

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK
ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANELERİNİN
PERFORMANSLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Selim ONARAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2006
ANKARA**

Selim ONARAN tarafından hazırlanan VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANELERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Prof.Dr.Bilal TOKLU

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet EROĞLU

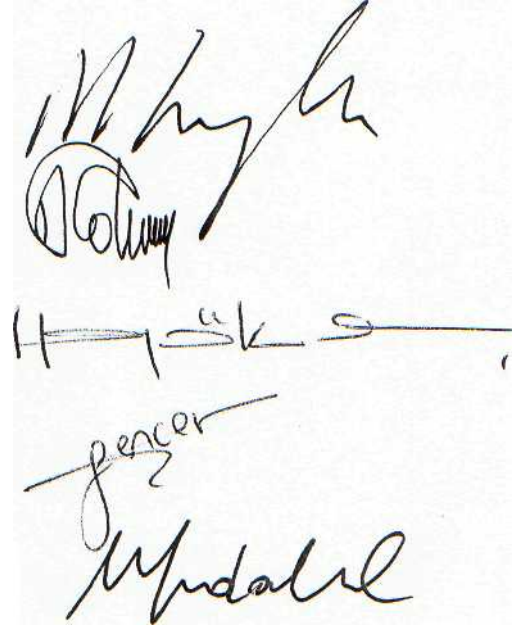
Üye : Prof. Dr. Bilal TOKLU

Üye : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

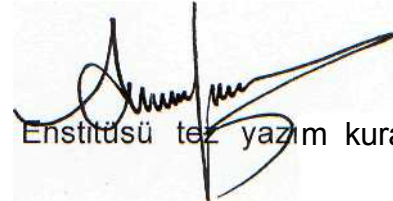
Üye : Doç. Dr. Çevriye GENCER

Üye : Y. Doç. Dr. Mustafa YURDAKUL

Tarih : 25/04/2006



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Selim ONARAN

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK ÜNİVERSİTE
KÜTÜPHANELERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Selim ONARAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Nisan 2006**

ÖZET

Veri Zarflama Analizi (VZA), doğrusal programlamanın özel bir uygulama şekli olup, aynı amaç ve hedeflere sahip işletmelerin göreceli olarak verimliliğini ölçmede kullanılmaktadır. VZA' nin uygulama alanları; hastaneler, bankalar, mahkemeler ve okullar vb. kurumlardır. Bu tür uygulamalarda, her bir hastane, banka, mahkeme veya okul var olduğu sistem içinde yer alan, benzer birimlerle karşılaştırılarak göreceli etkinlikler belirlenebilmektedir. Bu tezde DEAP Version 2.1 programı kullanılarak etkinlikler hesaplanmıştır.

Bu tezin amacı üniversite kütüphanelerinin göreceli performansını ölçmektir.

Bilim Kodu : 906.1.148
Anahtar Kelimeler : Kütüphane, veri zarflama analizi, performans
Sayfa Adedi : 83
Tez Yöneticisi : Prof.Dr. Bilal TOKLU

**PERFORMANCE EVALUATION OF UNIVERSITY LIBRARIES USING
DATA ENVELOPMENT ANALYSIS
(M.Sc. Thesis)**

Selim ONARAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
April 2006**

ABSTRACT

Data envelopment analysis (DEA) is an application of linear programming that has been used to measure the relative efficiency of operating units with the same goals and objectives. Applications of DEA have measured the relative efficiencies of hospitals, banks, courts, schools and so on. In these applications, the performance of each institution or organization was measured relative to the performance of all operating with in the same system. The program DEAP Version 2.1 have used to evaluate the efficiency of units in this thesis.

The goal of this thesis is measure the relative performance of university libraries.

Science Code : 906.1.148
Key Words : Library, data envelopment analysis, performance
Page Number : 83
Adviser : Prof.Dr. Bilal TOKLU

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. Bilal TOKLU' ya , manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANELERİ	3
2.1. Tarihsel Gelişim	3
2.2. Koleksiyon (Derme)	4
2.3. Personel	5
2.4. Bütçe	6
2.5. Teknik Hizmetler	7
2.6. Bilgisayar Kullanımı	7
2.7. Kütüphanelerarası İşbirliği	8
3. PERFORMANS KAVRAMI	10
3.1. Performans, Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramları	10
3.2. Performans Yönetimi	11
3.3. Performans Denetimi	13
3.4. Performans Ölçüm Modelleri	16
3.4.1. Oran analizi	17
3.4.2. Parametrel yöntemler	17

Sayfa

3.4.3. Parametresiz yöntemler	18
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	20
4.1. Veri Zarflama Analizinin Genel Açıklaması	20
4.2. Literatür İncelemesi	22
4.3. VZA' nın Kullanım Alanları	24
4.4. VZA'nın Uygulanma Aşamaları	25
4.4.1. Karar birimlerinin seçimi	25
4.4.2. Girdi ve çıktıların seçimi	26
4.4.3. Verilerin güvenilirliği	26
4.4.4. Görel verimliliğin ölçülmesi	27
4.4.5. Verimlilik değerleri	27
4.4.6. Başvuru grupları	27
4.4.7. Verimli olmayan karar birimleri için hedef belirlenmesi	28
4.4.8. Sonuçların değerlendirilmesi	28
4.5. VZA'nın Uygulanmasındaki Amaçlar	28
4.6. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri	29
4.7. VZA Yazılımları	31
5. VZA' NIN MATEMATİKSEL MODELLERİ	32
5.1. Girdiye Yönelik VZA Modelleri	32
5.1.1. Oransal VZA modeli	32
5.1.2. Ağırlıklı VZA modeli	36
5.1.3. VZA' nın zarflama modeli	38

Sayfa

5.2. Çıktıya Yönelik VZA Modelleri	41
5.2.1. Oransal VZA modeli	41
5.2.2. Ağırlıklı VZA modeli	44
5.2.3. Zarflama VZA modeli	45
6. TÜRKİYE'DEKİ DEVLET ÜNİVERSİTESİ KÜTÜPHANELERİNDE VZA UYGULAMASI	49
6.1. Amaç	49
6.2. Yöntem	49
6.3. Karar birimlerinin seçimi	50
6.4. Değişken seçimi	50
6.5. VZA'nin uygulanması	51
7. SONUÇ	60
KAYNAKLAR	63
EKLER	66
EK-1 Üniversite kütüphaneleri için VZA uygulamasında kullanılan değişkenler ve değerleri	67
EK-2 Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAPVersion2.1 çıktıları	68
ÖZGEÇMİŞ	83

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Performans ölçüm yöntemlerinin kıyaslanması.....	19
Çizelge 6.1. Karar verme birimleri.....	50
Çizelge 6.2. Üniversite kütüphaneleri için girdiye yönelik VZA için çözümler.....	52
Çizelge 6.3. Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler.....	54
Çizelge 6.4. Referans kümeleri ve sayıları.....	60
Çizelge 6.5 CCR ve BCC modellerine göre etkinlikler ile ölçek etkinliği.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
VZA	Veri Zarflama Analizi
KVB	Karar Verme Birimleri
PYS	Performans Yönetim Sistemi
CCR	Charnes , Cooper ve Rhodes
BBC	Banker, Charnes ve Cooper
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
LP	Lineer Programlama

1. GİRİŞ

İşletmelerin performanslarının belirlenebilmesi gerek işletme yönetimi gerekse yatırımcılar açısından önemlidir. Ancak, tek bir kriterle işletmelerin performanslarının ölçülmesi mümkün değildir. İşletmelerin farklı zaman periyotlarını ve farklı yönetsel düzeyleri içeren, dolayısıyla girdi çıktı kombinasyonları farklı olan işlev ve hedefleri vardır. Kısa vadede karlılığı çok iyi olan bir işletme uzun dönemde yanlış pazarlama politikaları nedeniyle kötü bir performans sergileyebilmektedir. Bu nedenle işletmeler için verimlilik ölçümleri hayati öneme sahiptir.

Veri Zarflama Analizi (VZA) de, doğrusal programlama prensiplerine dayanan, ve literatürde “Karar Verme Birimleri” (KVB) olarak geçip girdiyi çıktıya dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşların görel verimliliğini ölçmek için tasarlanmış olan bir tekniktir. Yöntem ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Kamu kuruluşları için piyasa fiyatları varolmadığından, görel performansın ölçülebilmesi için ağırlıkların belirlenmesi gereklidir. Yöntem, regresyon tekniğinin doğrudan uygulanamadığı çoklu girdi ve çoklu çıktılar içeren ve fiyatların belirsiz olduğu bu gibi üretim ilişkilerinde, girdi ve çıktıların ağırlıklarını (görece önemlerini) belirleyerek, performans karşılaştırılmaları yapılmasına olanak tanır. Gerçekleştirilen ilk VZA uygulamasında (Charnes A., Cooper W., Rhodes E.(1978)), okulların verimliliklerini ölçmek hedeflenmiştir.

VZA bugüne kadar sağlık hizmetleri (hastaneler, doktorlar), eğitim (okullar, üniversiteler), bankalar, imalat sektörü, kıyaslama, yönetim performanslarının değerlendirilmesi, restoranlar, toptancılar, şehirler, kamu kurumları, ve bölgesel gelişme alanlarında görel kaynak kullanımı verimliliği ölçümü yapmak amacıyla uygulanmıştır. Dünyada yaygınlaşan uygulamalara karşılık,

Ülkemizdeki alışmalar genellikle ekonomi ve yöneylem araştırması kongrelerinde sunulan bildirilerle ve sadece sağlık ve bankacılık alanlarında yoğunlaşan uygulamalarla sınırlı kalmıştır.

Tezin ilk bölümünde konuya kısa bir giriş yapılmıştır. Sonraki bölümde Türkiye'deki niversite Kütüphanelerinin yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonraki bölümde VZA'nın temelini oluşturan performans, etkinlik, etkililik ve verimlilik gibi kavramlar incelenerek literatürde yer alan işletmelerin performans ölçümünde kullandıkları modeller incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise Veri Zarflama Analizi yöntemi ele alınmıştır. Bu bölümde VZA'ya ilişkin genel bir açıklama, literatür incelemesi, VZA'nın uygulanması aşamaları ile VZA yönteminin güçlü ve zayıf yönleri incelenmiştir. Beşinci bölümde ise , Veri Zarflama Analizinde kullanılan girdiye ve çıktıya yönelik modeller incelenmiştir. Altıncı bölümde Türkiye'deki Devlet niversitelerine yönelik VZA uygulaması yapılmıştır. Son olarak da sonuç kısmında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANELERİ

2.1. Tarihsel Gelişim

Türkiye'de, yükseköğretim alanındaki tarihsel gelişimi, onun merkezi organı durumunda olması gereken, kütüphanelerin gelişimini de büyük ölçüde etkilemiştir. 1863 yılında kurulan Darülfünunla birlikte 4.000 ciltlik birde kütüphane oluşturulmuştur. 1924 yılında İstanbul Darülfünunu adıyla yeniden örgütlenen yükseköğretim kurumunda ise, kütüphanenin 1925 yılından itibaren kurulmaya başlandığı görülmektedir. Kütüphane 1926 yılından itibaren, Türkiye'de kütüphanecilik alanında İlk eğitimi görmüş Fehmi Elhem Karatay yönetiminde gerek koleksiyon (derme), gerekse hizmetler açısından büyük gelişmeler kaydetmiştir. Bu gelişim İstanbul Darülfünunu yerine kurulan, İstanbul Üniversitesi"nde de devam etmiştir. 1944 yılında kurulan İstanbul Teknik Üniversitesi'nde ve 1946 yılında kurulan Ankara Üniversitesi'nde de İstanbul Üniversitesi'ne benzer kütüphane örgütlenmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu Örgütlenmelerin Özelliği ise, üniversitelere bağlı ve şehrin değişik semtlerine dağılmış fakültelerin her birinde kütüphane kurulmasıdır. Ayrıca fakülte kütüphaneleri dışında, bir çok bölüm, enstitü ve kürsüde de kütüphane kurulması yönüne gidilmiştir. Ancak bu kütüphaneler arasında eşgüdüm sağlanamamıştır. Üniversitelerdeki bu tür kütüphane oluşumları o dönemin klasik Alman Üniversitelerindeki kütüphane örgütlenmesine benzemektedir [1].

1950'lerden sonra ise, Türkiye'de yeni bir üniversite kütüphanesi anlayışı gelişmeye başlamıştır. ODTÜ, Hacettepe ve Boğaziçi gibi belli bir kampus içerisinde örgütlenen üniversitelerle birlikte, üniversitenin bütün fakülte, bölüm ve enstitülerine hizmet verecek merkezi kütüphane anlayışı gelişmeye başlamıştır. Bu da Amerikan ekolünün bir ürünüdür ve ilk başta ABD desteği ile kurulan üniversitelerde oluşturulmaya başlanmıştır. Daha sonra kurulan üniversitelerde ise, üniversitelerin yapısına uygun kütüphaneler oluşturulmaya çalışılmıştır.

Türkiye'de üniversite kütüphanelerinin örgütlenme ve çalışma koşullarını belirlemeye yönelik en önemli girişim ise, 19 Ağustos 1982 tarihinde Yükseköğretim Kurulu'nun aldığı kararla başlatılmıştır. Alınan bu kararda : "Kütüphanelerin merkezi bir kayıt ve yönetim altında toplanması, bir elden yürütülmesi, uzmanlık konularına ait bazı kitapların kayıtlarının merkezde tutulmak şartıyla bölümlerde bulundurulmasına, ayrıca her kütüphanede Atatürk ve Türk inkılâp Tarihine ait kitapların özel olarak, belirli bir yerde toplanarak hizmete sunulması ilkesi yer almaktaydı [1].

Kütüphanelerin değerlendirilmesinde, geleceğe yönelik planların yapılmasında ve hizmetlerin tanımlanmasında standartların büyük önemi vardır. Standartlar üniversite kütüphanelerini bir bütün olarak değerlendirmek için de kullanılır. Onlar kütüphane hizmetlerinin, dermelerin, görevlilerin kadrosunun ve kolaylıkların niteliği yanında, bütçenin büyüklüğüne ve kütüphanenin işleyişindeki önemli başka işlevlere olan ilgiyi yansıtır. Bundan dolayı bazı ülkelerle kurum ve kuruluşlar dermenin büyüklüğü, kadronun genişliği ve bütçenin büyüklüğünü belirleyecek uluslararası Standard saptamaya çalışırken, bazıları ulusal, yerel ve bölgesel standartlar saptamaya çalışırlar. Türkiye'de bütün kütüphanecilik alanlarında olduğu gibi, üniversite kütüphaneciliğine yönelik olarak da, standartlar bulunmamaktadır. Bundan dolayı da, Türkiye'deki üniversite kütüphanelerini değerlendirirken ve yetersizlikleri saptarken, diğer ülkelerin standartlarını göz önünde bulundurmamak zorunda kalmaktayız. Kütüphaneler için çeşitli standartların tespitinde kullanılan temel değerlere aşağıdaki kısımlarda değinilmektedir.

2.2.Koleksiyon (Derme)

Üniversite kütüphanelerinin koleksiyonu, üniversitenin bilimsel çalışmalarla, yükseköğretim politikasına uygun olarak geliştirilmeli ve üniversitede yer alan bilim dallarına hitap edecek bir niteliğe sahip olmalıdır. Bundan dolayı üniversite kütüphanelerindeki bilgi kaynaklarının sayısı, bunların kullanıcı

başına düşen miktarı, güncelliği ve gereksinimleri karşılama oranı belirleyici temel öğelerdir. Üniversite kütüphanelerinin dermelerini değerlendirmek amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde kabul edilen standartlarda, bazı farklılıklar bulunmakla birlikte, genellikle 300 000 ciltlik temel kitap mevcudunun, kullanıcı gereksinimlerinin % 75'ini karşılayabileceği, 600 000 ciltlik kitap mevcuduyla da, üniversitenin kendi ayakları üzerinde durabileceği belirtilmektedir. Belirlenen standartlar, ülkeden ülkeye farklılık göstermekte ve genelde öğrenci sayısına göre bir değerlendirme yapılmaktadır [1].

2.3. Personel

Üniversite kütüphaneleri, dermelerini geliştirmek, düzenlemek ve hizmete sunmak, üniversitenin amaç ve işlevleri doğrultusunda gerekli bilgi hizmetlerini geliştirmek için yeter sayıda ve nitelikle personele sahip olmalıdır. Ayrıca kütüphane personelinin niteliği, hizmetlerin gelişiminde ve örgütlenmesinde temel belirleyici öğe durumundadır. Bundan dolayı personel sayısı, profesyonel kütüphanecinin diğer personele oranı, öğrenci başına düşen kütüphaneci sayısı, hizmetlerin istenilen düzeye çıkartılmasında önemli göstergelerdir. Nitekim Kanada tarafından belirlenen standartlarda, kütüphanede çalışan personelin en az % 31 profesyonel kütüphaneci olmak durumundadır. Ayrıca belirlenen bir başka uluslararası standarda, 300 öğrenciye 1 profesyonel kütüphanecinin düşmesi gerektiği belirtilmektedir. Üniversite kütüphanelerinde çalışan personelin sayısal yetersizliğinin yanında, niteliğine yönelik sorunlar da bulunmaktadır. Hiç kuşkusuz üniversite kütüphanelerinde çalışan kütüphaneciler kütüphanelerde gerçekleştirilen hizmetleri uygulayabilme yeterliliğine sahiptir. Ancak kütüphanecilerin, kütüphanecilik hizmetlerini çağdaş seviyeye çıkarabilecek, enformasyon teknolojilerini kütüphanecilik hizmetlerinde uygulayabilecek, konu uzmanlığını gerektiren hizmetleri verebilecek niteliğe sahip olduğu da söylenemez. Üniversite kütüphanelerinde yeni işe başlayan kütüphaneciler, göreve başladıkları yerde, yeterince tecrübeli kütüphanecilerin

olmamasından dolayı, almış oldukları teorik bilgileri, uygulamaya istenildiği ölçüde yansıtamadıkları gibi, üniversite yöneticileriyle sağlıklı ilişkiler de geliştirememektedirler. Bundan dolayı, kütüphanelerle ilgili kararların çoğunluğu kütüphane dışında verilmekte, kütüphaneci sadece alınan kararları uygulamakla karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca kütüphaneciler, ara eleman yetersizliğinden dolayı, herhangi bir kişinin dahi yapabileceği işi yapmak zorunda kalmaktadır [1].

2.4. Bütçe

Üniversite kütüphanelerinin koleksiyonlarını sürekli güncel tutabilmeleri, dünyadaki bilimsel gelişmeleri yalandan izleyebilmeleri ve kullanıcılarının bilgi gereksinimlerini karşılayabilmeleri için ekonomik desteğin büyük önemi vardır. Bundan dolayı, kütüphane ödeneği belirlenmeden önce üniversitenin amaç ve işlevleri, akademik programın kapsamı, öğretim üye ve öğrencilerin sayısı, diğer kütüphanelerden ne ölçüde yararlanabileceği, kütüphanelerarası işbirliği koşulları ve üniversite bütçesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Üniversite kütüphanelerinin ödeneklerinin belirlenmesine yönelik olarak, uluslararası düzeyde kabul edilen norm, kütüphane ödeneğinin, üniversite bütçesi içerisindeki oranıdır. Bu oran ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, üniversite bütçesinin % 5 ile 10'unun kütüphane harcamaları için ayrılması düşüncesi ağırlık kazanmaktadır. Ancak bu oranın eski üniversite kütüphaneleri için düşünüldüğü, yeni üniversite kütüphanelerinde söz konusu oranın belli bir süre daha yüksek olması gerektiği belirtilmektedir. Üniversite kütüphanelerinin bütçelerinin yetersizliği, gerek koleksiyonun gelişimini, gerekse enformasyon teknolojilerinin kütüphane hizmetlerinde uygulanmasını olumsuz yönde etkilemektedir [1].

2.5. Teknik Hizmetler

Kütüphanecilik uygulama ve hizmetler açısından bir standartlar mesleğidir. Kütüphanecilik hizmetlerinin daha etkin kılınmasında, işbirliği koşullarının yaratılmasında ve kaynak paylaşımının sağlanmasında teknik hizmetlerde uygulanacak kuralların büyük önemi vardır. Bundan dolayı da standartlaşma teknik hizmetlerin temelini oluşturmaktadır. Üniversite kütüphanelerinde, teknik hizmetler alanında, Türkiye'deki diğer kütüphanelere göre, büyük gelişmeler gözlenmekle birlikte, standartlaşma alanındaki çalışmaların istenilen düzeye çıkarıldığı da söylenemez. Kataloglama alanında hemen hemen bütün üniversite kütüphaneleri (Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Kütüphanesi BEKK'nı kullanmaktadır) Anglo-Amerikan Kataloglama Kuralları II'yi (AAKK II) uygulamaktadır. Nitelikli personel yetersizliği ve kütüphanelerin kolaylık sağlamak amacıyla bibliyografik tanımlamalara ilişkin bazı öğeleri dikkate almamakta ve uygulamada bazı aksaklıklar meydana gelmekte ise de, bu girişim standartlaşma açısından olumlu bir gelişmedir [1].

2.6. Bilgisayar Kullanımı

Kütüphanecilik hizmetlerinin özellikle 1960'lı yılların sonlarından itibaren ki gelişiminde bilgisayarların önemli etkisi olmuştur. Bilgisayarlar, kütüphane hizmetlerinde kullanılmaya başlamasıyla birlikte, işlemlerde çabukluk, doğruluk ve güvenilirlik sağladığı gibi, kumlan bilgi ağları ve enformasyon sistemleri sayesinde, bilginin ulusal ve uluslararası paylaşımında da büyük etkisi olmuştur. Görevi gereği dünya bilgi birikiminden en fazla yararlanması gereken öğretim üyeleri ve araştırmacılar için bilgi hizmetlerinde sağlanacak evrensel boyut, onların gelişiminde büyük etki yapacaktır. Bundan dolayı üniversite kütüphanelerinin kendi koleksiyonlarını bilgisayarla erişimini sağlamanın yanında, temel hedefi, ulusal ve uluslararası düzeydeki veri tabanlarına, bilgi sistemi ve ağlarına girmek olmalıdır [1].

Türkiye'de, üniversite kütüphanelerinde bilgisayar kullanımına yönelik çalışmalar, 1969 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Merkezi Kütüphanesi'nde başlamış ve 1980 yılının ortalarından itibaren yaygınlaşmaya başlamıştır. Kütüphaneciliğin rutin işlemlerinden sayılan kataloglama, sağlama, ödünç verme v.b. işlemlerde personelin bilgisayarı ve programı kullanabilecek ölçüde bilmesi yeterlidir. Ancak uluslararası düzeyde literatür taraması yapacakların, veri tabanlarını, özelliklerini, kullanım yöntemlerini bilmeleri gerekir.

2.7. Kütüphanelerarası İşbirliği

Bilgi kaynaklarından herkesin en gerçekçi bir şekilde yararlanabilmesi için, üniversite kütüphaneleri arasında, derme geliştirme, kaynak paylaşımı, toplu katalogların oluşumu v.b. alanlarda işbirliğine gidilmelidir. Ancak bu gerçekleştirildiği takdirde sorunların üstesinden gelinebilir, kütüphane işlemlerinin maliyetleri en aza indirilebilir ve etkin bir kütüphane hizmeti sağlanabilir.

Bilgi kaynaklarına ayrılan ödeneğin son derece yetersiz olduğu üniversite kütüphanelerinde, kütüphanelerarası işbirliğine yoğun bir biçimde gereksinim duyulmasına karşın, bu alandaki çalışmalar çok yetersizdir. Kütüphanelerarası işbirliği konusunda gerekli yasal destek sağlanamamış, kurallar belirlenememiş ve işbirliğinin gerçekleşme koşulları oluşturulamamıştır. Bundan dolayı da özellikle teknik hizmetlerde, aynı işlemler tekrar tekrar yapılmakta, zaman, işgücü ve ekonomik alanda birçok kayıpların oluşmasına neden olmaktadır.

İşbirliğinin gelişimini engelleyen en büyük etken ise üniversite kütüphaneleri arasında eşgüdümün bulunmamasıdır. Gerekli politikaların oluşturulmamış ve kuralların belirlenmemiş olması eşgüdüm sağlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun sonucu olarak da hizmetlerde birlik ve standartlaşma

sağlanamamakta, toplu kataloglar oluşturulamamakta ve bilgi ağıları kurulamamaktadır. Örgütlenme ve hizmetlerdeki bu dağınıklık, kütüphanelerde ne tür bilgi kaynaklarının olduğu, aranan bilgi kaynaklarının hangi kütüphanelerden sağlanabileceği sorularını çoğu kez yanıtsız bırakmaktadır [1].

3. PERFORMANS KAVRAMI

3.1. Performans, Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramları

Performans kavramı etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramları ile beraber anılmaktadır. Performansın sözlük anlamı "başarım" kelimesiyle ifade edilmektedir. Yönetim biliminde ise performans, bir işi yapan bireyin yada grubun amaçlanan hedefe yönelik neyi sağlayabileceğinin nicel (miktar) ve nitel (kalite) olarak ifade edilmesidir [2].

Etkinlik (efficiency), yararlı çıktı sağlamak için kaynakların ne şekilde kullanıldığının bir ifadesidir. Yani girdi unsurlarının standartlara kıyaslanması ile bulunan bir değerdir. Etkililik (effectiveness) amaçları gerçekleştirme derecesi olarak tanımlanır ve gerçekleşen çıktıların planlanan çıktılara oranlanmasıyla ifade edilir.

Verimliliğin çok farklı tanımları olmakla birlikte, bir verimlilik modeli tasarlanmasında en genel yaklaşım işletme, sektör ve ülkenin uzun, orta ve kısa dönemli kalkınma amaçlarına uygun, doğru girdi ve çıktı bileşenlerini belirlemektir.

Genel bir tanım yapıldığında, verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı, ile bu çıktıyı elde etmek için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, "çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların (emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi) etkin kullanımıdır" diye tanımlanır.

Etkililik çıktılarla ilgili bir kavramdır. Fakat etkinlik eldeki kaynakların kullanımıyla ilgili bir kavramdır. İkisi aynı anda olacak diye bir şart olamaz. Etkililik en iyi çıktıyı elde etmektir. Etkinlik ise doğru zamanda doğru işi yapmaktır. Etkinlik ve etkililik kavranılan verimliliği oluşturmaktadır.

Etkililik = Gerçekleşen Çıktı / Planlanan Çıktı

Etkinlik = Standart Değer / Planlanan Değer

3.2. Performans Yönetimi

Performans yönetimi, yönetimin planlama ve denetim işlevlerinin daha geniş sınırlar ve performans kavramındaki gelişmeler çerçevesinde uygulanmasına yönelik gelişmiş bir yönetim anlayışından başka bir şey değildir. Organizasyonlar, iyi bir metodolojinin tanımlanabilmesi ve performansın gelişebilmesi için performans ölçüm sürecini geliştirebilmelidirler. Bunun için kaynakların işlenmesi gerekir [2].

Ayrıca organizasyonlar, yaşamak ve gelişebilmek için bazı periyodik performans ölçümlerini yürütmeli, organizasyonun her bölümü için oluşacak çıktı, amaçları sağlamalı, kalite spesifikasyonları ve optimum kaynak kullanımı ile, iş bilgisi olan ve hünerli personelde maksimum gelişme sağlanabilmelidir. Bütün bu hedefler kolayca başarılabılır gibi görülse de organizasyonun devamlı ve en etkin performans ölçüm tekniğinin bulunmasında karmaşıklığa sebep olabilir [2].

Performans yönetim sistemleri, performansı geliştirmek veya gelişen performansı değerlendirebilmek için toplam prosesin devam etmesi, uygulanması ve geliştirilmesi süreci içinde açık ve objektif bir şekilde değerlendirilebileceği ve uygun bir iletişimin sağlanmış olduğu bir ortama ihtiyaç duyar. Yöneticiler performans ölçümü sonuçlarından ne beklentileri varsa ya da en azından ne umuyorlarsa o oranda belirli bir yatırımı yüklenmiş olmalıdırlar [2].

Performans yönetimi anlayışında yönetim görevleri üç ana başlıkta özetlenebilir [2].

- Örgütün ortak amacını, örgütü oluşturan en alt sistemlere kadar, bu sistemlerin özel amaçlarını da içerecek şekilde tüm örgüte yaymak ve benimsetmek,
- Örgüt içinde yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya bilgi akışını sağlayacak bir iletişimi gerçekleştirmek,
- Yönetilen birimlerin performansını sürekli geliştirmek, bu amaçla işletmenin tümü ya da istenen birimleri için ve özellikle çalışanlar için bir performans ölçüm ve denetim sistemi uygulamak.

Performans yönetiminde bu görevler planlama, yöneltme ve kontrol işlevlerinin kapsamında gerçekleştirilir. Planlar, performans yönetiminin temel bilgi kaynaklarıdır. Performans yönetimi; plarlardan yola çıkarak işletmenin amaçlarına uygun olarak, örgütün performansını sürekli maksimize etmek için planlanan etkinliklerin gerçekleştirilmesini izler, kontrol altında tutar ve sistemde ve çevresel koşullarda oluşan değişimler nedeniyle plarlardan sapmalara ya da plarlarda yapılması gereken değişikliklere yönetimin dikkatini çeker. Performans yönetiminde planlama, klasik planlama ilkelerinden çok farklı özellik göstermez [2].

Performans planlamasında genel ilkeler yanında;

- Performansı geliştirme amacına,
- Planların performans ölçüm ve denetim sistemleri ile uyumlu olarak hazırlanmasına,
- Planlamanın işletmenin tüm birimlerini ve çalışanlarını ortak hedef ve amaçlara yöneltebilme niteliğine, özel bir ağırlık vermektedir.

Performans yönetim sistemi (PYS), performans planlaması olarak neyin tanımlandığı ile paraleldir. PYS dinamik, yöneticilerin ve çalışanların önceden belirledikleri hedeflere yönelik olarak devamlı gelişmeyi değerlendiren, sonuçlarla uyumlu bir süreci içermelidir. Ayarlamalar veya diğer değişiklikler

için yeterli derecede esneklik sunmalıdır. İletişimin devam etmesini ve çalışanların moral ve verimliliğinin arttırılmasını sağlamalıdır [2].

3.3. Performans Denetimi

Performans denetimi, ölçme ve değerlendirme sistemleri ile ifade edilir. Performans sisteminin başarılı olması, sistemin tasarımından uygulamalarına kadar olan birçok etmene bağlıdır. Bunlardan en önemlileri ölçme ve değerlendirme sistemlerinin ağırlıklı olarak işletme performansının yönetimini ve gelişimini hedefleyerek tasarlanması ve uygulanmasıdır. Diğer bir etmen ise tasarımlarda sistem yaklaşımının uygulanmasıdır. Bu iki koşulu da gerçekleştirecek bir yaklaşım genel hatlarıyla şöyle açıklanabilir [2].

- Örgütsel sistemin tanımlanması : Bu süreçte yönetilen sisteme ve bu sistemde neyin ölçülmesi gerektiğine ilişkin ön bilgiler toplanır.
- Ölçüm sisteminin uygulanacağı birimde performansı geliştirmek için mevcut ve geleceğe yönelik olan girişimlerin belirlenmesi: Mevcut durumun saptanması yanında stratejiler ve planlar belirlenerek programlara dökülür. Elde edilen bilgiler performans yönetiminde öncelik verilen alanların belirlenmesine, ölçümlerin yönünün saptanmasına yardımcı olacaktır.
- Ölçüm ve denetim sisteminin tasarlanması ve uygulamaya geçilmesi: İşletme performansının belirlenebilmesi için neyin nasıl ölçüleceği kararlaştırılır ve uygulanır.
- Performans geliştirme planları ile ölçüm sistemlerinin sürekli denetlenerek izlenmesi ve geliştirilmesi: Bu süreçte, işletmede yürütülen tüm çalışmalar devamlı güncel tutulur.

Ölçüm ve denetim sisteminde veri toplama ve değerlendirme işleri belirli bir disipline göre yapılır. Verilerin güvenilir, doğru olarak ve zamanında, kimler tarafından ve nasıl toplanacağı, bu verilerin kayıt formlarına, bilgisayarlara

düzenli ve güncel olarak kimler tarafından geçirileceği, ölçüm sonuçlarının kimler tarafından raporlaştırılacağı ve değerlendirileceği belirlenmelidir.

Performans sisteminde verilerin toplanmasında çok çeşitli teknikler kullanılır. Bu tekniklerin pek çoğu veri toplama yanında performansın geliştirilmesi amacını da taşırlar. Tekniklerin önemli bir bölümü niceldir. Nicel olarak ölçümü zor ya da mümkün olmayan durumlar için nitel değerlendirme teknikleri kullanılır. Veri toplama ve ölçme tekniklerine örnek olarak, zaman etüdü tekniği, analitik tahmin, soru tekniği, değer analizi, pazar araştırması, kalite kontrolü, pareto analizi, anketler ve görüşmeler verilebilir.

Performans yönetim sistemi genellikle performans değerlendirme teknikleri ile açıklanır. Buradaki amaç, çeşitli değerlendirme tekniklerinin zayıf ve kuvvetli yönlerinin üzerinde durmaktansa performans yönetiminin etkinliği üzerinde durur. Pek çok değerlendirme formları ve teknikleri geliştirilmiş olmasına rağmen, hatasız performans değerlendirmelerinin yapılabilmesi için bunları işletmenin yapısına uygun hale getirmek için yeniden gözden geçirilmesi ve doğru kullanılmalarının sağlanması gerekmektedir.

Etkin PYS bütün teknikleri kullanarak, yaratılan statik atmosferi değiştirebilmelidir. bununla beraber teknikler, sistemin karmaşık yapısını bir ölçüde basite indirgediği ve doğal halinden ayrıştırdığı için yönetimi kolaylaştıracaktır.

Verimliliği artırmak ve performansa rehberlik etmek için kullanılan yönetim metotları her ne olursa olsun, bunlar organizasyonun aktivitelerinde yön çizen sistematik bir yol olacak ve organizasyonun kültüründe var olan ihtiyaçları yansıtacaktır. Bu yüzden, organizasyonun birbirini etkileyen ve dinamik parçalardan meydana gelen karmaşık yapısına uymalıdır. Organizasyonun misyonunun etkinliğini ve etkililiğini başarabilmek için onun yapısı, çalışanları, kaynakları, politikaları ve teknolojisi ile bir bütün olarak düşünülmelidir.

Bir işletmede performansın anlamı o işletme yönetiminin performans anlayışı ile eşdeğerdir. Bu nedenle performansın tüm boyutları iyice algılanarak neyin ölçüleceğinin kararının verilmesi gerekir. Her bir boyutun (etkinlik, verimlilik, kalite vs.) ölçülebilmesi için doğrudan ya da dolaylı yoldan kullanılacak göstergeleri vardır. Ölçüm sistemlerinin tasarım aşamasında en çok zaman ve çaba isteyen çalışma, ölçüleceklerin ne ile, nasıl ölçüleceği, hangi göstergelerin kullanılacağıdır [2]. Göstergelerin seçiminde göz önüne alınması gereken ilkeler:

- Grup dışından danışmanlardan yararlanma,
- Benzer işletmelerde kullanılan göstergelerden yararlanma,
- Paket programlar olarak hazırlanmış ölçüm modelleri kullanma.

Çalışma grubu "iş yapan kişi daha iyi bilir ve değerlendirir" görüşünden giderek işletme içinde yönetici ve kıdemli çalışanların bilgi ve deneyimlerinden yararlanılmalıdır. Bu amaçla bu kişilerin katıldığı toplantılar düzenlenip, bilgi toplanır.

Kullanılacak ölçüm sistemlerinin uygulama sürecinin belirlenmesinde göz önüne alınması gereken faktörler:

- Ölçümler sadece yöneticilerin değil, çeşitli örgüt bileşenlerinin performanslarını ölçmek için kullanılırlar,
- Ölçümler performans standartlarını belirlemezler, performansı bir sonuca göre değerlendirirler,
- Ölçümler performans değerlendirilmesinde kullanılan bir karar aracıdır, kararların yerine geçmezler,
- Ölçümler hem mevcut döneme, hem de gelecek döneme ait performansları ölçebilmelidirler,
- Ölçümler gelişmeyi kısıtlayıcı değil destekleyici olmalıdırlar.

Performans ölçüm sistemleri kapsam ve amaç çeşitliliğine göre bireysel, ortak ve karma ölçüm sistemi olarak sınıflandırılabilirler. "Bireysel sistemler", örgüt içinde her bir sistem ya da analiz biriminde kendi performanslarını ölçmek için geliştirilen bağımsız sistemlerdir. "Ortak sistemler" tek bir plan çerçevesinde tüm birimler ya da alt sistemlerin hedef ve amaçlarını eş güdümlenerek bütünlük bir özellik taşıyan toplam ölçüm sistemleridir. Bu iki sistemin işletmede birlikte kullanıldığı durumlarda da karma sistemler ortaya çıkar.

3.4. Performans Ölçüm Modelleri

İşletmeler birbirleriyle ilişkili ve çok değişkeni içeren karmaşık bir sisteme sahiptirler. Bundan dolayı performans ölçümünde bir çok model kullanılmaktadır. Bu modeller, işletme bazında, her işletmenin özel durumlarına uygun olarak detaya inen ayarlamalar ve geliştirmelerle uygulanır hale getirilmektedir.

Ölçüm modelleri iki yönden ele alınabilir. Birincisi, çeşitli kurumlar ya da yazarlar tarafından geliştirilmiş modelleri işletmenin ihtiyaçlarına tam cevap verecek şekilde eklemeler ya da düzeltmeler yaparak işletme ihtiyaçlarına uydurma yoludur. İkinci yaklaşım, tamamıyla çalışma grubunun bilgi, deneyimlerine ve işletmenin gereksinimlerine göre bir dizi göstergenin geliştirilmesi ve bu göstergeler içinde istenen yönde bağlantılar kurularak çok yönlü bütünlük ya da bireysel sistemlerin hazırlanmasıdır.

Ölçüm modelleri olarak; çok faktörlü verimlilik modelleri, toplam faktör verimlilik modelleri, objektif matris yöntemi, amaçlara göre yönetim modelleri, finansal analiz modelleri, maliyet analiz modelleri gibi çok çeşitli modeller vardır. Ancak bir model bizi tam olarak sonuca yaklaştırmayabilir. Bu nedenle iyi bir uygulama sürecine tabi tutulması gerekmektedir.

Performans kavramı çok geniş bir kavram olduğu için, performans ölçümünde de etkinlik ve/veya verimlilik ölçüm yöntemlerinden yararlanılması gerekmektedir. İşletmelerin performans ölçümüne ilişkin yaptıkları çalışmalarda izledikleri analiz yöntemleri genel olarak üç başlık altında toplanabilir. Bunlar [12];

3.4.1. Oran analizi

İşletmelerde performans ölçümünde en basit ve en yaygın olarak kullanılan "oran" analizidir. En iyi bilinen oranlar finansman ve üretim yönetimi için olardandır. Fakat aynı zamanda pazarlama, satın alma ve personel yönetimi için de geliştirilmiştir. Oran ölçümleri az bilgiye ihtiyaç duyarlar. Fakat genellikle tek bir girdi ve çıktıya sahip olduklarından dolayı dar kapsamlıdır. Oranların kullanılmasındaki diğer bir kısıt da; bir şeylerle karşılaştırmaya ihtiyaç duymalarıdır. Örneğin, oran ölçümü yapılan, işletmede ya sayısal değerlerle ya kendi içeriğindekiyle ya da başka işletmelerin benzer değerleriyle ilişkilendirilirler. Oran analizi sonucunda bazıları işletmenin son derece başarılı olduğunu diğer taraftan bazıları da, işletmenin son derece başarısız olduğu sonucunu vermektedir. Bu dengesizliğin giderilmesi için tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen "genişletilmiş" oran kümeleri geliştirilmişse de bunlar tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle performans ölçümü çalışmalarında değişik oranların en uygun biçimde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine gereksinim vardır.

3.4.2. Parametrelili yöntemler

Bu yöntemlerde uygulama yapılacak endüstri dalına göre üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Parametrelili yöntemlerde genel olarak regresyon

analizleriyle tahmin yapılırken üretim fonksiyonu bir tek çıktıyla bir çok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır.

Regresyon analizi birçok girdi ve çıktıyı içerebildiğinden oran analizine göre daha kapsamlıdır. Buna rağmen regresyon analizinin de sorunları vardır. Bunların birincisi ortalama ilişkilerin yani merkezi eğilimin tahmininde en küçük kareler yönteminin kullanılmasının meydana getirdiği sonuçlarıdır. Regresyon analizleri bütün gözlemlerin etkin olması durumunda etkin ilişkileri yansıtır.

3.4.3. Parametresiz yöntemler

Parametrelili yöntemleri yürütmek için ortaya çıkan parametresiz yöntemler matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemiştir. Parametresiz yöntemler esnek bir yapıya sahip oldukları için üretim fonksiyonunun arkasından herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Parametresiz etkinlik ölçütleri girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleriyle de işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkan sağlamaktadır.

Bu ölçütler her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı ençoklar ve her bir karar birimi için en uygun amaç kümesini belirlerler. Bu yöntemlerde gözlem kümesi etkin olan ve olmayan şeklinde iki ana gruba ayrılır ve etkin olmayan birimlerin etkin hale dönüştürülebilmesi için, ne gibi önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler türeterek yöneticilere yol gösterirler.

Bu yöntemde de bazı kısıtlar vardır. Bunların başında, parametresiz etkinlik ölçütlerinin veri tabanına karşı son derece duyarlı olmalarıdır. Bu nedenle girdi ve çıktı verilerinin meydana gelebilecek hatalardan uzak tutulması gerekmektedir. Ayrıca belirlenmiş girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim

dönüşümünü iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.

Çizelge 3.1. Performans ölçüm yöntemlerinin kıyaslanması

	Yöntem Sınıfı		
Karşılaştırma Ölçütleri	Oran Analizi	Parametrelili Yöntemler	Parametresiz Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi / Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi / Tek Çıktı (Tek Boyut)	Çok Girdi / Çok Çıktı (Çok Boyut)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit	Detaylı
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1. Veri Zarflama Analizinin Genel Açıklaması

VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametresiz bir etkinlik yöntemidir. Bu yöntemin sahip olduğu en önemli özellik, her karar alma birimindeki etkinsizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir. Bu özelliği ile yöntem, etkin olmayan birimlerde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilir. İlk başta kar amacı gütmeyen kurumların (hastane, silahlı kuvvetler, üniversite vb.) karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları ARGE projelerinde, çok uluslu ya da çok şubeli şirketlerin göreceli performanslarının ölçümünde ve nihayet kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası göreceli etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği en önemli yenilik, birçok girdinin kullanılarak birçok çıktının elde edildiği ortamlarda, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonu varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmesidir. Ayrıca girdi ve çıktılar, ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. Bu nedenle işletmenin değişik boyutlarının aynı zamanda ölçülebilmesi imkanı vardır.

Veri Zarflama Analizi, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin göreceli performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. Analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren

etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç, aynı olması şartları aranır.

Organizasyonların çoğunda, işlemlerde bir çok girdi kullanılır (personel sayısı, ücretler, çalışma saatleri, teçhizat sayısı gibi). Benzer biçimde farklı çıktı ölçütleri de mevcuttur (karlılık, pazar payı, büyüme hızı gibi). Yöneticiler için, kullanılan birçok girdinin sonucu, bu girdilerin dönüştürülmesiyle elde edilen çıktılarından, dönüştürme işleminde hangi birimlerin verimliliğinin düşük olduğunu tespit etmek oldukça güçtür. Bu noktada VZA, yöneticilere göreceli etkinlikleri belirlemede önemli bir yardımcı araç sunmaktadır.

VZA yaklaşımı, referans guruplarının bütün birimlerine dayanarak bir kuramsal etkinlik sınırı oluşturmada doğrusal programlamadan faydalanmaktadır. Kuramsal birime ait çıktı, referans grubundaki bütün çıktıların ağırlıklı ortalamaları yardımıyla hesaplanmaktadır. Kuramsal birime ait girdi ise, yine bütün referans grubundaki girdilerin ağırlıklı ortalamalarıyla belirlenmektedir. Doğrusal programlama modelindeki kısıtlar, kuramsal birim çıktılarının, incelenen birim çıktılarından büyük veya eşit olmasını gerektirmektedir. Kuramsal birimin girdilerinin, incelenen birimden daha düşük olması, kuramsal birimin, aynı veya daha fazla çıktıyı daha düşük girdi kullanarak elde ettiğini göstermektedir.

VZA, çok sayıda değişken ile ilişkileri (kısıtlar) bir arada değerlendirildiği “matematiksel programlama” gibi teknikleri kullandığı için çok sayıda girdi ve çıktının bir arada değerlendirilmesine olanak vermeyen ve karar vericiyi sınırlandıran diğer tekniklere göre kullanıcıya daha rahat çalışabilme imkanı sunar. Çünkü politika üretilen ve yönetsel kararların alındığı gerçek hayat problemleri, pek çok faktörün aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte VZA matematiksel programlamanın sahip olduğu geniş teori ve metodoloji birikimi sayesinde yol gösterici analizleri ve yorumların yapılabilmesine olanak sağlar [4].

4.2. Literatür İncelemesi

Veri Zarflama Analizi, A. Charnes, W.W. Cooper ve E.Rhodes (1978, 1979, 1981) tarafından geliştirilmiş doğrusal programlama uygulaması olan bir yaklaşımdır. Oldukça yeni bir yaklaşım olmasına karşın çok yaygın uygulama alanları bulmuştur. Uygulama alanları arasında banka şubelerinin etkinliklerinin ölçülmesi (Sherman ve Gold, 1985), kamu hizmetlerinin etkinliği (Sherman 1989), sağlık hizmetleri etkinliğinin ölçülmesi (Chilingerian ve Sherman 1989), aracı kurum hizmetleri (Bank Technology Report 1992), okul etkinlikleri (Charnes ve diğerleri, 1981), restaurant etkinliğinin ölçülmesi (Banker ve Morey, 1986a), hastane etkinliği ölçülmesi (Banker ve Morey 1986b), üniversite bölümlerinin etkinliklerinin ölçülmesi (Tomkins ve Green, 1988), otellerin etkinliklerinin ölçülmesi (Morey and Dittman,1995; Tsaur and Tsai, 1999;Anderson,2000) sayılabilir [8].

Çok boyutlu ve parametrik olmayan ölçüm tekniği olarak VZA, ilk kez literatürde bugünkü anlamı ile A. Charnes, W.W. Cooper ve E.Rhodes (CCR Modeli, 1978) tarafından European Journal of Operational Research dergisinde yayınlanan makalelerinde kullanılmış ve daha sonra yönetim biliminde, kamu sektörü karar alma birimlerinin karşılaştırılmalı teknik verimliliklerinin analizinde yeni bir araç olarak benimsenmiştir. CCR modeli uygulamaları kamu sektöründe ve özellikle eğitim üzerineydi.Amaç kar değildi. Bu çalışmalardan bazıları; Bessent (1980); Banker (1980); Charnes ve Cooper (1980); Charnes , Cooper ve Rhodes (1980); Schinnar 'ın (1980) yaptığı çalışmalardır [8].

1985'ler ve sonrasında VZA'nın teorisi daha da geliştirildi. CCR (1978) modeli geliştirilerek , Banker, Charnes ve Cooper (BBC) tarafından BBC Modeli ortaya konuldu [8]. Bu konuda yapılan bazı çalışmalar ise:

- Tenis kortları (Lewin, 1982)

- Bankacılık (Gold, 1982;Joseph, 1983;Sherman ve Gold, 1985)
- Hastaneler (Bedard, 1985;Nunamakeer, 1983;Sherman, 1984)
- Postaneler (Deprins, 1984)
- Elektrik kullanımı (Fare, 1983, 1985;Thomas, 1985)
- Tarım (Fare, 1985; Llewelyn and Williams, 1996;Piot-Lepetit et al.1997; Fraser ve Cordina, 1999;Wadud ve White, 2000;Shaficq ve Rehman 2000;lr_aizoz et al., 2003)
- Bakım (Bowlin 1984;Roll, 1989;Clarke, 1992)
- Madencilik (Byrnes, 1984;Thompson, 1995)
- Polis Güçleri (Drake,2002)
- Eczacılık (Capettini, 1985)
- Hava ve denizyolu taşımacılığı (Tongzon, 2001;Adler, 2001)
- Amerikan Hava Kuvvetleri (Charnes, 1985)
- İsrail Hava Kuvvetleri (Roll,1989)

1990'lardan sonra VZA daha profesyonel bir yapıya kavuşmuş ve uygulama alanları da gelişmiştir. Toplam Kalite Yönetimi (TKY) (Bailey,1993); hava kirliliği (Hayness, 1994) gibi örnek uygulamalar yapılmıştır.

Son yıllarda pek çok alanda uygulanmaya başlanan VZA tekniği askeri alanlarda da kullanılmaktadır. Amerikan Hava Kuvvetleri , İsrail Hava Kuvvetleri gibi birimlerde literatüre girmiş çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları Charnes ve diğerleri, (1985); Bowlin, (1987,1989); Foster, (1989), Roll ve diğerleri, (1989) dir.

Kütüphaneler ile ilgili çalışmalar ise yeni yeni yapılmaya başlanmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalara örnek olarak Easun, (1992); Chen, (1997); Vitaliano, (1998); Shim, (2000,2003) verilebilir. Türkiye 'de ise kütüphaneler üzerine bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Dünyada yaygınlaşan uygulamalara karşılık, ülkemizdeki çalışmalar genellikle ekonomi ve yöneylem araştırması kongrelerinde sunulan bildirilerle ve sadece sağlık ve bankacılık alanlarında yoğunlaşan uygulamalarla sınırlı kalmıştır.

VZA'nın ülkemizde sınırlı kullanım olanağı bulmasının temel nedenleri olarak yöntemin karmaşık görünümü, uygulamaya temel teşkil edecek veri setlerine ulaşım güçlüğü, özellikle kamuda gerekli veri altyapısının bulunmayışı gibi nedenler sıralanabilir. Ancak son yıllarda geliştirilen paket programların (Warwick Windows DEA, BYU-DEA, IDEA, Pioneer, Frontier Analyst, SAS/DEA, DEAP vb.) modelin uygulanabilmesini göreceli olarak kolaylaştırmasıyla, yöntemin kullanılmasının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir [4].

4.3. VZA' nın Kullanım Alanları

Son yıllarda VZA modelleri yönetim biliminde ve yöneylem araştırması uygulamalarında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. VZA'nın kullanılabileceği bazı konular şunlardır [5]:

- Eş Grupların Kullanımı : VZA, her etkin olmayan birim için ona karşılık gelen bir küme etkin birim tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile eş grup oluştururlar. Eş gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi-çıkıtlı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan birimle aynı ağırlıkları kullanarak etkin hale gelir.
- Etkin Çalışma Uygulamalarının Belirlenmesi : İyi çalışma uygulamalarının belirlenmesi ve dökümünün yapılması sadece göreceli etkin olmayan birimler için değil, aynı zamanda göreceli etkin birimler için de etkinliğin artırılmasına imkan sağlayabilir. Göreceli etkin birimler, iyi çalışma uygulamalarının kaynağıdır. Bununla beraber etkin birimler arasında bazıları diğerlerinden daha iyi örnektir.

- **Hedef Belirleme :** Pratikteki uygulamalarda sıklıkla görece etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde rehber olmak üzere hedeflerin belirlenmesi arzu edilir. VZA ile girdi ve çıktı seviyelerinde hedefler belirlemek mümkündür.
- **Etkin Stratejilerin Belirlenmesi :** VZA, kolaylıkla birimlerin içinde çalıştıkları politikaları ve programları karşılaştırmada kullanılabilir. Ayrıca modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinliklerini değerlendirebilir.
- **Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerinin Gözlenmesi :** VZA ile etkinliği saptanmış bir firma daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilir ve referans olma özelliğini kaybeder.
- **Kaynak Ataması :** VZA, görece etkin ve etkin olmayan birimleri belirlediği gibi etkin olmayan birimler için kaynak koruma ve/veya çıktı artırma potansiyelleri için tahminler verir. Bunların ikisi de yöntemi, kaynakların birimlere atanması için uygun kılar. Görece etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi kaynakların prensipte hangi yönde transfer edilmeleri hakkında ilk işareti verir.

4.4. VZA'nın Uygulanma Aşamaları

VZA 'nın uygulanabilmesi için gerekli olan bazı adımlar vardır. Bu adımlar şunlardır [4].

4.4.1. Karar birimlerinin seçimi

Yapılacak çalışma için hangi karar biriminin uygun olduğu, çalışmanın ana temasını hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Karar birimleri girdileri çıktılarına dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir. Ahn (1987), iki seçim prensibi belirlemiştir:

- Her bir karar birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır;

- Verimlilik sınır tahminleme sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örnekleme yer alan karar birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır.

Bu karar birimlerinin birbirlerine, yaptıkları üretim açısından yeterince benzer olmaları, aynı girdileri aynı çıktıya dönüştürmeleri ve benzer ortamlarda yer alıyor olmaları gereklidir.

4.4.2. Girdi ve çıktıların seçimi

VZA'da kullanılan girdi ve çıktıları çalışmadaki karar birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturdıklarından büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da, aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı verimlilik değerleri alacağından, üretim sürecine nedensel olarak bağlı girdi ve çıktıların belirlenmesi gereklidir.

Bununla birlikte, modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA'nın verimli ve verimsiz birimleri birbirinden ayırıştırma yeteneğini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayılarının artabilmesi için, karar birimlerinin sayısının da artması gerekmektedir. (n = gözlem sayısı, m = girdi sayısı, p = çıktı sayısı iken, $n > m+p$)

4.4.3. Verilerin güvenilirliği

VZA için girdi ve çıktıları tanımlandıktan sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gereklidir. Herhangi bir birim için güvenilir verilerin elde edilememesi durumunda, hem söz konusu birimin verimlilik değeri, hem de göreceli verimlilik hesaplaması nedeniyle tüm birimlerin verimlilik değerleri tartışmalı hale geleceğinden, söz konusu birim çalışmadan çıkarılır.

4.4.4. Görelî verimliliğin ölçülmesi

Görelî verimlilik ölçümü doğrusal programlamaya dayandığından, optimizasyon programlarından (GAMS; LINDO, vb.) ya da Windows altında çalışabilen özel VZA programlarından (Frontier Analyst, DEAP, Warwick DEA software, vs.) yararlanılabilir.

4.4.5. Verimlilik değerleri

Charnes ve Cooper'in formülize ettiği üzere, herhangi bir karar birimi için %100 verimlilik aşağıdaki durumlarda söz konusudur:

- a) Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar haricinde artırılmaz:
 - i) bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
 - ii) diğer çıktılarından bazılarının azaltılması.
- b) Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılmaz:
 - i) çıktılarından bazılarının azaltılması veya
 - ii) diğer bazı girdilerinin artırılması

Verimlilik hesaplamaları sonucunda her bir karar verme birimi için 0 ve 1 arasında (ya da % cinsinden 0 ile 100 arasında) bir verimlilik değeri bulunur. Verimlilik değeri 1'e (%100) eşit olan birimler "en iyi gözlem" kümesini oluştururlar. Verimlilik değeri 1 'den küçük olan karar birimleri ise göreceli olarak verimsizdir. Göreceli olarak verimsiz karar birimlerinin birden sapma oranı görelî verimsizlik ölçüsünü verir.

4.4.6. Başvuru grupları

VZA, verimli olmayan karar birimlerinin de görelî olarak verimli birimlerin uyguladığı yönetsel ya da organizasyonel yöntemleri uygulayarak aynı verimlilik seviyesine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kuruludur. Bu

varsayıma göre, verimsiz bir KVB için aynı girdi-çıktı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı tutturulabileceğinin kanıtı, verimli karar birimlerinin varlığıdır.

Literatürde, verimsiz bir karar verme biriminin başvuru grubunda yer alan birimlerle, yalnızca girdi-çıktı kombinasyonu olarak değil, yönetsel uygulamalar açısından derinlemesine incelemeler yapılarak karşılaştırılması gerektiği yer almaktadır.

4.4.7. Verimli olmayan karar birimleri için hedef belirlenmesi

VZA'nın uygulanmasından elde edilen en büyük fayda, verimli olmayan karar birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için ulaşılabilir hedefler koymasındır. Çünkü hesaplamalarla, verimli birimlerin ekle edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımı yapıldığından, verimli birimlerin teknolojisi verimsiz birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir.

4.4.8. Sonuçların değerlendirilmesi

Karar verme birimleri detaylı olarak incelendikten sonra, her bir karar verme birimi için bütün girdi ve çıktıların dikkate alındığı genel bir değerlendirmeye geçilir. VZA ile belirlenen hedeflere (verimsiz kaynak kullanımının azaltılması, vb.), karar vericilere ait çeşitli tercihler nedeni ile ulaşılmasa bile, elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazananlardır.

4.5. VZA'nın Uygulanmasındaki Amaçlar

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıktı boyutlarından herhangi birinde görece etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,

- Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- Birimlerin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek,
- Değerlendirme altındaki birimler için kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulması. Bu yeniden atama politikalarının genel amacı, sınırlı kaynakları istenilen çıktıları üretmekte daha etkin kullanılabilecek birimler arasında değiştirmektir .
- Birimler arasındaki karşılaştırma ile doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıktı ilişkilerinin belirlenmesi,
- Spesifik girdi-çıktı ilişkileri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi,
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması.

4.6. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA, doğru şekilde kullanıldığı zaman çok etkin bir araçtır. VZA 'yı güçlü yapan bazı özellikler şöyle özetlenebilir [12]:

- Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler, en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir [4].
- VZA, çok girdi ve çok çıktıyı işleyecek yetenektedir.
- VZA, doğrusal form dışında, girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaz.
- VZA ile etkinlikleri hesaplanan karar birimleri göreceli olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur.

- VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler ve analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenir.

VZA 'yı avantajlı kılan bazı özellikler aynı zamanda VZA 'nın zayıflıklarının da kaynağıdır. Söz konusu zayıflıklar şöyle özetlenebilir :

- İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanıltıcı olabilir [4].
- VZA, ekstrem nokta tekniği olarak değerlendirildiği için, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
- VZA, karar birimlerinin performansını ölçmek açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.
- Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerinin kendi başlarında değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir [4].
- VZA, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- VZA, statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar.
- Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir.

4.7. VZA Yazılımları

VZA' de kullanılan yazılımları genel olarak ikiye ayırabiliriz. Paket Programlar ve Doğrusal Programlama (LP) programları [13]. Bunlar:

Paket Programlar : DEAP, Frontier Analyst, IDEAS, PASS, Warwick Windows , DEA, Pioneer, SAS/DEA.

LP Programları : GAMS:General Algebraic Modelling System , LINDO, Microsoft Excel (solver tool).

5. VZA' NIN MATEMATİKSEL MODELLERİ

VZA yöntemini kullanarak etkinlik ölçümü yapılmasında değerlendirilecek girdi ve çıktı sayısının artması etkinlik ölçümünün grafiksel olarak çözümlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle hesaplamaları kolaylaştırmak için Charnes, Cooper ve Rhodes' un geliştirmiş olduğu ve çözümlmelerde doğrusal programlamanın kullanıldığı matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu modeller girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü olarak kullanılabilmektedir. Bu bölümde bu modeller ele alınmıştır [12].

5.1. Girdiye Yönelik VZA Modelleri

Belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştıran girdiye yönelik VZA modelleri aşağıdaki paragraflarda incelenecektir.

5.1.1. Oransal VZA modeli

Oransal model VZA' nin temelini oluşturan modeldir. Ağırlıklı ve zarflama modelleri bu temel modelin eksik yönlerini gidermek için bu modeli esas alarak geliştirilmiş modellerdir. Bu temel modelin açıklanması diğer modellerin de daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacaktır. Buna göre gözlem kümesindeki her bir karar alma birimi, diğer gözlemlerle karşılaştırılır ve etkinlik düzeyleri belirlenir. Görelî etkinlik ölçütü (Ek), k karar birimi için ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılarına oranı şeklinde tanımlanır.

Etkinliğin temel formülü $\text{çıkıtı} / \text{girdi}$ dir. Bu formülü çok girdili ve çok çıktılı duruma uyarlamaya çalışalım. n adet karar biriminin (örneğin etkinlikleri bulunacak n tane banka), m tane girdiyi (örneğin toplam krediler, sermaye...vb.) kullanarak p tane çıktı (örneğin net dönem karı gibi) elde

ettiğini varsayalım ve etkinliğini ölçtüğümüz karar birimine k diyelim. Çok girdili ve çok çıktılı durumda etkinlik formülü şu şekilde ifade edilebilir:

$$\frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k} + \dots + u_p Y_{pk}}{v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + \dots + v_m X_{mk}}$$

Etkinlik değerinin VZA' nın koşulu olarak 0 ile 1 arasında olması gerektiğinden şu kısıtı koymamız gerekir:

$$\frac{u_1 Y_{1j} + u_2 Y_{2j} + \dots + u_p Y_{pj}}{v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots + v_m X_{mj}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

Ayrıca ağırlıkların pozitif olması gerektiğinden şu kısıtlarda eklenmelidir.

$$v_i > 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$u_r > 0 \quad r = 1, \dots, p$$

Tüm amaç ve kısıt fonksiyonlarını birleştirdiğimizde şu oransal modele ulaşırız:

$$(E_k)_{\max} = \frac{u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k} + \dots + u_p Y_{pk}}{v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + \dots + v_m X_{mk}} \quad (5.1)$$

Şu kısıtlar altında;

$$\frac{u_1 Y_{1j} + u_2 Y_{2j} + \dots + u_p Y_{pj}}{v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots + v_m X_{mj}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (5.2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (5.3)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_p \geq 0 \quad (5.4)$$

Bunu daha genel şekilde yazarsak aşağıdaki genel formu elde ederiz bu model VZA'nın temelini oluşturan modeldir.

$$E_k = \text{Max} \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \quad (5.5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında :

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 1, j = 1, \dots, n \quad (5.6)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, p; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.7)$$

Burada:

u_r : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından üretilen i'inci girdi,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001),

Bu modeli matrisel olarak da aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$E_k = \text{Max} (u^t Y^k) / v^t X^k \quad (5.8)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(u^t Y) / v^t X \leq 1, \quad (5.9)$$

$$u \geq \varepsilon, \quad v \geq \varepsilon, \quad (5.10)$$

Burada:

u^t : k karar birimi açısından çıktıya ait ağırlık vektörünün transpozesi,

v^t : k karar birimi açısından girdiye ait ağırlık vektörünün transpozesi,

Y^k : k karar birimine ait çıktı vektörü,

X^k : k karar birimine ait girdi vektörü,

Y : Ölçümü yapılan gözlem kümesine ait karar birimlerinin çıktılarını belirleyen matris,

X : Ölçümü yapılan gözlem kümesine ait karar birimlerinin girdilerini belirleyen matris,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001),

Yukarıdaki oransal programın amaç fonksiyonundan görüldüğü üzere, gözlem kümesindeki ($j \in G$) her bir karar birimi göz önüne alınarak diğer gözlemlerle karşılaştırılmalı etkinlik düzeyi ölçülmektedir. Göreli etkinlik ölçütü (E_k), “k” karar birimi için ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu karar birimi için etkinlik ölçütü en çoklanmaya çalışılırken (Eş. 5.5) aynı ölçütün (oranın) diğer karar birimleri açısından da 1’den küçük ya da 1’e eşit olması koşulu (Eş. 5.6) göz önünde bulundurulmaktadır. Amaç fonksiyonunda en çoklanması istenen oran aynı zamanda (Eş. 5.6) numaralı koşullarda da mevcuttur. Bu koşul nedeniyle amaç fonksiyonunun alabileceği en yüksek değer 1’dir. bu değer normalizasyon amacıyla 1 olarak seçilmiştir. Yukarıdaki program aracılığıyla göreli etkinliği ölçülen “k” karar birimi için girdi-çıktı ağırlık vektörlerinin (u, v) değerleri hesaplanır. Ayrıca bu değerlerin yeterince küçük pozitif bir sayı olan ε ’dan büyük ya da ε ’a eşit olması şartı vardır [4]. Bu koşul aracılığıyla, etkinlik ölçümünü gerçekleştiren analist tarafından göz önüne alınan herhangi bir girdi ya da çıktı bileşeninin ağırlıklarını belirleyen u_r ve v_i değerlerinin 0’a eşitlenmesi engellenmeye çalışılmaktadır. Her ne kadar bu programın amaç

fonksiyonundaki oran, ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdiye oranını ya da verimlilik kavramını yansıtmaktaysa da, bu programın doğrusal bir program olmaması nedeniyle çözüm tekniği açısından bazı sorunlar çıkmaktadır. Charnes ve Cooper (1962)'ın önerdiği değişken dönüşümü yardımıyla yukarıdaki oransal programdan aşağıdaki doğrusal program elde edilebilir. (Değişken dönüşümü sonrasında (u,v) vektörü (μ,v) vektörü şeklinde ifade edilmektedir.)

5.1.2. Ağırlıklı VZA modeli

Ağırlıklı VZA modeli oransal VZA modelinin doğrusal programa dönüştürülmüş şeklidir. Bu sayede hesaplamalarda kola ylık sağlanmış olur. Doğrusal model olabilmesi için amaç fonksiyonunun (Eş. 5.1) paydası 1'e eşitleniyor (normalizasyon) ve bu eşitlik kısıt olarak yazılıyor. Zira doğrusal programlamanın amaç fonksiyonunun paydalı şekilde olması mümkün değildir. u ve v ağırlık değişkenleri de μ ve v olarak yazıldıktan sonra aşağıdaki model oluşur.

$$(E_k)_{\max} = \mu_1 Y_{1k} + \mu_2 Y_{2k} + \dots + \mu_p Y_{pk} \quad (5.11)$$

Şu kısıtlar altında

$$v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + \dots + v_m X_{mk} = 1 \quad (5.12)$$

$$\mu_1 Y_{1j} + \mu_2 Y_{2j} + \dots + \mu_p Y_{pj} \leq v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots + v_m X_{mj} \quad j = 1, \dots, n \quad (5.13)$$

$$v_i > 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (5.14)$$

$$\mu_r > 0 \quad r = 1, \dots, p \quad (5.15)$$

Bu modeli de genel olarak aşağıdaki şekilde yazmak mümkündür.

$$E_k = \text{Max} \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \quad (5.16)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} = 1, \quad (5.17)$$

$$\sum_{R=1}^P \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.18)$$

$$\mu_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, p; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.19)$$

VZA' nın ağırlıklı modeline göre etkinlik ölçümünde kullanılacak genel form yukarıdaki gibi olmaktadır. Bu modeli matrissel olarak aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$E_k = \text{Max } \mu^t Y^k \quad (5.20)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$v^t X^k = 1, \quad (5.21)$$

$$\mu^t Y - v^t X \leq 0, \quad (5.22)$$

$$\mu \geq \varepsilon, \quad v \geq \varepsilon, \quad (5.23)$$

Bu modele göre, amaç fonksiyonunda k karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktı ençoklanmaya çalışılırken (Eş. 5.16) ağırlıklandırılmış girdi normalize edilmiştir (Eş. 5.17). Eğer “k” karar birimi etkin ise amaç fonksiyonunun değeri 1’ e eşit olur ve bu karar birimiyle ilgili kısıt 0’ a eşitlenir. Eğer etkinliği ölçülen karar birimi etkin değilse, bu durumda amaç fonksiyonunun değeri 1’ den küçük olacaktır. Bu karar birimlerinin etkin hale getirilebilmesi için, hangi referans kümelerinin kullanılacağı tespit edilir. Bunun için de etkin olmayan

karar biriminin çözümünde ortaya çıkan çıktıya ve girdiye verilen ağırlık değerleri (μ_r ve v_i) tüm kısıtlarda yerine konarak sıfıra eşitlenen kısıt karar birimi, kendi referans kümesine girer. Etkin olmayan karar birimi, kendi referans kümelerini oluşturan karar birimlerinin değerleriyle oluşturulan kuramsal birime benzetilmek suretiyle etkin hale getirilir. Bu modelde referans kümelerini oluşturmak zaman almaktadır. Zarflama modelinde ise bu işlem çok daha kolay yapılabilmektedir.

5.1.3. VZA' nın zarflama modeli

Zarflama modeli ağırlıklı modelin duali alınarak elde edilmiş modeldir. Ağırlıklı modelle, zarflama modellerinden elde edilecek sonuçlar aynıdır. Ancak zarflama modelinde radyal olarak ölçülmeyen fakat azaltılması veya artırılması mümkün olan atıl girdi ve çıktı vektörünün hesaplanması mümkündür. Böylece incelenen karar birimlerinin hangi girdi ve/veya çıktısının ne oranda kullanılmadığını yani atıl bırakıldığını görebiliriz. Ayrıca bu yöntemde ağırlıklı yöntemle göre referans kümesinin bulunması daha kolaydır ve daha kısa sürmektedir. Etkinliği ölçülen karar biriminin modeli çözümlendiğinde çıkan sonuçlarda diğer karar birimlerine ait yoğunluk değerleri 1' ile 0 arasında olanlar incelenen karar biriminin (etkin olmayan) referans kümesini oluşturur. Ayrıca VZA' nın yapısı gereği karar birimi sayısı (n), girdi ve çıktı sayılarından (m+p) daha fazladır. Bu nedenle ağırlıklı modeli çözmek daha fazla zaman almaktadır. Ağırlıklı modelde (n) adet kısıtlayıcı denklem varken, Zarflamalı VZA modelinde (m+p) tane kısıtlayıcı denklem vardır. Zarflamalı VZA modelinin bu avantajlarından dolayı kullanıma daha uygundur. Ağırlıklı doğrusal programlama modelinin (Eş. 5.16, Eş. 5.19) duali alındığında zarflama modeli oluşur. Bu model şu şekildedir:

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^p s_{ri}^+ \quad (5.24)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} = 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.25)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, p \quad (5.26)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n; \quad (5.27)$$

$$s_i^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m; \quad (5.28)$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, p \quad (5.29)$$

Burada;

α : Görelî etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzölme katsayısı,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : J'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : J'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

λ_j : J'inci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

s_i^- : k karar biriminin i'inci girdisine ait atıl değeri,

s_r^+ : k karar biriminin r'inci çıktısına ait atıl değeri,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı.

Bu modelin matrissel olarak gösterimi de şu şekilde olmaktadır.

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon s^- - \varepsilon s^+ \quad (5.30)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$X\lambda + s^- - \alpha x^k = 0, \quad (5.31)$$

$$Y\lambda - s^+ = Y^k, \quad (5.32)$$

$$s^-, s^+ \geq 0, \quad (5.33)$$

Burada:

α : Görelî etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzölme katsayısı,

Y^k : k karar birimine ait çıktı vektörü,

X^k : k karar birimine ait girdi vektörü,

Y : Ölçümü yapılan gözlem kümesindeki karar birimlerine ait çıktı matrisi,

X : Ölçümü yapılan gözlem kümesindeki karar birimlerine ait girdi matrisi,

λ : Gözlem kümesindeki karar birimlerine ait yoğunluk vektörü,

s^- : k karar birimine ait atıl girdi vektörü,

s^+ : k karar birimine ait atıl çıktı vektörü.

Bu programın amaç fonksiyonunda, belirli bir çıktı düzeyi için etkinliği ölçülen k karar birimine ait girdilerin “radyal” olarak ne kadar azaltılabileceği araştırılmaktadır. Eğer söz konusu karar birimi etkin ise girdi vektöründe herhangi bir azalma yapılamaz. Bu durumda görelî etkinlik ölçütü $E_k=1$ ’e eşit olur ($\alpha = 1$, $s^- = 0$, $s^+ = 0$). Ayrıca, kendi referans kümesindeki (RK) yine kendisi bulunur ve $\lambda_k = 1$ ’e eşit olur. Eğer ölçülen karar birimi etkin değilse etkinlik ölçütünün belirleyen α büzölme katsayısı 1’den küçük olur. Bu durum, girdi vektöründe radyal olarak azaltma yapılabileceği anlamına gelmektedir. Diğer taraftan, bu karar biriminin görelî etkinliğinin ölçülmesine yarayacak olan ve etkinlik sınırı (zarfı) üzerinde yer alan kuramsal karar birimini oluşturan referans birimlerin λ ’ları 0’dan büyük olur. Söz konusu kuramsal birim, gözlem kümesi içinde ölçümü yapılan k karar biriminin teknolojik yapısına en çok benzeyen en iyi gözlemlerin doğrusal bileşimi şeklinde oluşturulur. Bu karar birimi gerçek bir gözlem olmamasına karşın VZA’nın bir varsayımı olarak etkinlik ölçümünü gerçekleştirebilmek amacıyla etkin bir

gözlemlenmiş gibi kabul edilmektedir. Kuramsal birimin girdi ve çıktı vektörleri ise şu şekilde hesaplanabilir:

$$X^{Kk} = X.\lambda \quad (5.34)$$

$$Y^{Kk} = Y.\lambda \quad (5.35)$$

Kuramsal birim “Zarflama” modelinin çözüm kümesindeki diğer değişkenlerden yararlanılarak daha başka şekilde de hesaplanabilir:

$$X^{Kk} = \alpha X^K - s^- \quad (5.36)$$

$$Y^{Kk} = Y^K + s^+ \quad (5.37)$$

Etkin olmayan bir karar birimi, girdi vektörünü $([1-\alpha].X^K + s^-)$ kadar azaltmak ve çıktı vektörünü de s^+ kadar artırmak şartı ile etkin hale dönüşebilir.

5.2. Çıktıya Yönelik VZA Modelleri

Girdiye yönelik VZA modellerine benzer şekilde çıktıya yönelik VZA modellerini de tanımlamak mümkündür. Bu tip modellerin girdiye yönelik olanlardan farkı, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının enazlanması şeklinde özetlenebilir. Diğer bir deyişle, belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceği araştırılmaktadır.

Girdiye yönelik VZA modellerinde olduğu gibi çıktıya yönelik modeller de üç grup altında toplanabilirler.

5.2.1. Oransal VZA modeli

Çıktıya yönelik oransal modelin oluşumu girdiye yönelik oransal modelin tersi şeklinde olmaktadır. Girdiye yönelik modellerde çıktı/girdi (ağırlıklandırılmış) oranının maksimum olması istenirken (Eş. 5.1) çıktıya yönelik modellerde tersi

olarak girdi/çıktı oranının minimizasyonu esas alınır. Girdiye yönelik oransal modelin amaç fonksiyonunun (Eş. 5.5) tersi düşünüldüğünde aşağıdaki amaç fonksiyonu elde edilir (Eş. 5.38). Kısıtlar için ise girdiye yönelik modelde, ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranının 1' den küçük yada eşit olma koşulu vardı (Eş. 5.6) bu da etkinlik değerlerinin 1' den küçük olmasını sağlıyordu ve en etkin birimin etkinlik değeri 1' e eşit oluyordu. Çıktıya yönelik modelde ise ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılara oranının enazlanması söz konusu olduğundan kısıt olarak bu oranın 1' den küçük ve 1' e eşit olması koşulu vardır (Eş. 5.39). Böylece etkinliği ölçülen karar birimlerinden etkinliği maksimum olanlar 1' e eşit olacak etkinliği düşük olan birimlerin etkinlik değerleri de 1' den büyük olacak.

Bu doğrultuda çıktıya yönelik oransal VZA modelinin şu şekilde göstermek mümkündür :

$$E_k = \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \quad (5.38)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında :

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) \geq 1, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.39)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, p; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.40)$$

Burada :

v_i : k karar birimi tarafından i' inci girdiye verilen ağırlık,

u_r : k karar birimi tarafından r' inci çıktıya verilen ağırlık,

X_{ik} : Göreli etkinliği ölçülen k karar birimi tarafından kullanılan i' inci girdi,

- Y_{rk} : Göreli etkinliği ölçülen k karar birimi tarafından üretilen r' inci çıktı,
 X_{ij} : j' inci karar birimi tarafından kullanılan i' inci girdi,
 Y_{rj} : j' inci karar birimi tarafından üretilen r' inci çıktı,
 ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı,

Bu model matrissel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir :

$$E_k = \text{Min} (v^t X^k) / u^t Y^k \quad (5.41)$$

$$(v^t X) / u^t Y \geq 1 \quad (5.42)$$

$$u \geq \varepsilon, \quad v \geq \varepsilon, \quad (5.43)$$

Burada :

- v^t : k karar birimi açısından girdiye ait ağırlık vektörünün transpozesi,
 u^t : k karar birimi açısından çıktıya ait ağırlık vektörünün transpozesi,
 X^k : k karar birimine ait girdi vektörü,
 Y^k : k karar birimine ait çıktı vektörü,
 X : Ölçümü yapılan gözlem kümesine ait karar birimlerinin girdilerini belirleyen matris,
 Y : Ölçümü yapılan gözlem kümesine ait karar birimlerinin çıktılarını belirleyen matris,
 ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı,

Bu programın amaç fonksiyonunda (Eş. 5.38), E_k ' nın alacağı en küçük değer 1' dir. Çünkü aynı oran (Eş. 5.39) kısıtlarında da mevcuttur. E_k ' nın 1' e eşit olması, k karar biriminin etkin olduğu anlamına gelirken 1' den büyük olması da etkin olmadığını göstermektedir. Bu modelde de , girdiye yönelik oransal model de olduğu gibi (v,u) ağırlık vektörlerinin değerleri araştırılmaktadır. Bu oransal programın doğrusal bir program haline dönüştürülmesi ile çıktıya yönelik ağırlıklı VZA modeli aşağıdaki gibi yazılabilir.

5.2.2. Ağırlıklı VZA modeli

Çıktıya yönelik ağırlıklı VZA modeli, çıktıya yönelik oransal modelin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş şeklidir. Bu model girdiye yönelik ağırlıklı VZA'nın tersi şeklindedir. Amaç belli bir çıktıyı daha az girdi kullanarak elde etmek olduğundan bu modelde ağırlıklı çıktılar minimize edilmeye çalışılıyor (Eş. 5.43). Çıktılar ise normalizasyon kısıtı olarak yazılıyor (Eş. 5.44). Burada da oransal modelde kullanılan ağırlık değişkenleri u ve v , μ ve ν olarak değiştirilir. Bu model aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$E_k = \text{Min} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \quad (5.43)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{r=1}^p \eta_r Y_{rk} = 1, \quad (5.44)$$

$$\sum_{r=1}^p \eta_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.45)$$

$$\eta_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, p; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.46)$$

Bu modelin matrissel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$E_k = \text{Min} \quad \nu^t X^k \quad (5.47)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\eta^t Y^k = 1, \quad (5.48)$$

$$\eta^t Y - \nu^t X \leq 0, \quad (5.49)$$

$$\eta \geq \varepsilon, \quad \nu \geq \varepsilon, \quad (5.50)$$

Bu modele göre eğer görelî etkinliği ölçülen k karar birimi etkin ise amaç fonksiyonunun değeri $E_k = 1$ olur ve bu karar birimiyle ilgili (Eş. 5.49,) kısıtı $\eta^t Y - \nu^t X = 0$ şekline dönüşür. Eğer görelî etkinliği ölçülen k karar birimi etkin değilse, bu durumda amaç fonksiyonunun değeri 1' den büyük olacak ve bu birimin referans kümesini (RK) oluşturan karar birimleri için $\eta^t Y - \nu^t X = 0$ kısıtları eşitlik haline dönüşecektir. Bu doğrusal programın duali olan çıktıya yönelik VZA'nin "Zarflama" modeli ise aşağıdaki şekilde yazılabilir:

5.2.3. Zarflama VZA modeli

Bu model de çıktıya yönelik ağırlıklı VZA modelinin duali alınarak elde edilir. Etkin olan karar birimlerin etkinlik değeri (E_k) 1' e eşit olacaktır, etkin olmayan karar birimlerinin etkinlik değeri ise 1'den büyük olacaktır. Girdiye yönelik zarflama VZA modeli ile mantık olarak aynıdır. Ancak bu modelde etkin olmayan karar birimlerinin etkin hale getirmek için aynı girdi miktarları kullanılarak çıktı miktarlarının ne kadar arttırılması gerektiği elde edilir. Çıktıya ait genişleme katsayısı (β) değeri bize çıktı miktarlarının (girdiler sabit kalmak koşulu ile) ne oranda arttırılabileceğini verir.

Çıktıya yönelik ağırlıklı doğrusal programlama modelinin (Eş. 5.43, Eş. 5.46) duali alındığında çıktıya yönelik zarflama modeli oluşur. Bu model şu şekildedir:

$$E_k = \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p \sigma_r^+ \quad (5.51)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \theta_j + \sigma_i^- - X_{ik} = 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.52)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \theta_j - \sigma_r^+ - \beta Y_{rk} = 0, \quad r = 1, \dots, p \quad (5.53)$$

$$\theta_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.54)$$

$$\sigma_i^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (5.55)$$

$$\sigma_r^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, p \quad (5.56)$$

Burada:

β : Çıktıya ait genişleme katsayısı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

θ_j : j'inci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

σ_i^- : k karar biriminin i'inci girdisine ait atıl değer,

σ_r^+ : k karar biriminin r'inci çıktısına ait atıl değer,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı.

Bu model matrissel olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$E_k = \text{Max } \beta + \varepsilon \sigma^- + \varepsilon \sigma^+ \quad (5.57)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$X\theta + \sigma^- - X^k = 0, \quad (5.58)$$

$$Y\theta - \sigma^+ - \beta Y^k = 0, \quad (5.59)$$

$$\theta, \sigma^-, \sigma^+ \geq 0. \quad (5.60)$$

Burada:

- β : k karar biriminin çıktılarının radyal olarak ne kadar artırılabilirliğini belirleyen genişleme katsayısı,
- X^k : k karar birimine ait girdi vektörü,
- Y^k : k karar birimine ait çıktı vektörü,
- X : Ölçümü yapılan gözlem kümesindeki karar birimlerine ait girdi matrisi,
- Y : Ölçümü yapılan gözlem kümesindeki karar birimlerine ait çıktı matrisi,
- θ : Gözlem kümesindeki karar birimlerine ait yoğunluk vektörü,
- σ^- : k karar birimine ait atıl girdi vektörü,
- σ^+ : k karar birimine ait atıl çıktı vektörü,
- ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı.

$\theta, \sigma^-, \sigma^+$ 'nın dual değişkenler olduğu açıktır. β ise radyal çıktı genişlemesini belirleyen katsayıdır. β 'nin alacağı sayısal değerler 1'e eşit ya da daha büyük olabilir.

Bu programın amaç fonksiyonunda, kullanılan belirli bir girdi kümesi için etkinliği ölçülen k karar birimine ait çıktıların "radyal" olarak ne kadar azaltılabileceği araştırılmaktadır. Eğer söz konusu karar birimi etkin ise çıktı vektöründe herhangi bir arttırma yapılamaz. Bu durumda görelî etkinlik ölçütü $E_k = 1$ 'e eşit olur ($\alpha = 1, s^- = 0, s^+ = 0$). Ayrıca, kendi referans kümesindeki (RK) yine kendisi bulunur ve $\lambda_k = 1$ 'e eşit olur. Eğer ölçülen karar birimi etkin değilse etkinlik ölçütünün belirleyen β genişleme katsayısı 1'den büyük olur. Bu durum, çıktı vektöründe radyal olarak arttırma yapılabileceği anlamına gelmektedir. Diğer taraftan, bu karar biriminin görelî etkinliğinin ölçülmesine yarayacak olan ve etkinlik sınırı (zarfı) üzerinde yer alan kuramsal karar birimini oluşturan referans birimlerin θ 'ları 0'dan büyük olur. Söz konusu kuramsal birim, gözlem kümesi içinde ölçümü yapılan k karar biriminin

teknolojik yapısına en çok benzeyen en iyi gözlemlerin doğrusal bileşimi şeklinde oluşturulur. Kuramsal birimin girdi ve çıktı vektörleri de girdiye yönelik VZA modeline benzer olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$X^{Kk} = X^K - \sigma^- \quad (5.61)$$

$$Y^{Kk} = \beta \cdot Y^K + \sigma^+ \quad (5.62)$$

Etkin olmayan bir karar birimi, çıktı vektörünü $([\beta-1] \cdot Y^K + s^+)$ kadar arttırmak ve girdi vektörünü de s^- kadar azaltmak şartı ile etkin hale dönüşebilir. Etkin olmayan bir karar biriminin nasıl etkin duruma dönüşebileceğine değin bilgileri türeterek yöneticilere yol gösterme özelliği nedeniyle VZA yaklaşımı uygulamada oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

6. TÜRKİYE'DEKİ DEVLET ÜNİVERSİTESİ KÜTÜPHANELERİNDE VZA UYGULAMASI

6.1. Amaç

Bilimsel araştırmaları gerçekleştirecek önemli koşullardan biri de üniversitelerdir. Üniversitelerin bilimsel çalışmalarda etkinlik kazanabilmesinin temel koşulu ise, gerekli alt yapı koşullarının sağlanmasının yanında, dünya bilgi birikiminden etkin bir şekilde yararlanabilmesiyle gerçekleştirilebilir. Bunu sağlayacak birim ise üniversitelerin merkezi organı olan kütüphanelerdir. Bu çalışmada da Türkiye'de bulunan devlet üniversitelerinin kütüphaneleri incelenmiş , göreceli etkinlikleri ile performanslarının ölçülmesi amacıyla 21 kütüphaneye Veri Zarflama Analizi tekniği uygulanmıştır.

6.2. Yöntem

Uygulama genel olarak aşağıdaki aşamalardan meydana gelmektedir:

- Aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan karar verme birimlerinin (decision making units,DMU) seçimi,
- Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için, her bir karar birimine ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi,
- Veri Zarflama Analizinin uygulanması
- Her bir karar verme biriminin etkinliği değerlendirilir ve referans kümelerinin oluşturulması,
- Etkin olmayan karar birimleri için kuramsal birim belirlenmesi ve bu biriminde etkin hale getirilmesi,
- Sonuçların her bir karar birimi için yorumlanması.

6.3. Karar birimlerinin seçimi

Literatürü incelediğimizde VZA'nın pek çok alanda kullanıldığını daha önce söylemiştik. Kütüphaneler üzerine de çeşitli çalışmalar yabancı kaynaklarda yer almaktadır. Ancak ülkemizde bu alanda bir çalışma yapılmamıştır. Gerek verilerin tam olarak elde edilememesi gerekse üniversitelere bakarak bu çalışmada ülkemizde yer alan 53 devlet üniversitesinin 21 tanesinin kütüphaneleri incelenmiştir. Bu üniversiteler Çizelge 6.1' de gösterilmektedir.

Çizelge 6.1. Karar verme birimleri

Sıra No	Kütüphane Adı	Sıra No	Kütüphane Adı
1	Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi	12	İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi
2	Ankara Üniversitesi Kütüphanesi	13	Marmara Üniversitesi Kütüphanesi
3	Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi	14	Mimarsinan Üniversitesi Kütüphanesi
4	Boğaziçi Üniversitesi Kütüphanesi	15	Muğla Üniversitesi Kütüphanesi
5	Cumhuriyet Üniversitesi Kütüphanesi	16	Ondokuzmayıs Üniversitesi Kütüphanesi
6	Çukurova Üniversitesi Kütüphanesi	17	ODTÜ Kütüphanesi
7	Dokuzeylül Üniversitesi Kütüphanesi	18	Selçuk Üniversitesi Kütüphanesi
8	Dumlupınar Üniversitesi Kütüphanesi	19	Südemirel Üniversitesi Kütüphanesi
9	Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi	20	Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi
10	Gazi Üniversitesi Kütüphanesi	21	Yüzüncüyıl Üniversitesi Kütüphanesi
11	İTÜ Kütüphanesi		

6.4. Değişken seçimi

Kütüphanecilik alanında yapılan VZA ile ilgili çalışmalarını incelediğimizde çok çeşitli değişkenlerin kullanıldığını görmekteyiz. Bu değişkenlerden hangilerinin seçileceği analizi yapanın kullanacağı verilerin kalitesine ve kütüphanelerin tipine göre değişkenlik göstermektedir.

Bir VZA çalışmasında dahil edilecek girdi ve çıktı sayısı olabildiğince küçük olmalı, ancak çalışmada incelenen karar birimlerinin gerçekleştirdiği üretimi

de doğru olarak yansıtabilmelidir. VZA' da girdi ve çıktı sayılarını azaltabilmek için çiftli korelasyonlar incelenmektedir. Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar için de aynı durum geçerlidir.

Seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı da p ise en az $m+p+1$ tane karar birimine ihtiyaç vardır. Çalışmaya alınan karar birimi sayısı 21 olduğundan dolayı girdi ve çıktı sayısının toplamının en fazla 20 olması, çalışmanın sonuçlarının güvenilirliği açısından gerekli bir kısıttır. Ele alınan örnek büyüklüğüne bağlı olarak gerek verilerin eksikliği gerekse yapılan korelasyon analizleri sonucu değişken sayısı 3 girdi, 3 çıktı olmak üzere toplam 6 olarak belirlenmiştir. Kullanılan değişkenler ve değerleri EK-1 'de verilmektedir.

6.5. VZA'nin uygulanması

Yukarıda anlatılan veriler ve bilgiler doğrultusunda Türkiye'deki devlet üniversitelerinin kütüphanelerine ait VZA uygulamasının çözümünde DEAP Version 2.1 paket programı kullanılmıştır. Girdiye yönelik VZA 'nin çözümleri Çizelge 6.2 verilmektedir.

Elde edilen yoğunluk değerlerine bağlı olarak, kuramsal birimlerin girdi ve çıktı vektörleri hesaplanmış, girdiye yönelik modellerin sonuçları Çizelge 6.3'te verilmiştir.

Çizelge 6.2. Üniversite kütüphaneleri için girdiye yönelik VZA için çözümler

Kütüphane	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}
1	0	0	0,547	0	0	0	0	0	0,955	0,140	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0,090	0,597	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,217	0,129	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,987	0	0	0	0	0
8	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0,459	0	0	0	0	0	0,271	0,357	0	0	0	0
12	0	0	0,174	0	0	0	0	0	0,041	0	0	0	0	0
13	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,551	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0,011	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0,272	0,048	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 6.2. (Devam) Üniversite kütüphaneleri için girdiye yönelik VZA için çözümleri

λ_{15}	λ_{16}	λ_{17}	λ_{18}	λ_{19}	λ_{20}	λ_{21}	s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_1^+	s_2^+	s_3^+	E_k	α
0	0	0,129	0	0	0	0	0	0	0	0	282,738	0	0,925	0,925
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0,412	0	0	0	0	194138,789	0	687,427	0	0	0	0,984	0,984
0,218	0	0	0	0	0,142	0	0	3,723	43,445	0	0	0	0,847	0,847
0,465	0	0	0	0	0	0	0	18,704	0	0	60,250	0	0,487	0,487
0,118	0,995	0	0	0	0	0	0	3,702	0	0	39,863	0	0,446	0,446
0,978	0	0	0	0	0	0	0	18,196	164,957	0	0	7,838	0,795	0,795
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,679	0	0,620	0,620
0	0	0,108	0	0	0	0	36120,607	0	0	0	172,329	0	0,071	0,071
0	0	0	0	0	0,026	0	0	1,195	0	1,288	0	0	0,218	0,218
0	0	0,002	0	0	0	0	295,461	0	0	0	5,856	0	0,076	0,076
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0,321	0	0	0	0	0	0	0	13,656	0	0	31,419	0	0,824	0,824
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Çizelge 6.3. Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

		Değişkenler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme
Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	197504	182611	7,54%
		Personel Sayısı	52	48	7,69%
		Koltuk Sayısı	800	740	7,50%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	115831	115831	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	84	367	336,90%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	475	475	0,00%
Ankara Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	679384	679384	0,00%
		Personel Sayısı	213	213	0,00%
		Koltuk Sayısı	1615	1615	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	105812	105812	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	4701	4701	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	528	528	0,00%
Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	36503	36503	0,00%
		Personel Sayısı	3	3	0,00%
		Koltuk Sayısı	550	550	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	18610	18610	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	6	6	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	180	180	0,00%
Boğaziçi Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	496513	294290	40,73%
		Personel Sayısı	62	61	1,61%
		Koltuk Sayısı	1600	887	44,56%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	153517	153517	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	1083	1083	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	177	177	0,00%

Çizelge 6.3. (Devam) Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

Cumhuriyet Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	31952	27052	15,34%
		Personel Sayısı	19	12	36,84%
		Koltuk Sayısı	378	277	26,72%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	25185	25185	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	3	7	133,33%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	121	121	0,00%
Çukurova Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	144315	70307	51,28%
		Personel Sayısı	100	30,014	69,99%
		Koltuk Sayısı	600	292	51,33%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	74277	74277	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	14	74,25	430,36%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	94	94	0,00%
Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	342255	152625	55,41%
		Personel Sayısı	183	78	57,38%
		Koltuk Sayısı	2356	1051	55,39%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	86277	86277	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	81	121	49,38%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	974	974	0,00%
Dumlupınar Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	72522	57688	20,45%
		Personel Sayısı	63	32	49,21%
		Koltuk Sayısı	705	396	43,83%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	78630	78630	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	17	17	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	26	34	30,77%

Çizelge 6.3. (Devam) Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	50281	50281	0,00%
		Personel Sayısı	18	18	0,00%
		Koltuk Sayısı	200	200	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	24520	24520	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	81	81	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	293	293	0,00%
Gazi Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	255018	255018	0,00%
		Personel Sayısı	87	87	0,00%
		Koltuk Sayısı	488	488	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	245616	245616	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	428	428	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	117	117	0,00%
İTÜ Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	310938	192688	38,03%
		Personel Sayısı	82	51	37,80%
		Koltuk Sayısı	1000	620	38,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	147720	147720	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	276	399	44,57%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	211	211	0,00%
İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	1406310	63497	95,48%
		Personel Sayısı	165	12	92,73%
		Koltuk Sayısı	2985	212	92,90%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	38891	38891	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	3	175	5733,33%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	49	49	0,00%

Çizelge 6.3. (Devam) Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

Marmara Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	153688	33501	78,20%
		Personel Sayısı	60	12	80,00%
		Koltuk Sayısı	701	153	78,17%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	14139	15427	9,11%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	67	67	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	185	185	0,00%
Mimarsinan Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	72525	5195	92,84%
		Personel Sayısı	22	2	90,91%
		Koltuk Sayısı	172	13	92,44%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	4012	4012	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	4	10	150,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	10	10	0,00%
Muğla Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	56935	56935	0,00%
		Personel Sayısı	32	32	0,00%
		Koltuk Sayısı	400	400	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	80114	80114	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	3	3	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	33	33	0,00%
Ondokuzmayıs Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	41404	41404	0,00%
		Personel Sayısı	27	27	0,00%
		Koltuk Sayısı	400	400	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	23309	23309	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	3	3	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	308	308	0,00%

Çizelge 6.3. (Devam) Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

ODTÜ Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	512303	512303	0,00%
		Personel Sayısı	97	97	0,00%
		Koltuk Sayısı	1000	1000	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	322228	322228	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	1590	1590	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	53	53	0,00%
Selçuk Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	271977	271977	0,00%
		Personel Sayısı	193	193	0,00%
		Koltuk Sayısı	1929	1929	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	227679	227679	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	862	862	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	240	240	0,00%
S.Demirel Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	53517	44113	17,57%
		Personel Sayısı	40	19	52,50%
		Koltuk Sayısı	250	206	17,60%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	44082	44082	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	12	43	258,33%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	96	96	0,00%
Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	103229	103229	0,00%
		Personel Sayısı	38	38	0,00%
		Koltuk Sayısı	1335	1335	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	54493	54493	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	42	42	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	802	802	0,00%

Çizelge 6.3. (Devam) Girdiye yönelik VZA modellerinin çözümü sonucu elde edilen geçek ve hedeflenen değerler

Yüzüncüyıl Üniversitesi Kütüphanesi	Girdiler	Kitap Sayısı	94568	94568	0,00%
		Personel Sayısı	38	38	0,00%
		Koltuk Sayısı	450	450	0,00%
	Çıktılar	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	65958	65958	0,00%
		Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	217	217	0,00%
		Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı	292	292	0,00%

Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3’de yer alan kütüphanelerin girdi ve çıktı vektörlerinin hesaplanmasını göstermek için birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

Dumlupınar Üniversitesinin kütüphanesine ait etkinlik değeri $E_t=0,795$ dir yani bu kütüphane etkin değildir. Bu kütüphane için referans olabilecek kütüphaneler Ankara ve Muğla Üniversitelerinin kütüphaneleridir . Yani : $RK=\{\text{Ankara Üniversitesi Kütüphanesi, Muğla Üniversitesi Kütüphanesi}\}$ ’dir. Diğer kütüphaneler için referans kümeleri Çizelge 6.4 de verilmiştir.

Bu kütüphaneler için büzülme katsayıları sırasıyla $\lambda_2 = 0,003$ ve $\lambda_{15}= 0,978$ dir. Bu değerlerden yola çıkarak Kuramsal (Etkin) Birimin girdi ve çıktı vektörleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$X^{KB} = (679384; 213; 1615) \times 0.003 + (56935; 32; 400) \times 0.978 = (57688; 32; 396)$$

$$Y^{KB} = (105812; 4701; 528) \times 0.003 + (80114; 3; 33) \times 0.978 = (78630; 17; 34)$$

Yani kitap sayısı 72522’ den 57688’e, personel sayısı 63’ten 32’ye ve koltuk sayısı da 705’ten 396’ya indirilmelidir. Aynı zamanda kütüphanelerden

ödünç alınan materyal sayısı da 26'dan 34 'e çıkarılabilirse bu kütüphane etkin olabilecektir.

Çizelge 6.4. Referans kümeleri ve sayıları

S.NO	Kütüphane Adı	Etkinlik	Referans Kümesi	Referans Olma Sayıları
1	Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi	0,925	Atatürk, Galatasaray, Gazi, ODTÜ	0
2	Ankara Üniversitesi Kütüphanesi	1	Ankara	3
3	Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi	1	Atatürk	4
4	Boğaziçi Üniversitesi Kütüphanesi	0,984	Ankara, Atatürk, ODTÜ	0
5	Cumhuriyet Üniversitesi Kütüphanesi	0,847	Muğla, Uludağ	0
6	Çukurova Üniversitesi Kütüphanesi	0,487	Galatasaray, Gazi, Muğla	0
7	Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphanesi	0,446	Galatasaray, Muğla, Ondokuzmayıs	0
8	Dumlupınar Üniversitesi Kütüphanesi	0,795	Ankara, Muğla	0
9	Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi	1	Galatasaray	8
10	Gazi Üniversitesi Kütüphanesi	1	Gazi	5
11	İTÜ Kütüphanesi	0,620	Atatürk, Galatasaray, Gazi, ODTÜ	0
12	İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi	0,071	Atatürk, Galatasaray, ODTÜ	0
13	Marmara Üniversitesi Kütüphanesi	0,218	Ankara, Galatasaray, Uludağ	0
14	Mimarsinan Üniversitesi Kütüphanesi	0,076	Galatasaray, Gazi, ODTÜ	0
15	Muğla Üniversitesi Kütüphanesi	1	Muğla	5
16	Ondokuzmayıs Üniversitesi Kütüphanesi	1	Ondokuzmayıs	1
17	ODTÜ Kütüphanesi	1	ODTÜ	5
18	Selçuk Üniversitesi Kütüphanesi	1	Selçuk	0
19	S.Demirel Üniversitesi Kütüphanesi	0,824	Galatasaray, Gazi, Muğla	0
20	Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi	1	Uludağ	2
21	Yüzüncüyıl Üniversitesi Kütüphanesi	1	Yüzüncüyıl	0

7. SONUÇ

Veri Zarflama Analizi (VZA) de, doğrusal programlama prensiplerine dayanan, ve literatürde “Karar Verme Birimleri” (KVB) olarak geçip girdiyi çıktıya dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşların görel verimliliğini ölçmek için tasarlanmış olan bir tekniktir. Teknikte, aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten aynı tip üreticilerin verimliliği değerlendirilmektedir. VZA ’nin sonuçları yönetsel açıdan son derece önemli bilgiler içerir. VZA analizi incelenen alandaki her karar biriminin diğerlerine göre etkinliğini verir. Böylece, etkinliği düşük olan karar birimleri belirlenir ve bunların etkinliklerinin ne ölçüde artabileceğine ilişkin veriler elde edilir. Yönetim dikkatini etkinliği en düşük olan birimler üzerine toplayabilir. Eğer bir karar birimi etkin değilse, VZA analizi bu birimin etkinliğini artırabilmek için gerekli olan stratejileri etkin karar birimlerine referans vererek önerir. Bu bilgiler ışığında yönetim, etkin olmayan karar biriminin hangi girdileri gereğinden ne kadar fazla kullandığı, hangi çıktılar açısından ne ölçüde yetersiz üretim yaptığı ve etkin olması için ne yapması gerektiği hakkında değerlendirme yapabilir.

Son yıllarda pek çok alanda uygulanmaya başlanan VZA tekniği kütüphanecilik alanında da kullanılmaktadır. Okul kütüphaneleri, halk kütüphaneleri ve üniversite kütüphaneleri ile ilgili literatüre girmiş çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları Easun, (1992); Chen, (1997); Vitaliano, (1998); Shim, (2000,2003) dir. Son yıllarda Türkiye’de de bankacılık, eğitim, sağlık ve turizm gibi sektörlerde uygulanmaya başlanan bu teknikle ilgili henüz kütüphanelerle ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Bende tezimde bu alanla ilgili bir uygulama yaptım. Genel olarak Türkiye’ deki devlet üniversitelerinin görel etkinliklerinin ölçümüne dayalı bir çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak 21 üniversitenin incelenmesi ile elde edilen veriler sonucunda CRR modeline göre 10 üniversite kütüphanesinin görel etkin olduğu tespit edilmiştir. Bu 10 kütüphaneden Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi 8 defa

etkin olmayan üniversiteler için referans kümesinde yer almıştır. Veri zarflama analizi sonuçlarına göre etkin olmayan kütüphanelerin girdi ve çıktı faktörlerini iyi kullanmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin üniversitelerin büyük bir çoğunluğu Kütüphaneler arası Ödünç Verilen Materyal Sayısını artırmalıdır. Buda kütüphaneler arası eşgüdümün arttırılması ile olacaktır. Yine çıktı miktarları göz önüne alarak girdi miktarlarında da gerekli iyileştirmelerin yapılması önerilebilir. Ayrıca ileriki çalışmalar için BCC modeli ile ilgili özet bir çözüm tablosu da Çizelge 6.5 de verilmiştir. Ölçek etkinliğini de görmemize yarayan bu modelde ise etkin kütüphane sayısı 15 olmaktadır.

Çizelge 6.5. CCR ve BCC modellerine göre etkinlikler ile ölçek etkinliği

S.NO	Kütüphane Adı	CCR Etkinliği	BCC Etkinliği	Ölçek Etkinliği	Ölçek Özelliği
1	Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi	0,925	1	0,925	Azalan
2	Ankara Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
3	Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
4	Boğaziçi Üniversitesi Kütüphanesi	0,984	0,997	0,987	Azalan
5	Cumhuriyet Üniversitesi Kütüphanesi	0,847	1	0,847	Artan
6	Çukurova Üniversitesi Kütüphanesi	0,487	0,524	0,93	Artan
7	Dokuzeylül Üniversitesi Kütüphanesi	0,446	1	0,446	Azalan
8	Dumlupınar Üniversitesi Kütüphanesi	0,795	0,801	0,993	Artan
9	Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
10	Gazi Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
11	İTÜ Kütüphanesi	0,62	0,628	0,987	Azalan
12	İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi	0,071	0,111	0,638	Artan
13	Marmara Üniversitesi Kütüphanesi	0,218	0,314	0,695	Artan
14	Mimarsinan Üniversitesi Kütüphanesi	0,076	1	0,076	Artan
15	Muğla Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
16	Ondokuzmayıs Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
17	ODTÜ Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
18	Selçuk Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
19	S.Demirel Üniversitesi Kütüphanesi	0,824	1	0,824	Artan
20	Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit
21	Yüzüncüyıl Üniversitesi Kütüphanesi	1	1	1	Sabit

KAYNAKLAR

- 1.Toplu, M., “Üniversite Kütüphanelerinin Bilimsel Araştırmalardaki İşlevi ve Türkiye Gerçeği-2”, **Türk Kütüphaneciliği**, 6 (2) : 89-107 (1992).
- 2.Akal, Z. , “İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi”, **MPM Yayınları**, No:473, Ankara,4-18 (1996).
- 3.Anderson, R.I., Fok, R., Scott, J., “Hotel Industry Efficiency: An Advanced Linear Programming Examination”, **American Business Reviews**,18(1): 40-8 (2000).
- 4.Aydemir, Z.C., “Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, **DPT-Uzmanlık Tezleri**, Yayın No:2664, Ankara ,45-91 (2002).
- 5.Baysal, M. E., “Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde Performans Ölçümü”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 28-68 (1999).
- 6.Charnes, A., Cooper, W. ve Rhodes, E. “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operations Research**, 2 (6) : 429-444 (1978).
- 7.Drake, L., Simper, R. ,”The measurement of English and Welsh police force efficiency: A comparison of distance function models”, **European Journal of Operational Research**, 147:165-186 (2002).
- 8.Gattoufi, S., Oral, M., Reisman, A., “Data Envelopment Analysis Literature: A Bibliography Update (1951-2001) ”, **Socio-Economic Planning Sciences**, in Press, (2003).
- 9.Roll Y, Golany B, Seroussy D. “Measuring The Efficiency Of Maintenance Units in The Israeli Air Force”, **European Journal of Operational Research**,43(2):136-42 (1989).
- 10.Tarım, A., “Veri Zarflama Analizi:Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı”, **Sayıstay Yayınları**, Ankara, 15: 5-40 (2001).
- 11.Ulucan A., “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler, **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Ankara, 18: 405-418 (2000).

- 12.Yolalan, R., "İşletmeler arası Görelî Etkinlik Ölçümü", **Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları**: 483, Ankara, 3-19 (1993).
- 13.Weî, Q., "Data Envelopment Analysis", **Chinese Science Bulletin**, 46 (16):1321-1332 (2001).
- 14.Gattoufi, S., Oral M., Reisman A., "A Taxonomy For Data Envelopment Analysis", **Socio-Economic Planning Sciences**, 38: 141-158 (2004).
- 15.Easton, L., Murphy D. J., Pearson J.N., "Purchasing Performance Evaluation: With Data Envelopment Analysis", **European Journal of Purchasing & Supply Management**, 8: 123-134 (2002).
- 16.Boussofiâne, A., Dyson, R., Rhodes, E., "Applied Data Envelopment Analysis", **European Journal of Operational Research**, 2(6): 1-15 (1991).
- 17.Yun, Y.B., Nakayama H., Tanino T., "A Generalized Model For Data Envelopment Analysis", **European Journal of Operational Research**, 157: 87-105 (2004).
- 18.Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K., "Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software", **Kluwer Academic Publishers**, Boston, 3-50 (2000).
- 19.Yu, M., "Measuring Physical Efficiency of Domestic Airports In Taiwan with Undesirable Outputs And Environmental Factor" **Journal of Air Transport Management**, 10: 295-303 (2004).
- 20.Kao, C., Hung,H.," Efficiency Analysis of University Departments:An Empirical Study", **The International Journal of Management Science**, in Press (2006).
- 21.Chen, T., "A measurement of the resource utilization efficiency of university libraries", **International Journal of Production Economics**, 53: 71-80 (1997).
- 22.Reichmann, G., Sommersguter-Reichmann, M.,"University Library Benchmarking: An International Comparison Using DEA",**International Journal of Production Economics**,in Press (2004).
- 23.Shim, W.. "Assessing technical efficiency of research libraries", **Advances in Library Administration and Organisation**, 17: 243-339 (2000).
- 24.Thanassoulis, E., "Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. A foundation text with integrated software". **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, 12-35 (2001).

25. Shim, W., "Applying DEA Technique to Library Evaluation in Academic Research Libraries", **Library Trends**, 51(3):312-332 (2003).
26. Ethelene, W. "Academic Library Performance Measures And Undergraduates' Library Use And Educational Outcomes" **Library & Information Science Research**, 24 :107–128 (2002).
27. Hammond, C. J." Efficiency In The Provision Of Public Services: A Data Envelopment Analysis Of UK Public Library Systems", **Applied Economics**, 34: 649-657 (2002).
28. Sharma, K. R., Leung, P. S. and Zane, L. "Performance Measurement Of Hawaii State Public Libraries: An Application Of Data Envelopment Analysis", **Agricultural and Resource Economics Review**, 28: 190-198 (1999).
29. Vitaliano, D. F. " Assessing Public Library Efficiency Using Data Envelopment Analysis", **Annals of Public and Cooperative Economics**, 69 (1): 107-122 (1998).
30. Casu, B., Thanassoulis, E., "Evaluating Cost Efficiency in Central Administrative Services in UK Universities" **The International Journal of Management Science**, 34 : 417 – 426 (2006).
31. Johnes, J."Data Envelopment Analysis And Its Application to The Measurement Of Efficiency in Higher Education", **Economics of Education Review**, in Press (2005).
32. Chen, Y., Liang, L., Yang, F., Zhu, J., "Evaluation Of Information Technology Investment: A Data Envelopment Analysis Approach", **Computers & Operations Research**, 33 :1368–1379 (2006).
33. Ruggiero, J., " Measurement Error, Education Production And Data Envelopment Analysis", **Economics of Education Review**, in Press (2005) .
34. Uygur, M., "TCDD Limanlarında Veri Zarflama Analizi ile Performans Ölçümü", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 35-40 (2002).

EKLER

EK-1 Üniversite kütüphaneleri için VZA uygulamasında kullanılan değişkenler ve değerleri

S.NO	Kütüphane Adı	GİRDİLER			ÇIKTILAR		
		Kitap Sayısı	Personel Sayısı	Koltuk Sayısı	Ödünç Verilen Materyal Sayısı	Kütüphanelerarası Ödünç Verilen Materyal Sayısı	Kütüphanelerden Ödünç Alınan Materyal Sayısı
1	Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi	197504	52	800	115831	84	475
2	Ankara Üniversitesi Kütüphanesi	679384	213	1615	105812	4701	528
3	Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi	36503	3	550	18610	6	180
4	Boğaziçi Üniversitesi Kütüphanesi	496513	62	1600	153517	1083	177
5	Cumhuriyet Üniversitesi Kütüphanesi	31952	19	378	25185	3	121
6	Çukurova Üniversitesi Kütüphanesi	144315	100	600	74277	14	94
7	Dokuzeylül Üniversitesi Kütüphanesi	342255	183	2356	86227	81	974
8	Dumlupınar Üniversitesi Kütüphanesi	72522	63	705	78630	17	26
9	Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi	50281	18	200	24520	81	293
10	Gazi Üniversitesi Kütüphanesi	255018	87	488	245616	428	117
11	İTÜ Kütüphanesi	310938	82	1000	147720	276	211
12	İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi	1406310	165	2985	38891	3	49
13	Marmara Üniversitesi Kütüphanesi	153688	60	701	14139	67	185
14	Mimarsinan Üniversitesi Kütüphanesi	72525	22	172	4012	4	10
15	Muğla Üniversitesi Kütüphanesi	56935	32	400	80114	3	33
16	Ondokuzmayıs Üniversitesi Kütüphanesi	41404	27	400	23309	3	308
17	ODTÜ Kütüphanesi	512303	97	1000	322228	1590	53
18	Selçuk Üniversitesi Kütüphanesi	271977	193	1929	227679	862	240
19	S.Demirel Üniversitesi Kütüphanesi	53517	40	250	44082	12	96
20	Uludağ Üniversitesi Kütüphanesi	103229	38	1335	54493	42	802
21	Yüzüncüyıl Üniversitesi Kütüphanesi	94568	38	450	65958	217	292

EK-2 Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP Version 2.1 çıktıları

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = tez.ins

Data file = TEZ.dta

Input orientated DEA

Scale assumption: CRS

Slacks calculated using multi-stage method

EFFICIENCY SUMMARY:

firm	te
1	0.925
2	1.000
3	1.000
4	0.984
5	0.847
6	0.487
7	0.446
8	0.795
9	1.000
10	1.000
11	0.620
12	0.071
13	0.218
14	0.076
15	1.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	0.824
20	1.000
21	1.000

mean 0.776

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

SUMMARY OF OUTPUT SLACKS:

firm output:	1	2	3
1	0.000	282.738	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000
5	0.000	3.614	0.000
6	0.000	60.250	0.000
7	0.000	39.863	0.000
8	0.000	0.000	7.838
9	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000
11	0.000	122.679	0.000
12	0.000	172.329	0.000
13	1287.643	0.000	0.000
14	0.000	5.856	0.000
15	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000
19	0.000	31.419	0.000
20	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000
mean	61.316	34.226	0.373

SUMMARY OF INPUT SLACKS:

firm input:	1	2	3
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	194138.789	0.000	687.427
5	0.000	3.723	43.445
6	0.000	18.704	0.000
7	0.000	3.702	0.000
8	0.000	18.196	164.957

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

9	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000
12	36120.607	0.000	0.000
13	0.000	1.195	0.000
14	295.461	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000
19	0.000	13.656	0.000
20	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000
mean	10978.803	2.818	42.659

SUMMARY OF PEERS:

firm peers:

1	3	9	17	10
2	2			
3	3			
4	3	17	2	
5	20	15		
6	9	10	15	
7	15	16	9	
8	2	15		
9	9			
10	10			
11	9	10	3	17
12	9	17	3	
13	2	9	20	
14	10	17	9	
15	15			
16	16			
17	17			
18	18			
19	9	10	15	
20	20			
21	21			

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

SUMMARY OF PEER WEIGHTS:
(in same order as above)

firm peer weights:

1	0.547	0.955	0.129	0.140
2	1.000			
3	1.000			
4	0.597	0.412	0.090	
5	0.142	0.218		
6	0.217	0.129	0.465	
7	0.118	0.995	0.987	
8	0.003	0.978		
9	1.000			
10	1.000			
11	0.271	0.357	0.459	0.139
12	0.041	0.108	0.174	
13	0.005	0.551	0.026	
14	0.011	0.002	0.029	
15	1.000			
16	1.000			
17	1.000			
18	1.000			
19	0.272	0.048	0.321	
20	1.000			
21	1.000			

PEER COUNT SUMMARY:
(i.e., no. times each firm is a peer for another)

firm peer count:

1	0
2	3
3	4
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	8
10	5

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

11	0
12	0
13	0
14	0
15	5
16	1
17	5
18	0
19	0
20	2
21	0

SUMMARY OF OUTPUT TARGETS:

firm output:	1	2	3
1	115831.000	366.738	475.000
2	105812.000	4701.000	528.000
3	18610.000	6.000	180.000
4	153517.000	1083.000	177.000
5	25185.000	6.614	121.000
6	74277.000	74.250	94.000
7	86227.000	120.863	974.000
8	78630.000	17.000	33.838
9	24520.000	81.000	293.000
10	245616.000	428.000	117.000
11	147720.000	398.679	211.000
12	38891.000	175.329	49.000
13	15426.643	67.000	185.000
14	4012.000	9.856	10.000
15	80114.000	3.000	33.000
16	23309.000	3.000	308.000
17	322228.000	1590.000	53.000
18	227679.000	862.000	240.000
19	44082.000	43.419	96.000
20	54493.000	42.000	802.000
21	65958.000	217.000	292.000

SUMMARY OF INPUT TARGETS:

firm input:	1	2	3
1	182611.365	48.079	739.677
2	679384.000	213.000	1615.000

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

3	36503.000	3.000	550.000
4	294290.485	60.991	886.523
5	27051.812	12.363	276.585
6	70307.126	30.014	292.307
7	152625.251	77.905	1050.635
8	57688.345	31.918	395.842
9	50281.000	18.000	200.000
10	255018.000	87.000	488.000
11	192687.750	50.815	619.698
12	63497.138	11.688	211.446
13	33501.280	11.884	152.806
14	5195.177	1.666	13.022
15	56935.000	32.000	400.000
16	41404.000	27.000	400.000
17	512303.000	97.000	1000.000
18	271977.000	193.000	1929.000
19	44113.081	19.315	206.070
20	103229.000	38.000	1335.000
21	94568.000	38.000	450.000

FIRM BY FIRM RESULTS:

Results for firm: 1

Technical efficiency = 0.925

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	115831.000	0.000	0.000	115831.000
output	2	84.000	0.000	282.738	366.738
output	3	475.000	0.000	0.000	475.000
input	1	197504.000	-14892.635	0.000	182611.365
input	2	52.000	-3.921	0.000	48.079
input	3	800.000	-60.323	0.000	739.677

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.547	
9	0.955	
17	0.129	
10	0.140	

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

Results for firm: 2

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	105812.000	0.000	0.000	105812.000
output	2	4701.000	0.000	0.000	4701.000
output	3	528.000	0.000	0.000	528.000
input	1	679384.000	0.000	0.000	679384.000
input	2	213.000	0.000	0.000	213.000
input	3	1615.000	0.000	0.000	1615.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
2	1.000	

Results for firm: 3

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18610.000	0.000	0.000	18610.000
output	2	6.000	0.000	0.000	6.000
output	3	180.000	0.000	0.000	180.000
input	1	36503.000	0.000	0.000	36503.000
input	2	3.000	0.000	0.000	3.000
input	3	550.000	0.000	0.000	550.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	1.000	

Results for firm: 4

Technical efficiency = 0.984

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	153517.000	0.000	0.000	153517.000
output	2	1083.000	0.000	0.000	1083.000
output	3	177.000	0.000	0.000	177.000

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

```
input 1 496513.000 -8083.726 -194138.789 294290.485
input 2 62.000 -1.009 0.000 60.991
input 3 1600.000 -26.050 -687.427 886.523
```

LISTING OF PEERS:

```
peer lambda weight
3 0.597
17 0.412
2 0.090
```

Results for firm: 5

Technical efficiency = 0.847

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output 1		25185.000	0.000	0.000	25185.000
output 2		3.000	0.000	3.614	6.614
output 3		121.000	0.000	0.000	121.000
input 1		31952.000	-4900.188	0.000	27051.812
input 2		19.000	-2.914	-3.723	12.363
input 3		378.000	-57.970	-43.445	276.585

LISTING OF PEERS:

```
peer lambda weight
20 0.142
15 0.218
```

Results for firm: 6

Technical efficiency = 0.487

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output 1		74277.000	0.000	0.000	74277.000
output 2		14.000	0.000	60.250	74.250
output 3		94.000	0.000	0.000	94.000
input 1		144315.000	-74007.874	0.000	70307.126
input 2		100.000	-51.282	-18.704	30.014
input 3		600.000	-307.693	0.000	292.307

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
9	0.217	
10	0.129	
15	0.465	

Results for firm: 7

Technical efficiency = 0.446

PROJECTION SUMMARY:

variable		original	radial	slack	projected
		value	movement	movement	value
output	1	86227.000	0.000	0.000	86227.000
output	2	81.000	0.000	39.863	120.863
output	3	974.000	0.000	0.000	974.000
input	1	342255.000	-189629.749	0.000	152625.251
input	2	183.000	-101.393	-3.702	77.905
input	3	2356.000	-1305.365	0.000	1050.635

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
15	0.118	
16	1.798	
9	0.995	

Results for firm: 8

Technical efficiency = 0.795

PROJECTION SUMMARY:

variable		original	radial	slack	projected
		value	movement	movement	value
output	1	78630.000	0.000	0.000	78630.000
output	2	17.000	0.000	0.000	17.000
output	3	26.000	0.000	7.838	33.838
input	1	72522.000	-14833.655	0.000	57688.345
input	2	63.000	-12.886	-18.196	31.918
input	3	705.000	-144.201	-164.957	395.842

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
2	0.003	
15	0.978	

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nın DEAP
Version 2.1 çıktıları

Results for firm: 9

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	24520.000	0.000	0.000	24520.000
output	2	81.000	0.000	0.000	81.000
output	3	293.000	0.000	0.000	293.000
input	1	50281.000	0.000	0.000	50281.000
input	2	18.000	0.000	0.000	18.000
input	3	200.000	0.000	0.000	200.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
9	1.000	

Results for firm: 10

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	245616.000	0.000	0.000	245616.000
output	2	428.000	0.000	0.000	428.000
output	3	117.000	0.000	0.000	117.000
input	1	255018.000	0.000	0.000	255018.000
input	2	87.000	0.000	0.000	87.000
input	3	488.000	0.000	0.000	488.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
10	1.000	

Results for firm: 11

Technical efficiency = 0.620

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	147720.000	0.000	0.000	147720.000
output	2	276.000	0.000	122.679	398.679
output	3	211.000	0.000	0.000	211.000
input	1	310938.000	-118250.250	0.000	192687.750

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

input	2	82.000	-31.185	0.000	50.815
input	3	1000.000	-380.302	0.000	619.698

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
9	0.271	
10	0.357	
3	0.459	
17	0.139	

Results for firm: 12

Technical efficiency = 0.071

PROJECTION SUMMARY:

variable		original	radial	slack	projected
		value	movement	movement	value
output	1	38891.000	0.000	0.000	38891.000
output	2	3.000	0.000	172.329	175.329
output	3	49.000	0.000	0.000	49.000
input	1	1406310.000	-1306692.255	-36120.607	63497.138
input	2	165.000	-153.312	0.000	11.688
input	3	2985.000	-2773.554	0.000	211.446

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
9	0.041	
17	0.108	
3	0.174	

Results for firm: 13

Technical efficiency = 0.218

PROJECTION SUMMARY:

variable		original	radial	slack	projected
		value	movement	movement	value
output	1	14139.000	0.000	1287.643	15426.643
output	2	67.000	0.000	0.000	67.000
output	3	185.000	0.000	0.000	185.000
input	1	153688.000	-120186.720	0.000	33501.280
input	2	60.000	-46.921	-1.195	11.884
input	3	701.000	-548.194	0.000	152.806

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
2	0.005	
9	0.551	
20	0.026	

Results for firm: 14

Technical efficiency = 0.076

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	4012.000	0.000	0.000	4012.000
output	2	4.000	0.000	5.856	9.856
output	3	10.000	0.000	0.000	10.000
input	1	72525.000	-67034.362	-295.461	5195.177
input	2	22.000	-20.334	0.000	1.666
input	3	172.000	-158.978	0.000	13.022

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
10	0.011	
17	0.002	
9	0.029	

Results for firm: 15

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	80114.000	0.000	0.000	80114.000
output	2	3.000	0.000	0.000	3.000
output	3	33.000	0.000	0.000	33.000
input	1	56935.000	0.000	0.000	56935.000
input	2	32.000	0.000	0.000	32.000
input	3	400.000	0.000	0.000	400.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
15	1.000	

Results for firm: 16

Technical efficiency = 1.000

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	23309.000	0.000	0.000	23309.000
output	2	3.000	0.000	0.000	3.000
output	3	308.000	0.000	0.000	308.000
input	1	41404.000	0.000	0.000	41404.000
input	2	27.000	0.000	0.000	27.000
input	3	400.000	0.000	0.000	400.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	1.000	

Results for firm: 17

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	322228.000	0.000	0.000	322228.000
output	2	1590.000	0.000	0.000	1590.000
output	3	53.000	0.000	0.000	53.000
input	1	512303.000	0.000	0.000	512303.000
input	2	97.000	0.000	0.000	97.000
input	3	1000.000	0.000	0.000	1000.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
17	1.000	

Results for firm: 18

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	227679.000	0.000	0.000	227679.000
output	2	862.000	0.000	0.000	862.000
output	3	240.000	0.000	0.000	240.000
input	1	271977.000	0.000	0.000	271977.000

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

input 2 193.000 0.000 0.000 193.000
input 3 1929.000 0.000 0.000 1929.000

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight
18 1.000

Results for firm: 19

Technical efficiency = 0.824

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output 1		44082.000	0.000	0.000	44082.000
output 2		12.000	0.000	31.419	43.419
output 3		96.000	0.000	0.000	96.000
input 1		53517.000	-9403.919	0.000	44113.081
input 2		40.000	-7.029	-13.656	19.315
input 3		250.000	-43.930	0.000	206.070

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight
9 0.272
10 0.048
15 0.321

Results for firm: 20

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output 1		54493.000	0.000	0.000	54493.000
output 2		42.000	0.000	0.000	42.000
output 3		802.000	0.000	0.000	802.000
input 1		103229.000	0.000	0.000	103229.000
input 2		38.000	0.000	0.000	38.000
input 3		1335.000	0.000	0.000	1335.000

LISTING OF PEERS:00:51 24.04.2006

peer lambda weight
20 1.000

EK-2 (Devam) Üniversite kütüphanelerine uygulanan VZA'nin DEAP
Version 2.1 çıktıları

Results for firm: 21

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	65958.000	0.000	0.000	65958.000
output	2	217.000	0.000	0.000	217.000
output	3	292.000	0.000	0.000	292.000
input	1	94568.000	0.000	0.000	94568.000
input	2	38.000	0.000	0.000	38.000
input	3	450.000	0.000	0.000	450.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
21	1.000	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ONARAN,Selim
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 10.03.1979 Cizre
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (535) 683 11 83
Faks : -
e-mail : selim1903@yahoo.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Müh.	2002
Lise	Sokulu Mehmet Paşa Lisesi	1996

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-	-	-

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Basketbol, Masa tenisi