralı tüm alt sektörler incelenerek, her bir alt sektörün etkinlik indeksleri detaylı bir biçimde hesaplanmakta ve bulgular yorumlanmaktadır. Ancak, bu örnekte çalışmanın bir parçasını oluşturan gıda-içki ve tütün sanayiine ait etkinlik indeksleri ile tüm

²¹³ Ertuğrul Deliktaş, "Ege Bölgesi İmalat Sanayiinde Teknik Etkinlik ve Faktör Kullanım Performansı Analizi", Bu çalışma V. İzmir İktisat Kongresi için hazırlanmış ve DPT'ye gönderilmiştir

alt sektörlerin bir özeti olan nihai il/ sektörel karşılaştırma tablosuna yer verilmektedir. (daha fazla bilgi için bakınız, a.g.ç).

İller itibariyle gıda-içki ve tütün sanayinin indekslerini kapsayan fiili (gözlem) veriler ve araştırma bulguları aşağıdaki Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.4 Gıda -İçki ve Tütün Sanayii

İller	Teknik Etkinlik	Çıktı		Girdi					
		Fiili	Maksimum	İşgücü		Sermaye		Aramal	
Özel Sekt.				a	b	A	b	a	b
Afyon	0.912	30.48	33.41	14.45	13.18	9.92	9.05	30.28	27.62
Aydın	0.917	30.16	32.9	14.58	13.37	9.26	8.49	29.87	27.38
Denizli	0.918	30.4	33.11	14.44	13.26	9.42	8.65	30.13	27.66
İzmir	0.894	33.54	37.52	17.43	15.58	11.8	10.55	33.18	29.66
Kütahya	0.926	28.54	30.59	13.13	12.16	8.12	7.52	28.18	26.09
Manisa	0.942	32.21	34.2	15.56	14.65	9.3	7.82	31.81	29.95
Muğla	0.975	28.19	28.92	11.97	11.67	7.25	7.07	27.54	26.84
Uşak	0.948	27.73	29.26	12.26	11.61	7.42	7.03	27.54	26.09
Ortalama	0.922								
Kamu Sekt.									
Afyon	0.902	30.4	3.7	14.43	12.93	10.23	9.23	30.66	27.65
Aydın	0.663	6.57	27.59	12.6	12.13	6.23	5.99	25.52	24.58
İzmir	0.922	31.1	33.72	15.91	14.67	7.94	7.32	30.82	28.42
Kütahya	0.929	29.3	31.52	13.3	12.36	8.72	8.11	29.21	27.15
Manisa	0.967	28.87	29.85	12.89	12.47	7.39	7.15	27.68	26.76
Muğla	1	23.57	23.57	9.98	9.98	3.64	3.64	22.86	22.86
Uşak	0.908	28.88	31.82	13.57	12.32	9.43	8.56	28.97	26.29
Ort.T.Et.	0.941								

Tablo’3.4de yer alan fiili çıktı kavramı, her bir alt sektör için gözlemlenen veri çıktısı ; (a) ile ifade edilen sütunlar bu çıktıları üretmede kullanılan fiili (gözlemlenen) girdileri göstermektedir. Öte yandan, (b) ile ifade edilen değerler ise, girdi eksenli yaklaşıma göre fiili çıktıyı üretebilecek olan en az girdi değerlerini göstermektedir. Bu girdi değerleri hesaplanan değerlerdir. Maksimum (potansiyel) çıktı kavramı ise veri girdi ile üretilebilecek en fazla çıktıyı göstermektedir. Bu çıktı değerleri, hesaplanan değerler olup hesaplanan girdinin (b)/ fiili girdiye(a) oranıdır.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Gıda- içki ve tütün sanayiinde kamu işletmelerinin ortalama teknik etkinlik düzeyi 0,941 iken özel sektörde bu oran 0,922'dir. Bu değerler, aynı zamanda kaynakların etkin kullanım oranlarını veya girdi fazlasını (input excess), göstermektedir.

Öte yandan, özel sektör açısından illeri değerlendirdiğimizde teknik etkinlik düzeylerine göre en yüksekten en düşüğe doğru sıralanış şöyledir: ilk sıradaki Muğla ilini Uşak, Manisa, Kütahya, Denizli, Aydın, Afyon ve İzmir illeri izlemektedir. Bu durumda, bölge bazında kaynak kullanımında en yüksek etkinliğe sahip ilin Muğla, en düşük etkinliğe sahip olan ilin de İzmir olduğu anlaşılmaktadır. Bu tabloya göre kamu sektörü daha etkin olup özel sektöre göre kaynakları daha etkin kullanmaktadır. Ege Bölgesi illeri kamu sektörü ortalaması özel sektör ortalaması ile karşılaştırıldığında etkinlik düzeyinin özel sektörden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, dışsal faktör analizini içermeyen bu sonuç, belli bir yıla ilişkin olduğu için tartışmaya açıktır. Yine adı geçen bu çalışmada, tüm sektörler karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve illerin sektörel üstünlükleri bir sıralama çerçevesinde ortaya konulmuştur. Bu karşılaştırmaya ilişkin tablo da aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.5 İl Bazında Sektörel Karşılaştırma

Sektörler	31		32		33		35		36		38	
	Kamu	Özel	Kamu	Özel	Kamu	Özel	Kamu	Özel	Kamu	Özel	Kamu	Özel
Afyon	7	7	1	5	-	2	1	3	3	3	3	2
Aydın	2	6	4	2	-	-	-	-	-	-	-	1
Denizli	-	5	-	8	-	-	2	2	-	3	-	3
İzmir	5	8	3	7	-	5	4	5	1	4	1	5
Kütahya	4	4	-	3	-	4	3	6	-	1	-	-
Manisa	3	3	2	4	-	3	1	4	-	5	-	3
Muğla	1	1	-	1	-	1	-	-	-	2	2	-
Uşak	6	2	-	6	-	-	-	1	2	-	-	4

Burada, 1 rakamı yüksek performansı sergilerken takip eden rakamlar ona göre zayıf performans derecesini temsil etmektedir.

Tablo 3.5’de görüldüğü gibi Muğla gerek kamu sektöründe gerekse özel sektörde en yüksek performansı temsil etmekte ve sıralamada ilk sırayı almaktadır. Ortalama olarak en düşük performansa sahip il ise İzmir dir.

Özel sektör itibariyle en yüksek performansa sahip olan iller değerlendirildiğinde; gıda -içki ve tütün (31); dokuma, giyim eşyası ve deri (32); orman ürünleri ve mobilya (33) sanayilerinde Muğla birinci sırayı almaktadır. Kimya-petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri (35) sanayiinde Uşak; taş ve toprağa dayalı (36) sanayiinde Kütahya ve metal eşya-makine, teçhizat, ulaşım aracı ve mesleki ölçme aletleri (38) sanayiinde ise Aydın ili yukardaki sıralamayı izlemektedir.

Kamu sektörü göz önüne alındığında, gıda -içki ve tütün sanayiinde Muğla; dokuma, giyim eşyası ve deri sanayiinde Afyon; kimya, petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri sanayiinde yine Afyon; taş ve toprağa dayalı sanayide İzmir ve metal eşya-makine, teçhizat, ulaşım aracı ve mesleki ölçme aletleri sanayinde de İzmir en yüksek performansa sahiptir.

Bulguların bütünü dikkate alındığında bölgede kaynak kullanımına ilişkin homojen bir yapının olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bölgede yapılacak yeni yatırımların etkin kullanımına referans olacak bir alt sanayi tabanından da söz etmek mümkündür. Ancak, bu çalışma bir yıllık verilere

dayandırıldığından uzun dönemli veri tabanına dayalı sonuçlarla karşılaştırılması gerekmektedir.

Örnek Olay 3 Nevşehir Rakı Fabrikası'nda Maliyet Etkinliği ve Ekonomik Etkinlik

Türkiye'de 1930'lu yıllardan itibaren özel bir önemle kurumsallaşmış olan KİT'lerin genel ekonomi içindeki yeri tartışma konusu edilerek, 1980'li yıllardan itibaren özellikle Neo-liberal politikaların ağırlık kazanmasından dolayı kamu işletmelerinin özel işletmelere göre kaynaklarını etkin kullanamadıkları görüşü işlenmeye başlamıştır. Halbuki, ülkemizde kamu ve özel sektör işletmeciliğine ilişkin nispi performans incelemeleri ve karşılaştırmalarına dayanan çok az sayıda araştırma vardır. Bu bağlamda ilgili çalışmada²¹⁴ KİT ekonomilerine ilişkin etkin bir regülasyon modeli önerilmekte ve firma bazında (fabrika) Nevşehir Rakı Fabrikası analiz edilmektedir. Burada, 1992 yılında kurulan, distile alkollü içkiler sektöründe yıllık 20.700 bin litre üretim kapasitesi ile Türkiye'nin en büyük firması olan ve 2002 yılı özelleştirme portföyüne alınan Tekel Genel Müdürlüğü'ne bağlı Nevşehir Rakı Fabrikası'nda 1992-2001 dönemi incelenmiş ve rekabet dinamiğinin çekirdeğini oluşturan etkinlik analizlerinden yararlanılmıştır. Üretim ve maliyet fonksiyonlarından hareketle Veri Zarflama analizi yöntemi kullanılarak, teknik, tahsis ve ölçek etkinliği parametreleri elde edilmiştir.

Alan çalışmasını konu alan bu örnekte, firma rakı üretimi için temel girdilerden sermaye, emek, kuru üzüm ve anasondan oluşan veri setini kullanmaktadır. Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) şartları altında elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde (Tablo3.2), mevcut girdilerden hareketle hedeflenen çıktıya % 7'lik (0.068) bir kayıpla ulaşıldığı ve söz konusu kaybın genelde kuru üzüm girdisinin israfından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

²¹⁴ R.Kök ve O. Çoban, "KİTlere İlişkin Bir Regülasyon Modelinin Gerekliliği ve Kaynak Kullanım Etkinliği Üzerine:Nevşehir Tekel Rakı Fabrikası Örneği", METU 6th. International Conference in Economics, September 9-14 , 2002, Ankara.

Tablo 3.6 Ölçeğe Göre Etkinlik İndeksleri ve Getiriler

Yıllar	CRSTE ^a	VRSTE ^b	SCE ^c	RTS ^d
1992	1.000	1.000	1.000	crs
1993	0.762	0.844	0.903	irs
1994	0.912	0.955	0.955	irs
1995	0.915	0.964	0.949	irs
1996	1.000	1.000	1.000	crs
1997	1.000	1.000	1.000	crs
1998	1.000	1.000	1.000	crs
1999	1.000	1.000	1.000	crs
2000	0.844	0.921	0.960	irs
2001	0.844	0.860	0.981	irs
Ortalama	0.932	0.954	0.975	

Burada; a) CRSTE: CRS ye göre teknik etkinlik; b) VRSTE: VRS ye göre teknik etkinlik ; c) SCE: ölçek etkinliği = $crste/vrste$; d) RTS: Ölçeğe göre getiri olup irs : ölçeğe göre artan getiriyi ve crs: ölçeğe göre sabit getiriyi ifade etmektedir.

Analizlere esas olan firmanın ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçülen maliyet etkinliği göstergeleri değerlendirildiğinde, % 7 civarında olan teknik etkinsizliğin yanı sıra ilgili dönemde yaklaşık olarak % 40 (0.397) seviyesinde de maliyet etkinsizliğinin ortaya çıktığı belirlenmiştir

Tablo 3.7 Teknik, Tahsis ve Maliyet Etkinlikleri

Yıllar	TE ^a	AE ^b	CE ^c
1992	1.000	1.000	1.000
1993	0.762	0.565	0.430
1994	0.912	0.403	0.368
1995	0.915	0.460	0.421
1996	1.000	0.369	0.369
1997	1.000	0.534	0.534
1998	1.000	0.590	0.590
1999	1.000	0.911	0.911
2000	0.844	0.772	0.683
2001	0.844	0.866	0.731
Ortalama	0.932	0.647	0.603

Burada a) TE : teknik etkinlik ; b) AE: tahsis etkinliği = CE/TE veya CE=AExTE ; c) CE: maliyet etkinliğidir.

Teknik etkinsizlik ile maliyette ortaya çıkan etkinsizlik bir arada değerlendirildiğinde, firma yaklaşık % 35 (0.353) oranında etkinsiz bir faaliyet sürdürmüştür. Bu çalışmada yer alan referans göstergeler, bir başka firma örneği ile karşılaştırılmadığından (kendi faaliyetinin başlangıç yılını referans almıştır) bu firmanın diğer firmalar karşısındaki performansını belirlemek oldukça güçtür. Dolayısıyla uzun dönemli politika yapımına katkı sağlayabilmek ve öngöründe bulunabilmek için sonuçların testine ihtiyaç duyulmaktadır.

Örnek Olay 4 İzmir'in Küçük Ölçekli İmalat Sanayii'nde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi

Bu çalışmada performans karşılaştırmasına konu olan, ISIC-3 dijital imalat sanayi alt sektörlerinin teknik etkinlik, teknik etkinlikteki değişme, teknolojik değişme ve toplam faktör verimliliğindeki değişme parametreleri analiz edilmiştir. Bu değişmelerin yönü ve büyüklüğünün belirlenmesinde DEA-

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Malmquist Verimlilik İndeks yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları Tablo 3.8’de verilmektedir.

Tablo 3.8 Küçük Ölçekli İmalat Sanayii TFV Değişim İndeksleri*:

ISIC-N0.	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
311	1.001	0.998	1.000	1.001	0.999
312	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999
321	1.000	0.999	1.000	1.000	0.989
322	1.004	0.998	1.001	1.003	1.002
323	0.999	0.999	0.999	1.000	0.998
324	0.998	0.982	0.998	1.000	0.980
331	1.002	0.997	1.000	1.002	0.999
332	1.001	0.999	1.002	1.000	1.000
341	1.001	0.989	1.000	1.000	0.990
342	1.001	0.993	1.001	1.000	0.994
352	1.002	0.998	1.002	1.000	1.000
356	1.000	0.998	1.001	1.000	0.998
369	1.003	0.998	1.001	1.001	1.001
371	1.002	0.999	1.000	1.002	1.001
381	1.001	0.998	1.000	1.001	0.999
382	1.003	0.998	1.000	1.002	1.001
383	1.003	0.998	1.002	1.001	1.001
384	1.001	0.998	0.999	1.002	0.998
385	0.999	0.999	0.999	1.000	0.998
390	1.000	0.981	0.999	1.001	0.981
Ortalama	1.001	0.996	1.000	1.001	0.997

TED: Teknik etkinlikteki değişme; TEKND: Teknolojik değişme; PED: Pür etkinlikteki değişme; ÖED: Ölçek etkinliğindeki değişme; TFVD: Toplam faktör verimliliğindeki değişme

Tablo 3.8’de yer alan her bir alt sektöre ait indeksler incelendiğinde, ilgili dönemde ISIC-322, 369, 371, 382 ve 383 nolu

* Bu çalışmada 1991-1998 dönemi İzmir küçük ölçekli (10-24) özel imalat sanayinin performans ölçümü yapılarak, performans parametrelerinde yıllar itibarıyla bir iyileşme olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

sektörlerin TFV'nde bir artış olduğu görülmektedir²¹⁵. İlgili sektörlerin TFV'nde meydana gelen artışların kaynağını teknolojik değişmeden ziyade teknik etkinlikteki iyileşmenin (teknik ilerleme) oluşturduğu görülmektedir. Teknik ilerlemedeki iyileşmenin ise daha ziyade ölçek etkinliğindeki iyileşmeden kaynaklandığı söylenebilir.

Öte yandan, tüm küçük ölçekli imalat sanayi göz önüne alındığında, dönemin ortalama toplam faktör verimliliğinin %0.3 gerilediği görülmektedir. Toplam faktör verimliliğindeki bu gerileme, teknolojik değişimde meydana gelen %0.4 'lük bir azalmadan kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, küçük ölçekli imalat sanayi alt sektörlerinden bir kısmının toplam faktör verimliliklerinde bir artış olmuştur. Bu sonucun parametreleri irdelendiğinde, hem teknik ilerlemedeki iyileşmeden hem de teknolojik yeniliğe bağlı bir gelişmeden söz edilebilir. Ancak, imalat sanayinin dönem ortalaması incelendiğinde genel performansında bir azalma olduğu gözlemlenmektedir.

Örnek Olay 5 Türkiye Çimento İşletmeleri'nin Etkinlik Düzeyi ve Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme

Bu çalışma²¹⁶, özelleştirme öncesi ve sonrası performans değişimini belirleyebilmek amacıyla çimento işletmelerini ele almakta ve işletmelerin 1998-1999 döneminde (iki yıl) sergilemiş oldukları performansı ölçmektedir. Çalışmaya ilişkin bulgular aşağıdaki tabloda verilmektedir:

²¹⁵ Deliktaş, Ertuğrul, İzmir Küçük Ölçekli İmalat Sanayinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi, Verimlilik Dergisi, MPM Yay, 2003, Ankara

²¹⁶ Kök, R., E.Deliktaş ve M. Karaçuka."Türkiye Cumhuriyetinin Yüzüncü Yılına Hazırlanırken: Temel Dönüşümleri Açıklayan Analitik Yaklaşımlar Ve Küreselleşmeden Beklentiler"

Tablo 3.9 Çimento İşletmeleri Etkinlik ve Verimlik Değişmeleri (1998-1999)

İller	T.Etkinlik*	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
Adıyaman	0.897	1.028	0.999	1.002	1.026	1.027
Afyon	0.968	1.011	1.005	0.999	1.012	1.016
Ankara	0.88	1.008	1.006	1	1.008	1.013
Aşkale	1	1.127	1.009	1.108	1.017	1.137
Bartın	0.976	0.978	1.028	1	0.978	1.005
Denizli	0.892	1.035	1.002	1.022	1.012	1.037
Elazığ	0.898	1.023	1.003	0.984	1.004	1.026
Ergani	0.942	1.016	1.003	1.017	0.999	1.019
G.Antep	0.999	0.999	1.015	1	0.999	1.014
Gümüşhane	1	1	0.951	1	1	0.951
İskenderun	0.976	1.034	1	1	1.034	1.035
Kars	0.879	1.037	1.003	1.037	1	1.004
Kurtalan	0.873	1.037	1.005	1.022	1.015	1.043
Ladik	0.977	0.997	1.006	0.988	1.009	1.002
Lalapaşa	0.952	0.985	1.003	0.963	1.023	0.988
Niğde	0.951	1.029	1.003	1.014	1.015	1.032
Söke	0.884	1.029	1.002	1.031	0.998	1.031
Ş.Urfa	0.952	1.015	1.005	1.015	0.999	1.019
Trabzon	1	1.011	1.028	1.001	1.001	1.004
Van	0.984	0.99	1.016	1	0.99	1.005
Ortalama	0.944	1.019	1.004	1.001	1.009	1.024

* 1999 yılına ait teknik etkinlik değerleridir.

ED: Etkinlikteki değişme; TD: Teknolojik değişme; PED:Pür etkinlikteki değişme; ÖED:Ölçek etkinliğindeki değişme; TFVD:Toplam faktör verimliliğindeki değişme

Tablo 3.9 incelendiğinde iki yılı içine alan bir veri setinden 20 ilin ayrı ayrı çimento işletmelerine ilişkin TVF'ndeki değişmeler ana karakteri itibariyle şu şekilde açıklanabilir: Burada en yüksek performansı 1.137 ile Aşkale işletmesi, en düşük performansı ise 0.951 ile Gümüşhane işletmesi temsil etmektedir. Bütün işletmelerin TFV'ndeki değişmelerinin kaynakları irdelendiğinde hem teknik ilerleme hem de teknolojik değişmeye dayalı bir

iyileşme olduğu görülmüştür. Burada, yabancı sermaye çekme karşılığında özelleştirilen işletmelerin diğerlerinden daha anlamlı bir performansa sahip olmaması, farklı bir teknoloji transferinin sağlanmadığını göstermektedir. Daha önemli bir gösterge olarak dikkate aldığımız Aşkale işletmesinde, TFV'ndeki olumlu değişimin (teknik ilerleme ile açıklanması) diğerlerinden yüksek oluşu, daha önceki bir çalışmada²¹⁷ da gözlemlendiğimiz halka arz yöntemi (çalışanlarına satılması) ile satış şeklinin başarısına ilişkin bir tür gösterge sayılabilir.

Örnek Olay 6 Geçiş Ekonomilerinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi

Bu çalışma²¹⁸ geçiş ekonomilerinin veya ülkelerinin²¹⁹ makroekonomik performanslarını 1991-2000 dönemi verilerinden hareketle karşılaştırmalı olarak analiz etmektedir. Çalışmada hem DEA hem de Stokastik Frontier Analizi (SFA) yöntemleri kullanılmıştır. Bu kısımda yalnızca DEA yöntemi sonuçlarına yer verilmektedir.

Bilindiği gibi merkezi planlamayı uygulayan ekonomiler düşük ekonomik etkinlikleri ve düşük toplam faktör verimliliklerinden dolayı sürekli olarak eleştirilmiş ve merkezi planlamadan vazgeçilerek piyasa ekonomisine geçilmesi telkin edilmiştir. Tüm bu gelişmeler sonucunda kapitalist ve sosyalist iki kutuplu dünyanın sosyalist kutbunu oluşturan Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin 1991 yılında yıkılmasıyla, dünya bir ifadeyle kutupsuz diğer bir ifadeyle çok kutuplu bir sisteme geçmiş oldu. Başka bir bakış açısıyla, dünya kapitalist sistemin öncülüğünde küreselleşme sürecine girdi. Bu süreçte, ilginç ve belki de kaçınılmaz olarak ortaya çıkan durum, kapitalist dünyaya karşı

²¹⁷ Kök (1995).

²¹⁸ E. Deliktaş and M. Balcılar, "A Comparative Analsis of Productivity Growth, Catch-up and Convergence in Transition Economies", METU 6th International Conference in Economics, September 9-14, 2002, Ankara.

²¹⁹ Arnavutluk, Ermenistan, Azerbaycan, B.Rusya, Bulgaristan, Hırvatistan, Çekoslovakya, Estonya, Gürcistan, Macaristan, Kazakistan, Kırgızistan, Letonya, Litvanya, Makedonya, Moldova, Polonya, Romanya, RusyaFed., Slovakiya, Slovenya, Tacikistan, Türkmenistan, Ukrayna, Özbekistan.

sosyalist sistemi yetmiş yıldır uygulayan S.S.C.B.'nin veya onu oluşturan cumhuriyetlerin, yeniden diriliş reçetesini liberal piyasa ekonomisine dönmede ve onun kurumlarını hızla oluşturmada görmeleridir. Ancak bu geçiş hiç de beklenildiği gibi kolay olmamakta ve hala ülkelerin büyük çoğunluğu sosyo-ekonomik çöküntüyle (corruption) karşı karşıya bulunmaktadır²²⁰.

İşte bu gerekçeyle, bu çalışmada, son on yılda geçiş ekonomilerinin sergilemiş oldukları başarı veya başarısızlık, toplam faktör verimliliğindeki değişme, teknik etkinlikteki ve teknolojiadaki değişme açısından ele alınmakta ve ülkeler arası karşılaştırmalar yapılmaktadır. Böylece, düşük ekonomik etkinlik ve toplam faktör verimliliği ile eleştirilen planlı ekonomilerin, piyasa ekonomisine geçiş sürecinde gerek teknik etkinlikte gerekse toplam faktör verimliliğinde nasıl bir değişmeye şahit oldukları ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Tablo 3.10'da toplam faktör verimliliği ve toplam faktör verimliliğini oluşturan unsurlardaki değişmeler verilmektedir.

Geçiş ekonomilerinde, teknik etkinlikteki yıllık ortalama değişme (catch-up) yüzde 3.7 olarak ölçülmüştür. Bu oran daha sonra yer vereceğimiz örnekte görüleceği gibi SFA ile yapılan ölçümden (%2.8) nispeten daha yüksektir. Yine Tablo 3.6'da izleneceği gibi yıllık ortalama teknolojik değişme yüzde -19.2 olarak ölçülmüştür. Yani ilgili dönemde tüm ülkeler itibariyle önemli oranda bir teknolojik gerileme söz konusudur. Bu oran SFA yönteminde yüzde 19 olarak tahmin edilmiştir.

Geçiş ekonomilerinin toplam faktör verimliliğinde ortaya çıkan azalmanın tamamen teknolojik gerilemeden kaynaklandığı belirlenmiştir. İlgili dönemde, teknik etkinlikteki ilerleme, yüksek oranlı bir teknolojik gerileme tarafından bastırıldığı için her iki unsurun bileşiminden oluşan TFV yüzde 16.2 dolayında bir azalmaya maruz kalmıştır.

²²⁰ Ertuğrul Deliktaş, “Kırgızistan’da Özelleştirme Süreci: 1991-2000”, Küreselleşme ve Geçiş Ekonomileri Uluslararası Simpozyumu, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, 2-4 Mayıs 2002, Bişkek.

Tablo 3.10 Geçiş ekonomilerinde Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme İndeksleri

Ülkeler	TED ^a	TD ^b	TFVD ^c
Arnavutluk	1.105	0.750	0.829
Ermenistan	1.105	0.821	0.907
Azərbaycan	0.998	0.785	0.783
B.Rusya	1.063	0.819	0.871
Bulgaristan	1.066	0.829	0.884
Hırvatistan	1.006	0.802	0.807
Çekoslovakya	1.003	0.815	0.818
Estonya	1.048	0.810	0.848
Gürcistan	1.000	0.625	0.625
Macaristan	1.013	0.801	0.811
Kazakistan	1.070	0.811	0.868
Kyrgyzstan	1.040	0.830	0.863
Litvanya	1.049	0.809	0.849
Letonya	0.977	0.821	0.801
Makedonya	1.037	0.812	0.843
Moldova	0.978	0.817	0.799
Polonya	1.048	0.808	0.847
Romanya	1.054	0.812	0.855
Rusya Fed.	1.041	0.861	0.896
Slovakya	1.027	0.801	0.823
Slovenya	1.000	0.903	0.903
Tajikistan	1.031	0.813	0.838
Türkmenistan	1.000	0.806	0.806
Ukrayna	1.025	0.814	0.835
Özbekistan	1.131	0.821	0.929
Ortalama	1.037	0.808	0.838
ODA Ülkeleri	1.036	0.813	0.842
Eski SSCB Ülkeleri	1.040	0.802	0.835
Batlık Ülkeleri	1.025	0.813	0.833
İleri & Y.Ort.Ref.Ülk.	1.035	0.814	0.843
Yavaş & D.Ort. Ref.Ülk.	1.044	0.822	0.858

(^a) Teknik etkinlikteki değişme ; (^b) Teknolojik değişme ; (^c) Toplam faktör verimliliğindeki değişme

Diğer bir ifadeyle, piyasa ekonomisine geçişle artacağı ileri sürülen TFV, bu geçiş döneminde gerileme ile sonuçlanmıştır. Bununla birlikte, teknik etkinlikte izlenen % 3.7'lik artış oldukça anlamlıdır. Zira bu artış, ülkelerin global teknolojiyi adapte ederek içselleştirebilmelerinin önemli bir göstergesidir. Yine teknik etkinlikteki ilerleme, geçiş ekonomilerinin büyük bir kısmında yaparak öğrenme olgusunun ve bireysel ülke yeteneklerinin ortaya konduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar merkezi planlı ekonomilerden piyasa ekonomisine geçişin sağladığı en önemli avantajların yanı sıra muhtemelen yatırım sürecindeki kesintilerden dolayı teknolojik değişmedeki olumsuzluğu da yansıtmaktadır.

Örnek Olay 7: Türk Bankacılık Endüstrisinde Teknik, Ölçek ve Tahsis Etkinlikleri

Bu çalışma²²¹ 1986-1996 döneminde Türk bankacılık endüstrisinin teknik, tahsis ve ölçek etkinliklerini ölçmektedir. Çalışma toplam 139 gözleme dayanmaktadır. Bu gözlemlerin veya bankaların 36'sı 1988 yılına, 50'si 1992 yılına ve 53'ü de 1996 yılına aittir. Bankaların etkinlik ölçümüne konu olan girdi donanımı emek, sermaye ve kredi verilebilir fonlardan oluşmaktadır. Toplam maliyetler ise faiz gideri ile işletme giderlerini kapsamaktadır. Emegın fiyatı, ücret cinsinden dikkate alınmış ve toplam ödemelerin çalışan başına bölünmesi ile elde edilmiştir. Sermayenin fiyatı, sabit varlıklar ile yükümlülöklere yapılan harcamaların bu varlıkların defter değerine (muhasebe kaydı) bölünmesi ile hesaplanmıştır. Kredi verilebilir fonlara ilişkin değışkenin fiyatı da mevduat ve mevduat dışı fonlara yapılan toplam faiz giderlerinin kredi verilebilir fonlara bölünmesiyle bulunmuştur.

Çıktı vektörü olarak, kısa dönem krediler, uzun dönem krediler, risk düzeltme-ayarlıama katsayısı (risk-adjusted off balance sheet items) ve diğer kalemler (interbanka satılan fonlar, yatırım hisseleri) dikkate alınmıştır.

²²¹ Ihsan Isik ve M. Kabir Hassan, 2002 “Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry”, Journal of Banking and Finance 26, 7191-766.

Burada da DEA yöntemi kullanılarak elde edilmiş parametreleri Tablo 3.11 de verilmiştir.

Tablo 3.11 Türk Bankalarında Etkinlik İndeksleri

Etkinlik Ölçümü	Gözlem Sayısı	Ortalama Etkinlik	Etkinlik Ölçümü	Gözlem Sayısı	Ortalama Etkinlik
Panel 2.A:1988			Panel 2.C:1996		
(CE)	36	0.782	(CE)	53	0.685
(AE)	36	0.924	(AE)	53	0.828
(TE)	36	0.840	(TE)	53	0.817
(PTE)	36	0.937	(PTE)	53	0.908
(SE)	36	0.896	(SE)	53	0.901
Panel 2.B:1992			Panel 2.D:Tüm*		
(CE)	50	0.710	(CE)	139	0.719
(AE)	50	0.877	(AE)	139	0.871
(TE)	50	0.797	(TE)	139	0.816
(PTE)	50	0.920	(PTE)	139	0.920
(SE)a	50	0.856	(SE)	139	0,893

CE:maliyet etkinliği; AE: tahsisi etkinliği; TE: teknik etkinlik; PTE: pür teknik etkinlik; SE: ölçek etkinliği

* 1988-1996 dönemi tüm bankacılık endüstrisine ait genel özet istatistikler

Tablo'dan inceleneceği gibi maliyet etkinliğinin giderek azaldığı görülmektedir. 1988 yılında maliyet etkinliği %78 iken 1992'de %71 ve 1996'da % 68 olmuştur. Maliyet etkinliği veya etkinsizliği Türk bankacılık endüstrisinin mevcut kaynaklarını tam kullanmadığını göstermektedir. Bu durumda, bankacılık endüstrisi kaynakları daha etkin kullandığında önemli bir maliyet tasarrufu sağlayacaktır.

Tablo'daki etkinsizlik indeksleri incelendiğinde (panel 2.D), ortalama tahsis etkinsizliğinin %15 civarında olduğu ve ortalama teknik etkinsizliğin ise %23 civarında olduğu görülecektir. Her bir dönem itibarıyla tahsis etkinsizliğinin teknik etkinsizlikten daha küçük olduğu görülmektedir. Bu bulgular Türk bankacılık

endüstrisindeki etkinsizliğin kaynağının tahsis etkinsizliğinden ziyade teknik etkinsizlikten kaynaklandığını göstermektedir.

Öte yandan, çalışma döneminde Türk bankacılık endüstrisinde maliyet ve kar etkinliklerinin sırasıyla %72 ve %83 olduğu hesaplanmıştır. Bu oranlar ortalama olarak kaynakların %30'nun ve potansiyel karların %20'sinin bankacılık hizmetlerinin üretimi süresince boşa harcandığını göstermektedir.

Yine, çalışmada teknik etkinsizlik negatif ölçek ekonomileri ile ilişkilendirilmiş olup, etkin olmayan bu üretim ölçeği düzeyinin seçilmesinde banka yönetiminin sorumlu olduğu vurgulanmakta ve 1990'lı yıllarda ortaya çıkan kronik bütçe açıklarını finanse etme amacı ve yüksek büyüme politikaları nedeniyle kamunun banka fonlarına olan talep artışının, bankaların etkin olmayan üretim ölçeklerinde çalışmalarına da yol açtığı belirtilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada oligopolistik yapıya sahip Türk bankacılığı piyasasında kamu tarafından uygulanacak finansal reform paketleri politikaları ile rekabetin ve yönetsel etkinliğin artırılması için gerekli teşvik politikalarının uygulanması tavsiye edilmektedir.

3.2.5. Verimlilik-Etkinlik Ölçme Yöntemi ve Stokastik Üretim Sınırları Analizi

Stokastik sınır üretim fonksiyonları (Stochastic Frontier Production Functions) etkinliği ölçmede kullanılan diğer bir alternatif yöntemdir. Yukarıda ifade edildiği gibi DEA doğrusal programlama yöntemlerini kullanan ve parametrik olmayan bir yöntem iken, stokastik sınır üretim fonksiyonu yaklaşımı (SFA) ekonometrik yöntemlerin kullanımını içeren parametrik bir yöntemdir.

Stokastik sınır üretim fonksiyonu yaklaşımı (stochastic sınır analysis, SFA), DEA yaklaşımında olduğu gibi, üretim sürecinde bazı birimlerin, kaynaklarını etkin bir biçimde kullanmadıkları ve böylece maksimum çıktının elde edilmediği varsayımını esas almaktadır. Bu birimler, en iyi üretim (best-practice technology) teknolojisi ile tanımlanan üretim sınırının altında faaliyet göstermektedirler.

SFA modelleri Aigner, Lovell, Schmidt (1977) ve Meeusen ve van den Broeck (1977) tarafından geliştirilmiştir. Bu model üretim sınırının tahmininde istatistiki hataları dikkate alan bir model olup aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir ²²².

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ij} + v_i + u_i \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ t=1,2,\dots,T \end{matrix} \quad (3.70)$$

veya

$$\ln(y_i) = x_i \beta + v_i - u_i \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \end{matrix} \quad (3.71)$$

Burada u_i , bireysel firmanın fiili durumu ile en iyi pratik teknik arasındaki farkı göstermektedir. Bu değer, u_i , sıfır veya negatif olabilir. Denkleme yer alan v_i hata terimi, modele dahil edilmeyen tesadüfi değişkenleri (iklim, grev vs. gibi) açıklamakta olup bu hata terimi sıfır veya negatif değerler alabilir. Aigner, Lovell and Schmidt (1977) v_i 'lerin birbirinden bağımsız olup normal dağılmış (identically ve independently, i.i.d.) tesadüfi değişkenler olduklarını varsayımlardır. Yine, v_i 'ler sıfır ortalama ve sabit varyanslı, σ_v^2 , olup üstel veya yarı-normal tesadüfi değişkenler olarak varsayılan u_i 'lerden bağımsızdırlar. Yukarıdaki denkleme dayalı olarak firmanın sınır fonksiyonu şöyle tanımlanmaktadır:

$$y_i = \beta_0 + \sum \beta_j x_{ij} \quad (3.72)$$

Firma en uygun tekniği kullandığında $u=0$ olur ve istatistiki hatanın olmadığı kabul edilir. Dolayısıyla, üretim üzerindeki dışsal faktörlerin (iklim vs.) etkisi ihmal edilebilir ($v=0$). Yine bir firmanın en iyi uygulama tekniğine sahip olduğu ve fakat

²²² K.P.Kalirajan and R.T. Shand, "Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures", Journal of Economics Surveys, Vol.13, April 1999, ss.158-159.

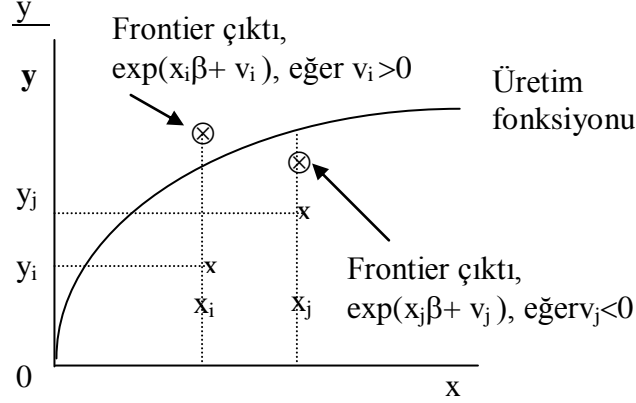
ölçüm hataları veya dışsal faktörlerin etkisi ile hata teriminin anlamlı olduğu durumlarda firmanın sınır fonksiyonu şu şekli almaktadır:

$$\beta_0 + \sum \beta_j x_{ij} + v \quad (3.73)$$

Burada v tesadüfi dağılımın bozulmasıyla açıklanan üretim sınırlarının stokastik olduğunu gösterir. Yani, stokastik sınır üretim fonksiyonu hem firmalar arasında hem de aynı firma için zamana bağlı olarak tesadüfi bir şekilde değişebilir. Öte yandan, hata terimi anlamsız ve dışsal faktörler üretim üzerinde etkisiz ise ($v=0$), firmanın en uygun tekniği kullanıp kullanmadığına ya da u 'nın sıfır veya negatif olup olmadığına bağlı olarak firmanın gerçekleşen çıktısı potansiyel çıktısına eşit veya ondan az olacaktır. Bu olguyu yansıtan teknik etkinlik düzeyi, bir işletmenin fiili üretiminin potansiyel çıktısına oranı şeklinde belirlenebilir. Bir sektörün ortalama teknik etkinlik düzeyi ise o sektördeki tüm işletmelerin etkinlik düzeylerinin aritmetik ortalaması olarak hesaplanır.

Denklem (3.73) stokastik sınır üretim fonksiyonu olduğundan dolayı çıktı değerleri stokastik değişkenle, $\exp(x_i\beta + v)$ üstten sınırlıdır (bounded). Burada v_i , tesadüfi hata terimi pozitif veya negatif olabileceği için stokastik sınır çıktıları SFA modelinin deterministik kısmının, $\exp(x_i\beta)$, çevresinde değişkenlik gösterir.

Stokastik sınır modelinin temel özellikleri aşağıdaki kartezyen düzlemde incelenmektedir. Bu düzlemde girdiler yatay ekseninde, çıktılar dikey ekseninde yer almakta olup SFA modelinin deterministik kısmı ölçeğe göre azalan getiriler varsayımı altında analiz edilmektedir.



Şekil 3.10 Stokastik Sınır Üretim Fonksiyonu

İki firmalı bir uygulamada firmaların (i ve j) gözlemlenen girdileri ile çıktıları şekildeki gibi gösterilmiş olsun. Burada i'nci firma y_i çıktısını üretmek için x_i girdi düzeyini ve j'nci firma da y_j çıktısını üretmek için x_j girdi düzeyini kullanmaktadır. i'nci firma, x_i girdisiyle şekilde belirtilen x noktasına karşılık gelen çıktı düzeyini (y_i) ürettiğinde stokastik sınır çıktının değeri, $y_i^* \equiv \exp(x_i\beta + v_i)$, üretim fonksiyonunun üst kısmında yer alan (x) ile temsil edilmektedir. Çünkü tesadüfi hata terimi v_i pozitifdir. Benzer şekilde, j'nci firma, x_j girdisiyle y_j çıktı seviyesini üretirken stokastik sınır çıktı değeri, $y_j^* \equiv \exp(x_j\beta + v_j)$, üretim fonksiyonunun alt kısmında yer alan (x) noktasıyla gösterilmekte ve tesadüfi hata terimi v_j negatif değer almaktadır. Burada, v_i ve v_j tesadüfi hata terimleri gözlemlenemediği için stokastik sınır çıktıları (y_i^* ve y_j^*) veya potansiyel değerler de gözlemlenemezler. Bununla birlikte, stokastik sınır modelin deterministik kısmı stokastik sınır çıktıları arasında üstel bir fonksiyon olarak izlenebilmektedir. Burada gözlemlenen çıktıları karşılık gelen tesadüfi hata terimleri, etkinsizlik etkisini yansıtan tesadüfi değerlerden daha büyükse (örneğin, $y_i > \exp(x_i\beta)$ eğer $v_i > u_i$), gözlemlenen çıktının sınırın

deterministik kısmından daha büyük olabileceği ifade edilmektedir²²³.

Yukarıdaki u ve v değerlerini içeren yoğunluk fonksiyonları veriyken stokastik sınır fonksiyon, başlangıçtaki deterministik model (maksimum olabirlik yönteminin düzenleyici şartlarını ihlal eden) ile tahmin edilemeyip Maksimum Olabirlik (ML) yöntemi ile tahmin edilmektedir. Bu varsayım altında sınır fonksiyonu tahmin etmenin avantajlarından biri, ilgili firmanın gerçek çıktısının potansiyel çıktısından olan sapma (deviation) nedeninin açıklanabilmesidir. Esas itibariyle bu sapmanın, firmanın en uygun tekniği kullanmamasından mı, yoksa dışsal faktörlerden mi kaynaklandığının tespitine olanak sağlar. Böylece, bir analizci potansiyel çıktı ile gerçek çıktı arasındaki farkın (eğer varsa) nereden ve nasıl doğduğunu anlayabilir²²⁴.

Bununla birlikte, stokastik sınır model de belli sorunları taşımaktadır. Modele yöneltilen temel eleştiri u_i hata terimleri ile ilgilidir. Zira u_i lerin nasıl dağıldığını kabul eden bir doğrulanabilirlik formu yoktur. Yani, dağılıma ilişkin formun seçiminde öncül bir doğrulanırılık (justification) olmadığı için etkinsizlik etkilerinin nasıl bir dağılım gösterdiği bilinmemekte ve bu dağılıma uygun tanımlama yapılamamaktadır. Bu bağlamda, genel bir yaklaşım izlenerek basık-normal dağılım (truncated-normal distribution, (Stevenson 1980)) ve iki-parametrelili gamma (Greene 1990) dağılımı sorunun kısmen hafifletilmesine olanak vermektedir. Ancak, uygulamalarda ulaşılan etkinlik ölçüleri bu dağılım sorunu ilgili varsayımlara karşı duyarlılığın ihmalini gerektirmemelidir. Belli çalışmalarda tercih edilen yarı-normal ve üstel dağılımlar araştırmacının isteğine bağlı seçimlerdir.

Yukarıda verilen her iki dağılım, sıfır bir moda sahip olduğundan etkinsizlik etkilerinin yüksek bir olasılıkla sıfırın etrafında olduğu söylenebilir. Bu öngörüye bağlı olarak ortaya

²²³ Coelli ve diğerleri, 1998.

²²⁴ K.P.Kalirajan and R.T.Shand, “Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures”, Journal of Economic Surveys, 13, 12, 1999, s. 158.

çıkan teknik etkinlik nispi olarak yüksek bir teknik etkinliğe karşılık gelmektedir²²⁵.

Aigner, Lovell ve Schmidt²²⁶, (v) normal dağılım gösterdiği sürece (u) nun da basık normal bir dağılım göstereceğini belirtmektedirler. Bu varsayımdan hareketle u için üstel (exponential) bir dağılım kullanmışlardır. Greene²²⁷ stokastik sınır fonksiyonunun ML tahminini, gama-dağılımlı (gamma-distributed) bir varsayım altında yapmıştır.

Basık normal stokastik sınırın tahmini, modelin diğer parametreleriyle birlikte μ parametresinin tahminini içermektedir. Bu modelin parametrelerinin ML tahmini için gerekli olan log-likelihood fonksiyonu ilk olarak Stevenson (1980) tarafından ortaya konmuştur²²⁸. Battese ve Coelli (1988) de u_{it} 'lerin zamana göre sabit (time-invariant) ve negatif olmayan firma-bazlı spesifik etkilerini dikkate almışlar ve bu etkilerin normal dağılımı $N(\mu, \sigma^2)$, yerine, basık normal dağılım gösterdikleri varsayımı altında ML tahmin yöntemlerini kullanmışlardır²²⁹.

Literatürde çeşitli dağılımlar göz önünde bulundurulmasına rağmen en yaygın olarak kullanılan dağılımlar pozitif yarı- normal ve üstel dağılımlardır. Üretim sınır fonksiyonlarının tahminlerine ilişkin eleştirilerin çoğunluğu tanımlanacak modelin parametreleri için yapılması gereken dağılımla ilgilidir. Dolayısıyla dağılımlara ilişkin başvurulan varsayımların gücü ve ulaşılan sonuçların alternatif dağılımla ilgili tanımlamalara karşı duyarlılığı önem arz etmektedir.

²²⁵ Coelli ve diğerleri, 1998, s.199.

²²⁶ D.J.Aigner, C.A.K. Lovell and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", Journal of Econometrics, 6, 1977, ss.21-37.

²²⁷ W.H. Greene, "Maximun Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions", Journal of Econometrics, 13, 1980, ss.27-56.

²²⁸ R.E. Stevensen, "Likelihood Function for Generalised Stochastic Frontier estimation", Journal of Econometrics, 13, 1980, ss.57-66.

²²⁹ G.E. Battase and T.J. Coelli, "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies With a Generalised Frontier Production and Panel Data", Journal of Econometrics, 38, 1988, ss.387-399.

Ancak, panel data mevcut olduğunda bu güçlü varsayımlara gerek olmayabilir²³⁰. Schmidt ve Sickless²³¹, üretim sınırları bağlamında panel datanın sahip olduğu başlıca üç yararı şu şekilde belirtmektedir:

- Parametrelerin tutarlı tahmini için etkinlik dağılımına ilişkin spesifik bir dağılım tanımlamasına ihtiyaç yoktur.

- Panel data etkinsizlik ve üretim faktörlerinin birbirinden bağımsız oldukları varsayımını gevşetecek bir kolaylık sağlar. Bu aynı zamanda panel verilere dayalı tahminlerin yatay kesit verilere dayalı tahminlerden daha iyi tahmin ediciler olmasına olanak sağlar.

- Panel verili modeller firma bazlı bozulmanın unsurlarını, yani teknik etkinsizlikleri istatistiki beyaz gürültüden (white noise) ayırt etmede daha etkindirler. Özellikle, firma bazlı teknik etkinsizlik düzeyleri yatay kesitle “tutarlı” bir şekilde tahmin edilemez (bakınız Jondrow ve diğerleri)²³². Ancak, panel veri setleri bu olumsuzluğun giderilmesine katkı sağlar. Çünkü hata terimlerine ilişkin ortaya çıkabilecek beyaz gürültü için hataların (residual) ortalaması alınır. Bu açıkça tek boyutlu (yatay kesit) bir durumda mümkün değildir. Çünkü etkinsizlik terimi bir zaman noktasına ait değil daha ziyade T gibi bir zaman dilimi üzerinde gözlemlenir. Bu durumda T zaman döneminde gözlemlenen ve n firmayı içeren panel veri setleri çerçevesinde sınır üretim fonksiyonu şöyle yazılmaktadır:

$$y_{it} = \beta_0 + x'_{it}\beta + v_{it} - u_{it} \quad (3.74)$$

²³⁰ Çeşitli sayıdaki firmaların belirli bir zaman periyodunda gözlemlenmesi ve onlara ilişkin dataların elde edilmesi, panel data olarak bilinir. Panel data stokastik frontier modellerin tahmin edilmesinde yatay-kesit verilere göre bazı avantajlara sahiptir. Panel data, parametrelerin tahmini için yeterli derecede sebestlik dercesine sahiptir. Daha önemlisi, panel data tekniği etkinliğin ve teknolojik değişimin aynı anda ortaya konulmasına olanak sağlar. Teknolojik değişme parametrik bir model ile tanımlanır ve stokastik frontier modeldeki teknik etkinsizlik etkileri stokastiktirler ve belirli bir dağılıma sahiptirler.

²³¹ P.Schmidt and R.C. Sickless, “Production Frontiers and Panel Data”, Journal of Business and Economic Statistics, 2, 1984, ss.367-74.

²³² J.Jondrow , C.A.K. Lovell, I.S. Matreov and P.Schmidt, “On Estimation of Technical Inefficiency in Stochastic Frontier Production Function Model”, Journal of Econometrics, 19, 1982, ss.233-238.

$$i= 1,2,\dots,n \quad t= 1,2,\dots,T$$

Bu arada u_{it} azalırsa teknik etkinlik düzeyi artar , u_{it} artarsa teknik etkinlik düzeyi düşer ve u_{it} sabit kalırsa teknik etkinlik düzeyi de sabit kalır.

Birinci durum için denklem 3.85 şöyle dönüştürülmektedir:

$$y_{it} = \beta_{0i} + x'_{it}\beta + v_{it} \quad (3.75)$$

Burada $\beta_{0i} = \beta_0 - u_i$ olup, model panel verilere dayalı literatürde bilinen standart bir modeldir. Nitekim panel verili tekniklerin kullanımı, yatay-kesit verilere dayalı modellerin sergilemiş oldukları bir çok güçlükleri ortadan kaldırmada araştırmacılara yardımcı olur. Yine, panel veriye dayalı tahmin ediciler üzerinden teknolojik değişimin yönünün ve seviyesinin tahmin edilmesine olanak sağlanır.

3.2.5.1. Değişken Zamanlı Etkinsizlik Modeli (Time-varying inefficiency model)

Battese ve Coelli (1992) firma eksenli spesifik etkilerin zamanla sistematik olarak değiştiği ve etkinsizlik etkilerinin de değişkenlerin sayısından doğrudan etkilendiği varsayımı altında panel veriler için değişken zamanlı etkinsizlik modelini önermişlerdir²³³.

Değişken zamanlı modelde teknik etkinsizlik etkileri şöyle tanımlanmıştır:

$$u_{it} = \{\exp[-\eta(t-T)]\} u_i, \quad i=1,2,3,\dots,N; \quad t=1,2,3,\dots,T; \quad (3.76)$$

Burada u_i 'lerin genelleştirilmiş basık-normal tesadüfi değişken olarak bağımsız ve eşit varyans dağılımlı (independently

²³³ G.E. Battase and T.J.Coelli,"Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data:with Application to Paddy Farmers in India", Journal of Productivity Analysis, 3, 1992, ss. 153-169.

and identically distributed) oldukları varsayılır. η ise bilinmeyen ve tahmin edilecek olan ölçek (scalar) parametresidir.

Bu modelde, eğer panel verinin son döneminde (T dönemi) i 'nci firma gözlemlenirse, $u_{iT}=u_i$ olacaktır. Çünkü $t=T$ olduğunda üstel fonksiyon, $\exp[-\eta(t-T)]$ “bir” değerine sahip olur. Böylece, panel verinin son döneminde tesadüfi değişken, u_i , i 'nci firma için teknik etkinsizlik etkileri olarak göz önüne alınır. Panelin ilk dönemlerindeki teknik etkinlik etkileri, panel verinin son dönemindeki i 'nci firma için teknik etkinsizlik etkisinin bir ürünüdür (sonucudur). Bu nedenle üstel fonksiyonun, $\exp[-\eta(t-T)]$, değeri $-(t-T) \equiv T-t$ olur. Eğer η (eta) pozitif ise $-\eta(t-T) \equiv \eta(T-t)$ de pozitifdir ve $\exp[-\eta(t-T)]$ birden küçüktür. Bu durum $u_{iT} \geq u_i$ olduğunu belirtir. Aksi takdirde, eğer $\eta < 0$ ise $-\eta(t-T) \leq 0$ olduğundan $u_{iT} \leq u_i$ olur. Ayrıca, η 'nın pozitif işaret taşıması üretim sürecinde zaman bağı olarak etkinsizlik etkisinin azaldığını; η 'nın işaretinin negatif işaret olması ise etkinsizlik etkisinin giderek arttığını göstermektedir. Eğer $\eta=0$ olursa etkinsizliğin zamanla bağı olarak değişmediği kabul edilmektedir²³⁴.

(3.87) ile verilen bu stokastik sınır modelin parametrelerinin ML (maksimum-likelihood) tahminleri FRONTIER 2.1 programında “Model 1” (hata bileşenleri modeli- error components model) kullanılarak elde edilebilir. Bu modeli için Bakınız EK:3).

3.2.5.2. Etkinsizlik Etkileri Modeli

Yukarıdaki “değişken zamanlı etkinsizlik modeli”nde etkinsizlik etkileri veya etkinsizliğe yol açtığı düşünülen faktörler modele dahil edilmemiştir. Ancak, bu faktörlerin etkinlik üzerindeki etkileri ayrı bir modelde (tahmin edilen etkinsizlik etkilerinin, etkinsizliğe yol açan faktörlerle yeniden regresyona tabi tutulması gibi) ele alınması mümkündür. Bu şekilde regresyon modeli ile kestirimde bulunma yerine, Battese ve Coelli (1995) bu durumu ortadan kaldırmak için eş-anlı bir çözüm modeli

²³⁴ Coelli ve diğerleri, 1998, s.206.

önermektedir. Dolayısıyla teknik etkinsizlik etkilerine yol açtığı varsayılan değişkenleri yukarıdaki Stokastik modele ilave edilerek spesifik bir model kurmuşlardır. Bu model kullanılarak, Taymaz ve Saatçi (1997) “Türkiye tekstil, çimento ve makine araçları” endüstrilerinde²³⁵ Deliktaş ve Balcılar (2002), “geçiş ekonomilerinde toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçmede”²³⁶; Önder, Deliktaş ve Lenger (2003), “Türkiye imalat sanayiinde teknik etkinlik ve etkinlikteki değişmeleri”²³⁷ analiz etmede bu modeli kullanmışlar ve stokastik üretim sınırları fonksiyonunu tahmin etmişlerdir.

Bu modelin teknik etkinsizlik etkilerinin bağımsız (ve fakat eşit varyans dağılımlı değil) ve negatif olmayan tesadüfi değişkenler olarak dağıldıkları varsayılmaktadır. i 'nci zaman periyodunda i 'nci firma için teknik etkinsizlik etkileri, u_{it} , $N(\mu_{it}, \sigma^2)$ basık dağılımı ile (truncation of $N(\mu_{it}, \sigma^2)$ -distribution) elde edilebilir. Burada,

$$\mu_{it} = Z_{it} \delta \text{ dir.} \quad (3.77)$$

Burada, μ_{it} etkinsizlik değerleri Z_{it} gözlemlenen açıklayıcı değişkenlerin $(1 \times M)$ vektörünü ve δ tahmin edilecek olan bilinmeyen parametrelerin $(M \times 1)$ vektörünü göstermektedir. Genelde, denklem sabit terimi içerecek şekilde düzenlenir.

Etkinsizlik etkilerini modellemede kullanılan basık-normal dağılım varsayımı, yarı-normal dağılımın genelleştirilmiş şeklidir. Ortalama μ ve varyans σ^2 veri iken normal dağılımın sifıra basıklığıyla elde edilir. Eğer μ sıfır ise dağılım yarı-normal dır. μ 'nın işaretine ve büyüklüğüne ($\mu = -2, -1, 0, 1$ ve 2 gibi) bağlı olarak dağılım değişik şekillere dönüşmektedir.

²³⁵ Erol Taymaz ve G.Saatçi, “Technical Change ve Efficiency in Turkish Manufacturing Industries,” Journal of Productivity Analysis, 8, 1997, 461-475.

²³⁶ Deliktaş ve Balcılar, 2002.

²³⁷ Ö.Önder, E.Deliktaş ve A.Lenger, “Efficiency Change in Selected Provinces in Turkey: A Stochastic Frontier Analysis”, Emerging Markets Finance and Trade, March, 2003.

Yukarıda açıklanan bu modellerden (3.87 veya 3.88) hareketle firmaların teknik etkinlik (veya teknik etkinsizlik) ve teknolojik değişme düzeyleri ölçülebilir. Bu ölçümlerde (t) zaman periyodunda gözlemlenen i'nci endüstri için teknik etkinlik düzeyi denklem (3.89) ile tanımlanmaktadır.

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) \quad (3.78)$$

TE_{it} = fiili çıktı/potansiyel çıktı olarak tanımlandığından,

$$\text{Etkinlikteki Değişme} = TE_{it+1}/TE_{it} \text{ dır.} \quad (3.79)$$

Burada, (t) ve (t+1) dönemi arasında (birbirini takip eden iki dönem) her bir firma için teknolojik değişim (indeksi), aşağıdaki denklemde belirtilen stokastik sınır üretim fonksiyonunun zamana göre kısmi türevinden elde edilir ²³⁸.

$$T.D. = \left[\left(1 + \frac{\partial \ln E(Q)}{\partial t^{t+1}} \right) + \left(1 + \frac{\partial \ln E(Q)}{\partial t^t} \right) \right]^{1/2} \quad (3.80)$$

Bu modellemede de teknolojik değişimin hesaplanmasında olduğu gibi ilgili girdilerin üretim esneklikleri ve ölçüğe göre getiriler de stokastik üretim modelin tahmin edilen parametrelerinden hareketle hesaplanabilir²³⁹. Etkinsizlik etkilerini içeren zaman değişkenli bu sınır modelinin tahmin edicileri yine (EK:3) de verilen FRONTIER 4.1 programı kullanılarak bulunabilir. Böyle bir tercih yapıldığında ilgili programda “Model 2” den (teknik etkinsizlik etkileri modeli) yararlanılabilecektir.

Yukarıda belirtildiği gibi stokastik üretim sınırları fonksiyonu parametrelerinin tahmininde tercih edilen ve

²³⁸ M.Nishimizu and J.M.Page, “Total Factor Productivity Growth, Technical Progress and Technical Efficiency Change:Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, Economic Journal,92,1982, ss.920-36.

²³⁹ I.A. Ajibefun , G.E. Battase and R.Kada, “Technical Efficiency and Technological Change in the Japanese Rice Industry:A Stochastic Frontier Analysis”, CEPA Working Papers, No.9/1996, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

ekonometrik yöntemlerden biri olan ML tahmin yöntemi ile hem model tanımlamaları hem de parametrelerin spesifik testleri açısından önem arz eden hipotez testlerinin hatırlanması okuyucunun yararına olacaktır. Bu nedenle bu iki konu ayrı başlıklar altında Ek: 1 ve Ek: 2 de verilmiştir.

3.2.5.3. Seçilmiş Uygulamalar: SFA Yaklaşımlı Örnek Olaylar

Stokastik sınır üretim fonksiyonuna ilişkin uygulamalı literatürde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, araştırmacılara yol gösterici olması açısından bu kısımda da hem kitabın yazarlarının yaptığı hem de literatürden seçilmiş birkaç çalışmaya aşağıda yer verilecektir. Kendi çalışmamızın parametre tahminleri ve teknik etkinlik düzeylerinin ölçülmesinde Coelli (1992) tarafından yazılan “FRONTIER 4.1” bilgisayar programından²⁴⁰ yararlanılmıştır.

Örnek Olay 1: Seçilmiş İllerin İmalat Sanayiinde Teknik Etkinlik ve Teknolojik Değişme

Önder, Deliktaş ve Lenger (2003), tarafından yapılan bu çalışmada²⁴¹, Battese ve Coelli (1995) tarafından önerilen zamana göre değişen etkinsizlik modeli kullanılarak, il bazında imalat sanayi teknik etkinlik seviyeleri, etkinlikteki ve teknolojideki değişmeler ve buradan hareketle de toplam faktör verimliliğindeki değişme ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmaya ilişkin teorik çerçeveye kitabın ilgili bölümünde yer verilmiş olmakla birlikte burada kullanılan ve kısım 2.1.2 de verilen translog stokastik üretim fonksiyonu kısaca ele alınıp şu şekilde yazılmaktadır:

$$\ln(Q_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(L_{it}) + \beta_2 \ln(K_{it}) + \beta_3 \ln(R_{it}) + (1/2)[\beta_{11}(\ln L_{it})^2 +$$

²⁴⁰ T.J. Coelli, “A Computer Program for Frontier Production Estimation: FRONTIER, Version 2.0”, Economic Letters, 39, ss. 29-32.

²⁴¹ Önder, Deliktaş ve Lenger, (2003).

$$\begin{aligned} & \beta_{22}(\ln K_{it})^2 + \beta_{33}(\ln R_{it})^2 + \beta_{12} \ln(L_{it}) \ln(K_{it}) + \\ & \beta_{13} \ln(L_{it}) \ln(R_{it}) + \\ & \beta_{23} \ln(K_{it}) \ln(R_{it}) + \beta_{14} \ln(L_{it})t + \beta_{24} \ln(K_{it})t + \beta_{34} \ln(R_{it})t + \beta_4 t \end{aligned} \quad (3.81)$$

Burada $i=1,2,\dots,N$; $t=1,2,\dots,T$;

Q_{it} = t yılında i 'nci imalat sanayiinde üretilen çıktı (sabit değer cinsinden); L_{it} = t yılında i 'nci imalat sanayinde üretimde çalışılan saat başına emek K_{it} = t yılında i 'nci imalat sanayinde üretimde kullanılan sermaye (sabit değer cinsinden); R_{it} = t yılında i 'nci imalat sanayinde üretimde kullanılan hammadde (sabit değer cinsinden); t =zaman; "ln" doğal logaritma; β_i 'ler tahmin edilecek olan parametreler; v_{it} 'ler tesadüfi hatalar olup, i.i.d $N(0, \sigma_v^2)$ oldukları ve u_{it} 'lerden bağımsız olarak dağıldıkları varsayılır. u_{it} 'ler teknik etkinsizlik etkileridir. Diğer bir ifadeyle, negatif olmayan ve bağımsız oldukları varsayılan tesadüfi değişkenlerdir (non-negative random variables). u_{it} 'nin dağılımı normal dağılımın m_{it} ortalama ve σ_u^2 , varyans ile sifıra basık şekli elde edilir.

Varyans parametreleri $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma_s^2$ şeklindedir.

Etkinsizlik etkileri modeli:

$$\begin{aligned} m_{ijt} = & \delta_0 + \delta_1 \ln \text{OrtalamaFB}_{ijt} + \delta_2 \text{Bölge}_{ijt} + \delta_3 \text{Nüfusyoğunluğu}_{ijt} \\ & + \delta_4 \ln(\text{işyerisayısı}) + \delta_5 \text{Uzmanlindeksi}_{ijt} + \delta_6 \text{Kamu}_{ijt} + \delta_7 \text{Yıl90}_{ijt} + \delta_8 \\ & \text{Yıl91}_{ijt} + \delta_9 \text{Yıl92}_{ijt} + \delta_{10} \text{Yıl93}_{ijt} + \delta_{11} \text{Yıl94}_{ijt} + \delta_{12} \text{Yıl95}_{ijt} + \delta_{13} \\ & \text{Yıl96}_{ijt} + \delta_{14} \text{Yıl97}_{ijt} \end{aligned} \quad (3.82)$$

Ortalama firma büyüklüğü, çalışanların sayısı/firma sayısı ile ifade edilmektedir. Bu değişkenin katsayısının negatif bir işaret taşıması, firma ölçeği büyüdükçe etkinsizlik etkilerinin azalacağı anlamına gelmektedir. Bölge değişkeni, her ilin imalat sanayii çıktısının toplam imalat sanayii çıktısı içindeki oransal payı olup bölgesel yoğunlaşmanın (agglomeration) ve kentleşmenin sağladığı

dışsallıkları ifade etmektedir. Bu değişkenin katsayısının negatif olması beklenmektedir. Nüfus yoğunluğu, her bir ilin nüfusunun Türkiye toplam nüfusu içindeki nispi payıdır. Bu değişkenin katsayısının negatif olması, etkinliğin nüfus büyüklüğünün artan bir fonksiyonu olduğu varsayımını destekleyecektir. İşyeri sayısı ile etkinlik arasında pozitif bir ilişki beklenilmektedir. Piyasada çok sayıda iş yerinin veya firmanın bulunması rekabeti artırarak etkinliğin de artmasına yol açacaktır. Ayrıca, piyasada aynı veya farklı işi yapan firmaların sayısının artması eğitilmiş ve deneyimli çalışanların temininde kolaylık gibi pozitif dışsallıklara da yol açabilir. Bu nedenle, işyeri sayısı değişkeninin katsayısının negatif olması beklenmektedir. Uzmanlaşma indeksi her bir ilde faaliyet gösteren firmaların hangi sektörlerde yoğunlaştıklarını göstermektedir. Bu değişkenin katsayısının negatif olması uzmanlaşmanın teknik etkinliği/ilerlemeyi arttıracığı şeklinde yorumlanır. Kamu ve özel sektörü ayırtmak için modele gölge değişken ilave edilmiştir. Bu değişken kamu ve özel sektör etkinliği arasında fark olup olmadığını test etmeye yöneliktir. Yıl değişkenleri ise ortalama etkinliğin yıllar itibarıyla nasıl değiştiğini göstermektedir. Model (3.81) ve (3.82) ile tanımlanan stokastik sınır modelin parametrelerinin ML tahmini yapılarak ulaşılan parametreler ve güvenilirlikleri değerlendirilmiş olup hipotez testleri ve etkinlik seviyeleri aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

Tablo 3.12 Stokastik Üretim Sınır Tahmin Sonuçları

Değişken	Parametre	Katsayılar	t-oranları
Sabit	β_o	14.314	6.241*
ln(işgücü)	β_1	-1.998	-5.258*
ln(sermaye)	β_3	2.978	9.918*
Yıl	β_4	0.219	2.342*
[ln(işgücü)] ²	β_{11}	0.333	6.008*
[ln(sermaye)] ²	β_{22}	0.115	5.428*
[ln(hammadde)] ²	β_{33}	0.251	5.810*
(Yıl) ²	β_{44}	0.001	0.310
ln(işgücü)xln(sermaye)	β_{12}	-0.038	-1.120
ln(işgücü)xln(hammadde)	β_{13}	-0.271	-7.323*
ln(sermaye)xln(hammadde)	β_{23}	-0.017	-0.523
ln(işgücü)x(Yıl)	β_{14}	-0.013	-1.402
ln(sermaye)x(Yıl)	β_{24}	0.006	0.977
ln(hammadde)x(Yıl)	β_{34}	-0.008	-1.061
<i>Etkinsizlik Etkileri</i>			
Sabit	δ_0	2.474	5.542*
ln(ortalama büyüklük)	δ_1	-0.263	-4.876*
Bölge	δ_2	1.844	1.922
Nüfus yoğunluğu	δ_3	-10.818	-4.695*
ln(işyeri sayısı)	δ_4	-0.254	-5.752*
Uzmanlaşma ind.	δ_5	0.141	1.102

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Kamu	δ_6	0.234	1.447
Yıl 90	δ_7	-0.361	2.471*
Yıl 91	δ_8	-0.362	2.709*
Yıl 92	δ_9	-0.422	-2.789*
Yıl 93	δ_{10}	-0.233	-2.227*
Yıl 94	δ_{11}	-0.129	-1.339
Yıl 95	δ_{12}	-0.196	-1.918
Yıl 96	δ_{13}	-0.034	-0.426
Yıl 97	δ_{14}	0.027	0.392
Varyans Parametreleri			
σ_s^2		0.900	8.252*
γ		0.817	20.692*
Log-likelihood		71.095	

*%5önem seviyesinde anlamlıdır.

Hipotez Testleri: Yukarıda tahmin edilen ve parametre tahminleri verilen modelin veri seti için en uygun model olup olmadığı ve model üzerine konulan sınırlayıcı değişkenlerin modele dahil edilmesinin anlamlılığı test edilmiştir. Bu test sürecinde sırasıyla şu yol izlenmektedir.

1-Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun veriye uygun olup olmadığını belirleyebilmek için, önce stokastik cobb-douglas üretim fonksiyonu (sınırlandırılmış fonksiyon) tahmin edilmiştir.

2-Daha sonra non-nötr stokastik üretim fonksiyonun (sınırlandırılmamış fonksiyon) tahmini yapılmıştır.

3- Yukarıda tahmin edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna ilişkin log-likelihood fonksiyonunun değeri ile sınırlandırılmamış fonksiyonun log-likelihood fonksiyonunun değeri aşağıdaki denlemede yerine konularak LR hesaplanmıştır.

$$LR = -2 \{ \ln [L(H_0) / L(H_1)] \} \text{ veya } \lambda = 2(ULLF - RLLF) \quad (3.83)$$

Burada $L(H_0)$ ve $L(H_1)$ sırasıyla sıfır hipotezi ve alternatif hipotezler altında likelihood fonksiyonunun değerleridir. Burada, ULLF sınırlandırılmamış log likelihood, RLLF ise sınırlandırılmış log-likelihood fonksiyonlarıdır. Modeldeki tüm diğer sınırlandırmalar (teknik etkinsizlik etkileri, teknolojik değişme ve zaman gibi) aynı şekilde sınırlandırılmamış modele göre Ek:2 de yer alan hipotez testleri çerçevesinde test edilerek karar verilir²⁴². Hipotez test sonuçlarına ilişkin bulgular Tablo 3.13'de verilmektedir.

Tablo 3.13 Hipotez Testleri

H ₀ Hipotezi	Log-likelihood ^a	Test İstatistiği	Kritik değer ^b	Karar
Cobb-Douglas üretim fonksiyonu $\beta_{ij}=0$	Tüm -30.60	203.38	18.31	Red H ₀
Etkinsizlik yoktur $\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots \delta_{14}=0$ c	29.12	83.93	24.38	Red H ₀
Hiks-nötr teknolojik değişme $\beta_{14} = \beta_{24} = \beta_{34} = 0$	65.45	11.28	7.81	Red H ₀
Teknolojik değişme yoktur $\beta_4 = \beta_{44} = \beta_{14} = \beta_{24} = \beta_{34} = 0$	27.98	86.22	11.07	Red H ₀
Zamanla değişmeyen etkinsizlik var $\delta_7 = \delta_8 = \dots \delta_{14} = 0$	43.03	56.12	15.51	Red H ₀

a. H₀ hipotezi altında Log-likelihood değerleridir.

b.%5 önem seviyesinde kritik değerdir

c. H₀ hipotezi altında (teknik etkinsizlik etkileri yoktur), genelleştirilmiş likelihood-rasyo istatistiği (LR) Ki-kare dağılımıyla açıklanmakta (karması - mixture) olup asimtotik olarak dağılır (Table 1, Kodde and Palm, 1986).

²⁴² David A. Kodde and P.C. Palm, "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions", *Econometrica* 54, 5, 1986, ss. 1243-1248.

Tablo 3.13’de görüldüğü gibi tüm sıfır hipotezleri reddedilerek alternatif hipotezler kabul edilmiştir. Yani, Cobb-Douglas, Hıks-nötr translog model reddedilerek non-nötr translog model kabul edilmiştir. Yine teknik etkinsizlik ve teknolojik değişimin olmadığı hipotezleri reddedilmiş ve H_1 hipotezi kabul edildiğinden teknolojik değişimin olduğu ve etkinsizliğin zaman içerisinde değiştiği görülmüştür.

Öte yandan, illerin imalat sanayiilerine ilişkin tahmin edilen teknik etkinlik seviyeleri ve etkinlikteki değişimler de Tablo 3.14’da verilmiştir.

Tablo 3.14 Ortalama Yıllık Teknik Etkinlik ve Değişmeler 1990-1998

İller	Teknik Etkinlik		Etkinlikteki Değişme	
	Kamu	Özel	Kamu	Özel
Adana	0.755	0.902	0.976	0.991
Ankara	0.929	0.946	1.008	1.000
Balıkesir	0.667	0.831	0.951	0.980
Bolu	0.491	0.854	0.949	0.995
Bursa	0.735	0.929	0.957	0.998
Denizli	0.490	0.855	0.847	1.003
Eskişehir	0.774	0.890	0.964	0.989
Gaziantep	0.764	0.808	0.934	1.005
İçel	0.682	0.874	1.070	0.983
İstanbul	0.944	0.967	0.995	1.001
İzmir	0.929	0.944	0.999	0.998
Kayseri	0.569	0.887	0.923	1.000
Kırklareli	0.411	0.890	0.913	0.994
Koceli	0.671	0.891	0.964	0.996
Konya	0.780	0.867	0.953	1.000
Manisa	0.621	0.908	1.077	0.989
Tekirdağ	0.445	0.930	1.120	0.999
Zonguldak	0.839	0.743	1.027	1.055

Denklem (3.80 ve 3.81) kullanılarak hesaplanan teknik ilerleme kaynaklı etkinlikteki değişme ile teknolojik değişmeden oluşan toplam faktör verimliliğindeki değişme Tablo 3.15’de ele

alınmıştır (bu bulgulara ilişkin daha detaylı yorumlar için bakınız Önderi, Deliktaş ve Lenger a.g.ç.).

Tablo 3.15 Toplam Faktör Verimliliği ve Unsurlarındaki Değişmeler

Yıl	TED ^a	TEKND ^b	TFVD ^c
1990/91	1.003	1.020	1.022
1991/92	1.013	1.019	1.032
1992/93	0.950	1.017	0.966
1993/94	0.953	1.017	0.969
1994/95	1.018	1.017	1.035
1995/96	0.943	1.015	0.957
1996/97	0.977	1.014	0.991
1997/98	1.013	1.013	1.026
Ortalama	0.984	1.017	1.000

a.teknik etkinlikteki değişme; b. Teknolojik değişme;
c. Toplam faktör verimliliğindeki değişme

Tablo (3.15) de görüldüğü gibi bazı yıllarda teknik etkinlikte ilerleme olmasına rağmen, ortalama yıllık olarak %1.6'lık bir gerileme söz konusudur. Öte yandan, teknolojik değişimde ortalama yıllık %1.7'lik bir ilerleme olduğu görülmektedir. Ancak, bu iki değişim birbirini offset ettiğinden toplam faktör verimliliğinde herhangi bir değişimin olmadığı söylenebilir.

Örnek Olay 2: Geçiş Ekonomileri'nde Toplam Faktör Verimliliği Analizi

DEA uygulamalı örnek olayda belirtildiği gibi 1980'lerde sosyalist ülkeler ekonomik reformlarla kısmen de olsa merkezi planlama enstrümanlarını ortadan kaldırmak ve onların yerine piyasa koordineli enstrümanları yerleştirmek istemişlerdir. Bu sürecin temel amaçlarından biri “etkinliği arttırarak kıtlığı azaltmaktı”²⁴³. Her bir cumhuriyetin, ekonomik reformlarla piyasa ekonomisine giden süreci esas alınmakta birlikte geçiş

²⁴³ Kohler, 1998, 47

ekonomilerinin elde ettiği başarı veya başarısızlık bu çalışma ile test edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada²⁴⁴ ülkelerin toplam faktör verimliliklerindeki artış, üretim sınırını yakalama (catch-up) ve yakınsama (convergence) karşılaştırmalı olarak ele alınmakta ve geçiş ekonomilerinin mevcut durumları ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bu çalışma, 25 geçiş ekonomisinin panel verilerine (1991-2000) dayanmaktadır. Kitabın teorik çerçevesinde yer verilen translog sınır üretim fonksiyonu esas alınıp model tahmini aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

$$\begin{aligned} \ln(Q_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(L_{it}) + (1/2)[\beta_{11}(\ln K_{it})^2 + \beta_{22}(\ln L_{it})] \\ & + \beta_{12} \ln(K_{it}) \ln(L_{it}) + \beta_{13} \ln(K_{it})t + \beta_{23} \ln(L_{it})t + \beta_3 t + \beta_{33} t^2 + v_{it} - u_{it} \\ & i=1,2,\dots,N, \quad t=1,2,\dots,T \end{aligned} \quad (3.84)$$

Etkinsizlik etkileri modeli:

$$\begin{aligned} m_{it} = & \delta_0 + \delta_1 DK_{it} + \delta_2 Gini_{it} + \delta_3 KO_{it} + \delta_4 LI_{it} + \delta_5 SSBC_{it} \\ & + \delta_6 \ln(N)_{it} + \delta_7 IODR_{it} + u_{it} \end{aligned} \quad (3.85)$$

Ülkeler arasındaki etkinsizlik farklarını açıklamada şu değişkenler modele dahil edilmiştir. Değişken sırasıyla, ülkelerin sahip oldukları doğal kaynaklar (DK), gelir dağılımı (Gini katsayısı), kentleşme oranı (KO), genel liberalleşme indeksi (LI), Sovyet dönemi altında geçen süre (SSCB), ülke nüfusu (N), reformların başarı derecesi ve düzeyi (İODR) dir. Denklem (3.96)'da yer alan değişkenlerin katsayılarının negatif olarak tahmin edilmesi, etkinsizlik etkilerinin azalmasını, pozitif olarak tahmin edilmesi ise etkinsizlik etkilerinin ve dolayısıyla etkinsizliğin artmasını ifade etmekteydi.

²⁴⁴ Deliktaş ve Balcılar, 2002.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Tablo 3.16’da görüldüğü gibi etkinsizlik etkileri irdelendiğinde, kentleşme oranı, sahip olunan doğal kaynaklar, yüksek liberalleşme oranı ve reform seviyelerine ilişkin etkinsizlik azalırken; ülke nüfusu, gelir dağılımı ve Sovyetler Birliği altında kalınan süre uzunluğu ise etkinsizliği artırmaktadır.

Tablo 3.16’da yine görüleceği gibi, tüm değişkenler istatistiki olarak anlamlıdır. Değişkenlerin işaretleri ekonomik teorideki beklentilere uygundur. Ancak, sermaye değişkeninin katsayısı negatif olarak tahmin edilmiştir. Bu ilgili üretim faktörünün üretimde aşırı kullanıldığının ve böylece üretimin üçüncü aşamasına karşılık gelen irrasyonel safhada bulunulduğunun bir göstergesi sayılabilir.

Stokastik üretim fonksiyonu parametre tahminleri aşağıdaki Tablo 3.16’da verilmektedir:

Tablo 3.16 Stokastik Üretim Sınır Tahmin Sonuçları

Değişken oranları	Parametre	Katsayılar	t-
Sabit	β_0	32.331	10.1293*
ln(sermaye)	β_1	-1.9857	-5.0438*
ln(işgücü)	β_2	0.8073	2.5115*
[ln(sermaye)] ²	β_{11}	0.1802	9.5555 *
[ln(işgücü)] ²	β_{22}	0.1090	4.6383*
ln(sermaye)xln(işgücü)	β_{12}	0.0975	6.9368*
ln(sermaye)x(Yıl)	β_{13}	-0.0118	-1.7640**
ln(işgücü)x(Yıl)	β_{23}	0.0050	0.5898
Yıl	β_3	-0.2275	-2.3512*
(Yıl) ²	β_{33}	0.0215	11.3868*
<i>Etkinsizlik Etkileri</i>			
Sabit	δ_0	-6.5859	-7.0951*
Doğal Kaynaklar	δ_1	-0.3827	-9.0735*
Gelir Dağılımı	δ_2	0.0283	6.3736*
Kentleşme Oranı	δ_3	-0.0022	-1.1135**
Liberalizasyon	δ_4	-0.6650	-5.2798*
SSCB Dönemi	δ_5	0.8612	4.4173*
ln(nüfus)	δ_6	0.2244	7.4755*
İleri &Yük. Ort.. Ref.	δ_7	-0.0022	-2.4249*
Varyans Parametreleri			
Sigma-squared	$\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$	0.1225	8.9677*
Gamma	$\gamma = \sigma_u^s / \sigma_s^2$	0.9999	45524.026*
Sigma-squared of <i>u</i>	σ_u^2	0.1224	
Sigma-squared of <i>v</i>	σ_v^2	0.0001	
Log-likelihood		-31.4040	

(*)%5 önem seviyesinde anlamlı, (**) %10 önem seviyesinde anlamlı.

Öte yandan, daha öncede ifade edildiği gibi panel data verilerine hangi model sesifikasyonunun uygun olduğunu (Cobb-Douglas, Non-nötr translog veya Hicks nötr translog modeller) belirleyebilmek ve etkinsizlikle ilgili sınırlamaları, hipotez testlerini kullanarak test etmek gerekmektedir. Bu çalışmaya ilişkin varsayımların test edilmesi ve sonuçları Tablo 3.17’de verilmektedir.

Tablo 3.17 Hipotez Testleri

Ho Hipotezi	Log-likelihood ^a	Test İstatistiği	Kritik Değer ^b	Karar
Cobb-Douglas üretim fonk.	-116.073	169.338	10.371	Red H ₀
Tüm $\beta_{ij}=0$				
Etkinsizlik yoktur	-135.869	208.934	16.274	Red H ₀
$\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_7 = 0$ ^c				
Hicks-nötr değişme	teknolojik -41.826	20.844	5.138	Red H ₀
$\beta_{12} = \beta_{13} = 0$				
Teknolojik değişme yoktur	-97.712	132.612	10.371	Red H ₀
$\beta_3 = \beta_{33} = \beta_{13} = \beta_{23} = 0$				

a. H₀ hipotezi altında Log-likelihood değerleridir. ; b.%5 önem seviyesinde kritik değerdir ; c. H₀ hipotezi altında (teknik etkinsizlik etkileri yoktur), genelleştirilmiş likelihood-rasyo istatistiği (LR) Ki-kare dağılımıyla açıklanmakta (karması - mixture) olup asimtotik olarak dağılır²⁴⁵.

Hipotez testlerine göre veriye en uygun modelin nötr olmayan translog model olduğu görülmektedir. Yine, yıllar itibariyle (1991-2000) teknik etkinsizlik ve teknolojik değişme olduğu ilgili test sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Model (3.95 ve 3.96) kullanılarak elde edilen teknik etkinlik seviyeleri Tablo 3.17’ de verilmektedir. Tablo’da görüldüğü gibi en yüksek teknik etkinliğe sahip ülkeler sırasıyla Slovenya,

²⁴⁵ David A. Kodde and P.C. Palm, “Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions”, *Econometrica* 54, 5, 1986, ss. 1243-1248.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Türkmenistan, Polonya, Hırvatistan ve Macaristan'dır. Öte yandan, en düşük etkinliğe sahip olan ülkeler ise sırasıyla Tacikistan, Ukrayna, Moldova, Rusya Federasyonu ve Özbekistan'dır.

Orta Doğu Avrupa (ODA) ülkeleri, eski S.S.C.B. ülkeleri ve Baltık ülkelerine göre daha yüksek ortalama etkinliğe sahiptirler. Bunu yüksek ve ileri orta düzey reformcu ülkeler takip etmektedir. Bu ülkeler de ODA bölgesine aittirler* .

* Bu konuda daha fazla bilgi için bakınız: Deliktaş ve Balcılar 2002, a.g.e.

Tablo 3.18 Geçiş Ekonomilerinin Etkinlik Seviyeleri

Ülke / Yıl	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ort.
Arnavutluk	0.217	0.280	0.373	0.447	0.520	0.605	0.584	0.631	0.654	0.650	0.496
Ermenistan	0.237	0.193	0.226	0.281	0.349	0.412	0.456	0.505	0.521	0.529	0.371
Azerbaycan	0.476	0.352	0.354	0.320	0.319	0.347	0.371	0.407	0.429	0.451	0.383
B.Rusya	0.457	0.379	0.364	0.365	0.377	0.431	0.510	0.564	0.585	0.595	0.463
Bulgaristan	0.502	0.486	0.548	0.664	0.755	0.774	0.775	0.813	0.808	0.806	0.693
Hırvatistan	0.951	0.787	0.732	0.802	0.916	0.980	1.000	0.981	0.921	0.878	0.895
Çekoslovakya	0.785	0.663	0.651	0.656	0.674	0.683	0.663	0.633	0.601	0.568	0.658
Estonya	0.438	0.366	0.379	0.416	0.478	0.527	0.587	0.607	0.587	0.585	0.497
Gürcistan	0.444	0.555	0.464	0.341	0.424	0.530	0.596	0.579	0.596	0.566	0.510
Macaristan	0.926	0.874	0.853	0.868	0.883	0.880	0.886	0.865	0.824	0.768	0.863
Kazakistan	0.394	0.337	0.363	0.349	0.372	0.431	0.487	0.511	0.533	0.571	0.435
Kırgızistan	0.458	0.422	0.436	0.427	0.453	0.525	0.603	0.640	0.656	0.661	0.528
Letonya	0.534	0.387	0.429	0.527	0.585	0.656	0.742	0.756	0.737	0.736	0.609
Litvanya	0.764	0.625	0.544	0.559	0.609	0.660	0.694	0.695	0.633	0.613	0.640
Makedonya	0.525	0.535	0.556	0.618	0.652	0.696	0.728	0.752	0.767	0.758	0.659
Moldova	0.359	0.228	0.236	0.198	0.232	0.250	0.281	0.278	0.275	0.276	0.261
Polonya	0.848	0.816	0.847	0.914	0.971	1.000	1.000	0.959	0.899	0.824	0.908
Romanya	0.447	0.391	0.417	0.472	0.552	0.612	0.601	0.586	0.569	0.550	0.520
Rusya Fed.	0.283	0.215	0.213	0.218	0.241	0.266	0.298	0.309	0.340	0.366	0.275
Slovakya	0.637	0.618	0.599	0.674	0.733	0.756	0.779	0.760	0.725	0.676	0.696
Slovenya	1.000	0.871	0.888	0.940	0.961	0.986	1.000	0.977	0.928	0.862	0.941
Tajikistan	0.223	0.188	0.187	0.175	0.183	0.176	0.200	0.227	0.243	0.259	0.206
Türkmenistan	0.840	0.930	1.000	0.944	0.883	0.874	0.802	0.899	0.999	0.977	0.915
Ukrayna	0.320	0.250	0.233	0.214	0.224	0.235	0.255	0.270	0.278	0.292	0.257
Özbekistan	0.155	0.189	0.214	0.238	0.273	0.305	0.346	0.386	0.411	0.425	0.294
Ortalama	0.529	0.478	0.484	0.505	0.545	0.584	0.610	0.624	0.621	0.610	0.559
ODA Ülkeleri	0.684	0.632	0.646	0.706	0.762	0.797	0.801	0.796	0.770	0.734	0.733
Eski SSCB Ülkeleri	0.387	0.353	0.358	0.339	0.361	0.399	0.434	0.465	0.489	0.497	0.408
Baltik Ülk.	0.579	0.459	0.451	0.501	0.557	0.614	0.674	0.686	0.652	0.645	0.582
İleri & Yüksek Ort. Derece R.Ü.	0.645	0.580	0.593	0.649	0.702	0.740	0.755	0.753	0.724	0.694	0.684
Yavaş & Düşük Ort. Derece Ref. Ülkeler	0.408	0.369	0.383	0.369	0.382	0.415	0.448	0.482	0.510	0.520	0.429

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Geçiş ekonomilerine ilişkin olarak toplam faktör verimliliğindeki değişme ise Tablo 3.14' de verilmektedir. TFV'deki değişmeyi iki unsur çerçevesinde değerlendirdiğimizde, bunlardan ilki teknik etkinlikteki değişme (catch-up), ikincisi ise teknolojik değişme (sınırın yer değiştirmesi) idi. TFV'deki artışın iki unsur altında incelenmesi bir ülkenin verimliliğindeki artışın, o ülkenin mevcut teknolojisini daha etkin olarak kullanmasından mı, yoksa teknolojik ilerlemeden mi kaynaklandığını anlamamızı kolaylaştırmaktadır. Analizlerin amacı açısından TFV'deki artış oldukça önemlidir. Çünkü, bu temel parametre her bir ülke vatandaşının genel refahının bir standardı olarak algılanmaktadır.

Tablo 3.19' de görüleceği gibi, TFV'deki büyüme oranı, yüksek seviyedeki teknolojik gerilemeden (%19) ve ılımlı bir teknik ilerlemeden (%2.8) dolayı negatif olup kısmen giderici (offset edici) etkiyi dikkate aldığımızda net etki %-16.2'dir.

Tablo 3.19 Geçiş Ekonomileri Toplam Faktör Verimliğindeki Değişme

Country/Year	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ort.
Arnavutluk	0.979	1.056	0.955	0.956	0.995	0.839	0.994	0.991	0.989	0.972
Ermenistan	0.466	0.865	0.979	1.020	0.999	0.969	1.010	0.976	1.002	0.921
Azerbaycan	0.407	0.710	0.647	0.778	0.911	0.934	1.003	0.999	1.040	0.825
B.Rusya	0.466	0.634	0.714	0.788	0.941	1.022	0.985	0.960	0.982	0.832
Bulgaristan	0.621	0.817	0.944	0.908	0.838	0.856	0.947	0.931	0.978	0.871
Hırvatistan	0.477	0.615	0.819	0.906	0.874	0.864	0.865	0.864	0.920	0.800
Çekoslovakya	0.481	0.655	0.721	0.779	0.804	0.802	0.829	0.864	0.901	0.760
Estonya	0.484	0.723	0.827	0.915	0.911	0.963	0.924	0.899	0.971	0.846
Gürcistan	0.955	0.569	0.508	1.058	1.100	1.012	0.897	0.991	0.953	0.893
Macaristan	0.585	0.655	0.734	0.773	0.793	0.843	0.853	0.871	0.890	0.778
Kazakistan	0.495	0.752	0.677	0.822	0.959	0.971	0.934	0.970	1.039	0.847
Kırgızistan	0.583	0.733	0.719	0.841	0.981	1.013	0.966	0.972	0.996	0.867
Letonya	0.378	0.799	0.964	0.885	0.937	0.988	0.917	0.915	0.979	0.862
Litvanya	0.478	0.567	0.760	0.864	0.897	0.906	0.897	0.846	0.945	0.796
Makedonya	0.678	0.736	0.846	0.831	0.884	0.904	0.931	0.960	0.970	0.860
Moldova	0.289	0.722	0.568	0.937	0.892	0.976	0.885	0.930	0.984	0.798
Polonya	0.600	0.713	0.793	0.815	0.823	0.833	0.833	0.851	0.872	0.793
Romanya	0.515	0.743	0.850	0.928	0.907	0.823	0.858	0.894	0.933	0.828
Rusya Fed.	0.370	0.646	0.711	0.843	0.880	0.936	0.899	1.004	1.021	0.812
Slovakya	0.617	0.652	0.849	0.849	0.834	0.873	0.858	0.878	0.899	0.812
Slovenya	0.517	0.702	0.779	0.782	0.826	0.854	0.858	0.871	0.891	0.787
Tajikistan	0.489	0.679	0.667	0.812	0.778	0.990	1.034	1.009	1.049	0.834
Türkmenistan	0.776	0.781	0.691	0.720	0.815	0.783	1.028	1.061	0.967	0.847
Ukrayna	0.408	0.598	0.620	0.795	0.841	0.918	0.931	0.949	1.007	0.785
Özbekistan	0.861	0.816	0.834	0.912	0.925	0.981	1.006	1.000	1.011	0.927
Ortalama	0.559	0.718	0.767	0.861	0.894	0.914	0.926	0.938	0.968	0.838
ODA Ülkeleri	0.607	0.734	0.829	0.853	0.858	0.849	0.883	0.898	0.924	0.826
Eski SSCB Ülkeleri	0.547	0.709	0.695	0.860	0.918	0.959	0.965	0.985	1.004	0.849
Baltık Ülkeleri	0.446	0.696	0.850	0.888	0.915	0.952	0.912	0.887	0.965	0.835
İleri & Yüksek Orta Derece Reform Ülkeleri	0.569	0.735	0.834	0.859	0.870	0.871	0.888	0.892	0.932	0.828
Yavaş & Düşük Orta Dr. Reformcu Ülkeleri	0.531	0.710	0.692	0.832	0.904	0.950	0.954	0.981	1.001	0.839

Öte yandan, SFA yöntemine göre elde edilen bu bulgular, aynı verileri esas alan DEA yöntemiyle elde edilen tahmin parametreleriyle tutarlıdır. Her iki yöntemin sonuçları eş zamanlı olarak analiz edildiğinde, bu yöntemlerin alternatif yöntemler olduğu savını destekleyen bulgulara ulaşılmıştır.

Örnek Olay 3: Türk İmalat Sanayi Endüstrilerinde Teknolojik Değişme ve Etkinlik

Türkiye imalat sanayinde etkinlik ve teknolojik değişme alanında yapılan bu ilk çalışmada 1987-1992 dönemi panel verileri kullanarak tekstil çimento ve motorlu araçlar endüstrisinde stokastik üretim sınırları tahmin edilmiştir²⁴⁶. Çalışmada kullanılan stokastik üretim fonksiyonu translog kalıpla tahmin edilmiş olup model ve tahmin sonuçları aşağıda verilmiştir:

$$\ln y_{ft} = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln x_{ift} + \alpha_{Tt} + \beta_{TT} t^2 + \sum_i \beta_{Ti} t \ln x_{ift} + \sum_{i \leq j} \beta_{ij} \ln x_{ift} \ln x_{jft} + \alpha_{TE} TECH_{ft} + \alpha_A ADM_{ft} + \varepsilon_{ft} - v_{ft} \quad (3.86)$$

Denklem 3.86' de f ve t firma indeksi olup (f=1,.....F) ve zaman (t=1,.....T); y çıktı, x_i girdi değişkenleri ve t ise zaman değişkenidir. Girdi değişkenleri emek, hammadde, enerji ve sermaye unsurlarından oluşmaktadır. Bu değişkenlerden özellikle sermaye değişkeni (ulaşılabilirlik açısından en zor elde edilebilen bir değişkendir) farklı ölçütlerle verilebilmektedir. Bu nedenle Taymaz ve Saatçi ilgili değişkeni temsilen (proxy) dört alternatiften söz etmektedirler. Bunlar: kurulu makinelerin sayısı, kurulu ekipmanların beygir gücü (HP), amortismanlar ve sabit varlıkların muhasebe değerleridir. Bu nedenle uygulamalı çalışmalarda sermaye değişkeni yerine bunlardan herhangi birisi kullanılır. Nitekim, Taymaz ve Saatçi ilgili dört değişkeni de test etmiş ve bu değişkenlerin her biri ile ayrı ayrı yapılan tahminlerin benzer sonuçlar verdiklerini görmüşlerdir. Ancak adı geçen bu çalışmalarında sermaye değişkeni olarak amortismanları kullanmayı

²⁴⁶ Taymaz, Erol ve Gülin Saatçi. "Technical Change and Efficiency in Turkish Manufacturing Industries", Journal of Productivity Analysis, 8, 1997, ss. 461-475.

tercih etmişlerdir. Bununla birlikte bu temsili değişkenlerin hangisinin kullanılacağı ilgili firmanın muhasebe kayıtlarının güvenilirliği kadar, diğer özelliklerinin de bilinmesine bağlıdır. Örneğin, çimento endüstrisi gibi süreç endüstrilerinde özellikle fiziki ölçme değerleri anlamsız olabilir. Bu tahmin modeline teknik personel (TECH) ve yönetim personeli (ADM) olmak üzere iki kontrol değişkeni ilave edilmiştir.

Öte yandan, modelde yer alan teknik etkinsizlik etkileri (v_{it}) ise şöyle modellenmiştir:

$$\mu_{ft} = \delta_0 + \sum_{k=1}^m \delta_k Z_{kft} \quad (3.87)$$

Burada, Z teknik etkinsizliği etkileyen firma eksenli faktörler olup bu çalışmada şunları kapsamaktadır: bölgesel yoğunlaşma, mülkiyet sahipliği, hukuki durum, vardiya, fason girdi ve çıktı, reklam, iletişim, özel ve yabancı sermaye payı, kullanılan teknoloji kaynağı (patent, know how vb), ölçek büyüklüğü ve yıl değişkenleri.

Translog modelden hareketle faktörlerin üretime göre esneklikleri ise şöyle tanımlanmıştır:

$$\eta_i = \partial \ln E(y) / \partial \ln x_i = \alpha_i + \sum_{j \neq i} \beta_{ij} \ln x_j + 2\beta_{ii} \ln x_i \beta_{Tt} \quad (3.88)$$

Yine translog model kullanılarak elde edilen teknolojik ilerleme (fonksiyonun zamana göre kısmi türevi) oranı şu kalıpla hesaplanmıştır:

$$RTP = \partial \ln E(y) / \partial \ln t = \alpha_T + 2\beta_{Tt} t + \sum_i \beta_{Ti} \ln x_i \quad (3.89)$$

Çalışmada ulaşılan sonuçlara göre tekstil sektöründe ortalama teknolojik ilerleme % 6 civarında iken motorlu araçlar sanayiinde %4.1 civarındadır. Çimento endüstrisinde ise bu oran istatistiki olarak anlamlı değildir. Yine, çalışmada her üç alt sektörde de ölçeğe göre artan getirinin olduğu ve bu getirilerin tekstil endüstrisinde 1.071, motorlu taşıtlar endüstrisinde 1.218 ve çimento endüstrisinde 1.066 olduğu hesaplanmıştır. Nihayet, çalışmada teknolojik değişme ve teknik etkinliği etkileyen faktörler açısından sektörler içi önemli farklılıkların olduğu belirtilirken firma eksenli etkinliği açıklamada en önemli değişkenlerin mülkiyet

değişkeni ile teknolojinin kaynağı değişkeni olduğu vurgulanmaktadır. Yine, yasal durum, ürün özellikleri, bölgesel kümeleşme etkinlik üzerinde önem arz etmektedir.

Örnek Olay 4: İmalat Sanayiinde Teknik İlerleme ve Etkinlik

Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından Türkiye imalat sanayii sektörü teknik ilerleme ve etkinlik seviyesini ölçmek ve etkinliği etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma 4-dijitli alt sektörleri içermektedir²⁴⁷. İmalat sanayi sektörlerinin üretim sınırı tahmininde 25 ve daha fazla kişi çalışan imalat sanayii işyerlerinin 1987-1992 panel verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler; çıktı değişkeni olarak 1987 fiyatları ile hesaplanmış toplam üretim değeri, girdi değişkenleri olarak da; sermaye (amortismanlar), işgücü, enerji, ve hammadde. Etkinsizlik değişkenleri olarak ise bölgesel yoğunlaşma (işyerine ilişkin ilin toplam çıktısı/ülke toplamı), işletmelerin hukuki durumu, vardiya, fason girdi, fason çıktı, reklam, PTT harcamaları, Özel ve yabancı sermaye payı, ölçek büyüklüğü, teknolojik edinim (patent, know how vb) gibi faktörler modele dahil edilmiştir.

Çalışmada kullanılan model, teorik çerçevede ele aldığımız non-nötr translog modeldir. Buradaki bulgular, tüm alt sektörler için etkinlik indeksleri ve teknik değişimin yönünü detaylı olarak ortaya koymaktadır. Ancak, özet bir yaklaşımla okuyucuya kısa bir bilgi verebilmek için tüm alt sektörlerin toplulaştırılmış (iki dijitli) bir tablosu aşağıda ele alınmıştır *

²⁴⁷ İmalat Sanayiinde Teknik İlerleme ve Etkinlik: 1987-1992, Yayın no: 2128, DİE, Ankara, 1998.

* (daha detaylı bilgi ve parametre tahmin değerleri için bakınız a.g.ç.):

Tablo 3.20 Türkiye İmalat Sanayiinde Etkinlik, Teknik Değişme ve Ölçek Getirisi

İktisadi Faaliyet Kolu	Ortalama Etkinlik (%)	Teknik Değişim Oranı	Ölçek Esnekliği	Teknik Değişimin Yönü			
				İşgücü	Hammadde	Enerji	Sermaye
31	74.5	0.037	1.000	0.008	0.025	-0.018	-0.004
32	78.8	-0.004	1.007	0.027	-0.019	0.000	-0.001
33	77.9	0.033	1.032	-0.014	-0.004	0.008	0.001
34	80.6	-0.052	1.006	0.032	-0.022	0.001	0.006
35	87.7	0.054	1.002	0.011	-0.014	0.003	-0.002
36	79.8	0.016	1.184	0,022	-0,006	-0,004	0.010
37	78,3	0.043	1.002	0.005	-0.006	0.002	-0.003
38	80.2	0.038	1.043	0.006	-0.008	0.008	-0.003
39	72.3	-0.069	1.189	0.036	-0.023	0.033	-0.004
3	80.9	0.032	1.025	0.013	-0.006	-0.001	-0.001

İlgili sektörlerin ortalama teknik etkinlik düzeyi yukarıda verilmiş olup tablodan anlaşılacağı gibi bazı sektörlerde teknik değişimin yönü negatif bulunmuştur. Ayrıca, girdiler açısından bu değişimin yönü de hesaplanmış ve her bir sektöre ait ölçek esnekliği sütunu oluşturulmuştur. Esneklik kriteri incelendiğinde, ilgili dönemde 31 nolu gıda-içki ve tütün sanayii hariç (sabit getiri), diğer tüm alt sanayi’lerde ölçeğe göre artan getiri olduğu görülmüştür.

EKLER

Ek 1. Etkinlik Ölçümü ve Maksimum-Olabilirlik Tahmini

Stokastik sınır üretim fonksiyonunun parametreleri, maksimum-olabilirlik (maximum-likelihood, ML yöntemi ya da düzeltilmiş OLS (corrected ordinary least-squares, COLS) yöntemi ile tahmin edilmektedir²⁰⁹.

ML tahmincisi asimtotik olarak COLS tahmincisinden daha etkindir. Ancak, iki tahmincinin özellikleri, sınırlı örneklerde analitik olarak belirlenememektedir. Coelli (1995a) tarafından yarı-normal dağılımlı “sınır” modelinin sonsuz-örnekli özellikleri Monte Carlo deneyiminden yararlanılarak ortaya konulmuş ve ML tahmincisinin COLS tahmincisinden daha anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) stokastik sınır üretim fonksiyonu tahmin etmek için logaritmik olabilirlik fonksiyonunu (log-likelihood function) türetmişlerdir. Bu yazarlar, ML fonksiyonunu iki varyans ($\sigma_s^2 \equiv \sigma^2 + \sigma_v^2$ ve $\gamma \equiv \sigma / \sigma_v$) parametresi çerçevesinde ele almışlardır. Bu parametrelere uygun olarak log-likelihood fonksiyonu Battase ve Corra (1977) tarafından aşağıdaki kalıpla tanımlanmıştır:

$$\ln(L) = -\frac{N}{2} \ln(\pi/2) - \frac{N}{2} \log(\sigma_s^2) + \sum_{i=1}^N \ln[1 - \Phi(Z_i)] - \frac{1}{2\sigma_s^2} \sum_{i=1}^N (\ln y_i - x_i \beta)^2$$

²⁰⁹ Coelli ve diğerleri 1998, ss.187-189; Gujarati, Damodar N. **Basic Econometrics**, McGraw-Hill Book Company, International Edition, 1988/1995

$$\text{Burada, } Z_i = \frac{(\ln y_i - x_i \beta)}{\sigma_s} \sqrt{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \text{ ve } \Phi(.) \text{ standart normal}$$

tesadüfî değişkenin dağılım fonksiyonudur.

β , σ_s^2 ve γ nin ML tahminleri yukarıdaki fonksiyonun tahmin edilmesiyle elde edilir.

Battase ve Corra (1977) parametre ($\gamma \equiv \sigma^2 / \sigma_s^2$)'nin 1 ile 0 arasında bir değere sahip olduğunu belirtmişlerdir. γ 'nın sıfır değerini alması, sınırdan olan sapmaların tamamen gürültüden (white noise) kaynaklandığını, γ 'nın bir değerini alması ise tüm sapmaların teknik etkinsizlikten kaynaklandığını göstermektedir.

ML fonksiyonu ve ilgili parametreler FRONTIER 4.1 versiyonu ile tahmin edilebilir. Bu programın işleyişi EK. 4'de açıklanmaktadır. Ancak, tahmin edilen bu fonksiyonun parametrelerinin Ek` 2 de belirtildiği gibi çeşitli hipotez testleri altında test edilmesi gerekir.

Ek 2. Etkinlik Ölçümü ve Hipotez Testleri

Yukarıda ifade edildiği gibi stokastik sınır üretim fonksiyonu en azından bazı birimlerin veri üretim faktörleri ile maksimum çıktıyı elde edemedikleri varsayımından hareket etmekte ve bu durumu etkinsizlik ile açıklamaktadır. Dolayısıyla, ileri sürülen bu varsayımın test edilmesi ve sonuçların doğrulanması önem arz etmektedir. Bu varsayımın ve modele yüklenen (empoze edilen) diğer varsayımların test edilmesinde sıfır ($H=0$) hipotezi (null hypothesis) kullanılmaktadır²¹⁰.

Etkinlik ölçümünde kullanılan “sınır” model için sıfır hipotezi teknik etkinsizlik yoktur şeklinde kurulur iken, alternatif hipotez teknik etkinsizlik vardır şeklinde kurulur. Yani,

$H_0: \sigma^2$ ve buna karşıt olarak $H_1: \sigma^2 > 0$ hipotezi kurulur.

Burada σ^2 , u_i dağılımını elde etmek için sınıra basık (truncated at zero) normal dağılımın varyansıdır. Eğer bu varyans sınıra eşit olursa, tüm u_i 'ler sıfır olacaktır. Böyle bir durum tüm firmaların veya etkinlik ölçümüne konu olan birimlerin tam etkin olduklarını gösterir.

Hipotez testinde Wald istatistiği kullanılabilir. Bu istatistik σ^2 için ML tahmincisinin onun standart hatasına oranlanması içerir. Ancak, Coelli (1995a) Monte Carlo çalışmasını kullanarak Wald testinin küçük hacimli örnekler için (I.tip hata) yeterli olmadığı sonucuna varmıştır. Bu

²¹⁰ Coelli ve diğerleri, ss. 191-192.

nedenle Coelli (1995), ML tahmini yapıldığında, tek-yönlü genelleştirilmiş olabirlik-rasyo testinin (one-sided generalised likelihood-ratio test) uygulanabileceğini ileri sürmüştür. Bu test daha güvenilir bir sonuç vermektedir.

Tek-Yönlü Genelleştirilmiş Olabirlik-Raso Testi : Bu test modelin hem sıfır hem de alternatif hipotezler altında tahmin edilmesini gerektirir. Sıfır hipotezi altında, $H_0:\gamma=0$ dır ve model, teknik etkinsizlik etkisi u_i olmaksızın geleneksel ortalama tepki fonksiyonuna eş değerdir. Test istatistiği aşağıdaki kalıpla tanımlanmaktadır:

$$LR = -2\{\ln[L(H_0) / L(H_1)]\} = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\}$$

Burada, $L(H_0)$ ve $L(H_1)$, sıfır ve alternatif hipotezler altında olabirlik fonksiyonunun değerleridir. Eğer (H_0) hipotezi kabul edilmiş ise değişken sayısına (sınırlamaların sayısına) eşit serbestlik derecesinde Ki-kare dağılımı esas alınır ve genellikle bu testin asimtotik olarak dağıldığı varsayılır. LR, karma Ki-kare dağılımlarının karışımı (a mixture of chi-square distributions) olan $(\frac{1}{2}\chi_0^2 + \frac{1}{2}\chi_1^2)$ asimtotik bir dağılımdır.

$H_0:\sigma^2$ ve buna karşıt olarak kurulan $H_1:\sigma^2 > 0$ hipotezi testi için kritik değerin hesaplanması şöyledir: α 'nın büyüklüğü için kritik değer $\chi_1^2(2\alpha)$ değerine eşittir. Bu durumda eğer $LR > \chi_1^2(2\alpha)$ olursa $H_0:\gamma=0$ hipotezi reddedilir ve $H_1:\gamma > 0$ alternatif hipotezi kabul edilir. Böylece, bir sınırlama altında örnek hacmi ve hata payı ($\alpha=0.05$) dikkate alındığında kritik değer 3.84 değil 2.71 olur.

Stokastik sınır üretim fonksiyonu etkinlik ölçümünde incelenen firmalarda etkinsizlik olup olmadığına ilişkin hipotez testlerinden yararlanılmaktadır. Yine bu hipotez testine, model spesifikasyonu (Cobb-Douglas, translog model gibi) teknolojik değişimin olup olmadığı, etkinsizliğin zamana göre değişken olup olmadığı ve etkinsizlik etkilerine ilişkin kriterlerin belirlenmesinde başvurulmaktadır (bakınız Deliktaş ve Balcılar (2002) ve Önder, Deliktaş ve Lenger, (2003)).

EK 3. Veri Zarflama Analizi metodu kullanılarak yapılacak ölçümler için DEAP Versiyon 2.1'in kullanımı:

Bu program, Coelli 216 tarafından veri zarflama analizi (data envelopment analysis) için yazılmış bir programdır. Program, değişik modellerin çözümünü ve başlıca üç modeli kapsamaktadır: Bunlar, teknik etkinlik ve ölçek etkinliklerinin hesaplanmasını içeren standart CRS, VRS modellerinin yanı sıra bu modellerin uzantısı olan tahsis ve maliyet etkinliklerini hesaplamaktadır.

Bu yaklaşım, panel datayı kullanarak toplam faktör verimliliğindeki değişme, teknolojik değişme, teknik etkinlikteki değişme ve ölçek etkinliğindeki değişmeyi hesaplamada yararlanılan Malmquist VZA yöntemidir.

Bu programın icrası için gerekli olan dosyalar:

1. FRONT41.EXE (icra dosyası),
2. FRONT41.000 (başlatma dosyası),
3. TEST.DTA (data dosyası, (ASCII text formatında)),
4. TEST.INS (giriş dosyası),
5. TEST.OUT (çıkıtı dosyası).

İcra ve başlama dosyaları program tarafından desteklenmektedir. Data ve giriş (instruction) dosyaları kullanıcı tarafından oluşturulmalıdır. Program datanın ASCII formatında olmasını gerektirir. Data gözlemlere göre sıralanmalıdır. Yani, her bir firma için bir satır gerekir. Değişken sayısı kadar da sütun kullanılır. Ancak, FRONT 4.1'de olduğu gibi firma sayısı ve zaman periyodu sütunları girilmez. Bunlar programın icrasından önce TEST.INS (instruction) dosyasına yazılır. Herbir çıktı ve herbir girdi için bir sütun olmalıdır. Çıkıtı (lar) ilk sütunlarda yer almalıdır. Daha sonra, soldan sağa doğru ilgili değişkenler (girdiler) sütun halinde sıralanmalıdır. Örneğin, iki çıktılı ve iki girdili 40 gözlem için veriler şu şekilde yer almalıdır: y1, y2, x1, x2.

Eğer maliyet etkinliği hesaplanmak isteniyorsa, bu durumda fiyat verilerine gerek vardır. Böylece, data girişi şöyle olmalıdır: y1, y2, x1, x2, w1, w2.

Malmquist opsiyonu panel data ile kullanılır. Örneğin 30 firma için

²¹⁶ T.J.Coelli, "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

4 yıllık verilerimiz olsun. Bu durumda 30 firmaya ait birinci yılın verileri yukarıda ifade edilen düzende ilk olarak sıralanmalıdır. Daha sonra ikinci, üçüncü ve son olarak da dördüncü yıla ilişkin veriler aynı düzende sıralanmalıdır. Panel verilerin eksiksiksiz (dengeli) olması gerekir.

Ek 4. Stokastik Frontier Analizi Metodu kullanılarak yapılacak ölçümler için FRONT 4.1'in kullanımı

FRONTIER 4.1 Bilgisayar programı Coelli ²¹⁷ tarafından, stokastik frontier üretim ve maliyet fonksiyonlarının maksimum olabilirlik (maximum-likelihood) parametrelerini tahmin etmek için yazılmış bir programdır (stokastik frontier modeller eksik- unbalanced- panel dataya da uygulanabilir). Bu programın başlıca iki model spesifikasyonu vardır:

1. Battese ve Coelli (1992), Zamana Göre Değişen Etkinsizlik Modeli (time-varying inefficiency model)
2. Battese ve Coelli (1995), Etkinsizlik Etkileri Modeli

Program; yatay-kesit, panel data; time-varying (zamana göre değişen), time invariant (zamana göre değişmeyen) etkinsizlik etkilerini; maliyet ve üretim fonksiyonlarını; yarı-normal ve bastırılmış-truncated-normal dağılımları ve bağımlı değişkenin gecikmeli olarak kullanıldığı değişik fonksiyonel formların tahmin edilmesini sağlamaktadır.

Bu programın işleyişi için gerekli olan dosyalar:

1. FRONT41.EXE (icra dosyası)
2. FRONT41.000 (başlatma dosyası)
3. TEST.DTA (data dosyası, (ASCII text formatında))
4. TEST.INS (giriş dosyası)
5. TEST.OUT (çıktı dosyası)

Başlatma (start-up) dosyası anahtar değişkenler için bir dizi değerleri içerir. Bu dosyaya gerektiği takdirde kullanıcı tarafından müdahale (yeni komutlar için) edilebilir. Data ve giriş (instruction)

²¹⁷ T.J.Coelli, "A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Frontier Production Function Estimation", CEPA Working Paper 96/07, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

dosyaları kullanıcı tarafından oluşturulur. Giriş dosyası uygun formatta yazılı olup, dataya ve tahmin edilecek parametrelere göre ilgili kısımlar yeniden düzenlenir. Bu dosyayı oluşturmanın en kolay yolu, programda yer alan BLANK.INS dosyasını kopyalamak ve istenilen şekilde düzenlemektir. Çıktı dosyası programın icrası sırasında program tarafından oluşturulur ve sonuç (kullanıcı tarafından) adlandırılan çıktı dosyasına aktarılır. **Data dosyasının formatı** :Data dosyasındaki sütunlar şu sıraya göre düzenlenmelidir:

1. Firma sayısı (1'den N'e kadar),
2. Zaman periyodu (1'den T'ye kadar; yatay-kesit veri için yalnızca 1 değeri girilir),
3. Bağımlı değişken (çıktı),
4. Açıklayıcı değişkenler (X1, X2, X3...,Xn),
5. Etkinsizliği etkileyen faktörler (eğer mevcut ise; her bir etkinsizlik değişkeni her bir firma için ayrı bir sütun olarak belirtilir.

Bütün değişkenler (sabitler hariç) doğal logaritmalarıyla(ln) girilmelidir. Programın çalıştırılması, terminalden veya icra dosyasından sağlanabilir. FRONT41 komutundan sonra ekranda görülen- icranın dosyadan mı (f) yoksa terminalden mi-soruya, kullanıcı (t) girerse icra terminalden izlenir; (f) girerse işlem yalnızca (TXT.INS) yazılarak sonuçlandırılabilir.

Önemli Not: Hem FRONT4.1 hem de DEAP 2.1 programı MS-DOS altında çalışmaktadır. Datalarda virgül yerine noktalama işareti kullanılmalıdır. Aksi takdirde virgülden sonraki rakamlar özellikle DEAP'de ayrı bir veri olarak algılanmaktadır. MS-DOS programı altında tüm veri dosyaları FRONT4.1 veya DEAP 2.1 programı içine ASCII formatında kaydedilmelidir. Sonra MS-DOS altında cd\Front 41 veya cd\Deap girşi ile program icrası başlamaktadır.

Bu programların icra edilmesinde karşılaşılabilecek sorunlar için recep.kok@deu.edu.tr veya deliktas@bornova.ege.edu.tr e-posta adreslerine başvurulabilir.

KAYNAKÇA

- Acar Sadık, Genel İktisat, (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 2.baskı), DEÜ, Hukuk Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:48, Ankara, 1994
- Aigner D.J., C.A.K. Lovell and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", Journal of Econometrics, 6, 1977
- Ajibefun I.A., G.E. Battase and R.Kada, "Technical Efficiency and Technological Change in the Japanese Rice Industry:A Stochastic Frontier Analysis", CEPA Working Papers, No.9/1996, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Allen R.G.D., Mathematical Economics, 2nd Edition, McMillan ST Martin's Pres, London, 1959
- Anandalingam G., N Kulatalika, "Decomposing Production Efficiency into Technical, Allocative and Structural Components" Journal of Royal Statistical Society, Vol. 150, Part 2, Series A, 1987
- Anderson D. R., Dennis J.Sweeney, Thomas A.Williams, Quantitative Methods for Business, Third Edition, Wet Publishing Company, New York,1986
- Avraloğlu Zeki, Üretim Fonksiyonları, İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No.102, Ankara
- Bairam E.I., Homogenous and Nonhomogenous Production Functions, Theory and Applications, New Zealand, 1994
- Bairam E.I., "A Log-Linear Non-Homogenous Production Function: Spesification and Estimation", Economic Discussion Papers, No. 9218, 1992a, University of Otago, New Zealand.
- Bakoğlu H., OyunTeorisi, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1991
- Balassa B., "An Emprical demonstration of Classical Comporative Cost Theory" The Review of Economics and Statistics, Vol:45, 1963
- Baron D. P and Raymond R. De Bondt, "Factor Price Changes, Technical Efficiency and Revenue Requirements Regulation", European Economic Review 19, 1982

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

- Barras R., “A Comparison of Embodied Technical Change in Services and Manufacturing Industry” *Applied Economics*, 18, 1986
- Battase G.E., T.J. Coelli, “Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies With a Generalised Frontier Production and Panel Data”, *Journal of Econometrics*, 38, 1988
- Battase G.E., T.J.Coelli,”Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data :with Application to Paddy Farmers in India”, *Journal of Productivity Analysis*, 3, 1992
- Baumol W. J., E.N Wolff, “On Interrindustry Differences in Absolute Productivity” *Journal of Political Economy*, Vol.92, No.60, 1984
- Baumol W. J., *Economic Theory and Operations Analysis*, Forth Edition, Prentice-Hall, London, 1977
- Berk M., “Karşılaştırmalı Verimlilik Ölçme Yöntemleri” *Verimlilik Dergisi*, Cilt. 1 Sayı. 3, (Nisan-Haziran), 1972
- Berndt E.R., Mohammed S.Khâlâd, “Parametric Productivity Measurement and Choice Among Flexible Functional Forms”, *Journal of Political Economy*, Vol. 87, 61, 1979
- Beyfus J., “Verimlilikle İhracat Arasındaki Etkileşim: Dış Ticaret politikası Açısından Bir Yorum”, Ankara: Verimlilik ihracat-Kalkınma Sempozyumu, MPM Yayınları, No.351. 1987
- Birigham E.F., and James L. Pappes, *Managerial Economics*, Second Edition, USA, 1976
- Boyer K.D., “ Is There a Principale for Defining Industries? Reply”, *Southern Economics Journal*, 52 (2), 1985
- Burly H.T, “Farrell and Leibenstein on Efficiency Measurement”, Paper Presented at the 1989 Economists Conference, The University of Adelaide, (10-13 July) 1989
- Camaho A. and William D. White, “Annote on Cost of Control and the Optimum Size of Firm”, *Journal of Political Economy*, Vol.89, No.21, 1981
- Chiang A C.,(Çev: Ergun Kip ve diğerleri), *Teori Yayınları*, Ankara, 1986
- Chiang A.C., *Fundamental methods of mathematical economics*, 3rd ed., New York, Mc.Graw-Hill, 1984.

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

- Christensen L.R., D.W.Jorgenson and L.J.Lau, “Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function” *Econometrica*, 39, 1971
- Christensen ve diğerleri, “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *Review of Economics and Statistics*, 69, 1973
- Coelli T.J., “A Guide to A DEAP Version 2.1 : A Data Envelopment Analysis (Computer) Program”, CEPA working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 1996
- Coelli T.J., “A Computer Program for Frontier Production Estimation: FRONTIER, Version 2.0”, *Economic Letters*, 39
- Coelli T.J., “A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Frontier Production Function Estimation”, CEPA Working Paper 96/07, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Coelli T.J., D.S.P. Rao, “A Cross Country Analysis of GDP Growth, Catch-up and Convergence in Productivity and Inequality, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, CEPA Working Papers, 5, 1998
- Coelli T.J., D.S.Rao and G.E.Battase, *An Introduction To Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, London, 1998
- Çakmak, Ahmet, *Verimlilik Değişmelerinin Sebep ve Sonuçları Üzerine Bir İnceleme*, (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul, 1987
- Çoban Orhan., *Türkiye Tekstil Endüstrisinin Üretim Yapısı ve Karşılaştırmalı Rekabet Gücü*, (Basılmamış Doktora Tezi), Sivas, 2001
- Damodar G., *N.Basic Econometrics*, McGraw-Hill Book Company, International Edition, 1988/1995
- Deliktaş, Ertuğrul, “malat Sanayiinde Teknik İlerleme ve Etkinlik: 1987-1992”, Yayın no: 2128, DİE, Ankara, 1998.
- Deliktaş E., “Kırgızistan’da Özelleştirme Süreci: 1991-2000”, Küreselleşme ve Geçiş Ekonomileri Uluslararası Sempozyumu, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Mayıs 2002, Bişkek.

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

- Deliktaş E. and M. Balcılar, “A Comparative Analsis of Productivity Growth, Catch-up and Convergence in Transition Economies”, METU 6th International Conference in Economics, September 9-14, 2002, Ankara.
- Deliktaş, E, İzmir Küçük Ölçekli İmalat Sanayinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi, Verimlilik Dergisi, MPM Yay, 2003, Ankara
- Denny M., “The Relationship Between Functional Forms for The Production System”, The Canadian Journal of Economics, VII, No.1, February 1974
- Derviş Kemal., Jaime De Melo, Sherman Robinson, General Equilibrium Models for Development Policy, First Puplished, Cambridge: Cambridge University Peress, 1982
- Devlet Planlama Teşkilatı, Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, (1990-1994) Ankara, 1989
- Dinler Z., Mikroekonomi, Gözden geçirilmiş 6.b; Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlenme Vakfı No. 29, 1989
- Doğan A., Alper Aydın, İmalatçı Kamu Kuruluşlarında Maliyet ve Verimlilik Karşılaştırması, Ankara: MPM yayınları, No:407, 1990
- DS for Windows version 1.4, http://www.prenhall.com/weiss_dswin, Copyright 1997, Howard J. Weiss
- Duricker F., Toward The next Economics, The Crizis in Economic Teory, basic books, New York, 1981, s.9-10. Zikr: Ahmet Çakmak
- Elkan W., “On the Apperant Benefits of Higher Productivity: an Arithmetical Illustration”, Journal of Development Studies, 7 (1), July, 1971
- Erkan Hüsni, Sosyal Piyasa Ekonomisi (Ekonomik Sistem ve Piyasa Ekonomisine İşlerlik Kazandırılması), 5. Baskı, Konrad Adenauer Vakfı Temsilciliği, İzmir, 2001
- Ertek T., Ekonometriye Giriş, Ankara:ODTÜ, Yayın No:22, 1978
- Ertüzün Tefvik, “İktisadi Kalkınmada Dış Ticaret Politikaları”, Ankara: Verimlilik-İhracat-Kalkınma Sempozyumu, MPM Yayınları, No.351, 1987
- Fabricant S., “Productivity, Social Sciences”, (ed.) USA, Sills D.L., V.12, The McMillan, 1968

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

- Farrell,C, Journal of The Royal Statistical Society, Vol.120, Part III, 1957
- Forsund F.R., L. Hjarmarsson, “On the Measurement of Productive Efficiency”, Swedish Journal of Economics, 76, 1974
- Fourastie J., La Productivite, Paris: Presses Universitaires de France, “que sais je?” 1959
- Fourastié J., Le grand Espoir du xxe siecle, idées nrt, Fransa, Gallimard, 1er trimestre 1963
- Frantz R., “X- Efficiency: Theory and Its Criticcs.”, Quarterly Review of Economics and Business, Vol.25, No. 4 ,Winter-1985
- Gibbons R., Journal of Economic Perspectives, vol.11, no.1,Winter 1997
- Gibbons R., Game Theory for Applied Economists Princeton Universty Pres, 41, New Jersey, 1992
- Gökçen Ahmet, Girdi -Çıktı Modellerinin Işığında ,Ekonomik Yapı Değişikliği-Türkiye Ekonomisine bir Uygulama Denemesi(basılmamış doktora tezi)-İstanbul Üniv.İktisat Fakültesi,1976.
- Greene W.H., “Maximun Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions”, Journal of Econometrics, 13, 1980
- Grilliches Z.,V.Ringstad, Economies of Scale and The Form of the Production Function, North-Holland, Amsterdam, 1971
- Gürsoy Bedri., Verimlilik Üzerine Düşünceler, Ankara: MPM Yayınları No.324, 1985
- Harbison F., C.A. Myers, “Manpower and Education”, Country Studies in Economic Development, McGraw Hill, New York, 1965
- Hartwell R.M., Inrroduction, D.Ricardo, Principles of political Economi and Taxation, Penguin Books, Middlesex, 1971
- Helliwell J. F., Peter H.Sturm Gérard Salou, “International, Comparison of The Sources of Productivity Slowdown, 1973-1982”, European Economic Review, 28,1985
- Henderson J.M., Richard E. Quant, Microeconomic Theory, A Mathematical Approach, Third Edition, McGraw Hill, Tokyo, 1980

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

- Hulten C. R., “Productivity Change, Capacity Utilization and the Sources of Efficiency Growth”, *Journal of Econometrics*, 33, 1986
- Isik I.,M. K.Hassan, “Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry”, *Journal of Banking and Finance* 26, 2002
- John W K. , *Improving Company Productivity, Handbook with Case Studies in Collaboration with the American Productivity Center.*
- Jondrow J., C.A.K. Lovell, I.S. Matreov and P.Schmidt, “On Estimation of Technical Inefficiency in Stochastic Frontier Production Function Model”, *Journal of Econometrics*, 19, 1982
- Kaçtıoğlu Sıbkat., *Doğrusal Programlama ve Ulaştırma Modeli, Erzurum: A.Ü.İİBF Araştırma Merkezi Ders Notları: 141, 1987*
- Kadiyala K.R, “Production Functions and Elasticity of Substitution”, *Southern Economic Journal*, 34, 1972
- Kalirajan K.P., R.T Shand, “Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures”, *Journal of Economic Surveys*, 13,12, 1999
- Kasnakoğlu H., “Etkinlik Ölçümü” *Verimlilik Dergisi, Özel Sayı 2, 1980*
- Katılımcı Girişimcilik Modeli(İzmir’de Çok Ortaklı Şirketlerin Analizi)
Proje Koordinatörü: Recep Kök, Danışmanlar: Hüsnü Erkan, Nevzat Güran; Proje Ekibi: Recep Kök, Sabahat Bayrak, Nevzat Şimşek, İzmir Ticaret Odası, 1999
- Kavoussi R.M, “Export Expansion and Economic Growth”, *Journal of Development Economics*, 14 , 1984
- Keynes J.M., *The Return to Gold and Industrial Policy I, Collected Works of J.M.K. Cilt. XIX, Activities 1922-1929*
- Klein C.C., “Is There a Principle for Defining Industries, Comment”, *Southern Economics Journal*, 1985
- Kmenta J.,*Elements of Econometrics, Macmillan, London, 1971*
- Kmenta J., “On Estimation of the CES Production Function”, *International Economic Review*, 8,1967

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Kodde D.A., P.C. Palm, "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions", *Econometrica* 54, 5, 1986

Kohler H., *Intermediate Microeconomics*, Second Edition, USA, 1986,

Kohler, *Intermediate Microeconomics, Theory and Application*, 3rd Ed., Scott, Foresman and Company, USA, 1990.

Kooros A., *Mathematical Economics*, Houghton Mifflin Company, Boston

Kopp R.J., E.W. Diewerd, "The Decomposition of Frontier Cost Functions Into Measure of Technical and Allocative Efficiency." *Journal of Econometrics*, 19, 1982

Koutsoyiannis A., *Modern Microeconomics*, Second Edition, The Macmillan Press Ltd, London, 1979

Koutsoyiannis A., *Non-Price Decision: The firm in a modern context*, MacMillan Education Ltd., London, 1987

Kozak İbrahim E., *İbn Haldun' a göre İnsan Toplum İktisat*, İstanbul: Pınar yayınları, 19, 1984

Kök R., "Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik, Bir Uygulama", Atatürk Üniversitesi Yayınları, No.680, Erzurum, 1991

Kök R., O. Çoban, "KOBİ lerin Sorunları, Analitik Çözüm Stratejileri V Rekabet İmkanları" - Kahramanmaraş Tekstil Endüstrisi ve Ölçeğinde Bir Etkinlik Analizi – 21.Yüzyılda KOBİ ler Sempozyumu, DAÜ, Ocak 2002, Kıbrıs

Kök R., O. Çoban, "Kitlere İlişkin Bir Regülasyon Modelinin Gerekliği ve Kaynak Kullanım Etkinliği Üzerine:Nevşehir Tekel Rakı Fabrikası Örneği", METU 6th. International Conference in Economics, September 9-14 , Ankara, 2002

Lau L. J., S. Tamura, "Petrochemical Processing Industry", *Journal of Political Economy*, 80(66), (Nov-Dec, 1972),

Lecraw, D. J. "Empirical Tests for x-Inefficiency: A not." *Kyklos*, vol.30, Fasc.1, 1977

Leibenstein H., "Efficiency Technical Efficiency and Incomplete Information Use: A Comment." Vol. 25, Number.2, January 1977

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

- Lipsey R. G., s.202. ; Evan J.Douglas, Managerial Economics: Analysis and Strategy, Third Edition, Prentice-Hall International Editions, USA1987
- Mahadevan R., “A DEA Approach to Understanding the Productivity Growth of Malaysia’s Manufacturing Industries”, Asia Pasific Journal of Management, 19, 2002
- Marx K., Kapital, Cilt. 1, Çev.Alaattin Bilgi, İstanbul, 1986
- Maurice C. S. C.E. Ferguson, “Factor Demand Elasticity Under Monopoly and Monopsony”, Economica, Vol.XL, No.158, May 1973
- Maurice S C., O. R.Phillips, C.E.Ferguson, USA: Richard D.Irwin, INC, 1982,
- Mundlak Y., Z. Volcan “The Correspondence of Efficiency Frontier As A Generalization of the Cost Function”, International Economic Review, Vol.14, No.1, February-1973
- Nadiri M.I., “Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity:Asurvey”, Journal of Economic Literature,Volume.VIII, No.4, December 1970
- Nelson R., “Scale and Productivity: A comment”, International Economic Review, Vol.28, No.2, June 1987
- Newbold P., Statistics for Busines and Economics, Second Edition, Prentice-Hall International Editions, 1988
- Niehaus H., Probleme der Bauernwirtschaft in Internationablen Urteil. In: Berichte Überlandwietschaft. N.F. Bd. Xxx, Heft I. Hamburg, 1952, (Akt: Tefvik Pekin, Türkiye’de Tarım Sektörüne Verilen Sübvansiyonlar, İzmir: Ege Üniv. İTBF. Yayınları No:64/41 1973
- Nishimizu M., J.M.Page, “Total Factor Productivity Growth, Technical Progress and Technical Efficiency Change:Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, Economic Journal, 92, 1982
- Norcliffe G.B., Pmitchell, “Structural Effects and Provincial Productivity Variation in Canadian Manufacturing Industry”, The Canadian Journal of Economics, X, No.4, November 1977
- OECD, Productivity In Industry, Prospects and Policies, May, 1986
- Orman Sabri, Gazali’ nin İktisat Felsefesi, İnsan Yayınları, İstanbul, 1984

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Owen N., "North Holland Publishing Company", European Economic Review, 7, 1976

Önder Ö., E.Deliktaş ve A.Lenger, "Efficiency Change in Selected Provinces in Turkey: A Stochastic Frontier Analysis", Emerging Markets Finance and Trade, March, 2003.

Öney Erden, İktisadi Planlama, Gözden Geçirilmiş 4. Baskı, Savaş yayınları, Ankara,1985

Öney E., Verimlilik Kavramları, Ankara: A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No. 265, 1968

Özateşler Mustafa, İktisadi Planlama Teorisi ve Genel Üretim Modeli, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 1992

Özgüven Cemal, Doğrusal Programlama, Erciyes Üniversitesi, İİBF, Yayınları No.1, Kayseri, 1986

Parkin M., Economics, Sixth Edition, USA, 2003

Pettit M., "Comment on The Relationship Between Linear Programming of The Firm", American Journal of Agricultural Economics, Vol.52, No.2, May 1970

Puchett R. H., Introduction to Mathematical Economics (Matrix Algebra and Linear Economic Models) Canada: D.C.Hlath and Company, 1971

Rao D.S.P and T.J.Coelli, "Catch-up and Covergence in Global Agricultural Productivity 1980-1995", No. 4/98, CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.

Revankar N.S., "A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions", Econometrica, 39, 1971

Rolf F., Shawna Grosskopf, Mary Norris ve Zhong Yang Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", The American Economic Review, Vol.84 March 1994

Ross J., "Productivity, People, Profit", Reston Publishing Com, Virginia, 981,

Rusforth D., Graham Bannock, "Küçük ve Orta Büyüklükteki Teşebbüslerden Bürokratik Yükün Kaldırılması Sempozyumu, 11-13 Ocak 1988 İstanbul" , TOBB Yayın No. Genel 55, TDB-8, 1988

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

- Sato R., “The Most General Class of CES Functions”, *Econometrica*, Vol.43, No.56, September-November, 1975
- Savaş Vural, *Keynezyen İktisat Yıkılırken*, İstanbul, Fatih Yayınevi, 1984
- Savaş Vural., *Matematiksel İktisada Giriş*, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1982
- Schmidt P., R.C. Sickless, “Production Frontiers and Panel Data”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 1984
- Scott R.H., N.Nigro, *Principles of Economics*, New York, 1982
- Shapiro K. H., Jurgen Müller, “Source of Technical Efficiency: The Roles of Modernization and Information” *Economic Development and Cultural Change*, Vol.25, Number 2, January, 1977
- Smith A., *Ulusların Zenginliği*, Çev. Ayşe Yunus-Mehmet Bakırcı, Alan yayıncılık, İstanbul, 1985
- Stevensen R.E., “Likelihood Function for Generalised Stochastic Frontier estimation”, *Journal of Econometrics*, 13, 1980
- Stoner J.A.F., *Management*, London: Prentice-Hall International, Inc, 1978
- Sudit E.F., “Additive Nonhomogenous Production Functions in Telecommunications”, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, 1973
- Taylor C.D., “Linear Programming: Its Application to the Middle Eastern Poultry Feed Industry”, *Middle East. Econ. Dec.*1969
- Taymaz Erol, G.Saatçi, “Technical Change ve Efficiency in Turkish Manufacturing Industries”, *Journal of Productivity Analysis*, 8, 1997
- Tercan İhsan, *Üretim Fonksiyonlarının Yapısal Analizi ve Sektörel Bir Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tez), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Mayıs 1988.
- Tezeren A., “Uygulanan Verimlilik Modelleri ve Karşılaşılan Sorunlar”, *Verimlilik Dergisi*, MPM yayını, 1989/2
- Tezeren A., *İmâlat Sanayiinde Verimliliği Etkileyen Faktörler*, Ankara: MPM Yayınları, No.319, 1985
- Thirl Wall H.P., *Growth and Development*, First Published, The McMillan Press Ltd. London, 1972

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Thompson G.E., "Linear Programming and Microeconomic Analysis",
NBR J.Economic International Business, 1972 (May), 11(4)

Toraman Ayhan, Doğrusal Programlamaya Giriş, Erzurum, İşletme
Fakültesi Araştırma Enstitüsü Ders Notları, 34, 1977

Toraman A., Doğu Marmara Bölgesi, Girdi-Çıktı Analizi(Doktora tezi),
Atatürk Üniv.Yay.no:2 59, Erzurum, 1973

Türkbal Aydın, Bilimsel Araştırma Metotları ve Uygulamalı İstatistik, 2.
Baskı, Erzurum: A.Ü. Yayınları, No:640, 1987

Türkbal A., Mikroiktisat (Fiyat Teorisi) Genişletilmiş ve Geliştirilmiş 2.b.,
Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No. 622, 1983

Türkkan E., Rekabet Teorisi ve Endüstri İktisadı, Turhan Kitabevi,
Ankara, 2001,

Uzawa H., "Production Function with Constant Elasticity of
Substitution", Review of Economic Studies, 29, 1962

Ünsal Erdal M., Mikro İktisat, (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş
2.baskı), Kutsan ofset matbaacılık, Ankara, 1998

Vajda, S., Linear Programming, Algorithms and Applications, London,
Chapman and Hall. 1981

Walters A.A., "Production and Cost Functions: An Econometric
Survey", Econometrica, 31, 1963

Werden G. J., "Is There Principle for Defining Industries? Comment",
Southern Economics Journal, 1985

Winston W.L., Operations Research –Applications and Algorithms-
Third edition, International Thompson Publishing, 1994

Watson, Donald S. Price Theory and Its Uses, Third Edition, Houghton
Mifflin Company Boston,

Zarembaka P., "Functional Form in the Demand for Money", Journal of
the American Statistical Association, 63, 1970

Zava H.U., "Duality Principles in the Theory of Cost and Production",
Int. Economic Review, V, May 1964

Zoral Kutlu Y., Üretim Fonksiyonları I(teori) , İzmir: E.Ü.Makine
Fakültesi, 1982

KONU DİZİNİ

A

Amaç Fonsiyonu, 118
APS Performans Ölçme Sistemi, VII, 246
Ardışık Strateji, 176
Aritmetik İndeks, 200

B

Baskın Olmayan Strateji, 153
Baskın Stratejiler, 141
Bayesian Nash Dengesi, 167, 169, 170, 172
Bayesian Oyun, 166, 167, 171, 172
Beklenen Değer, 131, 132
Bilgi Kümesi, 181
Boş (Slack/Artık - Surplus) Değişken, 122
Büyüme Oranları, 76, 78

C

CES, 74, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 90, 93, 96, 97, 100, 101, 103, 115
Cinsiyetler Savaşı, 155
CRS-DEA Modelileri, 235

Ç

Çapraz Hızlandırıcı, 68
Çapraz Hızlandırıcı Katsayısı, 68
Çıktı-Eksenli DEA, 229
Çıktı-Eksenli İndeksler, 206
Çift Dönüşümlü Üretim Fonsiyonu, 100

D

Davranışsal Strateji, 149

Değer Değişimi, 203
Değişken Ölçek ve İkame Esneklikli Üretim Fonsiyonları, 99
Dışbükey Eş-Ürün, 68
Dinamik Etkinlik (Dynamic Efficiency), 44
Doğrudan Hızlandırıcı, 68
Doğrusal Programlama (DP), 117, 118
Duyarlılık Analizi, 151
Düşük Mal, 73
Düşük Yan Zamanlı Fonsiyon, 112

E

Eksik Bilgi Dinamik Oyunlar, 173
Eksik Bilgili Statik Oyunlar, 166
Endüstri, 2, 7, 8, 9, 10, 16, 18, 25, 39, 53, 63, 194
Endüstri İktisadi, 2, 177
Endüstri Kavramı, 13
Etkin Olmayan Üretim, 217
Etkinlik (Efficiency), 43
Etkinlik (Effectiveness), 45
Etkinlik Türleri, 46
Etkinlikteki Değişme, 242
Eyer Noktası çözümleri, 136

F

Fakirliğin Kısır Döngüsü, 193
Fisher İndeksi, 202
Fiyat Düzelmesindeki Değişim, 253, 254, 255
Fiyat Etkinliği/Tahsis Etkinliği, 49

Fiyat İndeksleri, 200

G

Gelir Maksimizasyonu, 232
Genel Box-Cox, 96
Genelleştirilmiş CES Üretim
Fonksiyonu, 86, 89
Geriyeye İndüksiyon, 157, 160,
165, 173
Geriyeye İndüksiyon Yöntemi,
157
Girdi Tıkanıklığı/Aşırılığı, 234
Girdi-Eksenli İndeksler, 208
Güçlü Eliminasyon, 234, 235,
236, 237
Güven Oyunu, 159

H

Harrod-Nötr Teknolojik
Değişme, 78
Harvard Elması, 20
Heterojen, 11
Hicks'in Nötr Teknolojik
Değişmesi, 115
Hicks-Moorsteen, 200, 206
Hiper Rekabet, 29
Homojenlik Özelliği, 11
Homotheticity Varsayımı, 111

İ

İçbükeyimsilik Varsayımı, 70
İçerilmemiş Teknolojik
Değişme, 78
İçsel Ekonomilerin
Mevcudiyeti, 116
İkame Esnekliği, 69, 81, 82, 108
İki Yönlü İkame, 13
İndeks, 198, 200, 201
İyimserlik/Kötümserlik Kriteri,
129

K

Kadıyala Üretim Fonksiyonu, 86
Kâr Havuzu, 14
Karar Dügümü, 158
Karlılıktaki Değişme, 248, 256
Karma Strateji, 143, 145, 149,
156, 167, 169, 170, 176
Karma Stratejilerin Yeniden
Yorumu, 167
Katma Değer, 22, 23, 29
Kazan-Kazan Stratejileri, 24
Kendrick ve Solow İndeksleri,
208
Kısıt Fonksiyon, 118, 122
Kısmi Birleştirici Stratejiler, 183
Kısmi Faktör Verimliliği, 32, 47
Kullanım Eksenli Rekabet, 29
Küresel Rekabet, 1, 16, 25, 28
Küresel Verimlilik, 17

L

L'Hospital Kuralı, 170
Lagrange Çarpanı, 78
Laspeyres İndeksi, 201
Leontief Üretim Fonksiyonu,
110

M

Maksimum-Olabilirlik
(Maximum Likelihood), 91
Makuliyet (Reasonableness), 150
Maliyet Esnekliği, 95, 231
Maliyet Minimizasyonu, 230,
233
Malmquist TFV'deki Değişme,
237
Marjinal Teknik İkame Oranı
(MTİO), 68
Marjinal Esneklik, 70
Marjinal Verimlilik, 67

Verimlilik – Etkinlik Ölçme Yöntemleri ve Uygulamalar

Maximin, 18, 137, 138, 139, 140,
143, 146

Merger ve Takeover, 14

Mikroiktisat, 2, 230

Miktar İndeksleri, 202

Minimax, 18, 138, 139, 140, 143

Monotonluk (Monotonicity)

Varsayımını, 75

Monte Carlo Testi, 85

Mükemmel Bayesian Denge,
174

Müşteri, 21

N

Nash Dengesi, 151, 153, 154,
157, 161, 170

Negatif İçsel Ekonomilerin, 116

NIRS Kısıtı, 226

Normal Mal, 73

O

Onda-Altı" Kuralıdır., 40

Optimum Rekabet Baskısı, 26

Ortak Firma Regülasyonu, 27

Ortalama Getiri, 67

Oyun, 18, 19, 110, 144, 161

Oyun Ağacı, 158, 159, 160, 180

Oyun Teorisi, 18, 19, 146

Ö

Ödemeler Matrisi, 134, 138, 140

Ödüller, 149, 151, 157, 158,
169, 182

Öğrenmeyi Öğrenme, 22

Ölçeğe Göre Artan Getirii 74

Ölçeğe Göre Azalan Getiri, 74

Ölçeğe Göre Sabit Getiri, 74,
116

Ölçek Büyüklüğü, 38

Ölçek Ekonomileri Eksenli
Rekabet, 29

P

Pareto Optimumu, 43

Pari-Passus Kanunu, 72

Passus Katsayısı, 71, 72

Payoff, 146, 189

Peasche İndeksi, 202

Piece-Wise-Linear Konveks,
213

Pişmanlık Kriteri, 130

Primal-Dual İlişkiler, 125

Pür Stratejiler, 144, 156

R

Randıman, 32

Rassal Plan, 144

Rasyonel Müteşebbisler, 66

Regülasyon, 27, 45

Rekabet Baskısı, 26

Rekabet ve İşbirliği, 18, 25

Rekabet Olgusu, 16, 18, 20, 24,
28

Rekabet Özgürlüğü, 28

Rekabetçi Girişimcilik, 24

Reklam Eksenli Rekabet, 29

Residual Index, 199

Rvankar Üretim Fonksiyonu, 86

S

Sabit Katsayılı Üretim

Fonksiyonu, 110

Sanayi, 9, 257

Sektör ve Endüstri, 8

Sermaye Yoğunlaşması, 88

Sezgisel Kriter, 184

Sıfır Toplamlı Oyunlar, 135

Sinyalleyici Oyunlar, 177

Solow-Nötr Teknolojik

Değişme, 78

Statik Bayesian Oyunlar, 170

Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri

Statik Etkinlik (Static Efficiency), 44
Stokastik Üretim Sınırları (Stokastic Production Frontier Analysis, SFA), 220
-Strateji-, 18
Strateji Ağacı, 148
Strateji Çifti, 154, 156, 172
Süper Mal, 73

T

Tahsis Etkinliği (Allocative Efficiency), 44
Tedarik Eksenli Rekabet, 28
Teknik Etkinlik, VII, 46, 50, 245, 256
Teknik Etkinsizlik, 51
Teknik İlerleme/ Değişme, 76, 106, 237, 239, 241
Teknolojik Değişme, 241, 242
Tekrarlanan Oyunlar, 164
Tetik Stratejisi, 164
Tip, Mesaj e Eylem Uzayları, 180
Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme, 242
Törnqvist İndeksi, 205
Törnqvist Miktar İndeksleri, 203
Translog Üretim Fonksiyonu, 102
Tutuklunun Açmazı, 155, 173
Türetilmiş Talep, 111
Türk Malı İmajı, 23, 26

Ü

Üretim Fonksiyonu, 64, 66, 74, Ürün Rekabeti, 28
Üstel (Transcendental) Üretim Fonksiyonu, 87

V

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis), 220
Verimlilik, VII, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 42, 47, 56, 81, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 200, 204, 206, 216, 238, 243, 245, 246, 249
Verimlilik (Productivity), 30
Verimlilik ve Etkinlik Kavramları, 42, 56
Verimlilik/Etkinlik, 1, 3, 30
Verimlilikteki Değişim, 253, 254, 255
VES, 74, 86
VRS Varsayımlı Tanımlama, 224
VRS-DEA Modeli, 235

X

X-Etkinliği (X-Efficiency), 43
X-Etkinsizliği, 52, 53

Y

Yapısal Etkinsizlik, 52
Yazı-Tura Oyunu, 156
Yeni CES Üretim Fonksiyonu, 96
Yenilik Yaratma Eksenli Rekabet, 30
Yoğunlaşma Eksenli Rekabet, 29

Z

Zamanlama, 8, 151, 167, 172
Zamanlama Oyunu, 155, 156, 169
Zayıf Eliminasyon, 235

Yazarlar Hakkında:

➤ **Prof. Dr. Recep KÖK:** Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü İktisat Teorisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesidir. Yazarın yayınlanmış kitapları:

- 1- Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik: Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:680, İİBF Yayınları No:90, Araştırma Serisi No:81, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 1991.
- 2- KİT-Özelleştirme Modelleri ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 748, İİBF Yayınları No:95, Erzurum, 1993
- 3- Özelleştirme ve KİTler- Ekonomi Politik Popülizm, Dergah Yayınları, No:158, İstanbul, 1995.
- 4- İktisadın Tarihi ve Felsefi Temelleri, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 1999
- 5- İktisadi Düşünce Kavramlarının Analitik Evrimi, 2. Baskı, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 1999, 2001.

➤ **Yrd.Doç.Dr. Ertuğrul DELİKTAŞ:** Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü İktisat Teorisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi'dir.