

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE BİR ARAÇ OLARAK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ
VE HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

SAFA ÜNAL
13713050

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. KENAN AYDIN

İSTANBUL

2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE BİR ARAÇ OLARAK VERİ ZARFLAMA
ANALİZİ VE HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

SAFA ÜNAL
13713050

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:

Tezin Savunulduğu Tarih: 21.07.2016

Tez Oy birliği / ~~Oy çokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Unvan Ad Soyad

İmza

Tez Danışmanı : PROF. DR. KENAN AYDIN

Jüri Üyeleri : DOÇ. DR. EMRAH BULUT

PROF. DR. GÖKHAN ÖZER



İSTANBUL

2016

ÖZ

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE BİR ARAÇ OLARAK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Safa Ünal

Haziran, 2016

Bu tez çalışmasının temel amacı, organizasyonlardaki çeşitli karar verme birimlerinin, hedef çıktılarını ve hedef çıktılarını üretirken kullandıkları kaynakları tespit etmek ve bu kaynakların, çıktıları üretmede ne derece etkin kullanıldığını veri zarflama analizi ile ölçmektir. Bu doğrultuda uygulama aşamasında bir hızlı tüketim ürünleri üreticisinin ticari müşterilerine yaptığı satışlar incelenmiştir. Araştırma şu iki soruya cevap aramaktadır; “Ticari müşterilere yapılan satış ve kullanılan girdilere göre en etkin satış yapılan ticari müşteri hangisidir?” ve “Sürecin etkin yürütülmesi için mevcut satış korunarak girdiler ne düzeyde azaltılabilir?”. Uygulama için, ticari müşterilerine ait verilerinden yararlanılan bir hızlı tüketim firması, veri zarflama analizi sonucunda elde edilen çıktılar ile süreçlerini etkin yürütemediği müşterilerini görebilecek ve etkinsizliğe neden olan konularda düzeltici aksiyonlar alabilecektir. Diğer yöntemlere karşı çok sayıda avantajı olan veri zarflama analizi, bu çalışmada başarılı bir araç olarak önerilmiştir. Analiz girdi odaklı yapılmış olup, incelenen birimlerin ölçeklerinin de göz önünde bulundurulduğu BCC yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda en etkin olarak belirlenen karar verme birimi baz alınarak etkin olmayan karar verme birimlerine girdi kullanımı tavsiyelerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, BCC, Hızlı Tüketim Sektörü

ABSTRACT

DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AS AN EFFICIENCY MEASUREMENT TOOL AND AN APPLICATION ON FAST MOVING CONSUMER GOODS INDUSTRY

Safa Ünal

June, 2016

The main aim of this thesis is establishing the goals and resources of decision making units of an organisation and measuring their efficiency of resource utilization by using data envelopment analysis. The following two questions are the essential questions of this research; “Which customer is the most efficient with regards to its sales and the amount of input utilization?” and “How much can the consumption of inputs be decreased while keeping the sales at the current level?”. The company whose customers’ data were used for the application can see the inefficient customers and can take actions for them with the help of the results of the thesis. Data envelopment analysis was proposed as a successful tool because of its advantages among other methods. The analysis was performed with the input-oriented approach and BCC model was preferred to consider the effects of scale economies. With the results of the analysis, advices about input consumption were given for the inefficient decision making units based upon the most efficient unit’s performance.

Keywords: Efficiency, Data Envelopment Analysis, BCC, FMCG

ÖNSÖZ

Maliyetleri azaltmanın öneminin gitgide arttığı günümüz rekabet ortamında işletmeler her geçen gün daha az girdiyle daha çok çıktıyı üretebilmek için yarışmaktadırlar. Hızlı tüketim sektöründe de bu durum diğer sektörlerden farklı değildir. Girdilerini etkin olarak kullanarak çıktı üretebilen birimler ile tam olarak etkin çalışmayan birimlerin tespiti, alınacak aksiyonların ve düzeltici faaliyetlerin hayata geçirilmesi açısından son dörece önemlidir. Organizasyondaki farklı birimlere ait verilerin ancak doğru bir şekilde bir araya getirilip objektif bir analiz yoluyla çözümlenerek anlamlı bir sonuca dönüştürülmesiyle, işletmedeki eksik noktalar tespit edilebilir ve bunun nasıl geliştirilebileceğine dair yorumlar yapılabilir. Bu şekilde maliyetleri azaltma amacı başarıyla yerine getirilebilir ve büyük bir rekabet avantajı elde edilebilir.

Objektif olması ve elde edilebilmesi mümkün en yüksek etkinliği işaret etmesi ile Veri Zarflama Analizi (VZA), günümüzde etkinlik ölçümü için sık kullanılan ve en başarılı olan tekniklerden biridir. Bu sebeple, bu çalışmada VZA yöntemi ile bir hızlı tüketim firmasındaki farklı karar verme birimlerinin etkinlik skorlarının ölçümü işlenmiştir. Birçok ülkede ve Türkiye’de de faaliyet göstermekte olan bir hızlı tüketim ürünleri üreticisinin, ticari müşterilerine yaptığı satış faaliyetlerinin etkinliği VZA yöntemi ile analiz edilmiştir. Söz konusu işletme, bu çalışmadan faydalanan ticari müşterileri için girdilerin ne oranda etkin kullanıldığını inceleme fırsatı bularak etkinlik düzeyinden memnun olmadığı ticari müşterileri için düzeltici faaliyetlerin neler olabileceğini görmüş olacaktır. Bu yolla gerekli aksiyonları alabilecek olan işletme, rakipleri karşısında ciddi bir rekabetçi avantaj elde etmiş olacaktır.

Öncelikle değerli danışman hocam Yıldız Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Kenan Aydın’a, tez çalışmam boyunca gösterdiği yüksek alaka ve yapmış olduğu katkılardan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Farklı bir alanda lisans eğitimi almış olmama karşın yüksek lisans eğitimim süresince, işletme dalında yetişmemde ve kendimi geliştirmemde büyük katkıları olan hocalarıma; Gizlilik ilkeleri dahilinde, tezimin uygulama aşaması için gerekli tüm desteği sunan işletme ve işletme yöneticilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Safa ÜNAL
İstanbul, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ.....	III
TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜ	4
2.1 HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE SATIŞ ORGANİZASYONU	5
2.2 HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE TEDARİK ZİNCİRİ FAALİYETLERİ VE SATIŞ İLE İLİŞKİSİ...	6
3. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE İLGİLİ KAVRAMLAR.....	8
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	13
4.1 KARAR VERME BİRİMLERİNİN SEÇİMİ.....	20
4.2 GİRDİ VE ÇIKTILARIN BELİRLENMESİ	20
4.3 KARAR VERME BİRİMLERİ İLE İLGİLİ VARSAYIMLAR	23
4.4 ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ, ÖLÇEĞE GÖRE VZA YAKLAŞIMLARI VE ÖLÇEK ETKİNLİĞİ	23
4.4.1 CCR Modeli	24
4.4.2 BCC Modeli Ve CCR Modeli İle Karşılaştırılması.....	28
4.5 GİRDİ VE ÇIKTI ODAKLILIK	31
4.6 ORTAM KOŞULLARI.....	32
4.7 VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE AŞAMALI ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ YAKLAŞIMLARI	32
5. HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA	34
5.1 ARAŞTIRMA EVRENİ VE ARAŞTIRMA ÖRNEKLEMİ.....	34
5.2 ARAŞTIRMANIN KONUSU VE ARAŞTIRMANIN AMACI.....	34
5.3 ARAŞTIRMA TÜRÜ VE HİPOTEZLER	35
5.4 ARAŞTIRMANIN KISITLARI VE ARAŞTIRMANIN DEĞİŞKENLERİ	36
5.5 ARAŞTIRMA ÖRNEKLEMİNİN BELİRLENMESİ	36

5.6	ARAŞTIRMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE BULGULAR.....	39
5.6.1	<i>Değişkenlerin Belirlenmesi.....</i>	40
5.6.2	<i>Değişkenlerin Yargısal Elenmesi</i>	42
5.6.3	<i>Değişkenlerin İstatistiki Yolla Elenmesi.....</i>	47
5.7	VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	53
6.	SONUÇ	61
	KAYNAKÇA.....	64



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1: 1 Girdisi 1 Çıktısı Olan Örnek Bir Süreçteki KVB’ler Ve Değişken Değerleri.....	25
Tablo 4.2: Örnek Vaka İçin Etkinlik Skorları Ve Referans Setleri.....	26
Tablo 5.1: Uygulamada Incelenenecek Müşteriler Ve Satış Kanalları	38
Tablo 5.2: X Firmasının Müşteri İçin Yapılan Ticari Harcamalar Ve Toplam Ticari Harcamalardaki Payları.....	48
Tablo 5.3: Yargısal Eleme Sonucu Kalan Tüm Değişkenlerin Regresyon Analizi Sonucu*.....	49
Tablo 5.4: İstatistiki Eleme Sonrası Kalan Değişkenlerin Regresyon Analizi Sonucu*.....	50
Tablo 5.5: X Firması Müşterilerinin Uygulamada Kullanılacak Değişkenlerine Dair Değerler*	52
Tablo 5.6: Karar Verme Birimlerinin Teknik Etkinlik Skorları.....	55
Tablo 5.7: Karar Verme Birimlerine Göre Artık Girdi Miktarları*	57
Tablo 5.8: Tüm Karar Verme Birimleri İçin Hedef Girdi Kullanım Miktarları*.....	58
Tablo 5.9: Karar Verme Birimlerinin Eş Örnekleri ve Eş Örnek Olma Sayıları	59

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Hızlı Tüketim Firmalarında Zincir Marketler İçin Örnek Satış Organizasyonu.....	5
Şekil 2.2: Hızlı Tüketim Firmalarında Distribütör Müşteriler İçin Örnek Satış Organizasyonu.....	6
Şekil 2.3: Hızlı Tüketim Firmalarında Tedarik Hizmetleri İçin Örnek Organizasyon Yapısı	7
Şekil 3.1: Basit Bir Girdi-Çıktı Diyagramı İle Teknik Etkinliği Şematize Edilmesi	11
Şekil 4.1: 2 Girdili 1 Çıktılı Bir Örnek Süreç Üzerinde Etkinliğin İfade Edilmesi .	15
Şekil 4.2: Regresyon Doğrusu Ve Etkinlik Sınırı'nın Karşılaştırılması	17
Şekil 4.3: VZA Çalışmalarında Etkinlik Sınırının Oluşturulması	18
Şekil 4.4: Karar Verme Birimleri İçin Girdi-Çıktı Diyagramı Ve Etkinlik Sınırı....	27
Şekil 4.5: CRS ve VRS	29
Şekil 4.6: Ölçeğe Göre Azalan Ve Ölçeğe Göre Artan Getiri Kavramları.....	30
Şekil 4.7: İki Aşamalı Etkinlik Ölçümü	33
Şekil 5.1: 2014 Ve 2015 Yılları İçin En Önemli Stratejik Öncelikler Ve Önem Dereceleri	35
Şekil 5.2: Veri Zarflama Analizi Akış Şeması	39
Şekil 5.3: Uygulamanın Modeli.....	53
Şekil 5.4: Teknik Etkin Olup Ölçek Yönünden Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri Ve Getiri Ölçekleri	56

KISALTMALAR

- VZA** : Veri Zarflama Analizi
- DEA** : Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
- KVB** : Karar Verme Birimi
- CRS** : Constant Returns to Scale (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
- VRS** : Variable Returns to Scale (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
- CCR** : Charnes, Cooper, Rhodes Metodu
- BCC** : Banker, Charnes, Cooper Metodu
- IRS** : Increasing Returns to Scale (Artan Getiri Ölçeği)
- DRS** : Decreasing Returns to Scale (Azalan Getiri Ölçeği)
- TL** : Türk Lirası
- UZM** : Ulusal Zincir Market
- YZM** : Yerel Zincir Market
- EDI** : Electronic Data Interchange
- DEAP** : Data Envelopment Analysis Program

1. GİRİŞ

Kaynakların sonsuz olmadığı dünyada, en azı tüketerek, elde edilebilecek en fazlayı elde etmek, tüm üretim ve hizmet süreçlerinin en temel amaçlarından biridir. Kâr getiren çıktıları üretmede, katlanılan her türlü külfeti, yani girdileri, minimumda tutabilmek, etkin performans ile çalışmak isteyen bir organizasyonun başarması gereken ilk noktalardan biridir. Bu noktada, bir organizasyonun kaynaklarını ne oranda başarılı sonuçlara dönüştürdüğü ancak başarılı bir performans ölçümü ile tespit edilebilir.

Performans ölçümü, üretim ve hizmet çalışmalarının söz konusu olduğu bir süreçte kaçınılmaz bir faaliyettir. Performans ölçümü, amacına göre basit bir çıktı/girdi oranı ile hesaplanabilecek bir olgu olduğu gibi, kompleks bilgisayar yazılımları gerektiren meşakkatli bir işlem de olabilmektedir. Süreç her ne olursa olsun, “Ölçemediğinizi yönetemezsiniz!” düsturu uyarınca, eksiklikleri görebilmek, düzeltici aksiyonlar alabilmek ve kaynak kullanımını asgari seviyeye çekebilmek için ölçüm faaliyetleri elzemdir.

Performans ölçümü için gerekli ölçüm metodlarının oluşturulması, uygulanması ve genellenmesi, yani yöntemin bir kural haline getirilmesi güç bir işlemdir. Kısmi verimlilik gibi bir çıktıyı üretirken kullanılan bir girdinin oranını (örneğin işçi başına düşen parça üretimi) hesaplamak, belli bir konu üzerinde fikir edinmek açısından faydalı olmakla birlikte yeterli değildir çünkü sürecin bir girdisi dışındaki diğer girdilerini göz ardı etmektedir. Bu noktada, toplam faktör verimliliği ortaya çıkmakta ancak yine kendi zorluklarını da beraberinde getirmektedir. Hangi girdilerin ve çıktıların ölçüme dahil edileceği, bunların ağırlıklarının ne olacağı, ve bu ağırlıkların belirlenmesinin nasıl objektif olarak yapılacağı toplam faktör verimliliğinin temel soru işaretlerindendir. Oran analizi ile ölçüm dışında, regresyon yöntemi de sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak regresyon analizi de ortalamaya dayanan bir yöntem olduğundan çırtayı yükseğe koyan bir etkinlik ölçümü değildir ve ölçülen birimlerin ortalamaya göre performansını ortaya koymaktadır.

Veri Zarflama Analizi, çok çeşitli süreçler için uygulanabilen, girdi-çıkrtı sayısında sınır olmayan, girdi-çıkrtı ağırlıklarını değişkenlerin mevcut değerlerine göre objektif

olarak belirleyen ve ortalamalara göre değil; mümkün olan en iyi duruma göre ölçüm yapan bir yöntem olduğundan diğer etkinlik ölçümleri arasında öne çıkmaktadır.

Veri Zarflama Analizi, öncelikli olarak kâr amacı gütmeyen kamu kurumlarının etkinliğini ölçmede kullanıldıysa da zamanla kâr amacı olan organizasyonların etkinlik ölçümünde de yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüz dünyasında yoğun rekabetin yaşandığı, hayatımıza dokunan birçok günlük ürünün dahil olduğu hızlı tüketim sektöründe de etkinlik ölçümleri oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Gerek ticari harcamalar, gerek tedarik zinciri harcamaları kârlılığı kısıtlamaktadır. Bu yüzden bu gibi girdilerin minimum düzeyde tutularak kâr elde edilmesi, rekabetçi iklimde hayatta kalabilmek için olmazsa olmazdır.

Hızlı tüketim ürünleri üreticilerinin, ticari müşterilerine yaptığı satış faaliyetlerinde belli sabit hedefler (örneğin toplam satışın %10'u kadar ticari harcama yapabilme hedefi) vardır ve bu hedeflerin başarımı, satış faaliyetinin söz konusu ticari müşteriye hedefleri gerçekleştirerek yapıldığı anlamına gelmektedir. Sabit hedefler olmakla birlikte, farklı ticari müşteriler için yapılan satış faaliyetlerinin birbirlerine göre etkinliğinin ölçülmesi geniş çapta irdelenmiş bir konu değildir. Bu noktadan hareketle çalışmanın asıl amacı veri zarflama analizi ile hızlı tüketim sektöründeki satış faaliyetinin etkinliğinin ölçülmesi ve ticari müşterilerin etkinlik skorlarının birbirleriyle karşılaştırılmasıdır.

Çalışmanın alt amaçları ise aşağıdaki gibidir;

Hızlı Tüketim sektörü ve bu sektördeki satış ile tedarik zinciri faaliyetlerinin açıklanması.

Performans ölçüm yöntemleri hakkında bilgi verilmesi.

Hızlı tüketim ürünleri üreticileri için temel girdi ve çıktıların açıklanması ve önem derecelerinin tespiti.

Veri zarflama analizi ile Türkiye'de faaliyet göstermekte olan bir hızlı tüketim ürünleri üreticisinin, müşterilerine yaptığı satış faaliyetlerinin etkinlik skorları ticari müşteriler bazında hesaplanmış ve en etkin satış faaliyeti yapılan ticari müşteri (ya da müşteriler) tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanında etkinlik skorları düşük olan ticari müşteriler için etkinlik skorlarını artırmak amacıyla öneriler sunulmuştur.

Çalışmanın giriş bölümünü takip eden ilk kısım olan ikinci bölümde hızlı tüketim sektöründen ve hızlı tüketim sektöründeki satış ve tedarik zinciri faaliyetlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde performans ölçümü ve performans ölçümüyle ilgili temel kavramlar incelenmiştir. Dördüncü ve beşinci bölümde veri zarflama analizi detaylarıyla açıklanmış, uygulama için takip edilmesi gereken adımlar detaylandırılmış ve uygulamanın bulguları paylaşılmıştır. Sonuç bölümünde ise hızlı tüketim sektöründe performans ölçümünün önemine değinilerek veri zarflama analizi ile elde edilen sonuçlar bir bütün halinde sunulmuştur.



2. HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜ

Hızlı tüketim ürünleri, marketlerden, bakkallardan, kozmetik mağazalarından, teknoloji marketlerden veya eczanelerden alınabilen ev içi kullanıma yönelik ürünleri kapsar. “Hızlı” ifadesi ürünlerin sergilendiği yerlerde hızla satıldığını ve tekrar bu satış noktalarındaki raflarını hızla doldurduğunu ifade eder. Bu ürünler ayrıca yüksek hacimli ve düşük maliyetlidir.

Hızlı tüketim ürünleri günlük hayatımız için son derece önemli ürünlerdir. Hayatımızın her anında reklamlarını ve tanıtımlarını gördüğümüz birçok dünyaca ünlü marka da bu sektörde faaliyet göstermektedir. Bu firmalar dünyanın dört bir yanında tüketicilerine bitmeyen gereksinimlerini gidermelerinde yardımcı olmak zorundadır. Ev temizliği ürünleri, çamaşır temizliği ürünleri, gıda ve medikal malzemeler, kişisel bakım ve makyaj malzemeleri gibi belli başlı ürünler hızlı tüketim sektörünün önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bunlar dışında günlük kullanıma yönelik plastik (naylon) ürünler, tüketici elektroniği ürünleri, kırtasiye ürünleri gibi ürünler de hızlı tüketim çerçevesi içinde değerlendirilebilmektedir.

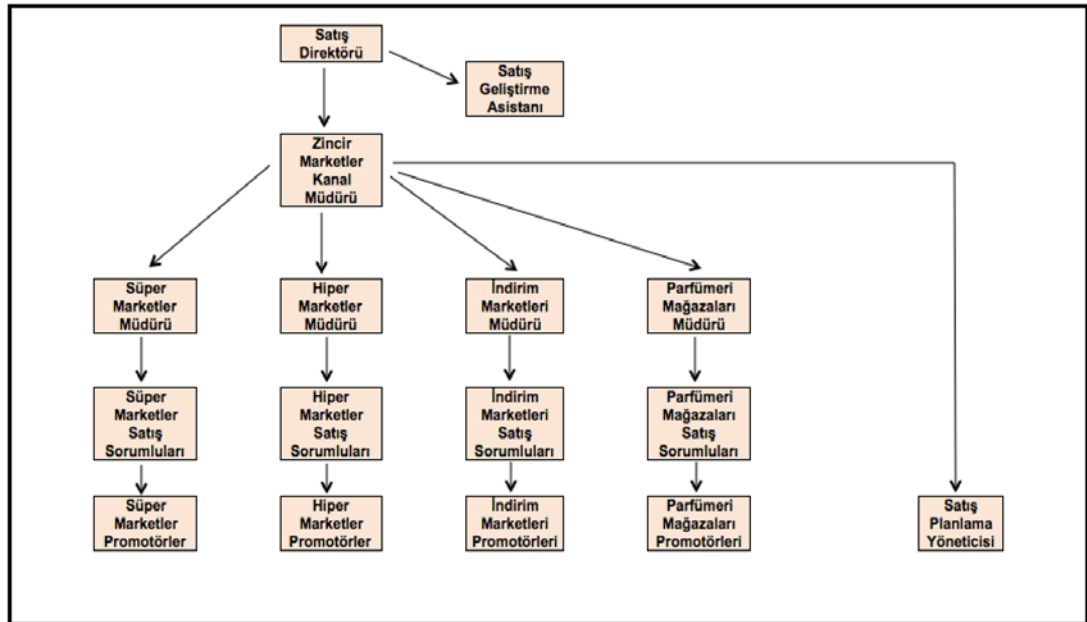
Hızlı tüketim ürünleri son tüketiciye süpermarketler, hipermarketler, eczaneler, kozmetik mağazalar, bakkallar, teknoloji marketler gibi birçok noktada sunulabilmektedir. Tüm bu noktalarda ürünleri sergileyebilme fırsatı elde edebilmek, satabilmek, bu satışın sürekliliğini sağlayabilmek, ürünleri düzenli olarak tedarik edebilmek organize bir satış, pazarlama ve tedarik zinciri etkinliği gerektirmektedir.

Bu çalışmada kullanılacak girdiler ve çıktılar tedarik zinciri ve satış birimleri ile ilgili olduğundan bu iki birimin organizasyon yapısı ve çalışma şekli ile ilgili bilgi sunulması konunun anlam kazanması açısından faydalı olacaktır.

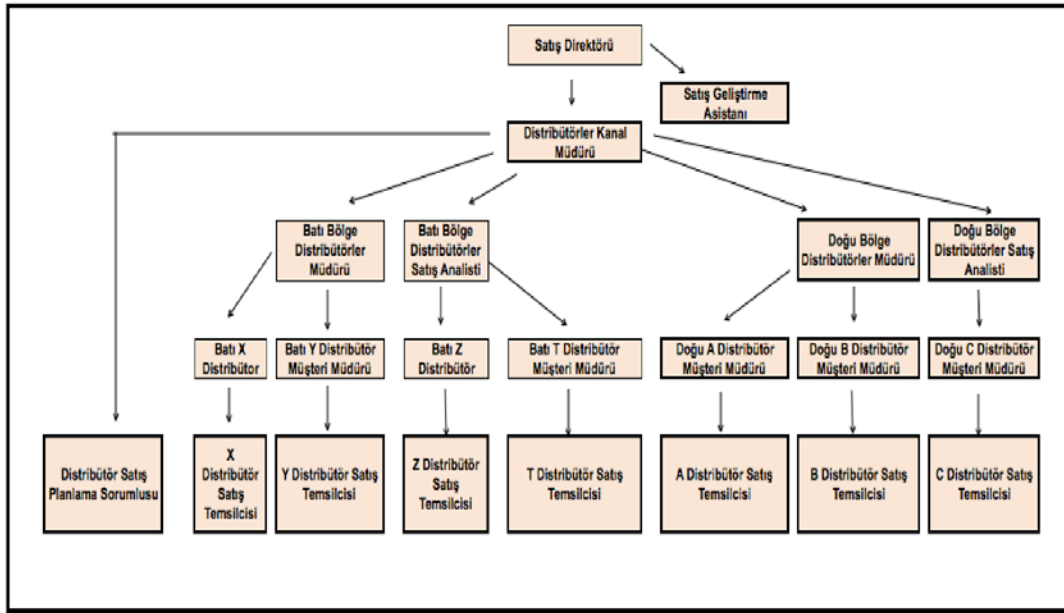
2.1 Hızlı Tüketim Sektöründe Satış Organizasyonu

Hızlı tüketim sektöründe rekabet oldukça yoğundur. Çok sayıda global marka ve yerli marka, ülkenin dört bir yanındaki perakendecilerin raflarına ürünlerini yerleştirmek için adeta bir yarış içindedirler. Ürünlerini tüketiciye sunmayı başarabilen firmalar bu fırsatı kaybetmemek için sürekli mücadeleye devam etmeli ve tanıtım etkinliklerini sürdürmelidir. Satış ve pazarlama faaliyetleri bir firmanın bu rekabet ortamında hayatta kalabilmesi için azami önem taşır.

Farklı organizasyon yapıları da olmakla birlikte uygulama aşamasında incelenecek hızlı tüketim firmasının ve genelde Türkiye’de bir hızlı tüketim firmasının satış organizasyonu şeması zincir marketler için Şekil 2.1, distribütör müşterileri için Şekil 2.2’deki gibidir.



Şekil 2.1: Hızlı Tüketim Firmalarında Zincir Marketler İçin Örnek Satış Organizasyonu



Şekil 2.2: Hızlı Tüketim Firmalarında Distribütör Müşteriler İçin Örnek Satış Organizasyonu

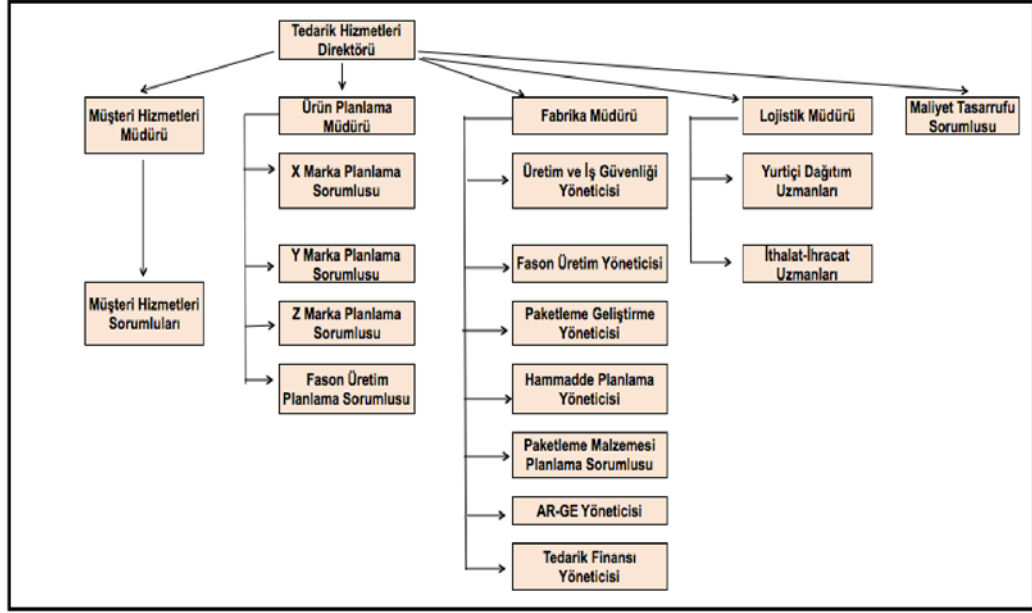
Firmalarda bu organizasyon şekli ile birlikte direktör seviyesinde belirlenen önemli stratejiler, kanal müdürlerine iletilir; kanal müdürleri bu stratejileri kanalındaki faaliyetlere uygun olacak şekilde taktik planlara dönüştürür ve müşteri müdürleri ile birlikte bu taktik planların sahadaki promotörlere kadar ulaşması ve uygulanması sağlanır. Benzer şekilde sahadaki promotörden gelecek geri bildirimlerde taktiksel planları ve stratejik planları besleyerek geliştirir.

2.2 Hızlı Tüketim Sektöründe Tedarik Zinciri Faaliyetleri Ve Satış İle İlişkisi

Firmaların ticari faaliyetlerini sürdürmelerinde temel amaç kâr elde etmek olduğundan, satış birimi bir firmanın organizasyonundaki en temel birimdir. Hızlı tüketim sektöründe de durum bu şekildedir. Firmalar satış odaklı çalışırken diğer birimler satışın artmasına destek olabilmek için mümkün olan en yüksek katkıyı sunmalıdır.

Tedarik zinciri birimi bir organizasyonda satışa en temel katkıyı, yani satacağı ürünü ve bu ürünü müşterisine ulaştırma hizmetini sağlar. Bu açıdan tedarik zinciri satış faaliyetlerine belki de en büyük desteği veren birimdir.

Hızlı tüketim firmalarında tedarik zinciri organizasyonu genellikle Şekil 2.3'teki gibidir.



Şekil 2.3: Hızlı Tüketim Firmalarında Tedarik Hizmetleri İçin Örnek Organizasyon Yapısı

3. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE İLGİLİ KAVRAMLAR

Performans ölçümü bir organizasyonun mevcut yetkinliklerini görmesi, eksikliklerini tespit etmesi ve geliştirebileceği yönlerini fark edebilmesi için yapılır ve birçok farklı yöntemle gerçekleştirilir. Farklı amaçlara yönelik olarak çok çeşitli performans ölçüm yöntemleri olabilir. Organizasyona ve işe göre değişmekle birlikte ölçümler temelde üç şeyi ölçmeyi amaçlar. Bu kavramlar aşağıdaki gibidir ;

- Etkililik
- Verimlilik
- Etkinlik

Bu üç kavram genelde birbiri yerine kullanılmakta ya da karıştırılmakta olsa da üçü de birbirinden farklı şeyleri ifade etmektedir.¹

Etkililik, önceden belirlenmiş bir hedefin karşılanıp karşılanmadığını ifade eder.² Örneğin, bir pazar payı hedefinin tutup tutmadığı ya da belli bir hizmet kalitesi hedefinin sağlanıp sağlanamadığı gibi.

Verimlilik genelde işgücü ile ilgili performans ölçülmek istendiğinde oranlı olarak ifade edilen bir kavramdır. İş saati başında çıktı ya da işçi başına düşen çıktı gibi. Bu gibi oranlar genelde *kısmi verimlilik* ölçümünde kullanılır. Özellikle kısmi denmesinin sebebi, tüm çıktıların, tüm girdilere oranlanarak hesaplandığı *toplam faktör verimliliğinden* farklı bir yaklaşım olmasındandır. Toplam faktör verimliliği yaklaşımının ortaya çıkmasının sebebi, ölçülen kavramı tek girdi ya da tek çıktıya indirgemekten kaçınmaktır. Örneğin belli bir gözlenen zaman içinde artış eğiliminde olan kârı, sadece işçilikle ilişkilendirerek ölçmek yanlış sonuçlar verebilir.

¹ Süleyman Yükçü, “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yaratdığı Karışıklık”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, c. 23, s. 4 (2009)

² Charles T. Horngren, Srikant M. Datari, Madhav V. Rajan, **Cost Accounting : A Managerial Emphasis**, 14. bs. (New Jersey, Pearson, 2012), 243.

Ölçülen çıktı, gözlenen zaman içindeki işçilik performansında bir düşüş olsa bile ölçülmeyen başka bir girdinin etkisiyle artmış olabilir. Ancak kısmi verimlilikten, toplam faktör verimliliği yaklaşımına geçilmesi de seçilecek girdi çıktıların ve bunların ağırlıklarının belirlenmesi gibi yeni bir zorluk getirmiştir.³

Etkinlik, mevcut girdi ile mümkün olan en yüksek çıktıyı oluşturma; ya da mevcut çıktıyı koruyup girdi kullanımını en düşük seviyeye düşürme amacını ifade eder.⁴

Örneğin bir aracın daha az yakıt kullanarak aynı mesafeyi gidebilecek şekilde geliştirilmesi ya da bir aracın mevcut kullandığı yakıt ile daha uzun mesafeyi gitmesinin sağlanması gibi. –Etkililikte önemli olan aracın sadece belirlenen mesafeye ulaşp ulaşmamasıydı–

Lovell (1993) ‘e göre etkinlik, gözlenen ve optimum örneklerin girdi ve çıktılarının karşılaştırılmasıdır. Etkinlik ölçümü gözlenen örneğin kullandığı girdi ile ürettiği çıktının optimum örneğin maksimum çıktısı ile karşılaştırılması; ya da gözlenen örneğin ürettiği çıktı için kullandığı girdinin, görece en iyi örneğin minimum girdisi ile karşılaştırılması –ya da bu ikisinin kombinasyonu– olabilir. Bu tanıma göre “görece en iyi örnek” kavramı mevcut imkanlar ve gözlenen evren çerçevesindeki “en iyi” dir. Etkinlik ise teknik etkinliktir.⁵

T.C Koopmans (1951)’a göre bir girdi çıktı vektörünün teknik etkin olabilmesi için, bir çıktının artırılması ya da bir girdinin azaltılması, sadece başka bir çıktıyı azaltmak ya da başka bir girdiyi artırmak ile mümkün olmalıdır. Koopmans'ın görüşüne göre, bir üretken birim ancak ulaşabileceği nihai bir sınıra ulaştığında teknik etkin olacaktır.⁶

Debreu (1951) ise çıktı miktarı ile paralel olarak girdi miktarında yapılabilecek olan azami eş oranlı azaltmalardan yararlanarak bir etkinlik ölçümü oluşturdu. Debreu, bu

³ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **DATA ENVELOPMENT ANALYSIS : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**, 2. bs. (New York, Springer, 2006), 1,2

⁴ Charles T. Horngren, Srikant M. Datari, Madhav V. Rajan, age, 243

⁵ Harold O. Fried, C. A. Knox Lovell, Shelton S. Schmidt, **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**, 1. bs. (New York, Oxford University Press, 2008), 7

⁶ T.C Koopmans, “Activity analysis of Production and Collocation”, John Wiley end Sons Inc., New York (1951)’den aktaran Fikret Şinasi Kazancıoğlu, “Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesinin Performans Değerlendirmesi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. c. 27, s. 1 (2012): 220

etkinlik ölçümünde kullanılabilir fiziksel girdilerin en iyi örneğe ulaşılabilmesi için gerekli olan asgari fiziksel kaynaklara olan göreceli pozisyonlarını kullanmıştır. Debreu bu indeksi “kaynak kullanım katsayısı” olarak adlandırmaktadır. Debreu’nun amacı, bir genel denge modelinde optimal olmayan durumla ilişkili kayıp için bir ölçüt bulmaktır.⁷

Farrell (1957) kendisinden önceki etkinlik ölçümü analizi ‘denemelerinin’ faydalı ve dikkatli çalışmalar olmakla birlikte, hiçbirinin etkinlik ölçümü için tatmin edici bir model geliştiremediğini öne sürmüştür. Bu başarısızlığın da önceki çalışmaların problemin teorik tarafını ihmal etmelerinden kaynaklandığını düşünmüştür.

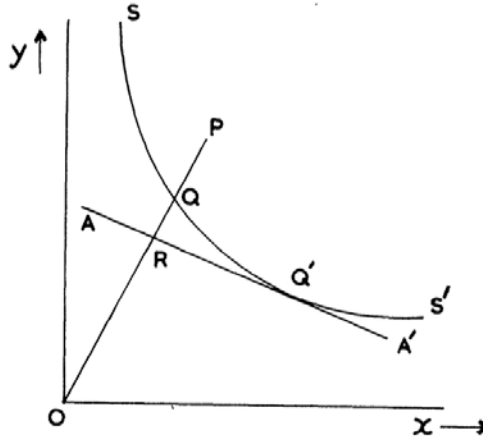
Uzun süre boyunca işgücünün ortalama verimliliğini ölçmek ve bunu bir etkinlik ölçümü olarak sunmak başvurulmuş bir yöntemdir. Ancak bu yaklaşım işgücünden de işgücü dışındaki diğer girdilerden de tasarruf etme imkanını göz ardı etmesine rağmen çok kullanılmıştır.⁸

Farrell (1957) , etkinliği basit bir örnekle anlatmak için Şekil 3.1’deki diyagramdan faydalanmıştır. Bu örnekte bir firmanın sadece iki üretim girdisi varlığında ve ölçekten etkilenmeden bir ürün ürettiğini varsayalım. x ve y kullanılan girdiler olsun. P noktası bu firmanın bir birim çıktı üretmek için x girdisini ve y girdisini hangi miktarda kullandığını göstermektedir. SS’ eğrisi ise ideal etkinlikte çalışan bir firmanın aynı ürünü üretmek için kullandığı girdi oranlarının kombinasyonunu göstermektedir.⁹

⁷ Gerard Debreu, “The Coefficient of Resource Utilization”, *Econometrica*, c. 19, s. 273-292 (1951)’ aktaran Erol H. Çakmak, Hasan Dudu, Nadir Öcal, **Türk Tarım sektöründe etkinlik : Yöntem ve Hanehalkı Düzeyinde Nicel Analiz**, 1. bs. (Ankara, Tepav, 2008), 10

⁸ M.J Farrell, “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, c. 120, s.3 (1957): 253.

⁹ Age, 254



Şekil 3.1: Basit Bir Girdi-Çıktı Diyagramı İle Teknik Etkinliği Şematize Edilmesi ¹⁰

Q noktası, örnek firma ile aynı oranda x ve y girdilerini kullanan ideal etkinlikteki firmanın kullandığı girdi miktarlarını temsil eder. Bu durumda ideal etkinlikte çalışan firma ile örnek firma karşılaştırıldığında aşağıdaki iki durum ortaya çıkmaktadır ;

İdeal etkinlikteki firma, örnek firmanın kullandığı girdi miktarının OQ/OP katında girdi kullanarak aynı miktarda çıktı üretmektedir.

İdeal etkinlikteki firma, örnek firmanın kullandığı girdi miktarını kullanarak, örnek firmanın OP/OQ katı kadar çıktı üretebilmektedir.

Bu durumda ideal etkinlikte çalışan firmanın etkinlik seviyesi 1 kabul edilirse, örnek firmanın *teknik etkinliği* OQ/OP kadar olacaktır. Firmanın girdi kullanım oranı SS' eğrisi (*etkinlik sınırı*) üzerinde bir noktadaysa firma teknik etkin olacaktır. (Ya da firma teknik etkin olabilmek için girdi kullanım oranını bu eğri üzerinde bir noktaya getirmeye çalışmalıdır.)

Teknik etkinliğin yanında maliyet etkinliğine de dikkat çekmek gerekirse AA' doğrusu x ve y girdilerinin kullanım oranlarına göre toplam maliyetlerini göstermektedir. Buna göre hem Q hem Q' etkinlik sınırı üstünde olup teknik etkin olmalarına rağmen *maliyet etkin* girdi oranı Q' noktasındadır.

¹⁰ Age, 254

Bu yüzden optimum üretim metodu Q' noktasındaki girdi miktarlarını kullanmaktır. Q' noktasında üretim yapmanın maliyeti Q noktasının OR/OQ katı kadardır. Q noktasının maliyet etkinliği ise OR/OQ oranıyla hesaplanır.¹¹

Etkinliği hesaplamak için farklı yaklaşımlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Sıklıkla kullanılan parametrik olmayan yöntemlerden biri de *Veri Zarflama Analizi*'dir. M. J. Farrell'ın işaret ettiği modeli baz alarak etkinliği ölçen Veri zarflama analizi (VZA) (Orjinal adıyla Data Envelopment Analisis), ilk olarak Charnes, Cooper and Rhodes (1978) tarafından uygulanmıştır.^{12 13}



¹¹ Age, 255

¹² William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2. bs. (New York, Springer, 2011), 2

¹³ A. Charnes, W.W Cooper, E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision- Making Units", European Journal of Operational Research, c. 2, s. 6 (1978): 429

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Veri zarflama analizi, aynı tür çıktıyı üretmeyi amaçlayan bir grup organizasyonun etkinlik seviyesini tespit etmek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir. Bu yöntemle hesaplanan etkinlik görecelidir ve gözlenen gruptaki diğer organizasyonlardan görece en iyi örnek olan (etkinlik açısından görece en iyi örnek olan) organizasyona göre belirlenir.¹⁴

Gözlenen organizasyonların her birine *karar verme birimi* denir. Bu karar verme birimleri hedeflenen sonuç veya sonuçlara ulaşmak için benzer kaynak veya kaynakları kullanır. Hedeflenen sonuçlar “*çıkıtı*”; kullanılan kaynaklar ise “*girdi*”dir.¹⁵ Örneğin tekstil ürünleri satan mağazalar için mağaza alanı ve satış personeli birer girdi; satış rakamı ise bir çıktıdır. Mağazaların bu girdilerin yanında, teknoloji, depo alanı gibi farklı girdileri de olabilir ve her mağaza bu girdileri farklı miktarlarda ya da farklı şekillerde kullanıyor olabilir.

İlk olarak Charnes , Cooper ve Rhodes (1978) tarafından, üretilen mal ya da hizmet yönünden benzer karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen Veri Zarflama Analizi parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm yöntemidir. Çoklu girdi ve çıktıya sahip problemlerinin etkinlik ölçümünde kullanılan VZA yöntemi ile kamu hizmeti veren kurumlar üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Başlangıçta kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarında etkinlik ölçümü için kullanılan VZA, daha sonra kâr amaçlı işletmelerde de teknik verimliliğin ölçülmesinde yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır.¹⁶

¹⁴ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, “Data Envelopment Analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery” (Rapor, Australian Government Publishing Service, 1997), 9

¹⁵ Aydın Ulucan, “ISO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri Ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, c. 57, s.2 : 187.

¹⁶ Aslan Gülcü ve diğ., “Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, c. 5, s. 2 (2004) :95

Veri zarflama analizi, karar birimlerini girdi kullanımı ve çıktı üretimi açısından karşılaştırıp görece en etkin olan karar birimini belirlemeye ve diğer karar birimlerinin etkinliklerini, görece en iyi karar biriminin etkinlik seviyesinin bir yüzdesi olarak ifade etmeye dayanan bir yöntemdir.¹⁷

Non-parametrik progamlama tabanlı ve istatistiksel olmayan bir yöntem olan veri zarflama analizi, farklı birimlere sahip girdi ve çıktıların karşılaştırılmasının zor olduğu durumlarda karar birimlerinin görece performanslarını karşılaştırarak karar almada yardımcı olur. İstatistiksel olmamasının nedeni, veri zarflama analizinin etkinlik hata terimleri ile ilgili herhangi bir açık olasılık dağılımı yapmamasıdır.¹⁸

Veri zarflama analizi yönteminde bir girdi kombinasyonu diyagramında, görece etkin örnekler bir eğri üstünde toplanır. Bu eğriye etkinlik sınırı denmektedir ve bu sınır üstündeki örnekler, bu sınır dışında kalan örnekleri diyagram üstünde kaplar gibi göründüklerinden, bir zarfın içindekileri kaplaması çağrışımla yöntem veri zarflama adını almıştır.¹⁹

Veri zarflama analizinde özellikle altı çizilen nokta *görece etkinliktir*. Tüm iş kollarında, tüm organizasyon tiplerinde, tüm karar birimlerinde kullanılabilecek tek bir etkinlik ölçümü tipi oluşturulması mümkün değildir. Her işin ya da servisin girdileri, çıktıları ve bunların önem derecesi, ağırlıkları farklıdır. Her problem için farklı ölçüm tipi geliştirilmek istendiğinde, her problem için farklı girdi ağırlık setleri ve çıktı ağırlık setleri belirlemek de bir zorunluluk olacaktır. Bu şekilde etkinlik ölçülmek istense dahi her organizasyonel karar birimi kendi sorumlu olduğu ya da kendi başarılı olduğu girdinin ağırlığını yüksek tutmak isteyecek bu da objektif bir ölçüm imkanını ortadan kaldıracaktır.

¹⁷ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 9.

¹⁸ S. Erdal Dinçer, “Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve IMKB Üzerine Bir Uygulama” Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, c. 25, s. 2 (2008) :828

¹⁹ António Afonso, Ludger Schuknecht, Vito Tanzi, “Public Sector Efficiency Evidence For New Eu Member States And Emerging Markets” (Ön Rapor, European Central Bank Working Paper Series, s. 581, 2006), 10.

Veri zarflama analizi ile yapılmak istenen doğru ağırlık setini bulmaya çalışıp gerçek etkinlik düzeylerini tespit etmeye çalışmak yerine, gözlenen organizasyonel karar birimlerinin birbirlerine göre, göreceli etkinliklerini hesaplamaktır.²⁰

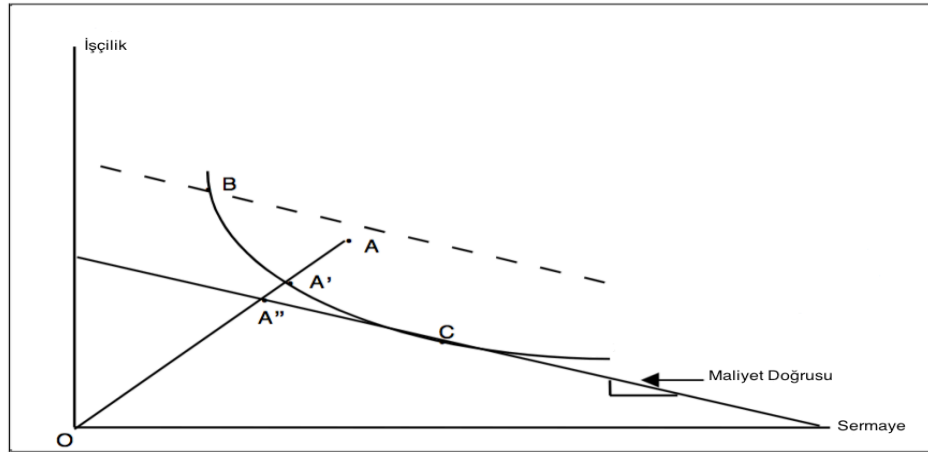
Her karar verme biriminin optimum girdi ve çıktı ağırlıkları birbirinden farklıdır. Bu yüzden sabit bir ağırlık seti belirlemek yerine bu optimal ağırlıkları her bir karar verme birimi için verinin kendisinden elde etmek daha isabetli olacaktır. Bir vakada, i'den m'ye kadar girdisi, i'den s'ye kadar çıktısı olan örnek bir karar verme biriminin girdi ağırlıkları v_i , çıktı ağırlıkları u_s ile gösterilirse bu karar verme birimi için ağırlıklandırılmış girdi ve ağırlıklandırılmış çıktı aşağıdaki gibi olacaktır.

Ağırlıklandırılmış girdi = $v_i x_{io} + \dots + v_m x_{mo}$ (x , her bir girdinin miktarı)

Ağırlıklandırılmış çıktı = $u_i y_{io} + \dots + u_s y_{so}$ (y , her bir çıktının miktarı)

Daha sonra teknik etkinliği hesaplamak amacıyla “ağırlıklandırılmış çıktı/ağırlıklandırılmış girdi” oranını maksimize etmek üzere, doğrusal programlama kullanılarak denklemler çözülürse söz konusu karar birimi için optimal ağırlık seti hesaplanmış olacaktır.²¹

Teknik etkinlik kavramını basitçe ifade etmek için Şekil 4.1 faydalı olacaktır.



Şekil 4.1: 2 Girdili 1 Çıktılı Bir Örnek Süreç Üzerinde Etkinliğin İfade Edilmesi²²

²⁰ Aydın Ulucan, **age**, 187

²¹ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age**, 21.

²² The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 10.

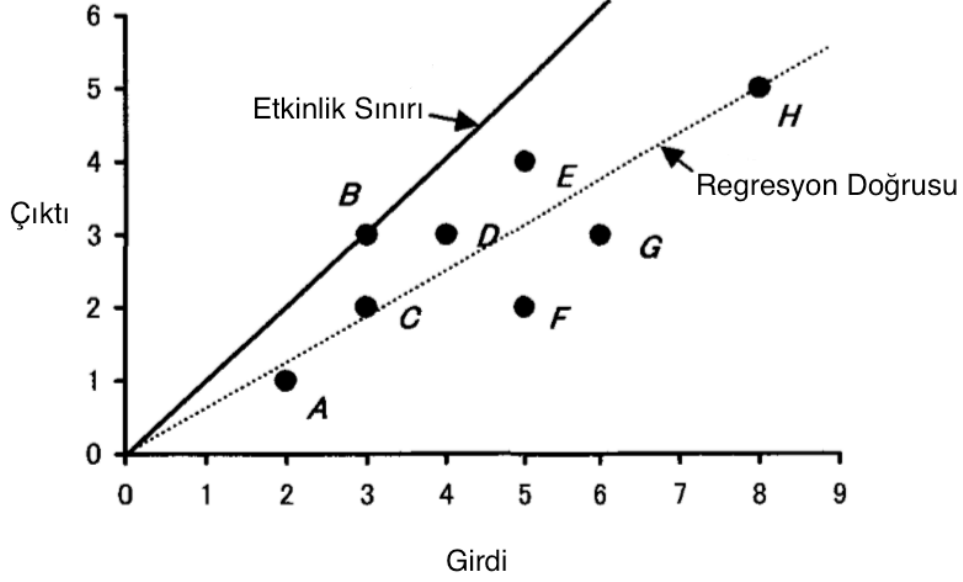
Şekil 4.1'deki örnekte girdiler; sermaye ve işçiliktir. Bu iki girdi kullanılarak bir çıktı üretilmektedir. Şekil 4.1'deki eğri, etkinlik sınırı olarak adlandırılır. Bu eğri üstündeki her bir nokta, teknik etkin şekilde bir birim üretim yapabilmek için kullanılabilecek girdi kombinasyonlarını temsil etmektedir. Karar birimleri bu eğri üzerinde teorik etkinliklerini koruyarak girdi kombinasyonlarını değiştirebilir. Maliyet doğrusu ise sermaye ve işçiliğin toplam maliyetini göstermektedir. Maliyet doğrusunun, etkinlik sınırına teğet olduğu nokta, hem teknik etkin, hem maliyet etkin üretimin yapılabileceği noktadır. A noktası bu vakada incelenen örnek birimin, bir birim ürün üretmek için kullandığı girdi kombinasyonlarıdır. A, etkinlik sınırının öngördüğü girdi kombinasyonundan fazlasını kullandığından teknik etkin değildir. B noktası, teknik etkin bir nokta olmakla birlikte maliyet etkin değildir. Çünkü C noktasında aynı birimde üretim daha az maliyetle üretilmektedir. Eğer örnek birim, girdi kullanımını A noktasından C noktasına taşırsa, maliyet etkinliğini $(OA - OA'')/OA$ kadar artırmış olur. Aynı şekilde teknik etkinliğini $(OA - OA')/OA$ kadar artırmış olur. Teknik etkinlik, girdilerin etkinlik sınırına ulaşmak için oranlarını koruyarak azaltılmasının gerekli olup olmadığı kontrol edilerek ölçülebilir. Buna radyal küçültme denir. Çünkü örnek birim, girdi kombinasyonunu etkinlik sınırına kadar düşürmek zorundadır.²³

Burada unutulmaması gereken tüm verilerin sadece gözlenen örnekler için geçerli olduğu ve etkinlik sınırının bu gözlenen örnekler için teknik etkinliği gösterdiğidir. Teknik etkinlik sınırı üstünde bir girdi kombinasyonu seçilse dahi bunun gerçekten etkin olup olmadığı bilinemez. Ek olarak bu eğri gözlenen örneklerle sınırlı olduğundan, gerçekte mümkün olan tüm girdi kombinasyonlarını göstermiyor olabilir.

Bu eğriyi oluşturabilmek için veri zarflama analizi dışında en sık başvuru alan yöntem küçük kareler regresyon yöntemidir. Ancak bu yöntem gözlenen birimler arasında ortalama bir eğri oluşturduğundan, spesifik olarak bir birimin etkinliğini sadece ortalama etkinlik ile karşılaştırmaya imkan vermektedir. Bu yüzden de regresyon yöntemi ile oluşturulan etkinlik sınırı baz alınırsa mümkün olan en yüksek etkinlik

²³ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 11.

hedefi yerine, ortalama etkinlik hedefiyle hareket edilmiş olacaktır. ²⁴ Şekil 4.2’de 1 girdi ve 1 çıktılı bir örnek sistemde, regresyon doğrusu ve etkinlik sınırı karşılaştırılması gösterilmiştir.

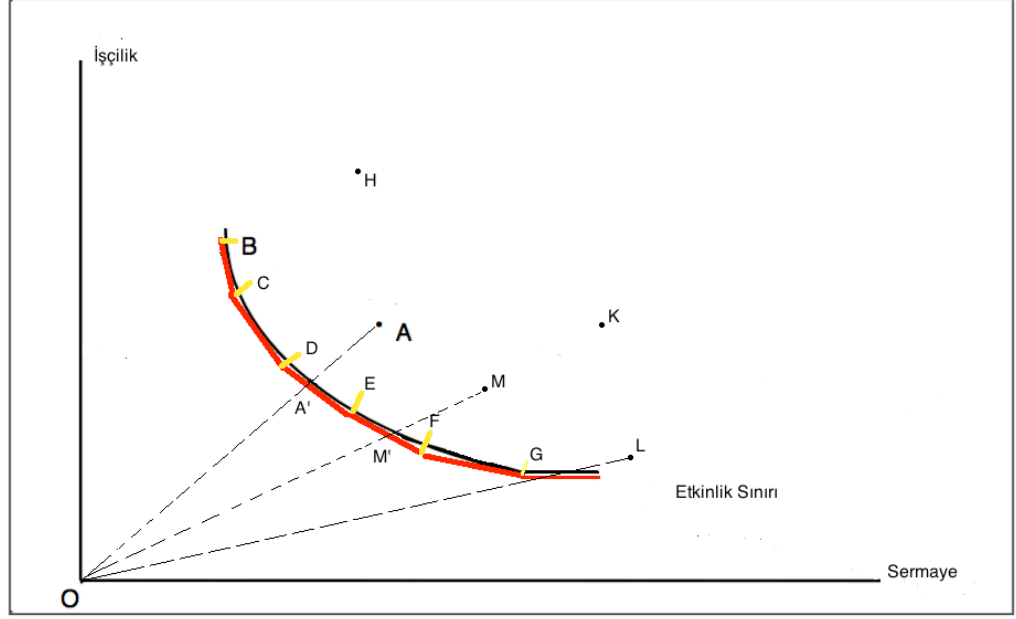


Şekil 4.2: Regresyon Doğrusu Ve Etkinlik Sınırı'nın Karşılaştırılması ²⁵

Etkinlik sınırının veri zarflama analizi ile nasıl oluşturulduğunun yine basit bir diyagram ile şematize edilmesi faydalı olacaktır. Şekil 4.1’de gösterilen etkinlik sınırı eğrisi birçok örneğin gözlenmesi sonucu, görece etkin örneklerin girdi kombinasyonlarının bir hat üzerinde birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Şekil 4.3’te bu durum daha detaylı olarak ifade edilmiştir.

²⁴ John Cubbin, George Tzanidakis, “Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry”, Utilities Policy, c.7, (1998)

²⁵ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age**, 4



Şekil 4.3: VZA Çalışmalarında Etkinlik Sınırının Oluşturulması ²⁶

Sermaye ve İşçilik girdilerini kullanarak benzer türde çıktı üreten 11 örnek gözlemlenmiş olsun. Grafikteki her bir nokta gözlemlenen örneklerin bir birim çıktı üretmek için kullandığı girdi kombinasyonunu göstermektedir. Bu durumda 11 örnekten B-C-D-E-F-G-H örnekleri, A-H-K-L-M örneklerine göre bir birim çıktıyı üretmek için daha az girdi kullanmaktadır.

En düşük girdileri kullanan bu örneklerin girdi kullanım kombinasyonları, bir hat – etkinlik sınırı- üzerinde birleştiğinde bu hattın dışında kalan örnekler hat üstündeki örneklere göre daha düşük etkinlik seviyesine sahip olmuş olur. A-H-K-L-M örnekleri diğer örneklerle aynı miktarda çıktıyı üretmeye devam ederken, girdi kullanımlarını etkinlik sınırı üstünde olacak şekilde azaltmaları gerekmektedir. ²⁷

Örneğin A, her iki girdi kullanımını A' noktasına ulaşacak şekilde azaltmalıdır. Mevcut teknik etkinlik skoru da bulunduğu noktanın etkinlik sınırına olan mesafesi ile ölçülür. Matematiksel olarak ifade edilirse etkinlik sınırı üstündeki her noktanın teknik etkinliği 1 iken, A noktasının teknik etkinliği OA'/OA olarak hesaplanır. ²⁸

²⁶ M.J Farrell, **age**, 256

²⁷ M.J Farrell, **age**, 256

²⁸ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 13.

A örneği girdi kullanımını azaltıp A' noktasına ulaştığında, etkinlik sınırı üstünde A' noktasının en yakın olacağı diğer örnekler D ve E örnekleridir. A örneği, D ve E örneklerini rol model olarak performansını geliştirebilir. Veri zarflama analizi çalışmalarında bu rol modellere *eş örnek (referans seti)* denir.^{29 30} M örneği de aynı şekilde M' noktasına ulaşana kadar girdi kullanımını düşürmeli, E ve F eş örneklerini rol model olarak almalıdır.

L örneği, A ve M'den farklı olarak girdi kullanımı açısından grafiğin en sağına düşmektedir ve etkinlik sınırına ulaşmak için L' noktasına gelene kadar girdi kullanımını düşürmelidir. Ancak L'nin tek bir eş örneği vardır ve o da G örneğidir. Ve L, L' noktasına ulaşsa dahi tam olarak etkin olamayacaktır çünkü G örneği L'den daha az sermaye girdisi kullanmaktadır. Bu durumda L, L' noktasına ulaştıktan sonra çıktısını koruyarak sermaye girdisi kullanımını G'nin kullanım düzeyine getirmelidir. Bu durum veri zarflama analizi çalışmalarında *artık girdi* olarak adlandırılır.³¹ Veri zarflama analizinde etkinliğin yanında artık girdi kullanımına da bakmak gerekir.

İki boyutlu bir grafikte, veri zarflama analizinin temel mantığını ifade etmek kolay olsa da gerçek uygulamalar bundan çok daha karmaşık ve çok daha fazla girdisi ve çıktısı olan problemlerdir. Bu yüzden bu problemleri görsel olarak bir grafikte ifade etme imkanı da ortadan kalkmaktadır. Bu tür problemleri veri zarflama analizi ile çözebilmek için bir matematiksel formülasyon ve bir yazılım programı gerektirmektedir.³² Uygulama kısmına geçmeden, veri zarflama analizinin anlaşılabilmesi için analizle ilgili bazı ön bilgilerin ifade edilmesi faydalı olacaktır.

²⁹ W. Rödder, E. Reucher, "Advanced X-efficiencies for CCR- and BCC-models – towards Peer-based DEA controlling", *European Journal of Operational Research*, c. 219 (2012): 468.

³⁰ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, *age*, 7.

³¹ Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking : Data Envelopment Analysis with Spreadsheets**, 2. bs. (New York, Springer, 2008) ,13.

³² How Data Envelopment Analysis Works", Banxia Frontier Analyst, <http://www.banxia.com/frontier/resources/how-data-envelopment-analysis-works/> [05.03.16]

4.1 Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten, üretim şekilleri itibariyle farklılık göstermeyen, girdileri çıktılarına dönüştürmekten sorumlu olan işletmelere Karar Verme Birimi (KVB) denir.³³

KVB'lerin seçiminde aşağıda belirtilen noktalar göz önünde bulundurulmalıdır :^{34 35}

- KVB'lerinin girdileri ve çıktıları için numerik veri olmalıdır ve bu veriler tüm karar verme birimleri için pozitif olmalıdır.
- İncelenen örneklerin aynı tür görevleri aynı amaçlarla yerine getirmelidir.
- Tüm örnekler aynı imkanlarla çalışmalıdır.
- Tüm örneklerin performansını ölçmek için kullanılan kriterler (hem girdi hem çıktı olarak) yoğunlukları ve büyüklükleri dışında aynı olmalıdır.
- KVB'lerin girdi ve çıktıları birimden bağımsızdır. Girdilerden birinin birimi alan ifade ederken, biri sayı, biri sıcaklık vb. ifade edebilir. Bu durum etkinlik ölçümü için herhangi bir olumsuzluk oluşturmaz.
- KVB'ler girdilerin azaltılması, çıktıların artırılması prensibi ile çalışmalıdır. Çünkü etkinlik skorları bu prensip doğrultusunda hesaplanacaktır.

4.2 Girdi Ve Çıktıların Belirlenmesi

VZA ile yapılacak ölçümün doğru sonuçlar vermesi için kullanılan girdi ve çıktıların anlamlı olması gerekmektedir. Etkinliği ölçülmek istenen konuyu en iyi şekilde ifade edecek girdi ve çıktıların seçilmesi doğru ölçümde kilit noktadır.³⁶

Faktörlerin seçilmesinde aşağıdaki soruları sormak, doğru değişkenin seçimi için faydalı olacaktır;

³³ Kenan Oğuzhan Oruç, “Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri Ve Üniversitelerde Bir Uygulama” (Doktora Tezi, T.C Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, 2008) ,12.

³⁴ Mehmet Emin Baysal, Bilal Toklu, “Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, c.6, s.2 (2001) :206.

³⁵ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age**, 22.

³⁶ Kenan Oğuzhan Oruç, **age**, 12.

- Faktör, faaliyetin bir veya birkaç hedefiyle ilgili mi?
- Faktör diğer faktörlerin içermediği bilgiyi içeriyor mu?
- Faktöre ait veriler elde edilebilir ve güvenilir mi?

Faktör seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da “isotonicity” ilişkisidir. Isotonicity, herhangi bir girdideki artışın, hiçbir çıktıda azalışa sebep olmaması gerekliliğini ifade eder. Bazı değişkenlerin bu kural doğrultusunda dönüştürülmesi ihtiyacı da doğabilir.³⁷

Girdi ve çıktıların doğruluğu kadar sayısı da önemlidir. Tüm değişkenlerin VZA’da analize katılamamasının belli nedenleri vardır. Öncelikle değişken sayısı ve karar verme birimi sayısı arasındaki ilişki için farklı araştırmacılar tarafından farklı kurallere öne sürülmüş olsa da temelde değişken sayısı arttıkça karar verme birimi sayısı da artmalıdır. KVB’ler sınırlı olduğundan bir noktadan sonra analize daha fazla KVB katmak mümkün olmayacaktır. İkincisi tüm karar verme birimleri için her değişkenin değerine ulaşamayabilir. Değişken arttıkça veri toplama aşaması da uzayacaktır ve zorlaşacaktır. Son olarak kesin bir kural olmasa da çok fazla girdi ve çıktının ölçüme katılması karar verme birimleri arasındaki farkların daha büyük bir bölümünü açıklamaya neden olacaktır. Bu durum da karar verme birimlerini etkinlik sınırına yöneltecek ve daha çok sayıda birimin (değişken sayısına göre belki de hepsinin) etkin görünmesine neden olacaktır.³⁸

Girdi-çıkıtı sayısı ve karar birimi sayısında farklı çalışmalarda farklı kurallara ifade edilmiştir. Golany ve Roll (1989), girdi ve çıktı sayısının iki katı kadar karar verme birimi olması gerektiğini ifade etmiştir. Bowlin (1998), girdi ve çıktı sayısının üç katı kadar karar verme birimi olması gerektiğini ifade etmiştir. Dyson’a (2001) göre girdi ve çıktıların çarpımlarının iki katı kadar karar verme birimi kullanılmalıdır.

Nunamaker (1985) ise girdi ve çıktıların toplamalarının üç katı kadar karar verme birimi kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Örneğin 3 girdi ve 4 çıktı olan bir

³⁷ B. Golany ve Y. Roll, “An Application Procedure for DEA” Omega, c. 17, s. 3 (1989): 241

³⁸ R. Madhanagopal, R. Chandrasekaran, “Selecting Appropriate Variables for DEA Using Genetic Algorithm (GA) Search Procedure” International Journal of Data Envelopment Analysis and Operations Research, c.1, s.2 (2014): 28.

uygulama için Golany ve Roll'a göre 14 KVB, Bowlin'e göre 21 KVB, Dyson ve diğerlerine göre 24 KVB ve Nunamaker'a göre 21 KVB kullanılmalıdır.^{39 40 41 42}

Değişkenleri belirlerken başlangıç listesi mümkün olduğu kadar geniş olmalıdır. Ölçülmek istenen konuda etkili olabilecek tüm değişkenler listelenmeli. Bu aşamada değişkenlerin kontrol edilebilirliği ya da çevresel faktör olması göz ardı edilebilir. Aynı zamanda hem sayısal hem de sayısal olmayan değişkenler (herhangi bir sayısallaştırma işlemi olmadan) yazılabilir. Girdi mi çıktı mı olduğuna net olarak karar verilemeyen değişkenler de bu aşamada listeye alınmalıdır. Kısacası başlangıçta etkinlik skorunda değişiklik yaratabileceği düşünülen tüm değişkenler ele alınmalıdır. Ne var ki belirtildiği üzere bu kadar yüksek değişkenle çalışmak mümkün olmayacaktır çünkü vakadaki karar verme birimi sayısı sınırlıdır.

Oluşan geniş listedeki değişkenlerin azaltılması için Golany ve Roll (1989)⁴³ tarafından önerilen yol haritası şu şekildedir; öncelikle yargısal eleme ile eleme yapılmalıdır. Bu aşamada çıktıya nispeten daha düşük etkisi olanlar listeden çıkarılır. Ek olarak karar verici değişkenler ve açıklayıcı değişkenler de tespit edilmelidir. Örneğin işçi sayısı bir karar verici değişkenken karar verme biriminin ölçeği bir açıklayıcı değişkendir ve listeye dahil edilmemelidir, çünkü açıklayıcı değişkenler bütüncül etkinliği değerlendirirken netliğin düşmesine neden olacaktır.

Daha sonra gerekiyorsa istatistiki eleme ile ve son olarak da farklı değişkenlerle veri zarflama analizi uygulayarak gereksiz olan ya da kullanılan başka değişkenlerle zaten ifade edilmekte olan değişkenler listeden çıkarılabilir.

Değişkenleri, girdi ya da çıktı olarak ayırmak genellikle kolaydır ve bu ayrım nettir. Karar verme birimleri tarafından tüketilen bir değişken ya da operasyonu etkileyen bir değişken genellikle girdi; üretilen ölçülebilir faydalar ise genelde çıktıdır. Ancak

³⁹ Golany, B. and Roll, Y. "An Application Procedure for DEA" Omega, c. 17, s. 3 (1989): 240

⁴⁰ Bowlin, W.F. (1998) Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). Journal of Cost Analysis 7, 3-27'den aktaran Joseph Sarkis, Preparing Your Data for DEA (2002), 2.

⁴¹ R.G. Dyson ve diğ., "Pitfalls and protocols in DEA", European Journal of Operational Research c.132 (2001) :248.

⁴² T.R. Nunamaker, "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation." Managerial and Decision Economics, c.6 s.1: 50-58'den aktaran The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 23.

⁴³ B. Golany, ve Y. Roll, **age**, 241.

bazı durumlarda değişkenlerin girdi mi çıktı mı olduğuna karar vermek kolay olmayabilir. Böyle durumlarda bu değişkenleri girdi ve çıktılarla regresyon analizine sokmak gerekir. Eğer girdilerle düşük ilişki, çıktılarla yüksek ilişki söz konusu ise değişken girdi olarak değerlendirilir. Tersisi durumda ise değişken çıktı olarak değerlendirilir. Hem girdiyle hem çıktıyla düşük ilişki söz konusuysa değişkenin analize dahil edilmemesi gerekir. Benzer regresyon işlemi değişken sayısını azaltmak için girdi-çıktı ayrımı net olan değişkenlere de uygulanabilir.⁴⁴

4.3 Karar Verme Birimleri İle İlgili Varsayımlar

Veri zarflama analizinde bir dizi varsayım vardır. Öncelikle incelenen örneklerin (karar verme birimlerinin) birçok açıdan benzer olduğu var sayılır. İlk olarak KVBlerin aynı aktiviteleri ve üretimleri yaptığı ve aynı tür çıktıyı ürettiği varsayılır. Aynı zamanda KVBlerin bu çıktıyı üretirken teknolojiden eşit derecede yararlandığı varsayılır ki aslında örnekler arasında teknoloji kullanımı açısından az da olsa fark olabilir. Bir diğer varsayım tüm karar verme birimlerinin aynı imkanlara sahip olduğu varsayımdır. Bu imkanlar insan kaynağı, hammadde, ekipman gibi farklı imkanlar olabilir. Örneğin karar verme birimleri farklı maliyetlerde ekipmanlar kullanıyor olsalar bile maliyet gibi tek bir paydada karşılaştırılabilirler. Son olarak tüm karar verme birimlerinin aynı ortamda faaliyet gösterdiği varsayılır ki ortam şartları genellikle performans üzerinde fark yaratabilmektedir. Ancak bu ortam şartlarından bazıları girdi/çıktı setinde bir veri olarak yer alabilir.⁴⁵

4.4 Ölçeğe Göre Getiri, Ölçeğe Göre VZA Yaklaşımları Ve Ölçek Etkinliği

Organizasyonun büyüklüğü, organizasyonun girdisi, çıktısı ve dolayısıyla etkinliği üzerinde etkili olabilir. Düşük miktarda girdinin, büyük miktarda girdi ile aynı oranda çıktı ürettiği durumlarda *ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale-CRS)* söz konusudur. Basitçe, girdi iki kat artırıldığında çıktının da iki kat artması beklenir. Ancak ölçek ekonomisi söz konusu olduğunda bu durum farklılık gösterecektir. Eğer girdi bir birim artırıldığında çıktı da bir birim artmıyorsa burada

⁴⁴ B. Golany, ve Y. Roll, **age**, 241.

⁴⁵ R.G. Dyson, **age**, 247.

ölçeğe göre değişken getiri (*variable returns to scale-VRS*) söz konusudur. Bu durum ölçeğe göre artan getiri şeklinde de olabilir ölçeğe göre azalan getiri şeklinde de. ⁴⁶

4.4.1 CCR Modeli

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında geliştirilen veri zarflama analizi yaklaşımı CCR modelidir. CCR modeli 1978 yılında A. Charnes, W.W. Cooper ve E. Rhodes tarafından geliştirilmiştir. ⁴⁷

İncelenecek “n” sayıda karar verme birimi olduğunu varsayalım. Bu karar verme birimlerinin her birinin m kadar girdisi, s kadar çıktısı olsun. Girdilerinin ağırlıkları v, çıktıların ağırlıkları u ile ifade edilirse, bir karar verme biriminin (KVB₀) teknik etkinlik skoru (θ) ve optimal ağırlık seti aşağıdaki gibi bir kesirli ifade ile hesaplanabilir;

$$\max_{v,u} \theta = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m}$$

Etkinlik skoru maksimum 1 ya da 1’den küçük olabileceği için temel şart bu oranın 1 ya da 1’den küçük olmasıdır.

$$\frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m} \leq 1$$

Diğer iki şart ise her bir girdi ağırlığının ve her bir çıktı ağırlığının 0’dan büyük ya da en az 0’a eşit olmasıdır.

$$v_1, v_2, v_3, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, u_3, \dots, u_s \geq 0$$

Etkinlik girdinin ne oranda çıktıya dönüştürülebildiğini ölçen bir kavram olduğundan, ağırlıklı girdi toplamını aşağıdaki şekilde 1 kabul edilebilir.

$$v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m = 1$$

Bu doğrultuda kesirli ifadeler, doğrusal hale getirilirse aşağıdaki gibi bir formül elde edilecektir;

$$\max_{v,u} \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s$$

⁴⁶ Rolf Färe, Shawna Grosskopf, C.A. Knox Lovell ,The Measurement of Efficiency of Production, 1. bs, (Springer, New York, 1985), 22.

⁴⁷ S. Erdal Dinçer, **age**, 832

Aynı zamanda ağırlıklı çıktıların toplamı, ağırlıklı girdilerin toplamından küçük ya da eşit olmalıdır.

$$u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s \leq v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m$$

Diğer şartlarla birlikte $\max_{v,u} \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s$ formülü tek yönlü doğrusal programlama ile çözüldüğünde en az bir $v \geq 0$ ve $u \geq 0$ değeri için $\theta=1$ değeri elde edilebiliyorsa karar verme birimi “CCR-Etkin” olarak ifade edilir. Aksi durumda karar verme birimi “CCR-Etkin olmayan” olur. Bu çözüm sonucunda etkin olduğu belirlenen KVB’ler, etkin olmayan bir KVB₀ için “referans seti” ya da “eş örnek” olur. Bu etkin eş örnekler, KVB₀’yi etkin olmamaya zorlar. Referans setlerinin oluşturduğu sınır ise “etkinlik sınırı” olarak adlandırılır. Çözüm sonucunda elde edilen her v ve her u değerinin büyüklüğü ise ait olduğu girdinin ya da çıktının önem derecesini belirtmektedir.⁴⁸

1 girdisi ve 1 çıktısı olan basit bir örnek vakanın⁴⁹ karar verme birimlerine ait girdi ve çıktı miktarları Tablo 4.1’deki gibidir.

Tablo 4.1: 1 Girdisi 1 Çıktısı Olan Örnek Bir Süreçteki KVB’ler Ve Değişken Değerleri

KVB	A	B	C	D	E	F	G	H
GİRDİ	2	3	3	4	5	5	6	8
ÇIKTI	1	3	2	3	4	2	3	5

CCR etkinliği açıklanırken belirtilen;

$$\max_{v,u} \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s$$

$$u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s \leq v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m$$

$$v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m = 1$$

⁴⁸ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age 23, 24, 25.**

⁴⁹ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age 26, 27**

şartları doğrultusunda aşağıdaki tüm durumlar çözümlendiğinde A'nın θ etkinlik skoru ve u, v optimal ağırlıkları elde edilecektir.

$$\theta_A = 1 * u$$

$$2v = 1$$

$$u \leq 2v \text{ (A)} \quad 3u \leq 3v \text{ (B)} \quad 2u \leq 3v \text{ (C)} \quad 3u \leq 4v \text{ (D)}$$

$$4u \leq 5v \text{ (E)} \quad 2u \leq 5v \text{ (F)} \quad 3u \leq 6v \text{ (G)} \quad 5u \leq 8v \text{ (H)}$$

Tüm bu kısıtlar doğrultusunda A için $v=0.5$ $u=0.5$ olarak elde edilir. Böylece $\theta_A = 1 * u$ olduğundan $\theta = 0.5$ olarak hesaplanır.

Benzer olarak B için de;

$$\theta_B = 3 * u$$

$$3v = 1$$

$$u \leq 2v \text{ (A)} \quad 3u \leq 3v \text{ (B)} \quad 2u \leq 3v \text{ (C)} \quad 3u \leq 4v \text{ (D)}$$

$$4u \leq 5v \text{ (E)} \quad 2u \leq 5v \text{ (F)} \quad 3u \leq 6v \text{ (G)} \quad 5u \leq 8v \text{ (H)}$$

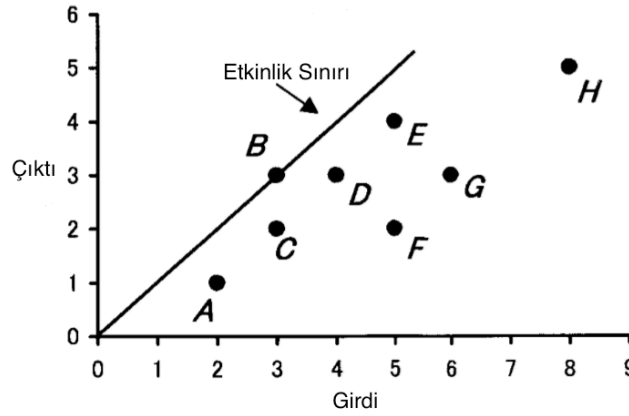
$v=0.333$ $u=0.333$ olarak elde edilir. $\theta_B = 3 * u = 1$ olarak hesaplanır.

Benzer olarak tüm karar birimleri için çözümlemeler yapıldığında karar verme birimlerinin CCR yaklaşımına göre teknik etkinlik skorları Tablo 4.2'deki gibi olacaktır. Gözlenen karar verme birimleri içinde sadece B KVB'sinin etkin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.2: Örnek Vaka İçin Etkinlik Skorları Ve Referans Setleri

KVB	CCR- θ	Referans seti (Eş örneği)
A	0,5000	B
B	1,0000	B
C	0,6667	B
D	0,7500	B
E	0,8000	B
F	0,4000	B
G	0,5000	B
H	0,6250	B

Şekil 4.4'te tüm KVB'lerin girdi-çıkıtı diyagramı incelendiğinde B karar verme birimi tarafından belirlenen etkinlik sınırı görülmektedir. Bu vakada tüm karar verme birimleri için referans seti (eş örnek) B olduğundan karar verme birimleri etkin olabilmek için B'yi örnek almalıdır. Örneğin A karar verme birimi, etkin olabilmek için 2 birim olan girdi kullanımını 1 birime çekmelidir. Böylece diyagram üstünde de görülebileceği gibi B karar verme birimi tarafından belirlenen etkinlik sınırı üstüne düşecektir.



Şekil 4.4: Karar Verme Birimleri İçin Girdi-Çıkıtı Diyagramı Ve Etkinlik Sınırı

Analiz sonucunda, elde edilen etkin ya da etkin olmayan tüm girdi-çıkıtı dönüşümleri Üretim İmkân Kümesi'ni (ÜİK-Production Possibility Set-PPS) oluşturur. ⁵⁰

Üretim imkan kümesi (P) matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir ;

$$P_{CCR} = \{(x,y) \mid x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, \lambda \geq 0\}$$

x ve y sırasıyla pozitif girdi ve çıkıtı vektörlerini göstermektedir. X ve Y sırasıyla girdi-KVB ve çıkıtı-KVB matrislerini göstermektedir. λ , karar verme birimi kümesinde pozitif bir vektördür. ⁵¹

⁵⁰ Kenan Oğuzhan Oruç, **age**, 13.

⁵¹ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age** 42

4.4.2 BCC Modeli Ve CCR Modeli İle Karşılaştırılması

BCC modeli R. D. Banker, A. Charnes ve W.W. Cooper tarafından 1984 yılında CCR modeli varsayımlarında değişiklik yaparak geliştirilmiştir.⁵² Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modelinin aksine, BCC modelinin etkinlik sınırı bir doğru şeklinde değil, parçalı lineer doğruların oluşturduğu konveks şekildedir.⁵³

CCR ile toplam etkinlik hesaplanırken, BCC ile teknik etkinlik hesaplanır. Teknik olarak etkin olan bir karar verme biriminin ölçek kaynaklı bir etkinsizliği varsa, toplamda da etkin olarak değerlendirilemez. Bu yüzden BCC ve CCR modelleri birlikte çözülüp, aşağıdaki eşitlik doğrultusunda, elde edilen toplam etkinlik skoru, teknik etkinlik skoruna bölündüğünde karar verme birimlerinin ölçek etkinliklerini de belirlemek mümkündür.⁵⁴

Toplam Etkinlik Skoru(CCR) = Teknik Etkinlik Skoru (BCC) X Ölçek Etkinliği

BCC modelinin CCR modelinden bir tek farkı vardır. O da, ölçeğe göre değişken getiri varsayımında karar verme birimleri için çözülecek lineer programlama sonucu elde edilecek etkin olmayan bir karar noktası için λ (olası etkin girdi çıktıbileşimini oluşturmak için gerekli bilgiyi sağlayan değer) değerlerinin toplamının 1'e eşit olmasıdır.⁵⁵

CCR modeli ile tüm diğer koşullar aynı kalmak üzere BCC modeli için üretim imkân kümesi (P) matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir. Bu matematiksel ifadede yer alan " $e\lambda=1$ " ve " $\lambda \geq 0$ " şartları, modelin dışbükeylik karakterini sağlamaktadır.⁵⁶

$$P_{BCC} = \{(x,y) \mid x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e\lambda=1, \lambda \geq 0\}$$

Şekil 4.5'te ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) modelleri grafik üzerinde gösterilmiştir.

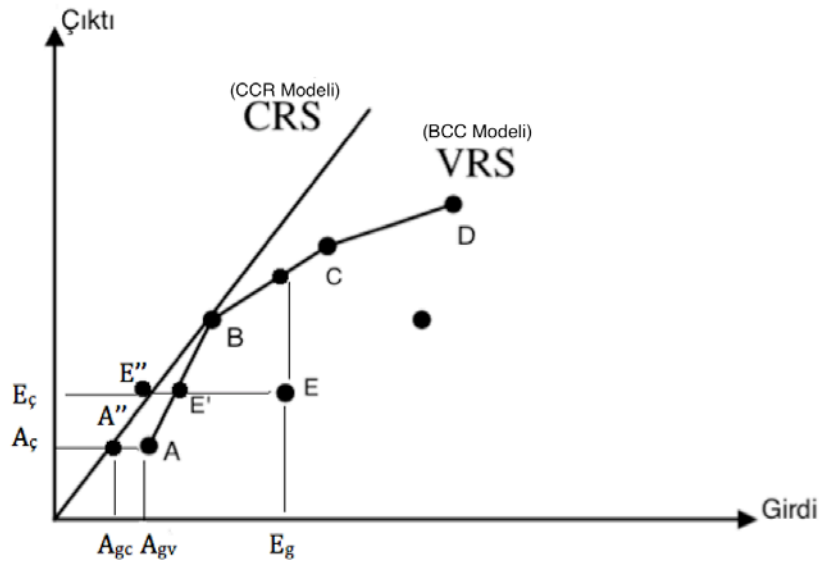
⁵² S. Erdal Dinçer, **age**, 834

⁵³ Kenan Oğuzhan Oruç, **age**, 21.

⁵⁴ Aydın Ulucan, **age**, 191

⁵⁵ S. Erdal Dinçer, **age**, 834

⁵⁶ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **age** 90



Şekil 4.5: CRS ve VRS ⁵⁷

CRS doğrusu ölçekten bağımsız olarak organizasyonun girdi çıktı oranını göstermektedir. VRS eğrisi ise ölçeğin önemli olduğu bir üretim sisteminde en yüksek girdi başına çıktı oranını sağlayan örneklerden geçmektedir.

Ölçek etkinliği, bir organizasyonel karar biriminin CRS ve VRS varsayımları altında teknik etkinlik skorlarının karşılaştırılması ile hesaplanabilir. ⁵⁸ CRS/VRS oranı ile ölçek etkinliği skoru elde edilir. Ölçek etkinliği kavramı ayrıca etkinsizliklerin kaynağının operasyondan kaynaklı etkinsizlik mi yoksa ölçekten kaynaklı etkinsizlik mi (bazı durumlarda ikisi bir arada da olabilir) olduğunu da açıklamaya yardımcı olur. Ölçek etkinliği skoru 1'den düşük olan karar verme birimleri *azalan getiri ölçeğinde* de çalışıyor olabilir *artan getiri ölçeğinde* de. Azalan getiri ölçeğinde, karar verme biriminin girdilerindeki bir birimlik artış, çıktılarında bir birimden daha düşük bir artış getirir. Artan getiri ölçeğinde ise durum tam tersidir; girdideki bir birimlik bir artış, çıktıda bir birimden daha büyük bir artışa neden olur. ⁵⁹

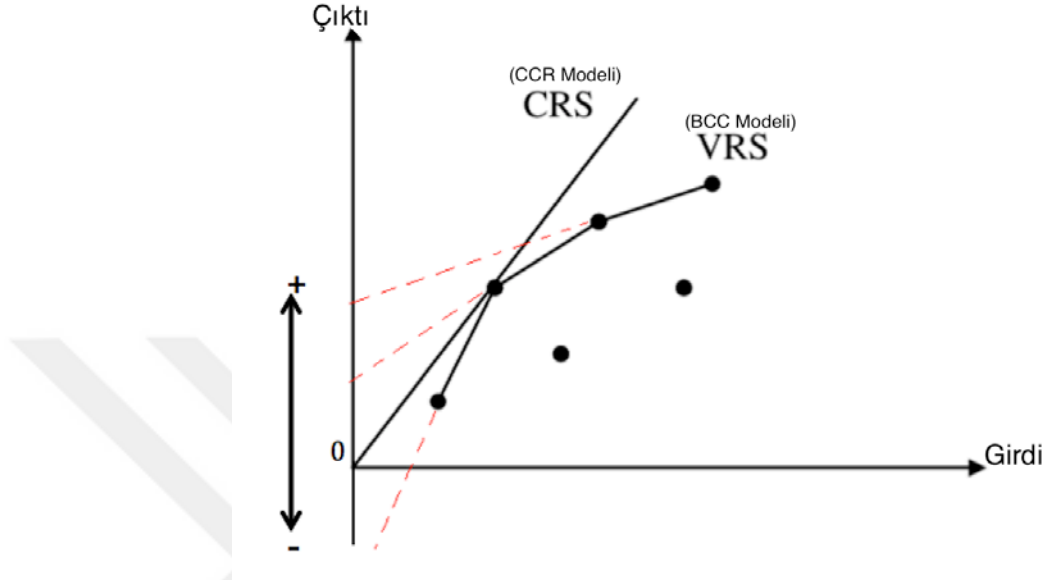
Azalan getiri ölçeği ve artan getiri ölçeği Şekil 4.6'da diyagram üstünde ifade edilmiştir. Dışbükey BCC etkinlik sınırını oluşturan parçalı doğrulardan çıktı

⁵⁷ R.G. Dyson ve diğ., *age*, 248

⁵⁸ Guillermo Iglesias, Pablo Castellanos, Amparo Seijas, "Measurement of productive efficiency with frontier methods: A case study for wind farms", *Energy Economics* c.32 (2010): 1203.

⁵⁹ Mohammad Davoud Heidari, Mahmoud Omid, Ali Mohammadi, "Measuring productive efficiency of horticultural greenhouses in Iran: A data envelopment analysis approach", *Expert Systems with Applications*, c.39, s.1 (2012): 1042

eksenini negatif noktada kesen bölge ölçeğe göre artan getiri (Increasing Return to Scale- IRS) bölgesi iken, çıktı eksenini pozitif noktada kesen ikinci ve üçüncü doğrular ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Return to Scale- DRS) bölgelerindedir.⁶⁰



Şekil 4.6: Ölçeğe Göre Azalan Ve Ölçeğe Göre Artan Getiri Kavramları

Şekil 4.5 üzerinden ölçek etkinliği kavramı incelenecek olursa elde edilecek sonuçlar aşağıdaki gibi olacaktır;

- B karar verme birimi optimum ölçekte çalışmaktadır ve ne ölçek kaynaklı ne de ölçek dışı sebeplerden kaynaklı etkinsizliği yoktur.
- A, C, D karar verme birimleri, ölçekten bağımsız olarak etkin olmakla birlikte, ölçeğe göre incelendiklerinde etkin değildirler. Örneğin A karar verme biriminin ölçek etkinliği $[A_{\text{ç}} A'']/[A_{\text{ç}} A]$ ile hesaplanır ki bu oran grafik üstünde de görüldüğü gibi 1'den küçüktür. A karar verme birimi artan getiri ölçeğinde çalışmaktadır ve ölçeğini büyüttüğü takdirde optimum ölçeğe ulaşabilecektir.
- C ve D ise yine A karar verme birimi gibi ölçekten bağımsız olarak etkin, ölçeğe göre etkin değildirler. Ancak A'dan farklı olarak, C ve D

⁶⁰ Kenan Oğuzhan Oruç, **age**, 21.

karar verme birimleri azalan getiri ölçeğinde çalışmaktadırlar ve ölçeklerini küçülttükleri takdirde optimum ölçeğe ulaşabileceklerdir.

- Etkinlik sınırı üstünde olmayan E karar verme birimi ise hem ölçekten bağımsız hem de ölçeğe göre etkin değildir. Ölçekten bağımsız teknik etkinlik skoru $[E_{\text{ç}} E']/[E_{\text{ç}} E]$; ölçek etkinliği skoru $[E_{\text{ç}} E'']/[E_{\text{ç}} E']$ ile hesaplanır. Yine grafikten de görülebileceği gibi hem teknik etkinliği hem ölçek etkinliği değeri bu karar verme birimi için 1'den küçüktür.⁶¹

4.5 Girdi Ve Çıktı Odaklılık

Veri zarflama analizi araştırmalarında bir diğer nokta da girdi ve çıktı odaklılıktır. “Çıktı miktarını düşürmeden girdi kullanımı ne kadar azaltılabilir?” sorusuna cevap aranıyorsa *girdi odaklı*; “Girdi miktarını sabit tutularak üretilen çıktı ne kadar artırılabilir?” sorusuna cevap aranıyorsa *çıkıtı odaklı* çalışma yapılmalıdır. Aynı zamanda girdi üzerinde kontrol azsa ya da yoksa çıktı odaklı; çıktı üzerinde kontrol azsa ya da yoksa da girdi odaklı çalışma yapılmalıdır.⁶²

Şekil 4.5'teki grafik üzerinden açıklanacak olursa, E karar verme biriminin, ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımında, girdi odaklı teknik etkinliği $[E_{\text{ç}} E']/[E_{\text{ç}} E]$ formülü ile hesaplanırken, yine VRS varsayımında çıktı odaklı teknik etkinliği $[E_{\text{g}} E]/[E_{\text{g}} E'']$ ile hesaplanır. Eğer bir karar verme birimi girdi odaklı etkin değilse, çıktı odaklı da etkin olmayacaktır ancak genelde bu iki etkinlik skorları farklılık gösterecektir. Ek olarak girdi minimizasyonu ya da çıktı maksimizasyonu odağına göre eş örnekler de değişir. E karar verme birimi girdilerini azaltmak istiyorsa A ve B karar verme birimlerini; çıktılarını artırmak istiyorsa B ve C karar verme birimlerini rol model olarak seçmelidir.

Eğer girdi odaklı teknik etkinlik skoru, çıktı odaklı teknik etkinlik skorundan büyükse, karar verme birimi girdi kaynaklı etkinsizliklerini giderdikten sonra, ölçeğini artırmalıdır. Eğer çıktı odaklı teknik etkinlik skoru, girdi odaklı teknik

⁶¹ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 18.

⁶² S. Erdal Dinçer, **age**, 831.

etkinlik skorundan büyükse, karar verme birimi çıktı kaynaklı etkinsizliklerini giderdikten sonra ölçeğini küçültmelidir.⁶³

4.6 Ortam Koşulları

Karar verme birimleri farklı ortam şartlarında çalışıyorlar olabilirler ve bu farklı ortam şartları ölçülen performans üzerinde fark yaratacak kadar etkili olabilir. Yöneticiler ve araştırmacılar bu şartları kontrol edemezler ancak bu şartları göz ardı etmek sonuçların bir miktar sapmasına neden olabilir. Ortam şartları bazı karar verme birimleri için etkinliği düşürücü etki yapabileceği gibi bazı karar verme birimleri için bir harmoni oluşturup etkinliği artırabilir de.⁶⁴

Ortam şartlarının etkileri gerçekten çok güçlü ise bu etkilerden kurtulabilmek için benzer ortam şartlarında çalışan karar verme birimleri birbiriyle karşılaştırılabilir. Ancak bu, farklı ortam koşullarında çalışan karar verme birimlerinden öğrenme ihtimalini ortadan kaldıracaktır. İkinci bir seçenek olarak sadece farklı ortam koşullarında çalışan karar birimleri birbirleriyle karşılaştırılabilir. Bu durum da aynı şekilde, benzer ortam koşullarında çalışan karar verme birimlerinin kendi aralarında birbirlerine rol model olabileceği konuları göz ardı etmeye neden olacaktır. Üçüncü bir seçenek olarak da eğer ortam koşulları gerçekten doğrudan ayırt edici bir nokta ise, ortam koşulu girdi olarak modele katılabilir. Ancak bu durumun da karar verme birimlerinin etkinlik skorlarını artırıcı yönde etki edeceği unutulmamalıdır.⁶⁵

4.7 Veri Zarflama Analizinde Aşamalı Etkinlik Ölçümü Yaklaşımları

Orjinal VZA modeli tek aşamalı süreçlerin etkinliğini ölçmede yeterlidir. Ancak süreçler iç içe süreçlerse (bir süreçte çıktı olarak belirlenen değişken, başka bir süreçte girdi olarak değerlendiriliyorsa) ve karar verme birimlerinin bütüncül etkinliği ölçülmek isteniyorsa iki aşamalı ya da çoklu aşamalı veri zarflama

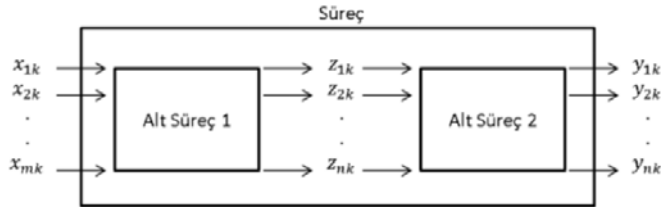
⁶³ Subhash C. Ray, “Comparing Input- and Output-Oriented Measures of Technical Efficiency to Determine Local Returns to Scale in DEA Models”, Department of Economics Working Paper Series, (2008): 5.

⁶⁴ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 18.

⁶⁵ The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 20-21

modelleri kullanılmalıdır. İki aşamadan ya da çoklu aşamadan kasıt bir alt sürecin çıktısının başka bir alt süreç için girdi olup olmadığıdır. ⁶⁶

Şekil 4.7’de iki aşamalı bir sürecin örnek modeli verilmiştir. X girdileri Alt Süreç 1’e ait girdiler, Z çıktıları Alt Süreç 1’e ait çıktılarıdır. Z çıktıları Alt Süreç 2 içinse birer girdi olup Alt Süreç 2 prosesi ile Y çıktılarının üretilmesinde kullanılmaktadır. Aşamalar üçlü ya da çoklu olarak da artırılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken 1. aşamada amaç X girdisinin (temel girdi) kullanımı azaltıp Z çıktısının üretimini artırmak, 2. aşamada amaç Y çıktısının (temel çıktı) üretimini artırmaktır. Yani 1. aşama girdi odaklı, 2. aşama ise çıktı odaklı çözümlerdir. ⁶⁷



Şekil 4.7: İki Aşamalı Etkinlik Ölçümü ⁶⁸

⁶⁶ Samet Güner, “Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi Ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama”, Alphanumeric Journal, c.3, s.2 (2015): 103.

⁶⁷ Samet Güner, **age**, 103.

⁶⁸ Chiang Kao, Shih-Nan Hwang, “Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan”, European Journal of Operational Research, c.185 (2008): 420’dan aktaran Samet Güner, **age**, 103.

5. HIZLI TÜKETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Uygulama için hızlı tüketim sektöründe dünya çapında faaliyet gösteren bir firmanın Türkiye organizasyonu seçilmiştir. İncelenen dönem 2015 yılını kapsamaktadır. Gizlilik gereğiyle firmadan uygulama kısmı boyunca “X Firması” olarak bahsedilecektir.

5.1 Araştırma Evreni ve Araştırma Örnekleme

Araştırma evreni olarak, uzun yıllardır Türkiye’de faaliyet gösteren ve bir çok kategoride pazarın güçlü oyuncularından olan, hızlı tüketim ürünleri üreticisi X firması seçilmiştir. X firmasının, ev bakımı, çamaşır bakımı, yüzey bakımı, kişisel bakım gibi kategorilerde ürünleri vardır. Türkiye’de 150’den fazla ticari müşteriye satış yapan X firması, bu müşterilerine ait 400’den fazla noktaya da teslimat yapmaktadır. Müşterileri arasında Türkiye’nin önde gelen ulusal zincir marketleri, yerel zincir marketler, distribütörler, indirim marketleri ve parfümeri mağazaları yer almaktadır. Araştırma örnekleme olarak X firmasının satış yapmakta olduğu ticari müşterileri seçilmiştir.

5.2 Araştırmanın Konusu ve Araştırmanın Amacı

Daima büyüme ve kârlılık odaklı çalışan X firması, özellikle son yıllarda tasarruf aktivitelerine verdiği önemi artırmış ve etkin olmayan her operasyonu üzerine projeler geliştirerek maliyeti ve etkinsizliği azaltmaya yönelmiştir. Bu çalışmada da X firmasının bu hedefine yardımcı olmak üzere veri zarflama analizi ile müşterilerinin görece etkinliklerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek sonuçlar ile X firmasının düzeltici aksiyonlar alabilmesine imkan sağlamak hedeflenmiştir.

Maliyetleri azaltmak son yıllarda giderek yaygınlaşan bir organizasyonel hedef haline gelmiştir. Rekabetin her geçen gün daha da artması işletmelerin sadece yüksek satış rakamlarıyla ayakta kalabilme ihtimalini güçleştirmiş, maliyetleri de olabilecek en düşük seviyelere çekmeyi zorunlu kılmıştır. KPMG Türkiye’nin “Küresel Üretim

Sektörünün Geleceğine Bakış Raporu’na⁶⁹ göre “Maliyetleri Azaltmak”, “Satışları Artırmak”tan sonraki en önemli öncelik haline gelmiştir. Rapora ait sonuçlar Şekil 5.1’deki gibidir.



Şekil 5.1: 2014 Ve 2015 Yılları İçin En Önemli Stratejik Öncelikler Ve Önem Dereceleri⁷⁰

Maliyetleri azaltmanın günümüzde öneminin giderek artmasından dolayı, çalışmada girdi odaklı bir analizle, “Mevcut çıktıları sabit tutarak girdiler ne kadar azaltılabilir?” sorusuna cevap aranmıştır.

5.3 Araştırma Türü ve Hipotezler

Araştırma, yöntem açısından nicel bir araştırmadır. Etkinlik ölçümü literatüründe sık kullanılan Veri Zarflama Analizi kullanılmış, yöntem olarak BCC yöntemi seçilmiş ve tek aşamalı olarak uygulanmıştır. Keşfedici bir araştırma olduğundan herhangi bir hipotez kurulmamıştır.

⁶⁹ KPMG Türkiye, Küresel Üretim Sektörünün Geleceğine Bakış Mücadeleye hazırlık: Üreticiler dönüşüme hazırlanıyor (2016)

⁷⁰ KPMG Türkiye, Küresel Üretim Sektörünün Geleceğine Bakış Mücadeleye hazırlık: Üreticiler dönüşüme hazırlanıyor (2016)

5.4 Araştırmanın Kısıtları ve Araştırmanın Değişkenleri

Literatür kısmında esasları açıklanan veri zarflama analizinin uygulaması için X firmasının ticari müşterileri karar verme birimleri olarak seçilmiştir. Veri gizliliği doğrultusunda firmadan alınan izin ile bu karar verme birimlerinin her biri birer harf ile adlandırılacaktır. Analiz, gerçek değerlerle yapılacak ancak yine veri gizliliği gerekliliğinden dolayı değişkenlerin değerleri birbirlerine oranlı olarak ifade edilebilecektir. Örneğin A müşterisine satışı 3 milyon TL, B müşterisine satış 6 milyon TL ise; A'nın satışı 1, B'nin satışı 2 olarak ifade edilecektir. X firmasının müşterilerine ait değerlerin ifade edilmesinin gerektiği tabloların tamamında tablolardaki her bir ölçü birimine ait en küçük değer "1" ile temsil edilmiş; aynı birimden diğer değerler bunların katlara olarak gösterilmiştir.

X firması satışını ve sevkiyatını koli birimiyle gerçekleştirmekte, tüketici adeti bazında hiçbir müşterisine ürün satışı yapmamaktadır. Tüm müşterilerinden ödemelerini TL para birimiyle alan X firması, farklı müşterileri için farklı vade günü ve farklı vade limiti uygulamaktadır. Müşterilere ticari anlaşmalar gereği çeşitli iskontolar ve geri ödemeler ile satış yapılırken, bu iskontoların ve geri ödemelerin varlığı ile miktarı müşteriden müşteriye farklılık göstermektedir.

5.5 Araştırma Örnekleminin Belirlenmesi

Öncelikle literatür kısmında belirtilen kurallar doğrultusunda karar verme birimleri ve başlangıç değişkenleri seçilmiştir. Karar verme birimleri için ulusal zincir marketler, yerel zincir marketler, indirim marketleri, parfümeri mağazaları ve distribütörlerden farklı müşteriler seçilmiştir. Bu satış kanallarını temsilen her bir satış kanalından en az iki müşteri seçilmiş ve toplamda 16 karar verme birimi belirlenmiştir. Hem tüm satış kanallarını temsil açısından hem de karar verme birimi ile değişken sayısı arasındaki ilişkiye ilişkin teoriler göz önünde bulundurarak bu karar verme birimi sayısının başlangıç için optimum karar verme birimi sayısı olduğuna karar verilmiştir.

VZA literatüründe “karar verme birimi” olarak bir organizasyonun farklı şubeleri, farklı bölgeleri, farklı merkezleri vb. seçildiği gibi VZA, temel tanımı gereği “aynı tür çıktıyı üretmeyi amaçlayan birimlerin etkinlik seviyesini tespit etmek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemi” olduğundan karar verme birimleri aynı organizasyon içinde yer almasa dahi aynı tür girdileri kullanıp, aynı tür çıktıları üretiliyorsa bu yöntem ile etkinlikleri karşılaştırılabilmektedir. ISO500 şirketlerinin etkinliklerinin karşılaştırılması⁷¹, IMKB’de dokuma ve giyim eşyası ve deri alt sektöründe işlem gören 31 işletmeye ait etkinliğin karşılaştırılması⁷², Türkiye’de faaliyet gösteren bankaların etkinliklerinin karşılaştırılması⁷³, Romanya’daki hızlı tüketim perakendecilerinin 2006-2011 arasındaki etkinliklerinin karşılaştırılması⁷⁴ gibi literatürde bu şekilde benzer uygulamalar bulunmaktadır.

W. F. Bowlin⁷⁵ ve T. R. Nunamaker’a⁷⁶ göre girdi ve çıktı sayısının üç katı kadar karar verme birimi seçilmelidir. 5 ya da 6 final değişkeni ile analiz yapılacağı düşünülerek 16 KVB ile incelemeye başlanmıştır. Gerek görüldüğü takdirde satış kanallarını temsil koşulu terkedilmeden karar verme birimleri sayısında değişiklik yapılabilir. Başlangıç KVB’lerinin satış kanalı bazında dağılımı Tablo 5.1’deki gibidir.

⁷¹ Aydın Ulucan, **age**, 185

⁷² S. Erdal Dinçer, **age**, 837

⁷³ Behdioğlu, Sema ve Özcan, Gözde “Veri Zarflama Analizi Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Suleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, c.14, s.13 (2009): 308

⁷⁴ Alt, Moniká-Anetta, “Measuring Romanian Large Fmcg Retail Chains Efficiency During The Period Economic Crisis Between 2006-2011”, c.58, s.1 (2013): 5

⁷⁵ W.F Bowlin, (1998) Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). Journal of Cost Analysis 7, 3-27’den aktaran Joseph Sarkis, Preparing Your Data for DEA (2002), 2.

⁷⁶ T.R. Nunamaker, “Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation.” Managerial and Decision Economics, c.6 s.1: 50-58’den aktaran The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 23.

Tablo 5.1: Uygulamada Incelenenecek Müşteriler Ve Satış Kanalları

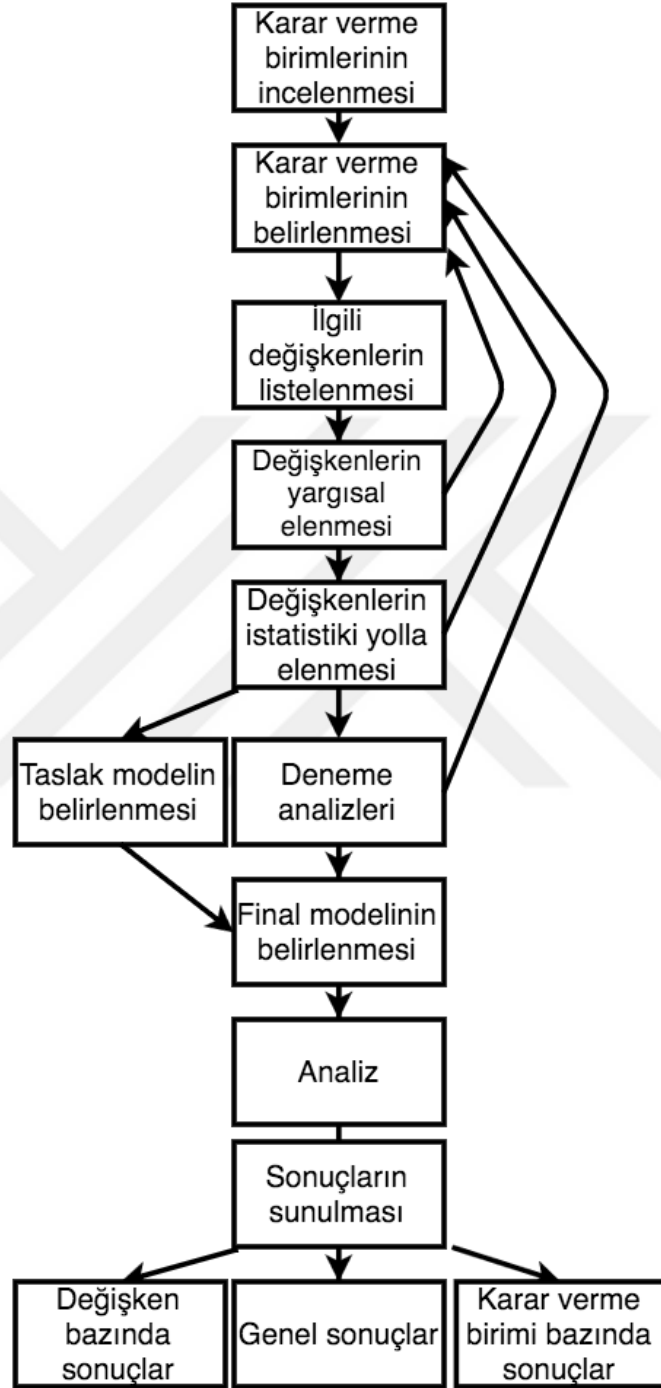
Müşteri	Satış Kanalı
A	Distribütör
B	UZM
C	Distribütör
D	UZM
E	Distribütör
F	İndirim Marketi
G	Toptan Market
H	UZM
I	İndirim Marketi
J	UZM
K	YZM
L	YZM
M	Parfümeri Marketi
N	YZM
O	Toptan Market
P	Parfümeri Marketi

* UZM : Ulusal Zincir Market

* YZM : Yerel Zinri Market

5.6 Araştırmanın Gerçekleştirilmesi Ve Bulgular

Başlangıç karar verme birimleri ve başlangıç değişkenleri belirlendikten sonra izlenmesi gereken akış şeması Şekil 5.2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2: Veri Zarflama Analizi Akış Şeması ⁷⁷

⁷⁷ Golany, B. ve Roll, Y. “An Application Procedure for DEA” Omega, c. 17, s. 3 (1989): 240

5.6.1 Değişkenlerin Belirlenmesi

Değişken olarak başlangıç listesine yazılan tüm değişkenler aşağıdaki gibidir;

- Brüt Satış : Müşteriye belli bir dönemde fatura edilen ürünlerin toplam tutarını belirtir.
- Satış Kanalı : Sayısal olmayan bir değişkendir. Müşteri satış operasyonlarının hangi satış kanalı (ulusal zincir marketler, distribütörler vb.) dahilinde yürütüldüğünü ifade eder.
- Ciro : Satıştan çeşitli iskontolar, geri ödemeler ve iadeler düştükten sonra elde edilen tutarı ifade eder.
- Talep Tahmin Sapması : İlgili satış dönemi sonunda, satış dönemi başlamadan önce satış ve tedarik zinciri departmanının satışı yapılmak üzere anlaştığı koli miktarından fazla ya da eksik satılan koli miktarını ifade eder.
- Karşılanamayan Koli Miktarı : Müşterilerden alınan siparişlerde çeşitli nedenlerle (stok, kota, ödeme blokajı vs.) karşılanamayan koli miktarını belirtir.
- Vade Limiti : Müşteriye, ödeme almaksızın satışı yapılabilecek en yüksek tutardır. Müşteriler vade limitlerini aştığında yeni bir ödeme alınana kadar müşterinin siparişleri ödeme blokajında bekletilir.
- Vade Günü : Müşteriye ödeme almaksızın kaç gün boyunca sevkiyat yapılabileceğini belirtir. Müşteriler vade günü dolana kadar sevkiyat almaya devam eder. Ancak kendilerine tanımlanan vade günü boyunca hiç ödeme yapmadıkları takdirde, tekrar ödeme yapana kadar siparişleri ödeme blokajında bekletilir.
- Sevkiyat Sayısı : Müşteriye belli bir dönem boyunca (aylık, yıllık vb.) yapılan sevkiyatın sayısını belirtir. Bu değer elde edilirken müşteriye kesilen irsaliye sayısı baz alınır.
- Sevkiyat Noktası Sayısı : Müşterilerin kaç farklı deposuna ya da mağazasına sevkiyat yapıldığını ifade eder.
- Sevk Satırı Sayısı : Müşteriye bir sevk irsaliyesinde, ürünlerin kaç farklı irsaliye satırında gönderildiğini ifade eder. Her bir irsaliye satırı, sevkiyat hazırlığı aşamasında ayrı bir toplama işlemini ifade eder. Müşterinin belli

bir dönemdeki tüm sevkiyatları göz önünde bulundurulduğunda müşterinin o ilgili dönem için sevk satırı sayısı tespit edilmiş olur.

- Sevk Edilen Koli Sayısı : Müşteriye belli bir dönemde ne kadar miktarda koli sevkiyatı yapıldığını ifade eder.
- Palete Uygun Sevk Edilen Koli Sayısı : Müşterinin siparişlerindeki kaç kolinin bir paleti ya da bir paletin katını dolduracak şekilde sevk edildiğini belirtir.
- Artık Sevk Edilen Koli Sayısı : Müşterinin siparişlerindeki kaç kolinin bir palet katını bile doldurmayacak şekilde sevk edildiğini belirtir.
- Koşulsuz Geri Ödemeler : Herhangi bir hedefe (yıllık ciro, mağaza sayısı vb.) bağlı olmaksızın müşteriye peşinen verileceği kabul edilen geri ödemeleri kapsar. Müşteri deposundan çalınan ya da kaybolan mallar için söz konusu müşteriye yıllık cirosu ile orantılı olarak peşinen yıllık 100.000 TL ödenmesi gibi.
- Promosyon İskontoları : Promosyon amaçlı, ürün bazında uygulanan iskontoları ifade eder. Zaman zaman müşterinin anlaşılan fiyattan daha düşük fiyat ile ürünü satın almak istemesi durumunda müşteriye ürünü istediği fiyattan faturalayabilmek ve fiyatı dengelemek için de promosyon iskontosu kullanılabilir.
- Ticaret Geliştirme Ödemeleri : Müşterinin büyümesiyle ve X firması ile yaptığı iş birliği düzeyiyle ilişkili olarak müşteriye yapılan geri ödemeleri ifade eder. Örneğin müşteri yeni bir depo ya da çok sayıda mağaza açtığında tedarikçilerinin bir kısmına ya da hepsine ticaret ilişkilerinin gelişecek olmasını sebep göstererek bu büyüme için ödeme yaptırabilir ya da tedarikçilerinin bedelin bir kısmını üstlenmelerini bekleyebilir. Bunun dışında nakit veya vadesinden önce yapılan ödemeler için yapılan anlaşmalar ya da X firmasının yeni ürün segmenti veya marka çıkardığında satış noktasındaki lansman faaliyetleri için müşterileri ile yaptığı anlaşmalar ticaret geliştirme başlığı altında toplanır.
- Mağaza içi Promosyon Ödemeleri : Mağaza içinde uygulanan ticari pazarlama faaliyetleri (stand yerleştirme, özel alan kullanma, kupon hediye etme vb.) için müşteriye yapılan ödemeleri ifade eder.

- Sipariş Operasyonlarına Harcanan Zaman : Müşterinin sipariş operasyonlarının (sipariş işleme, sevkiyat planlama, sevkiyat toplama vb.) aldığı zamanı ifade eder.
- Müşteriden Sorumlu Çalışan Sayısı : X firmasında belli bir müşterinin operasyonları için çalışan kişi sayısını ifade eder.
- Müşteriye Yapılan Sevkiyatların Maliyeti : X firması tarafından belli bir müşteriye, belli bir dönemde yapılan sevkiyatların toplam maliyetini ifade eder.
- Müşteriye Yapılan Ziyaret Sayısı : X firması çalışanları tarafından belirli bir müşteriye yapılan ziyaretlerin sayısıdır.
- Müşterinin Sipariş Alımı Yöntemi : Sayısal olmayan bir değişkendir. Müşteri siparişlerinin nasıl alındığını (telefon, e-mail, fax, EDI vb.) ifade eder.
- Müşterinin İade Tutarı : Belli bir dönem boyunca müşteriden alınan iadelerin toplam tutarını ifade eder.

5.6.2 Değişkenlerin Yargısal Elenmesi

Başlangıç değişkenleri belirlendikten öncelikle yapılması gereken yargısal eleme yoluna gitmektir. B. Golany ve Y. Roll (1989)⁷⁸ tarafından belirtildiği üzere araştırılması gereken konular, değişkenlere ilişkin verilerin elde edilebilir ve güvenilir olup olmadığı ve değişkenlerin etkinlik üzerinde nispeten güçlü etkisi olup olmadığıdır. Literatürde bu çalışmada uygulandığı şekliyle bir hızlı tüketim ürünleri üreticisinin müşterilerine yapmakta olduğu satışın etkinliğinin ölçülmesine ve etkinlik skorlarının karşılaştırılmasına dair benzer bir çalışma bulunamamıştır. Bununla birlikte satış anlaşmaları, lojistik anlaşmalar vb. anlaşmaların şartları, uygulanma şekli ve etkileri firmadan firmaya büyük farklılık gösterebileceğinden, doğrudan daha önce uygulanmış bir değişken setini kullanmak yerine X firması birim yöneticileri ve müdürlerinin görüşlerine başvurularak yargısal eleme yapılmıştır. Başlangıç değişkenleri bu kriter doğrultusunda tekrar incelendiğinde aşağıdaki değişkenlerin, belirtilen açıklamalar doğrultusunda elenmesine karar verilmiştir.

⁷⁸ B. Golany ve Y. Roll, *age*, 241.

Müşterinin Sipariş Alımı Yöntemi : Sayısal olmayan bir değişkendir. Bu değişken sayısal olarak ifade edilebilen başka bir değişkenle (örneğin sipariş operasyonlarına harcanan zaman) ifade edilse dahi hedef çıktı üzerinde anlamlı bir etki yaratmayacağından analize dahil edilmemelidir. Aynı gerekçeyle “Sipariş operasyonlarına harcanan zaman” değişkeni de dahil edilmemiştir.

Müşteriye Yapılan Sevkiyatların Maliyeti : X firması tarafından belli bir müşteriye, belli bir dönemde yapılan sevkiyatların toplam maliyetini ifade eder. X firması lojistik birim yöneticisinin görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; Lojistik harcamaları X firmasının kârlılığı açısından çok önemli bir değişkendir. Yalnız bu harcamalar müşteri bazında ölçülmeyip sadece belli bir dönem için yapılan toplam harcamalar olarak ölçülebilmektedir. Bunun en temel sebebi, lojistik firmasına ödemenin araç ve tonaj bazında yapılmasıdır. Aynı araçta çok sayıda müşterinin siparişi sevk edildiğinden de müşteri bazında bir harcama takip etme imkanı yoktur. Benzer olarak depolama maliyeti de dönemsel olarak yapılan bir harcama olduğundan bu maliyet de müşteri bazında ifade edilemeyecektir. Bu sebeple, sevkiyat maliyeti değişkeni de analiz dışında tutulmuştur. Yine de bu değişken müşterinin operasyonlarını doğrudan etkilediğinden farklı değişkenlerle (Müşteri sipariş sayısı, müşteri sevkiyat noktası sayısı, müşteri sevk satırı sayısı, müşteri paletli sevk oranı, müşteri artık koli ile sevkiyat oranı vb.) ifade edilmeye çalışılacaktır.

Sevkiyat Sayısı : Müşteriye yapılan sevkiyatların sayısını ifade eder. X firması lojistik birim yöneticisinin görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; Lojistik firmasına yapılan ödemeler tonaj üzerinden yapıldığından sevkiyat sayısının direkt olarak bir maliyet etkisi yoktur. Bu değişken, X firması için ayrı ayrı irsaliye belgesi oluşturulması zorunluluğu dışında herhangi bir külfet yaratmamaktadır.

Sevkiyat Noktası Sayısı : X firması tarafından, belli bir müşterisinin kaç farklı deposuna ya da mağazasına sevkiyat yapıldığını ifade eder. X firması lojistik birim yöneticisinin görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; Bu değişken, operasyonların karmaşıklığını artırmakla birlikte X firması için maliyet ölçütü olamaz. Çünkü X firmasının Türkiye’nin her bölgesinde çalıştığı distribütör müşterileri vardır ve zaten her bölgeye yüksek hacimde sevkiyat yapılmaktadır. Distribütör harici müşterilerin sevkiyat noktalarına gitmesi gereken siparişleri, bu noktalarla yakın konumdaki distribütör siparişleriyle birlikte araçlaştırılarak sevk edilir. Böylece artan sevkiyat

noktası sayısı maliyet açısından her zaman bir sıkıntı yaratmadığı gibi araç doluluk oranını artırarak operasyonun etkinliğine katkı sağlayabilir.

Sevk Edilen Koli Sayısı : Sevk edilen koli sayısı brüt satışa doğrudan artı olarak yansır. Her bir koli sevkiyat, brüt satışta belli tutarda artış anlamına gelir. Temelde ürünlerin fiyatlaması odağında düşünüldüğünde istenilen tabii ki daha düşük koli sayısı ile daha yüksek satış tutarı elde edebilmektir. Ancak bu çaba, bu araştırmadaki odaktan biraz farklı bir çerçevededir. Bu araştırmada ölçülmek istenen, sevk edilen kolinin hangi şekilde daha fazla maliyet ve daha fazla külfet yaratacağı üzerinedir. Araştırmanın odağını dışında bir konuyu araştırmaya dahil etmemek için bu değişken, ölçüme dahil edilmeyecektir.

Palete Uygun Sevk Edilen Koli Sayısı : Sevkiyatın palete uygunluğu maliyeti yaratan asıl konudur. X firması lojistik birim yöneticisinin görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; X firmasının çalışmakta olduğu lojistik firması, tam palet ve palet katı olarak sevk edilen ürünlerin (palete uygun sevkiyatların) toplama maliyeti ile palet katından daha düşük miktarda sevk edilen ürünlerin toplama maliyetini farklı belirlemiştir. Müşteri siparişlerinin palete uygun olarak gelmesi bu toplama maliyetlerinde doğrudan etkilidir. Paletli sevke uygun olarak gelmeyen her sipariş araç doluluğunu da olumsuz etkileyeceğinden operasyonel etkinliğin düşmesine sebep olacaktır. Bu değişkenin, araştırmadan hariç tutulma sebebi tamamen yöntemle uygunluk ile alakalıdır. Veri zarflama analizinde girdi odaklı çalışılırken, odak girdinin azaltılıp çıktının artırılması olduğundan “palete uygun sevkiyat” yerine, “artık koli ile sevkiyat” değişkeni kullanılacaktır. Çünkü amaç palete uygun sevkiyatın azaltılarak satışın artırılması değil, artık koli ile sevkiyatın azaltılarak satışın artırılmasıdır.

Müşteriden Sorumlu Çalışan Sayısı : X firmasında belli bir müşterinin operasyonları için çalışan kişi sayısını ifade eder. Burada kişi sayısı farklı departmanlardan belli bir müşteri için çalışan kişilerin tamamı olarak ifade edilebilir. Departmanların hiçbirinde (satış, finans, tedarik zinciri, ticari pazarlama vb.) bir çalışan sadece bir müşteriyle ilgilenerek çalışmamaktadır. Her departmanda bir dağılım vardır ve çalışan, müşteri ile ilgili yapılması gereken herhangi bir şey olduğunda bu müşteri ile ilgilenir. Çok düşük satış hacmine sahip bir müşterinin de bir tedarik temsilcisi, bir satış temsilcisi, bir finans temsilcisi vardır, çok yüksek hacimde çalışan bir müşterinin de. Sahadaki çalışanlar ise genelde bölgesel bazda organize olmuş

olduğundan sadece herhangi bir müşteri ile ilgilenen bir saha satış çalışanı mevcut değildir. X firması insan kaynakları birim yöneticisinin görüşü doğrultusunda da, bu değişken için hem veri toplamanın zorluğu, hem de değişkenin anlamlı bir fark yaratmayacak olması göz önünde bulundurulduğunda değişkenin analizden çıkarılması gerektiği açıktır.

Müşteriye Yapılan Ziyaret Sayısı : X firması çalışanları tarafından belirli bir müşteriye yapılan ziyaretlerin sayısıdır. Bu değişken anlamlı ve hedef çıktı üzerinde etkisi olan bir değişkendir çünkü hedef çıktı için harcanan çabayı ifade eder. X firmasının merkez ofisinde çalışan kişilerce yapılan ziyaretlerin sayısı ölçülebilir. Ancak saha satış organizasyonu tarafından yapılan ziyaretlerin ölçümü mümkün değildir. X firması distribütör dağıtım kanalı saha yöneticisi ve toptan dağıtım kanalı saha yöneticisinin de görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; Bölgesel bazda organize olan saha satış çalışanlarından böyle bir ziyaret bilgisini bölge bölge toplamak, ve doğru olarak alabilmek mümkün olmayacaktır. Müşteri ziyaretlerinin çok büyük bir kısmı da saha satış organizasyonu tarafından yapılmakta olduğundan, bu verileri elde etmedeki zorluk gerekçesiyle bu değişken de analiz dışında tutulacaktır. Ek olarak, hedef çıktıya etkiyi gerçekçi bir şekilde ölçmek için bir de bu ziyaretlere harcanan toplam zamanın bilgisi edinmek gerekir ki bu bilgiyi toplayabilmek daha da imkansızdır.

Satış Kanalı : Satış kanalı da sayısal olmayan bir değişkendir. Operasyonlarda ve bazı diğer değişkenlerde satış kanalı ciddi anlamda etkilidir. Satış kanalının etkili olduğu bir çok değişken (promosyonlar, iskontolar, lojistik operasyonlarına ait değişkenler) analizde ayrıca kullanılmakta olduğundan her biri satış kanalının etkisini karakterize etmeye yardımcı olacaktır. Bu sebeple satış kanalı için sayısal değerlerle ifade edilebilecek ayrıca bir değişken aranmamış ve değişken, mevcut diğer sayısal değişkenlerle ifade edilmek üzere analizden hariç tutulmuştur.

Müşterinin İade Tutarı : Müşterinin iade tutarı operasyonel açıdan önemli olsa da hedef çıktıya etkisi diğer değişkenlere göre daha dolaylıdır. Örneğin müşteri deposunda yaşanan yoğunluk dolayısıyla müşteri sipariş oluşturmuyorsa belli kriterler doğrultusunda depoda yer açabilmek ve sipariş alabilmek için iade alınabilir. Ancak bu gibi vakalar çok nadir yaşanır ve genelde iade tutarının yükselmesine sebep olan diğer iade nedenleri (son kullanma tarihi, kalite hatası, hasarlı ürün, eksik teslimat vb.) hedef çıktıya üzerinde etkili değildir. Ek olarak iade

tutarı, karar verme birimleri tarafından tüketilen bir değişken olarak düşünüldüğünde girdi olabileceği gibi, karar verme birimleri tarafından üretilen ve istenmeyen bir çıktı olarak da düşünülebilir. Bu belirsizlik VZA uygulama prosedürüne ⁷⁹ göre değişkenin elenmesi için başlıca bir neden olmakla birlikte 2015 yılında X firmasının müşterilerinden aldığı iade tutarı satışların %0,5'inden daha düşüktür.

Talep Tahmin Sapması: Tedarik zinciri ve satış departmanı her ayın sonunda bir sonraki ay için bir satış planlaması yapar ve bu doğrultuda bir talep tahmini geliştirilir. İlgili ayın satışı tamamlandığında, önceden yapılan bu tahminden artı ya da eksi yönde sapan her bir koli satış, talep tahmin sapması olarak değerlendirilir. Tahminden fazla satış, üretim ve ithalat planlarını bozduğundan ek maliyet ya da ek çaba gerektirmiştir. Tahminden düşük satış ise ürünün satılardan fazla üretildiği anlamına gelir ve bu da envanter değerini yükselteceğinden yine bir zarar söz konusudur. Talep tahmin sapması, bu düşük ve yüksek satışların mutlak değerlerinin toplanması ile elde edilir. Bu değişken de iade tutarı gibi düşünüldüğünde, bir yandan karar verme birimlerinin kullandığı operasyonel girdilerin (envanter değeri ya da ek üretim/lojistik maliyetleri) artmasına sebep olursken bir yandan da karar verme birimlerinin yaptığı satış ile şekillenen bir çıktıdır. Ek olarak X firması talep planlama müdürünün görüşü alınarak şu sonuca ulaşılmıştır; X firması talep tahminlerini ve talep tahmin sapmalarını müşteri bazında değil, satış kanalı bazında hesapladığından, müşteri bazında veri elde edebilme imkanı yoktur. Bu doğrultuda, talep tahmin hatası da analize katılamayacaktır.

Karşılanamayan Koli Miktarı : Müşterilerden alınan siparişlerde çeşitli nedenlerle (stok, kota, ödeme blokajı vs.) karşılanamayan koli miktarını belirtir. Tedarik zinciri açısından önemli bir performans göstergesidir. Ancak girdi-çıkıtı konumlandırması karmaşıktır. Girdi olarak konumlandırıldığı takdirde B. Golany ve Y. Roll (1989) ⁸⁰ tarafından belirtilen, girdideki bir artışın çıktıda bir azalışa sebep olamayacağı ilkesi ile çelişecektir. Çıkıtı olarak konumlandırıldığında da minimize edilmesi amaçlanan bir ölçüt olduğundan “getiri” ya da “hedef çıktı” olarak ifade edilemeyecektir. Bu sebeple karşılanamayan koli miktarı (ya da sektördeki adıyla servis kaybı) analize dahil edilemeyecektir.

⁷⁹ B. Golany ve Y. Roll, **age**, 241.

⁸⁰ B. Golany ve Y. Roll, **age**, 241.

Ciro : Brüt satış tutarından iskontolar, geri ödemeler, iadeler vb. düşüldükten sonra elde edilen tutardır. Brüt satış temel çıktı olarak analize dahil edilmektedir. İskontolar ve geri ödemeler ise girdiler olarak analizde kullanılacaktır. Bu doğrultuda bir sonuç değişkeni olan ciro tüm boyutlarıyla zaten ifade edilmekte olduğundan analizden hariç tutulacaktır.

5.6.3 Değişkenlerin İstatistikî Yolla Elenmesi

Bazı değişkenlerin yargısal olarak elenmesinden sonra kalan değişkenler aşağıdaki gibidir;

- Brüt Satış
- Vade Limiti
- Vade Günü
- Sevk Satırı Sayısı
- Artık Sevk Edilen Koli Sayısı
- Koşulsuz Geri Ödemeler
- Promosyon İskontoları
- Ticaret Geliştirme Ödemeleri
- Mağaza İçi Promosyon Ödemeleri

“Brüt Satış” değişkeni, temel hedef değişkeni olarak belirlendiğinden çıktı olarak modelde yer alacaktır. Bu değişken dışında, modelde başka bir çıktı değişkeni yer almayacaktır.

Kalan diğer tüm değişkenler, girdi olarak modele katılmaya aday değişkenlerdir. Öncelikle ticari girdilerin ayrı ayrı önem düzeyi incelenmiş ve toplam ticari harcamalar içersindeki payları tespit edilmiştir. Tablo 5.2’de her bir müşteri için ticari harcamaların toplam ticari harcamalardaki payları gösterilmiştir.

Tablo 5.2: X Firmasının Müşteri İçin Yapılan Ticari Harcamalar Ve Toplam Ticari Harcamalardaki Payları

Müşteri	Koşulsuz Ödemeler	Promosyon iskontoları	Mağaza içi promosyon ödemeleri	Ticaret Geliştirme Ödemeleri	Toplam Ticari Harcama
A	21,60%	5,30%	28,70%	44,40%	100,00%
B	28,90%	4,60%	56,10%	10,40%	100,00%
C	24,00%	10,40%	33,40%	32,20%	100,00%
D	44,10%	14,30%	38,30%	3,30%	100,00%
E	22,20%	30,20%	22,10%	25,50%	100,00%
F	40,90%	19,50%	35,70%	3,90%	100,00%
G	35,40%	33,10%	21,00%	10,50%	100,00%
H	30,30%	24,70%	32,30%	12,70%	100,00%
I	0,00%	95,90%	0,50%	3,60%	100,00%
J	38,40%	25,60%	33,50%	2,50%	100,00%
K	21,40%	38,70%	32,00%	7,90%	100,00%
L	27,60%	36,30%	16,60%	19,50%	100,00%
M	19,40%	34,50%	27,60%	18,50%	100,00%
N	37,90%	24,50%	15,80%	21,80%	100,00%
O	47,80%	25,00%	7,10%	20,10%	100,00%
P	13,60%	43,60%	28,70%	14,10%	100,00%
Ortalama	28,30%	29,10%	26,80%	15,80%	100,00%

Tablo 5.2 incelendiğinde, her bir müşteri için ticari harcama kalemlerinin toplamda dengeli bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Dipte ortalamalar incelendiğinde müşteriler koşulsuz ödeme bütçesini toplam bütçeleri içinde ortalama %28,3; promosyon iskontolarını ortalama %29,1; mağaza içi promosyon ödemelerini

ortalama %26,8 ve ticaret geliştirme ödemelerini ortalama %15,8 oranında kullanmaktadır. Tablo 5.2’den görüldüğü üzere müşteriler için yapılan ticari harcama türlerinin hepsi, müşterilerin toplam ticari harcamaları içinde dengeli bir paya sahiptir.

Yargısal eleme sonucu elde kalan değişkenlerin istatistiki elemesi için literatürde genel kabul görmüş bir yöntem bulunmamaktadır.⁸¹ Standart bir istatistiki değişken eleme yöntemi olmamakla birlikte literatürde bazı çalışmalarda önerildiği üzere^{82 83} stepwise metodu ile regresyon analizi uygulanmıştır. Tablo 5.3’te %95 güven aralığında yapılan regresyon analizine ait temel çıktılar görülmektedir. (Regresyon analizleri SPSS yazılımı ile yapılmıştır.)

Tablo 5.3: Yargısal Eleme Sonucu Kalan Tüm Değişkenlerin Regresyon Analizi Sonucu*

Değişkenler	Brüt Satış İle Pearson Korelasyon Değeri	Korelasyonun Significance Değerleri	Adjusted R-Square Değerleri
Brüt Satış	1,00		
Kredi limiti	0,871	0,00	0,742
Koşulsuz Ödemeler	0,891	0,00	0,763
Promosyon İskontoları	0,578	0,01	0,926
Mağaza içi Promosyon Ödemeleri	0,884	0,00	0,968
Ticaret Geliştirme Ödemeleri	0,368	0,81	0,994
Sevk Satırı	0,729	0,001	0,994
Artık koli ile sevkiyat	0,84	0,00	0,997
Vade Günü	0,33	0,106	0,996

* durbin-watson katsayısı : 1,643

⁸¹ J. Sharma, Mithun ve Jin, Yu Song, “Stepwise regression data envelopment analysis for variable reduction” Applied Mathematics and Computation, s. 253, (2015): 128

⁸² Lewin, Arie Y., “Evaluating the Administrative Efficiency of Courts” Omega, c. 10, s. 4 (1982): 406

⁸³ B. Golany ve Y. Roll, **age**, 242.

Tablo 5.3'te gösterilen regresyon analizi sonucuna göre “Ticaret Geliştirme Ödemeleri” ve “Vade Günü” değişkenleri, hedef çıktı olan “Brüt Satış” ile düşük korelasyon değerlerine sahiptir ve modele dahil olduklarında Adjusted R-square değerini artırmamaktadırlar. Adjusted R-square değeri (Düzeltilmiş R-kare) bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklama gücünü ifade ettiğinden modele katılan her bir değişkenin bu değeri artırması gerekmektedir. Bu değeri artıramayan değişkenin modeli açıklamaya yardımcı olmadığı sonucu çıkar ve bu doğrultuda modelden çıkarılır. Tablo 5.3'teki analiz sonucuna göre de “Ticaret Geliştirme Ödemeleri” ve “Vade Günü” değişkenleri hem hedef çıktı ile zayıf korelasyon gösterdiklerinden hem de modelin açıklama gücüne bir katkı sunmadıklarından bu değişkenlerin modelden çıkarılması gerekmektedir. Tablo 5.4'te bu değişkenler modelden çıkarıldıktan sonra aynı metodlarla tekrar yapılan regresyon analizinin sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 5.4: İstatistiki Eleme Sonrası Kalan Değişkenlerin Regresyon Analizi Sonucu*

Değişkenler	Brüt Satış İle Pearson Korelasyon Değeri	Korelasyonun Significance Değerleri	Adjusted R-Square Değerleri
Brüt Satış	1,00		
Kredi limiti	0,871	0,00	0,742
Koşulsuz Ödemeler	0,891	0,00	0,763
Promosyon İskontoları	0,578	0,01	0,926
Mağaza içi Promosyon Ödemeleri	0,884	0,00	0,968
Sevk Satırı	0,729	0,001	0,975
Artık koli ile sevkiyat	0,840	0,00	0,993

*durbin-watson katsayısı : 1,840

Bu durumda uygulamada kullanılacak sonuç değişkenleri aşağıdaki gibidir;

Brüt Satış (Çıktı)	Kredi Limiti (Girdi)
	Koşulsuz Ödemeler (Girdi)
	Promosyon İskontoları (Girdi)
	Mağaza içi Promosyon Ödemeleri (Girdi)
	Sevk Satırı (Girdi)
	Artık Koli ile Sevkiyat (Girdi)

1 çıktı, 6 girdi ile toplamda 7 değişken bulunmaktadır.

W. F. Bowlin ⁸⁴ ve T. R. Nunamaker’a ⁸⁵ göre girdi ve çıktı sayısının üç katı kadar karar verme birimi seçilmelidir. Başlangıç karar verme birimlerinin sayısı 16 olduğundan 5 yeni karar verme birimi daha uygulamaya dahil edilmelidir. Satış kanallarına göre temsil koşulu terkedilmeyeceğinden 1 Distribütör, 1 Yerel Zincir Market, 1 Toptan Market, 2 Ulusal Zincir Market seçilecektir. Tablo 5.5’te uygulama için seçilen X firmasının müşterilerinin değişkenlerine ait değerleri görülmektedir. Bu tablodaki değerlerden brüt satış, kredi limiti, koşulsuz ödemeler, promosyon iskontoları, mağaza içi promosyon ödemeleri TL cinsinden; sevk satırı ve artık koli ile sevkiyat ise adet olarak ifade edilmiştir. Bu değişkenlerin tamamı karar verici değişkenlerdir.

Tablo 5.5’te müşterilere ait bilgiler X firmasının gizlilik ile ilgili kısıtlamaları gerekçesiyle oranlı olarak sunulabilmiştir. TL cinsinden olan değerler içindeki en küçük değer olan “I” müşterisinin “Koşulsuz Ödemeler”i “1” değeri ile ifade edilmiş, diğer TL cinsindeki değerler bu değerın oranları olarak ifade edilmiştir. Adet cinsinden ifade edilen değişkenlerde de aynı şekilde en küçük adet olan “T” müşterisinin “Sevk Satırı” adeti 1 olarak ifade edilmiş, diğer müşterilerin sevk satırları ve artık koli ile sevk edilen koli sayıları buna oranlı olarak verilmiştir. Her

⁸⁴ W.F Bowlin, (1998) Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). Journal of Cost Analysis 7, 3-27’den aktaran Joseph Sarkis, Preparing Your Data for DEA (2002), 2.

⁸⁵ T.R. Nunamaker, “Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation.” Managerial and Decision Economics, c.6 s.1: 50-58’den aktaran The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **age**, 23.

ne kadar Tablo 5.5’te değerler oranlı olarak ifade edilmiş olsa da veri zarflama analizi uygulaması gerçek değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar gerçek değerlerden elde edildiği şekilde sunulmuştur.

Tablo 5.5: X Firması Müşterilerinin Uygulamada Kullanılacak Değişkenlerine Dair Değerler*

Müşteri	Kanal	Brüt Satış (TL)	Kredi limiti (TL)	Sevk Satın(Adet)	Artık Koli ile Sevkiyat (Adet)	Koşulsuz Ödemeler (TL)	Promosyon İskontoları (TL)	Mağaza İçi Promosyon Ödemeleri (TL)
A	Distribütör	5.213,87	624,57	3,88	11,35	445,29	108,80	591,08
B	UZM	9.033,05	3.955,6	82,84	246,14	1.131,9	179,71	2.195,50
C	Distribütör	6.173,07	582,93	3,79	10,92	558,18	241,57	779,04
D	UZM	23.284,9	11.658	115,86	468,66	4.974,7	1.612,64	4.320,44
E	Distribütör	9.427,95	832,76	2,96	7,51	799,66	1.090,12	797,50
F	İndirim Marketi	6.902,98	3.539,2	9,05	36,31	971,12	463,13	847,47
G	Toptan Market	5.148,49	1.040,9	71,25	139,80	766,90	717,21	454,80
H	UZM	4.119,17	1.040,9	6,67	27,13	523,38	425,63	557,81
I	İndirim Marketi	10.431,0	208,19	12,67	82,25	1	3.662,04	20,82
J	UZM	2.402,76	416,38	27,24	74,29	384,06	256,53	335,36
K	YZM	3.328,05	624,57	10,96	50,81	231,39	418,70	346,47
L	YZM	777,79	52,05	1,72	8,93	50,08	65,92	30,17
M	Parfümeri Market	2.076,89	624,57	2,82	28,27	155,00	275,79	220,78
N	YZM	1.219,39	208,19	2,10	13,07	129,29	83,56	53,90
O	Toptan Market	368,93	104,09	1,21	6,53	42,98	22,48	6,40

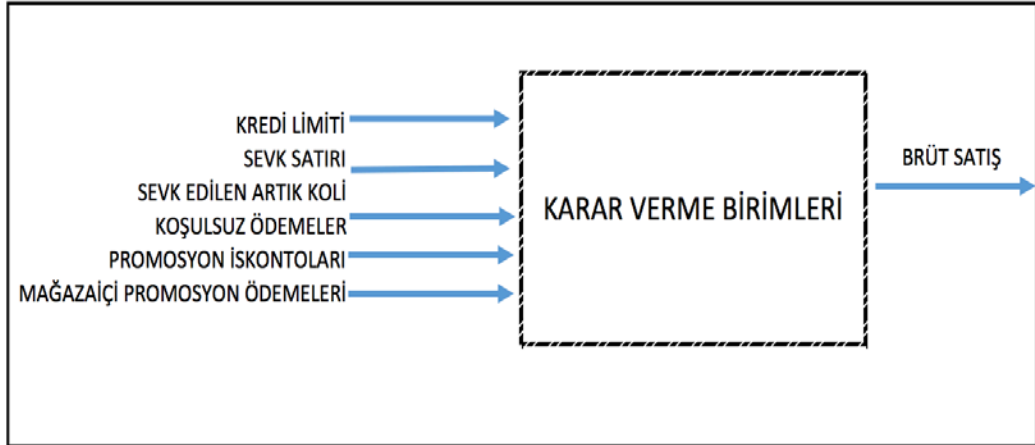
P	Parfümeri Market	2.126,89	624,57	1,00	14,04	105,46	337,95	222,21
R	Toptan Market	6.901,32	1.249,14	2,93	12,79	795,45	1.139,87	74,98
S	Distribütör	2.650,01	260,24	2,10	5,17	223,14	117,58	263,09
T	YZM	968,92	208,19	1	6,91	9,80	173,00	100,63
U	UZM	973,47	208,19	13,47	35,23	83,93	152,64	53,29
V	UZM	163,91	52,05	2,81	13,08	9,66	30,32	8,07

Tablo 5.5– devam

* Gizlilik gerekçesiyle tüm değerler tablodaki en küçük değerler olan işaretli değerlerin katları şeklinde verilmiştir.

5.7 Veri Zarflama Analizi

Uygulama için nihai model Şekil 5.3’deki gibidir. Kredi limiti, sevk satırı, sevk edilen artık koli, koşulsuz ödemeler, promosyon iskontoları, mağazaiçi promosyon ödemeleri girdi olarak karar verme birimleri tarafından kullanılarak “Brüt Satış” çıktısına dönüştürülecektir.



Şekil 5.3: Uygulamanın Modeli

Analiz için Queensland Üniversitesi, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, tarafından hazırlanan DEAP V2.1 (A Data Envelopment Analysis (Computer) Program) yazılımı kullanılmıştır.⁸⁶

X firması'nın müşterileri ile yürüttüğü satış operasyonları için ölçek ekonomisi söz konusu olduğundan (Ticaret söz konusu olduğundan müşteriye verilen iskontolar, geri ödemeler, kredi limitleri vb. imkanlardaki bir birimlik artış çıktıda bir birimden daha yüksek bir artış getirecektir.) VZA yöntemlerinden BCC modeli kullanılacaktır. Oluşan çıktının herhangi bir şekilde girdi olarak kullanıldığı ileri bir süreç incelenmediğinden tek aşamalı VZA uygulanacaktır.

Analize başlarken yazılımın girdi dosyasına işlenen bilgiler aşağıdaki gibidir;

- Karar verme birimi sayısı : 21
- Dönem sayısı : 1
- Çıktı Sayısı : 1
- Girdi Sayısı : 6
- Odak : Girdi Odaklı
- Getiri Modeli : Ölçeğe Göre Değişken Getiri
- Yöntem : Tek Aşamalı VZA

Analiz sonucunda elde edilen teknik etkinlik skorları Tablo 5.6'da belirtilmiştir.

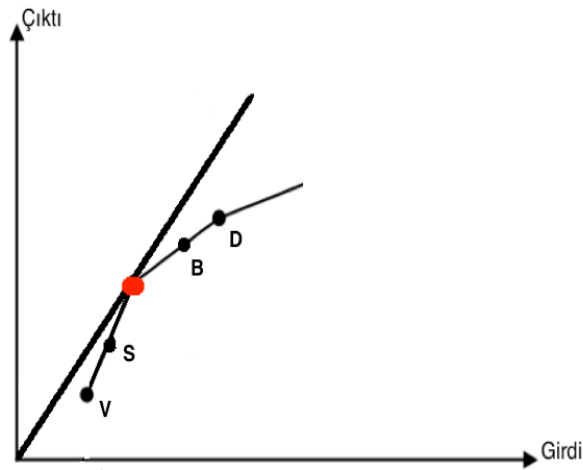
⁸⁶ "DEAP V2.1, A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php> [22.05.16]

Tablo 5.6: Karar Verme Birimlerinin Teknik Etkinlik Skorları

Karar Birimi	Verme	CRS Teknik Etkinlik Skoru	VRS Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinliği	Getiri Ölçeği
A		1,000	1,000	1,000	
B		0,807	1,000	0,807	azalan getiri ölçeği
C		1,000	1,000	1,000	
D		0,468	1,000	0,468	azalan getiri ölçeği
E		1,000	1,000	1,000	
F		0,694	0,815	0,851	azalan getiri ölçeği
G		0,681	0,681	0,999	azalan getiri ölçeği
H		0,592	0,593	0,997	artan getiri ölçeği
I		1,000	1,000	1,000	
J		0,657	0,658	0,998	azalan getiri ölçeği
K		0,774	0,777	0,995	artan getiri ölçeği
L		1,000	1,000	1,000	
M		0,764	0,801	0,953	artan getiri ölçeği
N		0,777	0,784	0,991	artan getiri ölçeği
O		1,000	1,000	1,000	
P		1,000	1,000	1,000	
R		1,000	1,000	1,000	
S		0,805	1,000	0,805	artan getiri ölçeği
T		1,000	1,000	1,000	
U		0,726	0,753	0,963	artan getiri ölçeği
V		0,731	1,000	0,731	artan getiri ölçeği
Ortalama		0,832	0,898	0,931	

21 karar verme birimi içinden A, B, C, D, E, I, L, O, P, R, S, T ve V karar verme birimleri teknik etkinken F, G, H, J, K, M, N, U karar verme birimleri teknik etkin değildir. F, G, H, J, K, M, N, U karar verme birimlerinin etkinsizlikleri hem operasyondan hem ölçekten kaynaklıdır.

B, D, S, V karar verme birimleri teknik etkinken, ölçek yönünden incelendiklerinde etkin ölçekte çalışmamaktadırlar. B ve D ölçek yönünden de etkin hale gelebilmek için daha küçük ölçekte çalışmalı; S ve V ölçek yönünden etkin hale gelebilmek için daha büyük ölçekte çalışmalıdır. B, D, S, V karar verme birimleri Şekil 5.4'te tüm girdileri bir girdi olarak düşünüp, 1 girdi-1 çıktı varsayımında oluşturulan bir grafik üzerinde temsili olarak görselleştirilmiştir. Şekil 5.4'teki kırmızı işaretli bölge ise hem teknik hem de ölçek yönünden etkin karar verme birimlerini temsil etmektedir. Bu nokta ile temsil edilen karar verme birimleri de A, C, E, I, L, O, P ve T'dir.



Şekil 5.4: Teknik Etkin Olup Ölçek Yönünden Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri Ve Getiri Ölçekleri

Etkin olmayan karar verme birimleri, etkin hale gelebilmek için, girdilerini hesaplanan teknik etkinlik skorlarıyla çarpımı seviyesinde tutarken, aynı çıktı seviyesini korumalıdır. Bazı karar verme birimlerinde girdiler bu seviyeye çekildikten sonra bile artık girdiler kalabilir.⁸⁷ X firması uygulamasında da bazı karar verme birimlerinde artık girdiler söz konusudur. Tablo 5.7'de karar verme birimlerine göre artık girdiler gösterilmiştir.

⁸⁷ Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking : Data Envelopment Analysis with Spreadsheets**, 2. bs. (New York, Springer, 2008) ,13.

Tablo 5.7: Karar Verme Birimlerine Göre Artık Girdi Miktarları*

Müşteri	Kredi limiti (TL)	Sevk Satırı(Adet)	Artık Koli ile Sevkiyat (Adet)	Koşulsuz Ödemeler (TL)	Promosyon İskontoları (TL)	Mağaza İçi Promosyon Ödemeleri (TL)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	190	12	67	18	0	0
G	0	225	411	4	0	0
H	14	4	21	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
J	0	76	187	4	0	0
K	12	27	125	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0
M	20	0	59	0	0	0
N	0	1	15	1	0	0
O	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0
U	2	42	87	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
Ortalama	11	18	46	1	0	0

* Gizlilik gerekçesiyle tüm değerler tablodaki en küçük değerler olan işaretli değerlerin katları şeklinde verilmiştir.

Sonuç olarak tüm karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmesi için çıktı miktarlarını sabit tutarak, en fazla Tablo 5.8’de belirtildiği kadar girdi kullanması gerekmektedir.

Tablo 5.8: Tüm Karar Verme Birimleri İçin Hedef Girdi Kullanım Miktarları*

Müşteri	Kredi limiti (TL)	Sevk Satırı(Adet)	Artık Koli ile Sevkiyat (Adet)	Koşulsuz Ödemeler (TL)	Promosyon İskontoları (TL)	Mağaza İçi Promosyon Ödemeleri (TL)
A	625	4	11	445	109	591
B	4580	83	246	1340	180	2196
C	583	4	11	558	242	779
D	11659	116	469	4975	1613	4321
E	833	3	8	800	1090	798
F	816	5	16	592	377	690
G	709	3	12	479	489	310
H	466	3	12	311	253	331
I	208	13	82	1	3662	21
J	274	3	11	212	169	221
K	358	3	14	180	325	269
L	52	2	9	71	66	30
M	280	2	11	124	221	177
N	163	1	7	91	66	42
O	104	1	7	43	22	6
P	625	1	14	105	338	222
R	1249	3	13	795	1140	75
S	364	2	6	223	118	263
T	260	1	7	10	173	101
U	134	2	9	63	115	40
V	52	3	13	10	30	8

* Gizlilik gerekçesiyle tüm değerler tablodaki en küçük değerler olan işaretli değerlerin katları şeklinde verilmiştir.

Tüm karar verme birimleri için veri zarflama analizi tarafından önerilen bu iyileştirmelerde referans setleri, yani eş örnekler baz alınır.^{88 89} Etkin olmayan karar verme birimleri etkin hale gelebilmek için kendilerine en benzer etkin karar verme birimlerini (bazen sadece tek bir etkin karar verme birimini) örnek almalıdır. Tablo 5.9’da her bir karar verme birimi için eş örnekler gösterilmiştir.

Tablo 5.9: Karar Verme Birimlerinin Eş Örnekleri ve Eş Örnek Olma Sayıları

Müşteri	Eş Örnek	Eş Örnek	Eş Örnek	Eş Örnek	Eş Örnek	Eş Örnek Olma Sayısı
A	A					8
B	B					0
C	C					0
D	D					1
E	E					1
F	E	D	A			0
G	R	L	I	A		0
H	A	R	I	O		0
I	I					6
J	A	L	R	I		0
K	T	V	A	I		0
L	L					3
M	A	T	V	I	O	0
N	A	O	R	L		0
O	O					4
P	P					0
R	R					4

⁸⁸ W. Rödder, E. Reucher, “Advanced X-efficiencies for CCR- and BCC-models – towards Peer-based DEA controlling”, *European Journal of Operational Research*, c. 219 (2012): 468.

⁸⁹ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, *age*, 7.

S	S					0
T	T					2
U	A	V	O	I		0
V	V					3

Tablo 5.9- devam

Tablo 5.9’da görüldüğü üzere “A” Karar Verme Birimi, 8 kez eş örnek olarak, incelenen karar verme birimleri arasında, etkin olmayan örneklerin en çok örnek aldığı karar verme birimi olmuştur. Bu yüzden tüm incelenen örnekler içinde A karar verme birimi en etkin ve en çok örnek alınması gereken karar verme birimidir.

6. SONUÇ

Etkin çalışmayan her süreç ek bir maliyet anlamına geldiğinden, etkinsizliğe sebep olan tüm durumlar için düzeltici aksiyonlar alınmalı ve süreçten mümkün olan en düşük girdilerle en yüksek çıktılar alınması amaçlanmalıdır. Organizasyonlardaki karar verme birimlerinin belli konular için belli sabit hedeflere gitmesi (belli bir satış hedefinin üzerinde satmak, belli bir lojistik maliyetin üstüne çıkmamak vb.) önemlidir ancak yeterli değildir. Bir ileri adım olarak organizasyonlardaki karar verme birimlerinin birbirleriyle de karşılaştırılması, söz konusu organizasyonun eksik yanlarını ve gelişim alanlarını görebilmesi açısından önemli bir gerekliliktir.

Hızlı tüketim sektörü gibi çok fazla işletmenin birbiriyle rekabet ettiği sektörlerde sadece satış faaliyetlerini artırmaya çalışmak rekabet ortamında ayakta kalabilmek için yeterli değildir. Perakendecilerin raflarında yer alabilmek için, reklam mecralarında yer bulabilmek için, ürün promosyonlarını müşteriye ulaştırabilmek için, dağıtım kanallarını mümkün olduğu kadar genişletebilmek için etkin olmayan tüm süreçlerin etkinlik seviyesini gerekli değerlere ulaştırmak gerekmektedir.

Bu gerekliliklerden yola çıkarak, uygulama kısmında bir hızlı tüketim üreticisinin ticari müşterileri inceleme birimleri olarak seçilmiş ve veri zarflama analizi uygulanarak bu birimlerin göreceli etkinlik skorları hesaplanmıştır. Üreticiler, müşterilerine satış yapabilmek için, ticari iskontolar ve geri ödemeler sunmakta, ürünlerine müşterilerinin raflarına ulaştırabilmek için ise lojistik harcamalar yapmaktadırlar. Daha yaygın satış ağına sahip ticari müşteriler, genellikle yüksek alım yaparlar ancak daha talepkârlardır. Büyümekte olan perakendeciler ise genellikle daha düşük hacimde alım yaparlar ve daha işbirlikçi olurlar ancak ölçekten kaynaklı verimsizliklere (düşük sevk hacmi, sevk aracını dolduramama gibi) sahiptirler. Bunlar dışında indirim marketleri, distribütör marketler, toptan marketler gibi çeşitli dağıtım kanalları vardır ve her biri birbirlerinden farklı müşteri profili çizerler.

Bir müşteri, bir değişkene göre incelendiğinde çok etkin görünebilirken, başka bir değişkene göre incelendiğinde etkinliğinin çok düşük olduğu görülebilir. İşte bu

noktada bütüncül etkinliğin irdelenmesi ve etkin olmayan birimlere gelişim aksiyonları sunulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Veri zarflama analizi için başlangıç olarak 23 değişken belirlenmiş ve 16 ticari müşteri için bu değişkenlerin 2015 yılına ait verileri toplanmıştır. 23 başlangıç değişkeni öncelikle yargısal bir elemekten geçirilmiş ve değişken sayısı 9'a düşürülmüştür. Daha sonra bu 9 değişken stepwise metodu ile %95 güven aralığında regresyon analizine tabi tutulmuştur. 9 değişkenden 2'si hedef çıktı olan brüt satış ile zayıf korelasyon göstermiş ve analize dahil edildiklerinde düzeltilmiş R-kare değerini düşürmüşlerdir. Bu 2 değişken de istatistiki yolla elendikten sonra analiz aşağıdaki 7 değişken ile yapılmıştır.

- Brüt Satış (Çıktı)
- Kredi Limiti (Girdi)
- Koşulsuz Ödemeler (Girdi)
- Promosyon İskontoları (Girdi)
- Mağaza içi Promosyon Ödemeleri (Girdi)
- Sevk Satırı (Girdi)
- Artık Koli ile Sevkiyat (Girdi)

Değişken sayısı-Karar verme birimi sayısı arasındaki ilişki nedeniyle başlangıçta 5-6 değişken ile çalışılacağı düşünüldü 16 olarak belirlenen karar verme birimi sayısı 21 olarak değiştirilmiştir. Eklenen 5 yeni karar verme birimi farklı dağıtım kanallarından dengeli olarak seçilmiştir.

BCC modeli çerçevesinde (Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında) , girdi odaklı olarak gerçekleştirilen analiz sonucunda 21 karar verme biriminin 13'ü teknik etkin çıkarken, 8'i teknik etkin çıkmamıştır. Toplam etkinlik (teknik etkinlik X ölçek etkinliği) skoruna göre incelendiğinde ise 9 karar verme birimi toplam etkin olarak gözlenmiştir.

Etkin ölçekte çalışmayan 12 karar verme biriminden 5 tanesi azalan getiri ölçeğinde, 7 tanesi artan getiri ölçeğinde çalışmaktadır. Artan getiri ölçeğinde çalışanlar ölçek etkin olabilmek için ölçek dışı kaynaklı etkinsizliklerini giderdikten sonra ölçeğini büyütmeli, azalan getiri ölçeğinde çalışanlar ölçek dışı kaynaklı etkinsizliklerini giderdikten sonra ölçeğini küçültmelidir.

Etkin olmayan 8 karar verme biriminin, teknik etkinlik skorları uyarınca tüm girdilerini oranlı olarak azaltsalar dahi yine de teknik etkin olamadıkları, bu azaltmaya ek olara artık girdilerini de gidermeleri gerektiği tespit edilmiştir.

Eş örnekler yönünden incelendiğinde de etkin olan örneklerden A karar verme biriminin 8 kere, I karar verme biriminin 6 kere, O ve R karar verme birimlerinin 4 kere, L ve V karar verme birimlerinin 3 kere, T karar verme biriminin 2 kere, D ve E karar verme birimlerinin ise 1 kere eş örnek oldukları görülmüştür. Bu durumda bir distribütör müşterisi olan A karar verme biriminin en etkin karar verme birimi olduğuna karar verilmiştir. A karar verme birimi etkin olmayan 8 karar verme biriminin de etkin olmak için örnek alabilecekleri bir karar verme birimidir.

Tüm karar verme birimlerinin etkin olabilmesi için, mevcut çıktılarını sabit tutarak, girdilerini hangi seviyeye getirmelere gerektiği ayrıca ifade edilmiştir.

Nicel bir araştırma olan bu araştırma, veri zarflama analizi kullanılarak, bir hızlı tüketim firmasının etkin olmayan süreçlerinden kaynaklı ek maliyetlerinin azaltılması için bir öneri niteliğindedir.

KAYNAKÇA

- Afonso, António, Ludger Schuknecht, Vito Tanzi, **“Public Sector Efficiency Evidence For New Eu Member States And Emerging Markets”** (Ön Rapor, European Central Bank Working Paper Series, s. 581, (2006)
- Alt, Moniká-Anetta, **“Measuring Romanian Large Fmcg Retail Chains Efficiency During The Period Economic Crisis Between 2006-2011”**, c.58, s.1 (2013)
- Baysal, Mehmet Emin, Bilal Toklu, **“Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi”**, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, c.6, s.2 (2001)
- Behdioğlu, Sema ve Özcan, Gözde **“Veri Zarflama Analizi Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”**, Suleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, c.14, s.13 (2009)
- Bowlin, W.F. (1998) Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). Journal of Cost Analysis 7, 3-27'den aktaran Joseph Sarkis, **Preparing Your Data for DEA** (2002)
- Charnes, A., W.W Cooper, E. Rhodes, **“Measuring the Efficiency of Decision-Making Units”**, European Journal of Operational Research, c. 2, s. 6 (1978)
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2. bs. (New York, Springer, 2011)
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**, 2. bs. (New York, Springer, 2006)
- Cubbin, John, George Tzanidakis, **“Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry”**, Utilities Policy, c.7, (1998)
- “DEAP V2.1, A Data Envelopment Analysis (Computer) Program”**,
<http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php> [22.05.16]
- Debreu, Gerard. “The Coefficient of Resource Utilization”, *Econometrica*, c. 19, s. 273-292 (1951)'den aktaran Erol H. Çakmak, Hasan Dudu, Nadir Öcal, **Türk Tarım sektöründe etkinlik : Yöntem ve Hanehalkı Düzeyinde Nicel Analiz**, 1. bs. (Ankara, Tepav, 2008)
- Dinçer, S. Erdal. **“Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve IMKB Üzerine Bir Uygulama”** Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, c. 25, s. 2 (2008)
- Dyson, R.G., ve diğ., **“Pitfalls and protocols in DEA”**, European Journal of Operational Research c.132 (2001)

- Farrell, M.J. **“The Measurement of Productive Efficiency”**, Journal of the Royal Statistical Society, c. 120, s.3 (1957)
- Färe, Rolf, Shawna Grosskopf, C.A. Knox Lovell, **The Measurement of Efficiency of Production**, 1. bs, (Springer, New York, 1985)
- Fried, Harold O., C. A. Knox Lovell, Shelton S. Schmidt, **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**, 1. bs. (New York, Oxford University Press, 2008)
- Golany B., Y. Roll, **“An Application Procedure for DEA”** Omega, c. 17, s. 3 (1989)
- Gülcü, Aslan. ve diğ., **“Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi”**, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, c. 5, s. 2 (2004)
- Güner, Samet. **“Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi Ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama”**, Alphanumeric Journal, c.3, s.2 (2015)
- Heidari, Mohammad Davoud, Mahmoud Omid, Ali Mohammadi, **“Measuring productive efficiency of horticultural greenhouses in Iran: A data envelopment analysis approach”**, Expert Systems with Applications, c.39, s.1 (2012)
- Horngren, Charles T., Srikant M. Datari, Madhav V. Rajan, **Cost Accounting : A Managerial Emphasis**, 14. bs. (New Jersey, Pearson, 2012)
- “How Data Envelopment Analysis Works”**, Banxia Frontier Analyst,
<http://www.banxia.com/frontier/resources/how-data-envelopment-analysis-works/> [05.03.16]
- Iglesias, Guillermo, Pablo Castellanos, Amparo Seijas, **“Measurement of productive efficiency with frontier methods: A case study for wind farms”**, Energy Economics c.32 (2010)
- Kao, Chiang, Shih-Nan Hwang, “Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan”, European Journal of Operational Research, c.185 (2008): 420’den aktaran Samet Güner, **“Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi Ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama”**, Alphanumeric Journal, c.3, s.2 (2015)
- Koopmans, T.C. “Activity analysis of Production and Collocation”, John Wiley end Sons Inc., New York (1951)’den aktaran Fikret Şinasi Kazancıoğlu, **“Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesinin Performans Değerlendirmesi”**, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der, c. 27, s. 1 (2012)
- KPMG Türkiye, **Küresel Üretim Sektörünün Geleceğine Bakış Mücadeleye hazırlık: Üreticiler dönüşüme hazırlanıyor** (2016)
- Lewin, Arie Y., **“Evaluating the Administrative Efficiency of Courts”** Omega, c. 10, s. 4 (1982)
- Madhanagopal, R., R. Chandrasekaran, **“Selecting Appropriate Variables for DEA Using Genetic Algorithm (GA) Search Procedure”** International Journal of Data Envelopment Analysis and Operations Research, c.1, s.2 (2014)

- Nunamaker, T.R. “Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation.” Managerial and Decision Economics, c.6 s.1: 50-58’den aktaran The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **“Data Envelopment Analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery”** (Rapor, Australian Government Publishing Service, 1997)
- Oruç, Kenan Oğuzhan. **“Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri Ve Üniversitelerde Bir Uygulama”** (Doktora Tezi, T.C Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, 2008)
- Ray, Subhash C. **“Comparing Input- and Output-Oriented Measures of Technical Efficiency to Determine Local Returns to Scale in DEA Models”**, Department of Economics Working Paper Series, (2008)
- Rödder, W., E. Reucher, **“Advanced X-efficiencies for CCR- and BCC-models – towards Peer-based DEA controlling”**, [European Journal of Operational Research](#), c. 219 (2012)
- Sharma, Mithun J. ve Jin,Yu Song, **“Stepwise regression data envelopment analysis for variable reduction”** Applied Mathematics and Computation, s. 253, (2015)
- The Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, **“Data Envelopment Analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery”** (Rapor, Australian Government Publishing Service, 1997)
- Ulucan, Aydın. **“ISO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri Ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler”**, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, c. 57, s.2
- Yükçü, Süleyman. **“Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”**, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, c. 23, s. 4 (2009)
- Zhu, Joe., **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking : Data Envelopment Analysis with Spreadsheets**, 2. bs. (New York, Springer, 2008)