ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSA GÖRE YÖNETİMİ İÇİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TABANLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

SEÇİL SARICA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

MART 2007

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PERFORMANCE EVALUATION ORIENTED MANAGEMENT OF UNIVERSITIES BASED ON DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

SARICA SECIL

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING

MARCH - 2007

ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSA GÖRE YÖNETİMİ İÇİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TABANLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

SEÇİL SARICA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: YRD. DOÇ. DR. MUZAFFER KAPANOĞLU

MART - 2007

MART - 2007

SEÇİL SARICA' nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSA GÖRE YÖNETİMİ İÇİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TABANLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KAPANOĞLU

Üye : Prof.Dr. Nimetullah BURNAK

Üye : Doç.Dr. Şenol ERDOĞMUŞ

Üye : Doç.Dr. Müjgan Sağır ÖZDEMİR

Üye : Yrd.Doç.Dr. Nuray GİRGİNER

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
ÖZET		**vii**
ABSTRACT		**viii**
TEŞEKKÜR		**ix**
ŞEKİLLER DİZİNİ		**x**
ÇİZELGELER DİZİNİ		**xi**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ		**xii**
GİRİŞ		**1**
1.	**ÜNİVERSİTELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME PROBLEMİ**	**3**
1.1	Yüksek Öğretim Kurumları	5
1.1.1	Türkiye'de yüksek öğretim kurumları	5
1.1.2	Yüksek öğretim kurumlarında büyüme ve kurumlar arasında işlevsel çeşitlilik	6
1.1.3	Yüksek öğretim kurumlarında mali darboğaz	6
1.1.4	Yüksek öğretimde serbest pazar ekonomisi yönelimleri	6
1.1.5	Yüksek öğretimde bütçe sistemi, idari ve mali mevzuat	7
1.1.6	Yüksek öğretimde kalite, verimlilik, kurumsal ve kişisel olarak topluma karşı sorumlu kılınma	7
1.2	Performans Ölçümü	8
1.2.1	Performans boyutları	9
1.2.2	Etkinlik ölçüm yöntemleri	10
1.2.3	Etkinlik ölçümünün temel kavramları	14
1.2.4	Etkinlik ölçümünde kullanılan içerikler	21
2.	**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ**	**29**
2.1	Veri Zarflama Analizi	29

2.1.1 Veri Zarflama Analizi tarihçesi..... 29
2.1.2 Veri Zarflama Analizi'nin uygulama alanı..... 30
2.1.3 Veri Zarflama Analizi kavramı..... 32
2.1.4 Ana modelde Veri Zarflama Analizi..... 34
2.1.5 Veri Zarflama Analizi'nde temel modeller..... 35
2.1.6 Çapraz etkinlik analizi..... 44
2.1.7 VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar..... 46
2.2 Üniversitelerde Gerçekleştirilen Performans Değerlendirme Çalışmaları..... 52

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE BİR DEVLET ÜNİVERSİTESİNDE UYGULAMASI..... 54
3.1 Uygulama Yapılan Üniversitenin Genel Tanıtımı..... 54
3.2 Bir Devlet Üniversitesinde Gerçekleştirilen Uygulama..... 55
3.2.1 Problemin tanımı..... 55
3.2.2 Karar birimlerinin seçilmesi..... 57
3.2.3 Girdi ve çıktı kümelerinin seçilmesi..... 57
3.2.4 Oran Analizi ile fakülte performanslarının kıyaslanması..... 61
3.2.5 Veri Zarflama Analizi ile fakültelerin performansının kıyaslanması..... 65
3.2.6 Geliştirilen Karar Destek Sistemi'nin tanıtımı..... 70
3.2.7 Modelin çözüm sonuçlarının değerlendirilmesi..... 74
3.2.8 Seçilen karar birimlerinin hiyerarşik olarak değerlendirilmesi.. 81
3.2.9 VZA tabanlı performansa göre bütçe tahsis algortimasının geliştirilmesi..... 83
3.2.10 Sonuç ve yorum..... 86

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... 88
5. KAYNAKLAR DİZİNİ..... 91
EKLER

ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSA GÖRE YÖNETİMİ İÇİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TABANLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

SEÇİL SARICA

ÖZET

Devlet üniversiteleri kar-amacı gütmeyen kuruluşlar olmalarına karşın, yöneticilerin kaynakları birimler arasında paylaştırması ve dönemler itibariyle bu birimlerin performanslarının izlenmesi gitgide önem kazanmaktadır. Sözkonusu performans, bir dizi birbirinden farklı girdilerin ve çıktıların bir fonksiyonudur. Buradan üniversite birimlerinin göreceli performansları değerlendirilerek, kurum kaynaklarının paylaşımına esas teşkil etmesi sağlanabilir.

Bu amaçla, bir devlet üniversitesinde, üniversitelerin performansa göre yönetim için klasik veri zarflama analizi tabanlı, bir karar destek sistemi tasarım çalışması gerçekleştirilmiştir. Kullanılan yöntem, üniversite birimlerinin performanslarını parametrik olmayan bir verimlilik ölçütü ile değerlendiren ve dinamik olarak da kullanılabilecek kesirli doğrusal bir modeli esas alır. Modelin değerlendirilmesi, üniversitede yer alan birimlerin kendilerine sağlanan imkanları ne derece ve ne şekilde etkin kullandıklarını karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Performans Değerlendirme

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PERFORMANCE EVALUATION ORIENTED MANAGEMENT OF UNIVERSITIES BASED ON DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

SEÇİL SARICA

SUMMARY

Although public universities are non profit organizations, the evaluation of performance is becoming more important to manage these resources equitably and to observe the performance of the university departmant. This performance is a function measures many different kind of inputs and outputs. The non-parametric function of performance measurement could help us to give a main decision for the university resource allocation.

According to this information is given by above, a decision support system which is based on Data Envelopment Analysis was designed and implemented on one of the public university in this paper. The model is the non parametric and dynamic fructional linear programming for efficency measurement. This paper helps us to learn how these departments are used their resources and their efficiency scores by using benchmarking method for evaluation of faculty performance.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Performance Evaluation

TEŞEKKÜR

Problemin tanımlanması ve yürütülmesi çalışmalarında, tez çalışmalarında, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım, hayatımda örnek aldığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Muzaffer Kapanoğlu'na ve tez süresince yaşadığım sıkıntılarımda bana destek olan tüm sevdiklerime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		**Sayfa**
2.1	Teknik Etkinlik ve Verimlilik.....	18
2.2	Tahsis Etkinliği.....	20
3.1	Geliştirilen karar destek sisteminin şematik gösterimi.....	71
3.2	Bir karar destek sistemi için geliştirilen Access Veri Tabanı Tabloları....	72
3.3	Access Kullanıcı Arayüzü Form Ekranı.....	72
3.4	Excel Kullanıcı Arayüzü Ekranı.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		Sayfa
2.1	Çapraz Etkinlik Matrisi	46
3.1	Eğitim – Öğretim kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı).....	62
3.2	Eğitim – Öğretim kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı).....	63
3.3	Bütçe gelirleri kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı)	63
3.4	Bütçe gelirleri kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı)	63
3.5	Bilimsel katkı kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı)	64
3.6	Bilimsel katkı kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı)	64
3.7	Bir devlet üniversitesinin 1999-2000 öğretim yılına ait fakülte bazında veriler.....	68
3.8	Bir devlet üniversitesinin 2005-2006 öğretim yılına ait fakülte bazında veriler.....	68
3.9	Girdiye yönelik CCR-IA İlkil Modelin çözüm sonuçları (1999-2000).....	75
3.10	BCC-IA ve CCR-IA'a göre A grubu verilerle Etkinlik Sıralaması	78
3.11	Girdiye yönelik CCR-IB İlkil Modelin çözüm sonuçları (2005-2006).....	79
3.12	BCC-IB ve CCR-IB'a göre B grubu verilerle Etkinlik Sıralaması	80
3.13	Girdiye yönelik CCR İlkil Modelin 2 girdi-4çıktıya göre fakülteler için çözüm sonuçları(2005-2006)	82
3.14	Girdiye yönelik CCR İlkil Modelin 2 girdi-4çıktıya göre FEN-EDB fakültesi birimleri için çözüm sonuçları(2005-2006)	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler/Kısaltmalar	Açıklama
DEA	Data Envelopment Analysis
VZA	Veri Zarflama Analizi
DMU	Decision-Making Unit
KVB	Karar-Verme Birimi
LP	Linear Programming
CCR	Charnes, Cooper and Rhodes
BCC	Banker, Charnes and Cooper
DRS	Decreasing Returns to Scale
IRS	Increasing Returns to Scale
VRS	Variable Returns to Scale
CRS	Constant Returns to Scale
MPSS	Most Productive Scale Size
GAMS	General Algebraic Modelling System
CCR-IA	CCR Girdiye yönelik model A veri grubu
BCC-IA	BCC Girdiye yönelik model
OU	Öğretim Üyesi Sayısı
AG	Araştırma Görevlisi Sayısı
PRS	İdari Personel Sayısı
CH	Cari Harcamalar
OS	Öğrenci Sayısı
DS	Ders Saati
YS	Yayın Sayısı
KS	Katılım Sayısı
DNRS	Döner Sermaye Gelirleri
TIP	Tıp Fakültesi
MMF	Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
FEN-EDB	Fen-Edebiyat Fakültesi
İİBF	İktisadi-İdari Bilimler Fakültesi
EGİTİM	Eğitim Fakültesi
ZİRAAT	Ziraat Fakültesi
Vd.	Diğerleri

GİRİŞ

Bu çalışmada, hizmet sektöründe yer alan ve kar amacı gütmeyen devlet üniversitelerinin, performansına göre yönetimi için veri zarflama analizi (VZA) tabanlı bir karar destek sisteminin tasarımı ve geliştirilmesi ele alınmıştır. Birimlerin performansı, veri zarflama analizinde yaygın olarak kullanılan CCR ve BCC modelleri yardımıyla karşılaştırılmıştır. Ele alınan konu. üniversite içinde yer alan birimlerin, fakültelerin ve/veya bölümlerinin, performansın birer boyutu olan verimlilik ve etkinlik ölçütleri açısından karşılaştırılmasıdır. Çoklu girdi ve çoklu çıktıların varlığı, yüksek öğretim kurumlarının kaynak kullanım etkinliğinin araştırılmasında VZA'nın tercih edilmesinde önemli bir etken olmuştur.

VZA, okullar, hastaneler, işletmeler ve bankalar gibi birçok kurum birimlerinin oldukça *homojen (dışsal faktörlere bağlı olarak aynı girdi ve çıktı değerleri için ölçülebilir*) olarak dağıldığı varsayılarak verimliliklerinin kıyaslanması ve ölçülmesini sağlamakta kullanılır.Diğer bir ifadeyle VZA, bazı önemli kıyaslama ölçütlerine ulaşmak için, bir grup amaç ve onların çıktılarını kullanan bir etkinlik araştırmasıdır. VZA belirli bir çıktıya göre hem değişken getiri (teknik etkinlik) hem de sabit getiri (ölçek etkinliği) söz konusu olması halinde de etkinliklerin araştırılmasına olanak verir.

Veri zarflama analizinin yapılan çalışmada kullanılmasının nedeni, en az kaynağı kullanarak birçok çıktının elde edilmesiyle karar birimlerinin etkinlik değerlerinin hesaplanabiliyor olmasıdır. Üniversite birimlerinde uygulanacak performans değerlendirme sürecinde, birimlere tahsis edilecek bütçe oranlarının belirlenmesine de esas olabilecek bir yaklaşımdır.

Çalışmanın ilk bölümünde, üniversitelerde yer alan fakülte ve bölümlerin performanslarının değerlendirilmesi problemi tanımlanmıştır**.** Çalışmanın ikinci bölümünde VZA anlatılmış ve problem ile ilgili kaynak taramaları yapılmıştır. Bu aşamadan sonra araştırılan problemin amacına yönelik özel koşullar göz önüne alınarak yapılan gözlemler sonucunda girdi ve çıktıların seçimine karar verilmiştir.

Son yıllarda üniversitelerin performansa göre değerlendirilmesinde, oran analizleri yaygın olarak bir çok çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmalarda oran analizleri, bütçe gelirleri, eğitim-öğretim kalitesi, bilimsel katkı ve proje üretimi değerleri şeklinde sınıflandırılarak yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın üçüncü bölümünde VZA için seçilen girdi ve çıktılara oran analizleri uygulanmış ve sonuçları VZA ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünün uygulama kısmında ise, üniversitelerde performans değerlendirmesi problemi için izlenen yaklaşım tanımlanmıştır. Buna ek olarak tanımlanan probleme uygun VZA'nde kullanılan ana modelin seçimi yapılmıştır. Seçilen model probleme uygun olarak yeniden modellenmiş ve çözdürülmüştür. VZA'dan elde edilen sonuçlardan hareketle, üniversitelerde performans değerlendirmesi kapsamında bütçe tahsisine yönelik bir karar modelini de içeren bir algoritma geliştirilmiştir. Daha sonra kullanılan bu VZA modelleri ve geliştirilen algoritmaya yönelik olarak, karar vericilerin sonuçlara en hızlı ve etkili bir şekilde ulaşabilmesi amacıyla bir karar destek sistemi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bu geliştirilen karar destek sistemi detaylı olarak anlatılmıştır. Son aşama olarakta yapılan çalışmanın sonuçları analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

1. ÜNİVERSİTELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME PROBLEMİ

Türkiye ve dünya ekonomisinde meydana gelen liberalleşme eğilimlerinin gelişmesi ve küreselleşme, günümüz kuruluşlarında rekabet gücü ve verimlilik ölçümlerinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, kurumların karşılıklı ilişkileri kaçınılmaz bir hal almakta ve bu ilişkiler stratejik karar alma boyutunda olduğu gibi, rekabet ortamında pazardan gerekli payı elde etmek olarak da ortaya çıkmaktadır. Kar amacı gütmeyen kuruluşlar daha uzun süre ve sağlıklı yaşayabilmek için kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlanmaktadırlar.

Ekonomistler, yönetim bilimciler ve devlet kuruluşlarındaki yöneticiler, kar amacı gütmeyen kuruluşlarda, performansın etkilerini iki sebepten dolayı incelemektedirler. Birincisi, ülke ekonomisine önemli bir oranda katkı sağlayan devlet kuruluşlarının içindeki payından dolayı, ikincisi ise, kar amacı gütmeyen kuruluşların ülke ekonomisine bir takım dolaylı etkileri nedeniyle incelemektedirler.

Kamu kuruluşları ve özel sektörde yer alan kurumlar, bütçeleme ve stratejik planlama konusunda, performans değerleme sisteminden faydalanmak istemektedirler. Performans değerleme sistemi, kuruluşların stratejik amaçlı karar almada kullandıkları göstergelerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Performans değerleme sistemi, kurumların bütçeleme sürecinde, karar vericilere temel oluşturulmasında kullanılan etkili bir sistemdir.

Yüksek öğretim kurumlarında performans değerlendirme çalışmalarının eksikliği mevcut düzeylerinin, eğitim-öğretim kalitesinin, kurumsal verimililiğe farklı birimlerin katkılarının ve kaynakların kullanımında etkinliğin tartışılmasını olanaksız kılmaktadır. Yüksek öğrenim kurumlarının kaynakları ne kadar çeşitlendirilirse çeşitlendirilsin, özel yüksek öğrenim kurumlarının payı ne kadar artarsa artsın, yüksek öğrenimin finansmanı, doğrudan ve dolaylı yollarla büyük ölçüde kamu kaynaklarına dayanmaya devam edecektir. Kamu kaynaklarının etkin ve verimli şekilde kullanılması çok önemlidir.

Kar amacı gütmeyen devlet üniversitelerinin, vakıf üniversitelerininde bulunduğu serbest pazar ortamında kaynaklarını etkin olarak kullanmaları önem kazanmaktadır. Stratejik planlama ve kaynak kullanımına bağlı olarak bütçe tahsisi, günümüz ekonomik koşullarında, performans değerlendirme sistemlerinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye'de yüksek öğrenim kurumlarının performans değerlemesi önemli bir sorundur. Gelişmiş ülkelerde üniversitelerin performanslarına göre finansal kaynak aktarımı yapılmaktadır. Ülkemizde yüksek öğretim kurumlarının gelişmesi ve bütçe dağılımının adaletli olarak yapılabilmesi amacıyla performans değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır.

Verimlilik ve etkinlik ölçümlerinin öneminin artmasıyla çeşitli performans ölçüm sistemleri geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada, devlet üniversitelerinin kendilerine aktarılan kaynaklari ne derece etkin olarak kullandığı, birimlere ayrılan bütçe ve kaynakların yeterli olup olmadığı gibi konulara açıklık getirebilmek için performans ölçüm sistemlerinden yararlanılmıştır.

1. 1 Yüksek Öğretim Kurumları

Çağdaş Yüksek Öğretim Kurumlarının kökenini MÖ. 330-200'e kadar götürmek mümkündür. Ancak yüksek öğretim sisteminin en önemli kurumunu oluşturan üniversitelerin, yaklaşık olarak 900 yıllık bir geçmişe sahip olduğu genellikle kabul edilen bir görüştür.

Yüksek öğretim sistemi, altı farklı türdeki kurum ve kuruluştan oluşmaktadır. Eğitim-öğretimi temel alan üniversitelerin yanısıra araştırma üniversiteleride yüksek öğretim sisteminin bir parçası olmuştur. Bu tür üniversiteler, temel bilimsel araştırmalar yaparak, AR-GE için personel yetiştirilmesine olanak sağlayıp, çeşitli kurum ve kuruluşlara katkıda bulunmaktadır.

Özetle, yüksek öğretim sistemi, değişen şartlara uyum sağlayarak gelişen, yetiştirdiği işgücü, yarattığı yeni bilgiler ve sağlık hizmetlerinden teknoloji transferine kadar uzanan geniş bir yelpaze içinde insanlığa sunduğu çeşitli hizmetlerle, toplumsal değişime öncülük etmiştir. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.1 Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumları

Ülkemizde üniversitelerin doğuşu ile ilgili değişik değerlendirmeler yapılmaktadır. Ülkemizde üniversite kurma kararının ilk defa 1846 yılında alındığı, ancak 1865 yılında gerçekleştirilebildiği bilinmektedir. Cumhuriyet'in ilanından sonra, 1925 yılında Ankara'da Hukuk Mektebi'nin açılmasıyla yüksek öğretim kurumlarının temeli atılmıştır. 1923'den günümüze kadar yüksek öğretim kurumlarının, ülkemizin en ücra bölgelerine yayılmasının sağlandığı görülmektedir. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.2. Yüksek Öğretim Kurumlarında Büyüme ve Kurumlar Arasında İşlevsel Çeşitlilik

Gelişmekte olan ülkelerde ilk ve ortaöğretimden mezun olma oranlarının hızla yükselmesi, gelişmiş ülkelerde ise teknolojideki gelişmelerin, yükseköğrenim görmüş olmayı gerektirmesi, tüm ülkelerde yükseköğretime olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. Bu gelişmeler, tüm ülkeleri yüksek öğretim kurumlarına yöneltmiş ve bunun sonucunda da yüksek öğretim kurumları arasında işlevsel çeşitlilik artmıştır. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.3. Yüksek Öğretim Kurumlarında Mali Darboğaz

Seksenli yıllardan başlayarak günümüze kadar, yükseköğretim öğrencisi başına kamu kaynaklarından yapılan harcama miktarlarında reel düşüşler meydana gelmiştir. Yüksek öğretim öğrencisi başına kamu kaynaklarından yapılan harcamalardaki reel azalma, Dünya Bankası'nca yüksek öğretimde kriz olarak nitelendirilmiştir. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.4. Yüksek Öğretimde Serbest Pazar Ekonomisi Yönelimleri

1980'li yıllarda başlayan serbest pazar yönelimleri, 1990'lı yıllarda Birleşik Krallık ve ABD'nde kurumsal yapılar kazanmış ve bu ülkelerden tüm dünyaya yayılmıştır. Devlet, yükseköğretim kurumlarının karşı karşıya bulundukları sorunları çözme ve dar boğazları aşmada, serbest pazar ekonomisi kurallarına göre davranabilmeleri için girişimci yaklaşımlarla kaynak çeşitlendirmesine yönelmiştir. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

Yükseköğretimde serbest pazar ekonomisi çözümlerinden biri, özel yükseköğretim kurumlarının yaygınlaşmasıdır. Gelişmiş ülkelerdeki özel yükseköğretim kurumları, genellikle kar amacı gütmeyen vakıflar tarafından kurulmuş, yüksek prestijli araştırma üniversiteleri niteliğine sahip kurumlardır. Buna

karşılık, gelişmekte olan ülkelerdeki özel yükseköğretim kurumları ise, genellikle kar amacı güden, kısa süreli mesleki ve teknik eğitim kurumları niteliğindedir. Bu bakımdan, özel yükseköğretim kurumlarının yaygınlaşmasının arzu edilen sonuçları verebilmesi için, performans göstergelerine dayalı akademik değerlendirme, kalite kontrol ve akreditasyon sistemlerinin kurulması zorunludur. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.5. Yüksek Öğretimde Bütçe Sistemi, İdari ve Mali Mevzuat

Yüksek öğretimin kaynakları ne kadar çeşitli olursa olsun, yükseköğretimin finansmanı, doğrudan ve dolaylı yollarla büyük ölçüde kamu kaynaklarına dayanmaktadır. Dolayısıyla sorun, kamu kaynaklarının en etkin ve en verimli biçimde kullanılması ve kurumların tabi olduğu idari ve mali mevzuatın gereken esneklikleri sağlamasıdır. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

Bütçe sistemleri arasında en verimsiz olanı, ülkemizde halen uygulanmakta olan, bir önceki yıl yapılan ödenek tahsisi üzerinde pazarlık edilerek anlaşma yöntemi ile oluşturulan, çok sayıda fasıl ve kalemden oluşan, bir bütçe sistemidir. Bu sistem, kamu kaynaklarının hem dağıtımında hem de kullanımında aşırı merkeziyetçi, bürokratik işlemleri çok yoğun, sınırlayıcı ve performansa göre yönetimi içermeyen bir yapıdadır. Bu olgu, üniversitelerimizdeki araştırma ve eğitim-öğretim faaliyetlerinde beklenen çağdaş uygulamaları, ne yazık ki olumsuz yönde etkilemektedir. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.1.6. Yüksek Öğretimde Kalite, Verimlilik, Kurumsal ve Kişisel Olarak Topluma Karşı Sorumlu Kılınma

Yüksek öğretim kurumlarının kalite, verimlilik gibi boyutlarının ölçülebilir olmasıyla kaynak kullanım değerlerine ulaşılabilir. Yönetim kademesi tarafından kaynakların etkin kullanımlarının belirlenebilmesi, performans ölçümünün önemi bir kez daha ortaya çıkarmaktadır. (www. yok. gov. tr, 2005 raporu, Ek-5)

1.2. Performans Ölçümü

Performans ölçümü, basit anlamıyla hedeflere ulaşma derecesini ölçmek olarak tanımlanmaktadır. Performans ölçümü üç farklı aşamada, aşağıdaki şekilde incelenebilir.

- Bireysel performans ölçümü
- Sistem performans ölçümü
- Performans ölçüm sistemi ile çevre arasındaki ilişki (Tsang ve Diğ. ,1999).

Belirtilen aşamalarda da görüldüğü gibi, performans ölçümünün bireysel ve örgütsel olmak üzere iki ana boyutu bulunmaktadır. Organizasyonların performanslarının ölçümüne, bir sistemin bütünlüğü şeklinde bakılmalıdır. Sistemin bütünlüğü, organizasyoların içinde yer alan birimler ve bireylerin oluşturduğu bir sistem olarak tanımlanabilir. Organizasyonlara bir sistemin bütünlüğü şeklinde bakılabilindiği sürece, organizasyonların performans ölçümü kaçınılmazdır. Bir organizasyonun performansı, organizasyonun amaçlarını gerçekleştirilebilmek için gösterdiği tüm çabaların değerlendirilmesiyle ölçülebilir. (Akal,1998)

Performans ölçümü organizasyonun başarısı konusunda bir bilgi edinme yoludur. Teknik anlamda, olayların ve sonuçlarının, gözle görülebilen özelliklerini temsil eden değişkenleri bulma sürecidir. Bu değişkenler nitel veya nicel olup sabit, tutarlı ve karşılaştırılabilir özellikler taşıyan ölçü birimlerinden (uzunluk, ağırlık ve büyüklük ölçü birimleri gibi) oluşurlar. (Akal,2000)

Organizasyonların büyük, küçük, özel, kamu veya kar amacı gütmeyen kuruluşlar olup olmadıklarına bakmaksızın, işletme için gerekliliği tartışmasız olan veriler toplanır, işlenir ve değerlendirilerek karar vericilere bilgi olarak sunulur. Performans ölçümleri, kuruluşların işlerini ne derecede ve ne kadar iyi yaptığının, gerçekleştirilen işlerin şirket hedeflerine katkısı ve performansına etkisi, belirlenen

şirket stratejilerine uygunluğu ve şirkete pozitif yönde katkılarının gözlemlenmesi konusunda akla gelebilecek sorulara yanıt olmaktadır.

1.2.1. Performans Boyutları

İşletmelerde performans değerleme amacıyla verilerin toplanması ve bu verilerle performans göstergelerinin belirlenmesi gereklidir.

Etkenlik, etkinlik, verimlilik, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi, karlılık ve bütçeye uygunluk, sosyal sorumluluk(kamu sorumluluğu) ve ürün liderliği başlıca performans boyutlarını oluşturmaktadır. Yapılan çalışmayla direkt olarak bağlantılı olan etkenlik, etkinlik, verim verimlilik gibi bazı performans boyutlarını şu şekilde tanımlayabiliriz.

Etkenlik (Doğru işi yapma), belirlenen amaçlara ve ihtiyaçlara ulaşma derecesi olarak tanımlanabilir. Gerçekleşen çıktının, beklenen çıktıya oranı, işletmenin etkenliğini gösterir. Açıkca ifade etmek gerekirse, "doğru işleri yapıyor muyuz?" ya da "olması gereken veya geçerli olanı yapıyor muyuz?" sorularının cevabı etkenlik derecesidir. Örneğin, bir sistem, kaynaklarını çok iyi kullanıp, belirlenen hedeflerine ulaşamadıysa etken yani başarılı olduğu söylenemez.

Etkinlik (işi doğru yapma), bir işletmenin ürün ya da hizmet üretme süreci içinde üretim kaynaklarından ne düzeyde yararlandığını ya da bu üretim kaynaklarını nasıl kullandığını gösteren bir performans boyutu olarak tanımlanmaktadır. Birbiriyle ilişkili çeşitli etkinlik tanımları geliştirilmiştir. *Teknik etkinlik*, mevcut teknoloji çerçevesinde belirli bir girdi bileşimi kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesi veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesi başarısıdır. *Ölçek etkenliği*, en uygun ölçekte üretim yapma başarısıdır. Etkin olmayan bir sisteme örnek vermek gerekir ise; belirlediği hedeflere ulaşmak için kaynaklarını aşırı derecede harcadıysa etkin olamaz, fakat başarılı olabilir.

Verim, etkenlikten farklı olarak işletmenin girdilerinin kullanımı ile ilgildir. Amaçlara değil, araçlara yöneliktir. İşletme içindeki kaynaklardan potansiyelden mümkün olan en yüksek düzeyde yararlanma olanığını araştırmakta önemli rol oynamaktadır. Verim, işletme içinde yapılanların en iyi ve en doğru biçimde, en düşük kaynak tüketimi, en az israf ve en düşük maliyet ile gerçekleştirilmiş olup olmadığıdır.

Verimlilik, diğer adıyla üretkenlik kavramı, en basit tanımıyla çıktının, girdiye oranlanmasıyla elde edilen değerdir. Genel anlamda bilinen tanımına göre verimlilik, mümkün olan en düşük kaynak harcaması ile en yüksek sonucu elde etmektir.

1.2.2. Etkinlik Ölçüm Yöntemleri

Günümüz işletmeleri, sürekli ve hızlı değişim gösteren pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve artan rekabet ortamında daha uzun süre sağlıklı yaşayabilmek için ellerinde bulunan kaynakları en etkin şekilde kullanmak durumundadırlar. Bu nedenle, çağdaş yöneticiler, işletmelerin girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkileri ve verimlilik ölçümlerini en iyi şekilde yaptıkları sürece başarılı olabilirler. Bu da performans ölçümlerinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır.

Verimlilik çok boyutlu bir kavram olması nedeniyle verimlilik ölçümü de çeşitlilik göstermektedir. Günümüzde verimlilik analizi için kullanılan ölçüm sistemleri üç temel gruba ayrılabilir (Karsak, 2000):

- Oran Analizi
- Parametreli Yöntemler
- Parametresiz Yöntemler

Oran Analizi: Verimliliğin ölçülmesinde kullanılan basit ve en yaygın analizdir. Bir başka değişle oran analizi sonuçları oldukça yaygın olarak kullanılan performans ölçüm yöntemlerinden biridir. En iyi bilinen oranlar finansman için olanlarıdır.

Finansal tablolarda yer alan iki kalem arasındaki ilişkinin basit matematiksel ifadesine finansal oran denilmektedir.

Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olan bu analizin, hala yaygın olarak kullanılmasının nedeni, oldukça kolay hesaplanabilir olması ve çok az bilgiye gereksinim duymasıdır. Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizinde (ratio analysis) her bir oran, kendi içinde performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini hesaplayarak diğer oranları göz ardı etmektedir. Örneğin finansal analizlerde kullanılan oranlar, o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler. (C. Yeşilyurt, 2003)

Oran analizi ile yapılan performans değerlemesinin diğer bir zayıf yönüde; bir şeylerle karşılaştırılmaya ihtiyaç duyulmasıdır. Örneğin oranla performans ölçümü yapılan kurumdaki sayısal değerler ya kendi içeriğindeki değerlerle ya da başka kurumların benzer değerleriyle ilişkilendirilirler. (C. Yeşilyurt, 2003)

Oran analizi ile elde edilen sonuçlara göre, bazı oranlar örgütü son derece verimli gösterirken bazı oranlar da örgütü oldukça başarısız gösterebilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen "genişletilmiş oran kümeleri" geliştirilmişsede bunlar da tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle, performans ölçüm çalışmalarında değişik oranların en anlamlı bir şekilde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine fazlasıyla gereksinim duyulmaktadır. (Yolalan, 1993:5)

Oran analizi, genel performans ölçümünde bir çok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve tek çıktılı analizler için hesaplanabilirliğindeki basitlik ve sadeliği nedeniyle en uygun performans değerleme olarak görülebilir. Ancak oran analizindeki oran değerleri, en iyiye göre değil var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, performans iyileştirilmesine yönelik bir analiz değil, yalnızca bir durum belirlemesi olarak tanımlanabilir. (C. Yeşilyurt, 2003)

Parametreli Yöntemler: Bu yöntemlerde, etkinlik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Performans ile ilgili çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılan "Cobb-Douglas" tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. (C. Yeşilyurt, M. Alan, 2003) Parametreli yöntemlerle performans ölçümünde, genellikle regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla, bir tek çıktı bir çok girdi ile ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır. (Forsund, Lovell ve Schmıdt, 1980; Kopp, 1981; Doğramacı, 1983) Ayrıca, bir çok girdi ile bir çok çıktının ilişkilendirildiği parametreli yöntemlerin de geliştirilmiş olmasına karşın, konuyla ilgili olarak kaynak taramasında yaygın kullanım alanı bulunamamıştır. (C. Yeşilyurt, M. Alan, 2003)

Parametreli etkinlik ölçüm yöntemlerinin en yaygın olarak bilineni olan regresyon analizi, aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısını belirlemeye yönelik bir yöntemdir. (Hays,1973:676)

Regresyon analizinde bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki nedensel ilişkinin, kuramsal olarak var olması ve değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısının bilinmesi gerekmektedir (Loether, Mc Tavish,1980:336). Fonksiyonel yapıyı öğrenmek için de, değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiklerinden yararlanılabilinir. (C. Yeşilyurt, M. Alan, 2003)

Regresyon analizi ile performans değerlendirmesi regresyon doğrusuna göre yapılmaktadır. Regresyon doğrusunun üzerinde kalan karar birimleri (DMU) göreceli olarak verimli, altında kalan karar birimleri ise verimsiz olarak değerlendirilmektedir. Göreceli teknik verimlilik, regresyon analizi sonuçlarında ortaya çıkan artık değerlerle (residual) yansıtılmaktadır. Pozitif artık değerler verimliliği, negatif artık değerler ise verimsiz karar birimlerini tanımlamaktadır (Sherman, 1984:35).

İkiden fazla değişkenle değerlendirme yapabilme bakımından oran analizine göre daha kapsamlı ve daha gerçekçi olan regresyon analiziyle ölçüm yapmanın temelde üç farklı sakıncası vardır. (C. Yeşilyurt, M. Alan, 2003) İlk olarak, bir tek eşitlik denklemine dayanan bir fonksiyonu kullanan regresyon analizi, birden çok bağımsız(girdi) değişkene karşın ancak bir bağımlı (çıktı) değişkenin analizini yapabilmektir. İkinci sakınca ise, regresyon analizi en iyi performansa göre verimlilik yerine ortalama performansa göre göreceli performansı ölçmektedir. Bu ise, en iyi performansı gösteren karar birimlerine göre diğer karar birimlerini iyileştirmeye olanak tanımaz ve hatta onları bile ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürür. Bu da performans iyileştirme değil, en iyi performansı ortalama performans olarak kabul etmek anlamına gelir. Elde edilen bu sonuçlara göre regresyon analizinin bu açıdan performans değerlemede yetersiz kaldığı söylenebilir. Üçüncüsü ise, regresyon analizi, bir eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz çalışan karar birimimlerini tanımlayamamaktadır. Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu kurumlarda regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır. (C. Yeşilyurt, M. Alan, 2003)

Parametresiz Yöntemler: Parametreli yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametresiz yöntemler, genellikle doğrusal programlama yardımı ile çözümlenmektedir. Bu tür yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında, sonlu sayıda parametrelere bağlı olarak herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. (Diewert ve Parkan, 1983, s. 131; J. A. Ganley ve J. S. Cubbin, 1992, s. 13) Bu açıdan parametreli yöntemlere göre daha esnektirler. Ayrıca birçok girdi ve çıktıya sahip üretim ortamlarında, performans ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler. (Yolalan,1993:5)

Parametresiz etkinlik ölçüm yöntemlerinin büyük bir çoğunluğunda seçilen girdi ve çıktı değişkenleri ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. Bu özellikleriyle de, işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine olanak tanımaktadırlar. Bu etkinlik ölçüm yöntemleri, her bir karar verme birimi (KVB) için göreli etkinliği

hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en iyiler ve her bir karar verme birimi için en uygun amaç kümesini belirler. (Söl, 1997:4)

Ancak her yöntemin olduğu gibi bu yöntemlerin de bazı sakıncaları olduğu unutulmamalıdır. Bunların başında, parametresiz etkinlik ölçümlerinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin, veri tabanına karşı son derece duyarlı olduğu gelmektedir. Bundan kasıt, kullanılan verilerin doğru ve hatasız olarak bir veri tabanından gelmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle etkinlik ölçümlerinde, girdi ve çıktı verilerinin doğru olmamasından kaynaklı hatalardan arındırılması için özen gösterilmelidir. Ayrıca, seçilen girdi ve çıktı değişkenlerinin üretim veya hizmet sürecini iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda, etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.

Bu konuda geliştirilmiş yöntemlere örnek olarak REALST (Resource Allocation Strategy - Kaynak Dağıtım Stratejisi), APC (American Productivity Center - Amerikan Verimlilik Merkezi), OMAX (Objective Matrix - Objektif Matris) ve DEA (Data Envelopment Analysis - Veri Zarflama Analizi) modelleri verilebilir.

1.2.3. Etkinlik Ölçümünün Temel Kavramları

Günümüzde her ne kadar hizmet sektörü de hızla büyümekte ise de etkinlik kavramı hala üretim odaklıdır. Bu yüzden, öncelikle üretim teorisinin temelinde yer alan bazı önemli kavramların tanıtılması gerekmektedir.

Üretim İmkan Kümeleri: Üretim teknolojisi, bir üretim sürecinde girdilerin çıktılara dönüştürülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için girdi ve çıktı dönüşümü, ya belirli bir girdi bileşimi ile en çok çıktı üretilerek ya da belirli bir çıktı miktarı için en az girdi kullanılarak yapılmalıdır.

Üretim imkan kümeleri ise belirli bir üretim teknolojisi tarafından mümkün kılınan, etkin olsun ya da olmasın, tüm girdi ve çıktı dönüşümlerini içermektedir. Herhangi bir sektör dalında etkinlik ölçümü yapılabilmesi için homojen yapıdaki karar birimlerinin kullandıkları girdi ve çıktı miktarlarının ölçülmesi gerekmektedir. Elde

edilen gözlemlenmiş girdi ve çıktı miktarları ile şekillendirilerek üretim imkan kümeleri elde edilmektedir. (Söl, 1997:5)

Etkinlik Sınırı: Belirli bir gözlem kümesinden hareket edilerek çeşitli dış bükey üretim imkan kümeleri türetilebilmektedir. Üretim imkan kümesi tanımlandıktan sonra, o kümenin etkinlik sınırı da üretim imkan kümesinin bir alt kümesi olarak tanımlanmaktadır. $E(T) \subset T$ şeklinde gösterilebilir. Matematiksel olarak etkinlik sınırı şu şekilde ifade edilmektedir:

$$E(T) = \{(x,y): x` \leq x, y` \geq y, (x`, y`) \neq (x, y) \Rightarrow (x`, y`) \notin T\}$$

Bu matematiksel ifadeye göre, etkinlik sınırı, E(T), üzerinde yer alan (x,y) üretim vektöründen daha az girdi kullanılarak daha fazla çıktı elde edilen bir başka bir üretim vektörü (x`, y`) söz konusu üretim imkan kümesine ait olamaz.

Etkin çıkan karar birimleri etkinlik sınırını oluştururken, etkinlik sınırının üzerinde yer almayan karar birimlerinin de etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin olmama düzeyi, söz konusu karar biriminin, aynı düzeyde girdi ile aynı düzeyde ya da daha fazla çıktı sağlayan etkinlik çizgisinin üzerindeki karar birimlerinin oluşturduğu konveks bileşiminin karşılaştırılması ile belirlenir. (Söl, 1997:5)

Parametresiz Etkinlik Ölçütleri: Belirli bir gözlem kümesi temel alınarak üretim imkan kümesinin etkinlik sınırı belirlendikten sonra etkin olmayan girdi ve çıktı dönüşümlerinin, etkinlik düzeylerinin ölçülmesi gerekmektedir.

Parametresiz etkin ölçütleri "girdiye" ve "çıktıya" yönelik olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Girdiye yönelik parametresiz etkinlik ölçütleri, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini hangi ölçüde azaltmaları gerektiğini incelemektedir. Çıktıya yönelik parametresiz etkinlik ölçütleri de, girdiye yönelik olanlara benzer şekilde, herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma getirilebilmesi amacıyla çıktılarının ne kadar arttırılması gerektiği üzerinde durmaktadır.

Bir karar biriminin girdiye ve çıktıya yönelik etkinliği üç şekilde belirtilebilir. (Sengupta,1995)

- Teknik Etkinlik (Technical Efficiency)
- Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency)
- Dağıtım (Tahsis) Etkinliği (Allocative Efficiency)
- Toplamsal Etkinlik (Agreegate Efficiency)

İşletmelerin ellerinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak en çok çıktıyı üretmedeki başarısına teknik etkinlik denilmektedir. Girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısına da tahsis etkinliği denmektedir. Bu durumda maliyet etkinliği tahsis etkinliğinin teknik etkinlik ile birlikte, bir işletmenin en küçük maliyet ile üretim yapmadaki başarısının göstergesi olarak ifade edilebilir. (Söl, 1997:5)

Teknik etkinlik ölçülürken incelenen karar birimi etkin değilse, kendisine örnek alabileceği başka bir karar birimi sözkonusudur. Teknik etkinlik ölçülürken dikkat edilmesi gereken başka nokta da ölçeğe göre değişen getiri varsayımının yapılmış olması gerekliliğidir. Bu karar birimi gerçek dışı da olabilir. Girdiye yönelik teknik etkinlik ölçülürken incelenen karar biriminin çıktı düzeyinde etkinlik sınırında yeralan bir karar biriminin kullanıldığı girdi miktarı, o karar biriminin teknik etkinliğinde kullanılacak referans noktasıdır. (Söl, 1997:5)

Teknik Etkinlik:

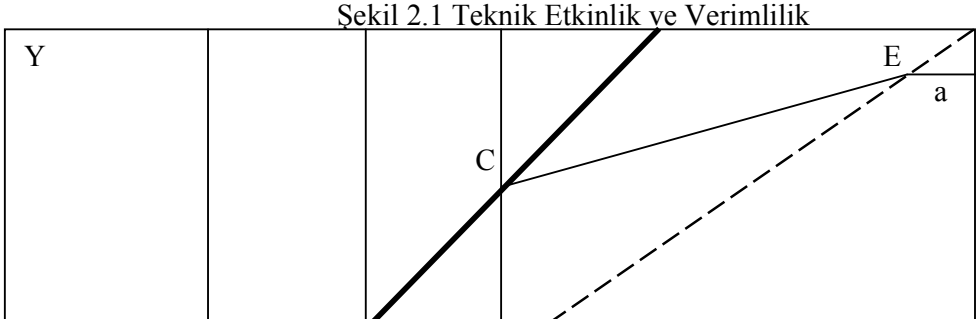
Üretim sürecinde kullanılan girdiler m boyutlu x vektörü ve üretilen çıktılar s boyutlu y vektörü ile gösterilirse, üretim imkanları kümesi, tüm mümkün X_t girdileri ve karşılık gelen tüm mümkün Y_t çıktılarının kümesi olarak Ω ile gösterilmektedir. Böylece Ω, t dönemdeki veya t karar birimi için tüm mümkün girdi-çıktı bileşimlerinin kümesidir. Ω kümesindeki bazı elemanlar (girdi-çıktı bileşimleri, $w_t \varepsilon \Omega$) diğerlerine

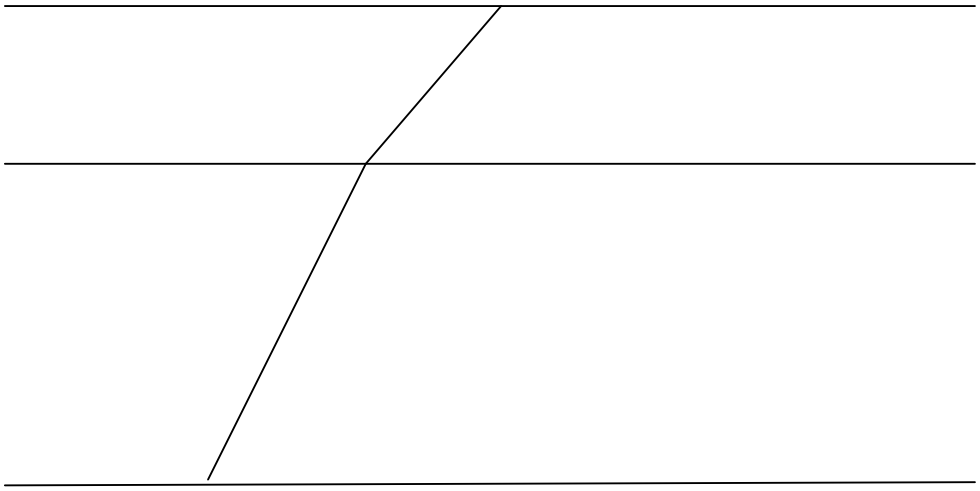
göre daha uygun kaynaklarını kullanırlar ve bu bağlamda daha etkin olarak tanımlanırlar. (Kargın,2004)

W_t elemanı için eğer çıktıların bir kısmını girdileri sabit tutarak artırmak mümkün değilse, bu eleman için üretim sürecinde israfta bulunmadığı söylenir. İsrafın olmaması teknik etkinlik kavramı ile ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle, teknik etkinlik, girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan en büyük çıktıyı üretme başarısıdır. Bu çerçevede, teknik etkin olan karar birimlerinin üretim sınırı üzerinde yer almaları beklenmektedir. Üretim sınırının altında kalan karar birimlerinin teknik etkinlik değerleri açısından üretim sınırı üzerinde yer almaları gerekmektedir. Üretim sınırını tanımlayan karar birimleri, kendi aralarında gerçekleştirdikleri doğrusal kombinasyonları sonucunda oluşan karar birimleridir. Üretim sınırı(üretim fonksiyonu veya etkin üretim fonksiyonu) teknik etkin olan tüm mümkün üretim karışımlarının kümesi olduğundan etkin sınır olarak da tanımlanmaktadır. (Kargın,2004)

Şekil 2. 1'de verilen A ve B gözlemleri üretim sınırında yer almakta ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. P gözlemi ise, A ile aynı çıktı düzeyini daha fazla girdi kullanarak gerçekleştirmiştir. Öte yandan, P karar birimi, B ile aynı miktarda girdi kullanmış olmasına rağmen daha az çıktı üretmiştir. Bu yüzden, P'nin teknik etkinsizlik sınırı içinde olduğu yorumu yapılır. Bu üç gözlemin verimlilikleri, çıktı/girdi oranından hesaplanmakta ve sonuçta, B'nin diğer iki karar biriminden daha verimli olduğu, P'nin ise en verimsiz karar birimi olduğu sonucuna varılmaktadır. A gözlemi teknik etkin olarak değerlendirilmesine karşın B'ye kıyasla verimliliği düşüktür. (Kargın,2004)

Şekil 2.1 Teknik Etkinlik ve Verimlilik





Ölçek Etkinliği:

P gözlemi B gözlemine doğru kayarak teknik etkinliğini ve verimliliğini arttırabilir. Çünkü sırasıyla, üretim sınırına yaklaşmakta ve çıktı/girdi oranı büyümektedir. A gözlemi ise B gözlemine doğru kayarak teknik etkinliğini korurken ölçekten kaynaklanan avantajla verimliliğini arttırabilir. Çünkü, üretim sınırından ayrılmamakta ve çıktı/girdi oranı büyümektedir. Göreli olarak en verimli olan C gözlemi, Banker tarafından tanımlandığı şekliyle en verimli ölçek büyüklüğüne(Most Productive Scale Size-MPSS) sahiptir. C karar birimi ile D karar birimi karşılaştırıldığında, D karar biriminin üretim sınırı üzerinde yer almaması sebebiyle kaynak israfında bulunduğu söylenebilir. Buna karşın, D karar birimi, en verimli ölçek büyüklüğüne sahiptir. A karar birimi ile D karar biriminin karşılaştırılması sonucunda, A karar biriminin teknik olarak etkin, fakat D karar biriminin teknik etkin olmadığı görülür. Diğer taraftan, D karar biriminin verimliliği, A karar biriminin verimliliğinin üzerindedir. Diğer bir deyişle, teknik etkin olan bir gözlem teknik etkinsizlik yaşayan bir gözlemle kıyaslandığında verimsiz bulunabilir. Bu örnek, günlük konuşma dilinde -ayrıma dikkat edilmeden kullanılan- teknik anlamında etkinlik ve verimlilik kavramlarından birinin, diğerini içermediğini de ifade etmektedir. (Kargın,2004)

Teknik etkinliğin yanında, bir başka performans göstergesi olarak en verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlık kavramı ele alınmalıdır. Bu kavram ölçek etkinliği olarak adlandırılmaktadır. Bir üretim sürecinde girdiler aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artıl oranından fazla(az) ise ölçeğe göre artan(azalan) getiri söz konusudur. Çıktı miktarı, girdilerdeki artış ile aynı oranda artıyorsa ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilebilir. Şekil 2. 1 incelendiğinde, C ve D karar birimlerinin her ikisinin de ölçek etkin oldukları, fakat bu ikisinden sadece C'nin teknik etkin olduğu, D'nin ise teknik etkinsiz olduğu; A, B, E ve F karar birimlerinin teknik etkin olmalarına karşın ölçek etkinliği bakımından etkin olmadıkları; P karar biriminin ne ölçek etkin ne de teknik etkin olduğu yorumu yapılır. Aynı verimlilik düzeyinde bulunan ve her ikisi de teknik etkin olan F ve E karar birimleri ölçek açısından değerlendirildiklerinde, her ikisinin de ölçek etkin olmadıklarının ötesinde bir yorumda bulunmak mümkündür. F gözlemi incelendiğinde, bu karar biriminin, teknik etkinliği korumak amacıyla ölçeğini büyüttüğü zaman verimliliğinin artacağı yorumu yapılabilir. Bu durum ölçeğe göre artan getiri(Increasing Return to Scale-IRS) olarak isimlendirilir. Şekil 2. 1 kapsamında verilen (b) üretim sınırı ölçeğe göre artan getiri özelliği göstermektedir. E karar birimi ise, teknik etkinliğini koruyarak ölçeğini küçülttüğü zaman verimliliğinde artış gözleyecektir. Bu durum, ölçeğe göre azalan getiri(Decreasing veya Diminishing Return to Scale-DRS) olarak isimlendirilir. Şekil 2. 1 kapsamında verilen (a) üretim sınırı ölçeğe göre azalan getiri özelliği göstermektedir. (Kargın,2004)

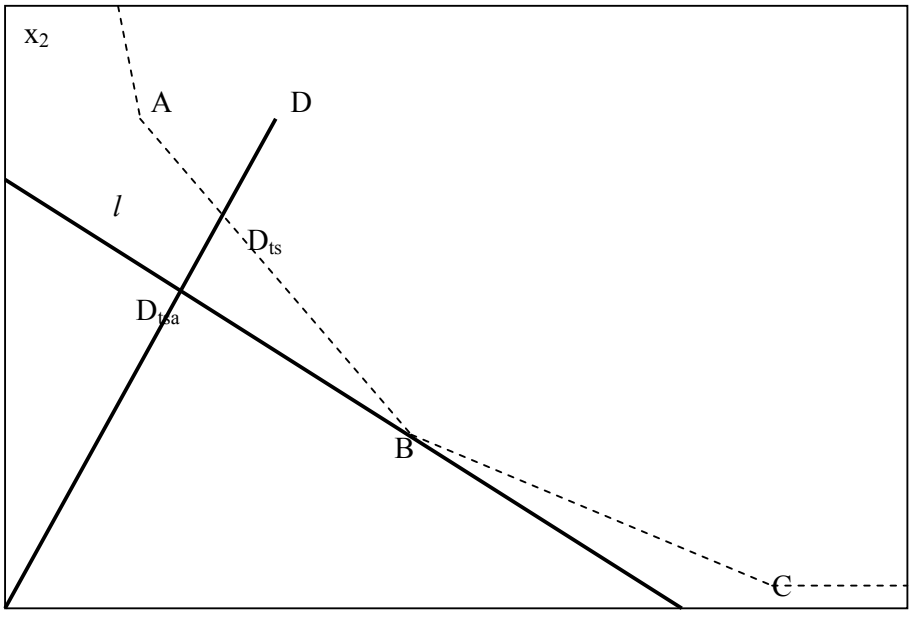
Ölçek etkinliği ölçülürken teknik etkinlikten farklı olarak sabit getiri varsayımı yapılmaktadır. Bunun sonucunda elde edilen etkinlik sonucuda kullanılmalıdır. Ölçek etkinliğinin ölçümünde incelenen karar biriminin değerleri direkt olarak kullanılmamaktadır. Bu ölçütte iki ölçek değeri karşılaştırılmaktadır. Bir başka değişle, incelenen karar biriminin, ölçeğe göre değişen getiri kavramından elde edilen etkinlik değeri ile etkinlik sınırından (teknik etkinlik) uzaklığı oranlanmaktadır. (Kargın,2004)

Tahsis (Dağıtım) Etkinliği:

Birden fazla girdi kullanan bir ekonomik birimin girdi fiyatlarını dikkate alarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısına tahsis etkinliği adı verilmektedir. Karar biriminin, enaz maliyetle üretim yapmasını sağlayan eniyi faktör bileşimiyle mevcut durumunu kıyaslayan tahsis etkinliğinin açıklanmasında eş ürün eğrilerinden(isoquant) faydalanılmaktadır. Bütçe sınırı olan ve sadece girdi faktörü kullanan bir karar biriminin, bu sınırlı bütçenin tamamıyla girdi faktörlerinden ne miktarda tedarik edebileceğini veren ilişki eş maliyet doğrusu(isocost line) ile gözlenebilmektedir. Bir karar birimi için, girdi faktör maliyetleri dikkate alındığında, sabit bir çıktı düzeyini yakalayacak en düşük maliyetli girdi karışımı(optimum faktör bileşimi) eş ürün eğrisi ve eş maliyet doğrusu yardımıyla bulunur. (Kargın,2004)

Tahsis etkinliği**,** Şekil 2. 2 yardımıyla açıklanacaktır. A,B ve C karar birimleri etkinlik sınırını tanımlamaktadır. D karar birimi ise A,B ve C karar birimlerinin oluşturduğu etkinlik sınırının içinde kalmıştır. Yani D noktasında faaliyet gösteren bir işletme ne teknik ne de tahsis etkinliğine sahiptir. Bu işletme teknik olarak etkin değildir, çünkü en iyi teknoloji kullanımını ifade eden etkin üretim sınırı üzerinde faaliyet göstermemektedir. (Kargın,2004)

Şekil 2.2 Tahsis Etkinliği



Dağıtım etkinliğinin diğer etkinlik ölçütlerinden farklı olarak parasal boyutu vardır. Kullanılan girdi maliyetini en küçükleyecek karışım olup olmamasına bakılmaktadır. Eğer değilse en küçük maliyetli ile karşılaştırılıp bir dağıtım etkinliği belirlenmektedir.

Toplam etkinlik ise teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin çarpımından oluşmaktadır. Bu durum girdinin parasal maliyetinin önemli olmadığı durumlarda geçerli olmaktadır.

1.2.4. Etkinlik Ölçümünde Kullanılan İçerikler

Problemin çözümüne yönelik seçilen etkinlik/verimlilik performans ölçümü sistemine yönelik teknikler incelenmiş, araştırmalar sonucunda bugüne kadar değişik sektörlerde uygulanan çeşitli çok ölçütlü karar verme teknikleri ile karşılaşılmıştır. Bu konuda geliştirilmiş tekniklere örnek olarak; Performans Karnesi (Balanced Scored Card), İlgi Grupları Yaklaşımı, Toplam Performans Ölçüm Modelleri(Objektif Matris Yöntemi:OMAX), Analitik Hiyerarşi Süreçleri(AHP), Electre Tekniği, Puanlama Modelleri, Topsis Tekniği, Kaynak Dağıtım Strateji(Resource Allocation Strategy:REALST), Amerikan Verimlilik Merkezi(APC) ve Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis:DEA) verilebilir.

Her bir kurumun göreli olarak etkinliklerinin ölçülmesi, sonuçların buna göre sorgulanması, gerekli düzeltmelerin elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda yapılması, değerlendirme sistemini çok daha anlamlı kılacaktır. Dolayısıyla, kurum performanslarının değerlendirilmesi aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olmalıdır.

- Karşılaştırılan her kurumun göreli etkinsizliğinin ve kaynaklarının tanımlanması
- Kurumların etkinlik sonuçlarıyla sıralanması
- Karşılaştırılan şirketlerin yönetiminin değerlendirilmesi

- Şirketlerin kontrolü dışında olan, programların veya politikalarının değerlendirilmesi
- Şirketelere kaynak tahsisinde nicel temellerin yaratılması
- Şirketler arası karşılaştırmayla doğrudan ilgili olmayan amaçlar için etkin şirketlerin belirlenmesi
- Sonuçların varsa önceki çalışmalarla karşılaştırılması, yoksa gelecekte yapılacak çalışmalara öncülük etmesi ve verilerin manipülasyonunun sağlanması
- Birden çok girdi ve çıktı değişkenlerinin değerlendirmeye katılması

1.2.4.1. Performans Karnesi (Balanced Scorecard)

Performans karnesi, Kaplan ve Norton(1996) tarafından geliştirilmiş ve literatüre "Balanced Scorecard" olarak girmiştir. Balanced Scorecard, yöneticilere şirketlerini başarılı bir geleceğe doğru yönlendirebilmeleri için gereken araçları sağlar. Son yıllarda iş dünyasında şirketler, çok çeşitli ortamlarda rekabet etmek için çaba harcamaktadır. Bu sebeple şirketlerin hedeflerini ve bu hedeflere ulaşmak için kullanacakları yöntemleri, çok doğru bir şekilde belirlemesi ve özümsemesi hayati önem taşır. Performans karnesi, bir şirketin amaç ve stratejisinin anlaşılabilir performans ölçümleri şekline dönüştürülerek ifade edilmesini sağlar. Böylece stratejik ölçüm ve yönetim sistemi için gereken yapının oluşturulmasına katkıda bulunur. Scorecard sisteminde kurumsal performansın ölçümünde dengede bulunması gereken dört farklı boyut ele alınmaktadır. Ele alınan her boyut için performans göstergelerinin tespiti ve takibi yapılmaktadır. Performans ile ilgili dört ana boyut şunlardır. (Kaplan, Norton 1999)

- Finansal boyut
- Müşteri boyutu
- İç İşlemler boyutu
- Öğrenme ve gelişme boyutu

Asıl amaç, bir scorecard oluşturmaktır. Oluşturulan bu scorecard, üst düzey yöneticilere, şirketlerine uzun dönemde başarı sağlayacak stratejiler üzerine odaklanabilecekleri yeni bir araç niteliği taşımaktadır. Şirketin odaklanması gereken en önemli amaçları belirleyerek, hayati önem taşıyan bir çok idari işlemi organize eden bir stratejik yönetim sisteminin çerçevesini oluşturmaktadır. Önemli olan konu, her performans boyutu için belirlenen göstergelerin şirketin vizyon ve stratejileriyle uyum içinde olmasıdır. Performans karnesi, şirketlerin elde ettiği finansal sonuçları takip ederken aynı zamanda gelecekte büyüyebilmek için ihtiyaç duydukları kapasite ve maddı olmayan kıymetlerdeki gelişimi de gözlemlemelerine olanak sağlar. (Kaplan, Norton 1999)

Performans karnesi, kurumların uzun dönemli rekabetçi ortamda yaşayabilmesi ve geleneksel mali sorumluluk modelinin çatışması sonucunda yeni bir sentez olarak ortaya çıkmıştır. Uzun dönem kabileyetlerinin ve müşteri ilişkilerinin yeterince önemli olmadığı endüstri çağı için yeterli görünen mali göstergeler, günümüz bilgi çağında kurumlara rehberlik etmede yetersiz kalmıştır. Bu nedenle Performans karnesi geleneksel finansal ölçütlerle diğer, müşteri, tedarikçi vb. boyuttaki ölçütleri bir araya getiren bir yaklaşımdır.

1.2.4.2. İlgi Grupları Yaklaşımı

Yönetim uygulamalarında bir çok yenilik meydana gelmiştir. Şirketler işlem hacimlerini azaltma ve küçültme yoluna gitmişlerdir. İyi eğitilmiş ve yetkileri arttırılmış çalışanlar, sürekli gelişme, yeniden yapılanma, tam zamanında üretim ve toplam kalite yönetimi gibi bir çok başarılı uygulamalar gerçekleştirmişlerdir.

Bu yeniliklerin bir çoğu, organizasyon ile onun çalışanları, müşterileri, tedarikçileri ve diğer ilgi grupları ile olan ilişkilerini temelden değiştirmiştir. Bir çok durumda, bağımsız gruplar arasındaki uzun ticari işlemler, hizmet, yenilik ve esneklik gibi maddi olmayan hususlara dayalı uzun vadeli ortaklıklar olarak değiştirilmiştir. Kaynakları ölçmenin zor olduğu maddi olmayan varlıklar, bir çok şirkette zenginlik yaratmayı teşvik etmektedir. Sonuç olarak, geleneksel muhasebe esaslı performans

göstergeleri faydalı olmamaktadır. Bir çok şirket mali rapor sistemlerinin uzantısı olan resmi performans ölçüm sistemlerini kullanmaktadır. Bunu kullanmalarının amacı, genellikle sabit ve tutarlı olarak kabul edilmeleri ve sahipleri için temel amaç olan kar yaratma ile ilgili olmalarıdır.

Bununla birlikte klasik performans ölçüm sistemine ilişkin eleştiriler de artmaktadır. Eleştirmenler, finansal performans göstergelerinin karar verici kişilere süreçleri yönetme konusunda ihtiyaç duydukları bilgi alanlarından yoksun bıraktıklarını iddia etmektedirler.

Sonuç olarak finansal performans göstergelerine dayalı performans ölçüm sistemi içsel yönetim ve kontrol konularına yeterince odaklanmamaktadır. Bu finans bazlı performans göstergeleri, şirketleri istenildiğinde karşılaştırmak ve zaman içerisinde şirketlerin tavır ve davranışlarını değerlendirmek amacıyla tasarlanmışlardır. Ancak, müşteri tatmini gibi önemli konuları göz ardı etmekte ve geçmişteki mali verilere dayandığından ileriye dönük tahminlere katkısı olmamaktadır.

1.2.4.3. Toplam Performans Ölçüm Modelleri

Bu modeller, genellikle dinamik ve bütünleşik bir yapıda kurulan ve çoğunlukla bilgisayara dayanan ölçüm modelleridir. Performansı değişik boyutları ve karmaşık yapısıyla ele alan bu modellerde temel görüş, işletmede toplam performansı geliştirmek amacıyla belirlenen kurumsal amaçlara yönelik gelişmelerin ölçülebilmesidir. İşletmeler birbiriyle ilişkili pek çok değişkeni içeren karmaşık yapılardır. Bu yapıdaki ilişkiler işletmeden işletmeye farklılık göstermektedir. Bu nedenle, olası tüm değişmeleri ve ilişkileri içeren genel amaçlı, standart göstergelerin ve modellerinin geliştirilmesi oldukça zordur. Ancak, yine de çeşitli varsayımlarla değişik modeller geliştirilmektedir. TPG, bir işletmenin performansını etkileyen temel ilişkilerin sonuçlarını toplam olarak değerlendirmek amacıyla geliştirildikleri için çoğunlukla toplam maliyet ve toplam gelir oluşumunu analiz eden bir özellik taşırlar. Bu analizlerin konu alanlarından başlıcaları; satış fiyatı, iş gücü, malzeme, makine

kapasitesi, maliyetler ve bunların kullanımını içeren ilişkilerdir. Bunların dışında daha az sayıda olmakla birlikte kapasite kullanımı girdilerin verimi ve girdilerden yararlanma düzeylerinin ölçümlerine dayalı modeller de geliştirilmektedir. Bütün bu ilişkiler kapsamında oluşturulacak modellerin ise çok karmaşık olacağı açıktır. Çok çeşitlilik gösteren bu modellerin ayrıntılı olarak tek bir çalışma ile kapsanması olanaksızdır. Bu nedenle, aşağıda bahsedilen, söz konusu bazı modellerden en yaygın olarak bilinen ve kullanılan Objektif Matris Yöntemi bir alt başlıkta incelenmektedir. (AKAL, 1998)

- Toplam Performans Ölçümü- Objektif Matris Yöntemi
- Toplam Faktör Verimliliği – Çok Faktörlü Ölçüm Modelleri
- Toplam Verimlilk Ölçümü- Üst düzey Performansları için Verimlilik İndeksi
- Verimlilik Maliyeti Görüşüne Dayalı Performans Ölçüm Modeli
- Maliyetlere Dayalı Toplam Performans Ölçüm Modeli
- Toplam Performans Ölçüm Modeli - Oran Ağacı
- Katma Değere Dayalı Performans Ölçüm Modeli
- Mali ve Ekonomik Analizler için Analitik bir Model
- Firmalar Arası Karşılaştırma Modeli
- Amaçlara Göre Yönetim
- İstatistiksel Performans Ölçüm ve Denetim Modeli-Kontrol Şemalarının Kullanımı

1.2.4.4. Analitik Hiyerarşi Süreci

Saaty bu yöntemi, ilk olarak 1971 yılında ABD Savunma Bakanlığı Birim'inde görevli olduğu esnada, olasılık planlama problemleri üzerinde kullanmıştır. Daha sonra ise yöntem, 1972 yılında yine Amerika'da, ülke ekonomisine katkıda bulunma payına göre firmalara elektriğin dağıtımı projesinde kullanılmıştır. Teori, 1973 yılında Sudan Ulaşım projesinde kullanılmasıyla daha çok ön plana çıkmış ve her yönüyle kuramsal olarak gelişimini, 1974-1978 yılları arasında yapmıştır. Teorinin, Türkiye'de bilimsel bir metot olarak tanınması ve kullanılmaya başlanması 1990'lı yıllarda olmuştur.

Analitik hiyerarşi süreci insanoğlunun varoluşundan bu yana karar verme sorunu ile karşılaştığında içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasıdır. [Saaty, 2000]. İçgüdüsel mekanizma, karar sürecinde, niteliksel kriterleri de gözönünde bulundurmaktadır. Bu sebeple AHP'nin gücü, diğer çoğu yaklaşımla ele alınması zor kararları etkileyen etmenleri de ele alabilmesinden kaynaklanmaktadır. AHP kullanımında izlenen yol, ikili karşılaştırmalar yapılarak bir matris oluşturulmasıyla başlamaktadır. AHP, ölçme ve karar verme sürecinin ardından ikili karşılaştırmalar matrisi ve ağırlıklar seti adımı ile devam etmektedir. (Özdemir, 2002)

1.2.4.5. ELECTRE yöntemi

Günümüzde ortaya çıkan karmaşık sorunların çözümünde çok ölçütlü karar verme teknikleri vardır. Kullanılan bu tekniklerden biri de, ELECTRE'dir. (Elimination et Choix traduisant La Realite) "Gerçeğe yönelik eleme ve seçme" anlamına gelmektedir. Electre yöntemi, 1960'lı yılların sonunda Roy(1971) tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra Nijkamp Van Delft(177) ve Voogd(1983) tarafından geliştirilmiştir. (Kaya Y. ,2005)

Çok ölçütlü karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan tekniklerden biri olan ELECTRE, alternatiflerin tercih sıralamasına göre birbirleriyle kıyaslanarak seçim yapılması temeline oturtulmuştur. Electre ile seçilen alternatifler bir çekirdek oluşturmaktadır. Çekirdek iki duruma göre oluşturulabilmektedir. Birincisi, çekirdeğin içindeki alternatif bir nokta, çekirdeğin içinde bulunan diğer bir alternatife göre daha baskın değildir. Diğeri ise, çekirdeğin dışında bulunan bir alternatif nokta, tercih sıralamasında çekirdeğin içindeki en az bir noktanın daha gerisindedir şeklinde tanımlanabilir. (Kaya Y. ,2005)

Electre yöntemi şu yöntemi izler

- Sorunla ilgili seçeneklerin belirlenmesi
- Sorun için önemli olan ölçütlerin saptanması

- Seçeneklerin her birinin ölçütlerin her birine göre değerlendirilmesi
- ELECTRE yöntemiyle çözüme geçilmesi

1.2.4.6. Puanlama Modelleri

Puanlama modellerinin başlıca özelliği yatırım kararına ait bir analitik yaklaşımda parasal olmayan veya ekonomik yönden sayısallaştırılamayan unsurların göz önüne alınmasına izin vermesidir. Puanlama modelleri başlıca 3 sınıfa ayrılır. (Kahraman,1995)

- Ağırlıklandırılmamış 0-1 faktör modelleri,
- Ağırlıklandırılmamış faktör puanlama modelleri,
- Ağırlıklandırılmamış puanlama modelleri,

Puanlama modellerinde kullanılan giriş verileri diğer modellerde kullanılanlardan daha subjektiftir. Bilinen puanlama modelleri arasında doğrusal (linear) toplamsal model rekabet halindeki alternatiflerin puanlanması için araştırmacılar tarafından en fazla kullanılandır.

En basit puanlama modeli ağırlıklandırılmış 0-1 faktör modeli'dir . Bu modele göre ilgili faktörler kümesi seçildikten sonra, bir veya daha fazla sayıdaki analist, her bir projenin ele alınan faktörü karşılayıp karşılamadığına bağlı olarak puanlama yapar.

Puanların her bir proje için toplamı, projelerin sıralanmasında kullanılır. Böyle bir prosesin üstünlükleri, basitliği ve birden fazla ölçütü göz önüne alabilmesidir. Sakıncaları ise, bütün ölçütlere eşit önem vermesi ve çeşitli ölçütleri karşılayan özel bir proje için, dereceli puanların kullanılmasına izin vermemesidir . Bir projenin, bir ölçütü karşılama derecesi için basit bir doğrusal ölçek kullanılırsa (örnegin 1' den 52' ye kadar), ağırlıklandırılmamış 0 – 1 faktör modeli, ağırlıklandırılmamış faktör puanlama modeli adını alır. Bu modelde de yine her faktör eşit ağırlıklıdır. Ağırlıklandırılmamış

0 -1 faktör modelindeki X'ler yerine, doğrusal ölçekten seçilecek puanlar verilecek ve daha sonra bu puanların toplamı, projelerin sıralamasında kullanılacaktır.

Önemlerini göstermek üzere her bir faktöre ağırlık vererek, ağırlıklandırılmamış faktör puanlama modeli bir adım daha genişletilebilir. Bu model, ağırlıklandırılmamış en çok kullanılan puanlama modelidir.

1.2.4.7. TOPSİS Yöntemi

Hwang ve Yoon(1981) tarafından geliştirilen bu teknik, "Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution" ifadesinin kısaltılmış hali olarak kullanılmaktadır. Seçilen alternatifin, pozitif-ideal çözüme en yakın mesafede olması, negatif-ideal çözümden ise uzak mesafede olması gerektiği fikrine dayanmaktadır. Sonraları bu fikir, Zeleny(1982), Hall(1989), Yoon ve Hwang, Lai ve Liu(1993) tarafından geliştirilmiştir. (Yoon ve Hwang, 1995)

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1. Veri Zarflama Analizi

VZA, yeni bir çok ölçütlü karar verme tekniği olarak kamu sektörü karar birimlerinin teknik etkinlik analizlerinde kullanılmaya başlanmıştır. VZA'nın ortaya çıkışı, eniyileme tekniklerinin gelişimi ve uygulamaları üzerindeki tarihsel yoğunlaşmasının bir sonucu olmuştur. (Charnes, Cooper, Seiford,1993)

2.1.1. Veri Zarflama Analizi tarihçesi

Veri Zarflama Analizi (VZA) Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Universitesinde yapmış olduğu bir doktora araştırma tezi ile başlar. W. W. Cooper danışmanlığında Edwardo Rhodes, doktora tez çalışmasında okullardaki "Program Follow Through"(PFT) kapsamındaki, özel statülü olmayan öğrenciler için eğitim, programını değerlendirmiştir. Çalışma, PFT programına katılan ve katılmayan okul gruplarının performanslarını karşılaştırmayı içermektedir. PFT, "kendine güveni yükselen dezavantajlı öğrenciler" gibi çıktılar ve "annenin çocuğuna kitap okuturken harcadığı zaman" gibi girdilerle okulların dönemsel performanslarını tesbit etmektedir. Bu, okulların göreli "teknik etkinliğini" fiyatları gözardı ederek çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme isteği, CCR(Charles, Cooper, Rhodes) formülasyonu olarak bilinen Veri Zarflama Analizi'ni doğurdu ve VZA'yı ilk duyuran çalışma olarak European Journal of Operations Research dergisinde 1978 yılında yayınlandı. (İ. İleri,1997)

Çok boyutlu ve parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak VZA ilk kez, Farrell'in (Farrell,1957:253-281) 1957 yılında ortaya koyduğu çalışmadan yola çıkarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından literatüre CCR modeli olarak giren çalışmayla başlamıştır. Bu çalışmada Charnes, Cooper ve Rhodes ölçeğe göre sabit getiri (Constant Retun to Scale : CRS) durumunu varsaymaktadırlar. Daha sonra, Banker, Charnes ve Cooper çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale : VRS) durumunu ele almışlardır. Bu da literatüre BCC modeli olarak girmiştir. CCR ve BCC modellerinin her biri için girdiye ve çıktıya yönelik olmak

üzere iki ayrı biçim kurulmuştur. Bu durum VZA uygulanarak çözülen problemlerin sonuçlarını ve yorumlama kabiliyetini arttırdığı gibi uygulama sahasını da genişletmiştir. (İ. İleri,1997)

2.1.2. Veri Zarflama Analizinin uygulama alanı

VZA'nın uygulama alanına, üretim, hizmet ve finans sektörlerinden iç ve dış rekabet koşullarında bulunan her kurum girer. Klasik verimlilik analizindeki tekli girdi - tekli çıktıdan farklı olarak çoklu girdi - çoklu çıktı temelinde harekete eden VZA, hızlı kuramsal gelişimi yanında uygulamada da hızlı bir süreç izlemiştir. Sağlık sisteminde, ulaşım ve haberleşme sisteminde, bankacılık, yargı sistemlerinde ve eğitim sistemleri gibi pek çok kamu hizmet alanlarında binlerce çalışma yapılmıştır. Başlangıçta kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarında karşılaştırmalı verimliliği ölçen VZA, sonraları kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası teknik verimliliğin ölçülmesinde de yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. (Gülcü,2001:120.)

Literatür taraması

1978 ile 1992 yılları arasında VZA ile ilgili 500'den fazla araştırma tezi, makale ve kitap yayınlanmıştır. VZA'nın hızla gelişimi, birbiri ile ilişkili iki faktörün sonucudur. Diğer çok ölçütlü karar verme tekniklerinde de olduğu gibi VZA, uygulama aşamalarında çıkan problemlerle geliştirilmiştir. (Seiford,1990) Literatürde karşılaşılan bazı çalışmalar şunlardır.

Mancebon, Maria-Jesus ve Bandres, Eduardo (1999) tarafından yapılan çalışmada, İspanya'da bulunan, eğitim öncesi ve eğitim çağındaki çocukların eğitimlerinin, aile ve çevre etkisi gibi faktörlerle ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma 15 yaşın altındaki İspanyol çocuklarından alınan bilgilerle yapılmıştır.

Thanassoulis ve Dunstan'ın (1994), çalışmalarında İngiltere'de yer alan okullarda bulunan 11 ila 15 yaş grubundaki okul çağındaki öğrencilerin karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma yapılırken akademik başarılar, Eğitim

Kalitesi(öğrencilerin değerlendirmesi ile yapılmıştır), ve sosyal faktörler veri grupları olarak kullanılmıştır.

Besen, F. Buket(1994) tarafından performans yönetim sistemi ve VZA'nin sağlık sektörü üzerine bir uygulaması yapılmıştır. İstanbul'da yer alan bazı hastanelerin kadın doğum bölümlerindeki etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla VZA'nin toplamsal model yaklaşımına göre performans değerlendirmesi yapılmıştır

İleri, İbrahim(1997) tarafından VZA kullanılarak bankacılık sektöründe bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada İMKB'den alınan borsa verileri, seçilen bankaların etkinlik analizleri için CCR modeli yaklaşımına göre çözdürülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Karsak, E. Ertuğrul ve İşcan, Firuzan(1998) tarafından Türk çimento sektöründe göreli faaliyet performansları ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak VZA ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler İMKB'den alınmıştır. Çapraz etkinlik analizi ile de VZA'ya göre etkin çıkan firmaların kendi içinde etkinlik sıralaması yapılmıştır.

Yeşilyurt, Cavit ve Alan, M. Ali(2003) tarafından Fen Liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin VZA ile ölçülmesi yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak Fen Liseleri giriş puanları, çıktı olarak ise mezun olan öğrencilerin üniversite giriş puanları kullanılmıştır. Buna göre 2002 yılında etkin olan Fen Liseleri, Türkiye genelinde belirlenmiştir.

Çakmak,E. H. ve Zaim,O. (1991) tarafından kamu ve özel teşebbüslerde etkinlik karşılaştırılması yapılarak, VZA ile çimento sanayii üzerinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Albayrak ve Özcan(1996) tarafından Türk çimento sektöründe göreli faaliyet performanslarının VZA ile değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Atikbay, Tolga(2001) tarafından Türk Kara Kuvvetlerinde VZA ile performans değerlendirilmesi yapılmıştr.

2.1.3. Veri Zarflama Analizi kavramı

VZA, son yıllarda dünyada büyük ilgi gören ve yakın bir gelecekte her kurumun alması gereken yönetim kararlarında uygulanabilirliği söz konusu olan bir veri derleme ve değerlendirme çeşididir. Bu analiz yardımıyla ortaya çıkarılacak ürün veya hizmetin, ne kadar girdiyle elde edilebilirliğinin verimlilik analizi yapılarak, hangi ürün veya hizmete ne derecede önem verilmesi gerektiğinin kararını kolaylaştırmak mümkündür. VZA; bu değişkenlerin verilerinin toplanarak, bir matematiksel model yardımıyla analizinin yapılıp, ürün veya hizmet verimliğinin araştırılmasına yardımcı olur.

Buna göre VZA; mal veya hizmet sektöründe ürettikleri ürün veya hizmet yönüyle birbirlerine benzer birçok girdiyi kullanarak birçok çıktının elde edilmesiyle, karar değişkenlerinin etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan "parametrik olmayan" bir etkinlik analizidir. VZA, birden çok ve farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin göreli performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir analizdir. (KARACAER, 1998)

VZA, bazı önemli performans ölçüm kriterlerine ulaşmak için bir grup girdileri ve çıktıları kullanarak belli bir amaca yönelik hesaplama yapan çok çıktılı bir etkinlik araştırmasıdır. Bu nedenle belirli bir çıktıya göre değişken getiri (teknik etkinlik) yerine sabit getiri (ölçek etkinliği) varsayımı da söz konusudur. (Söl, 1997)

VZA'nın etkinliği ölçme şekli; herhangi bir gözlem kümesi içinde yer alan en az girdi bütününü kullanılarak en çok çıktı bütününü üreten en iyi gözlemleri ya da etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerini belirler. Bu etkinlik sınırını etkin sınır olarak kabul edip etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını ya da etkinlik düzeylerini oransal olarak ölçer. (YOLALAN,1993)

VZA'nın sahip olduğu en önemli özellik, her karar alma birimindeki etkinsizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir. Bu özelliği ile analiz, etkin olmayan

birimlerde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilir.

VZA'nın performans değerleme sisteminde kullanılmasının nedeni; model için en az girdiyi kullanarak birçok çıktının elde edilmesiyle oluşacak oranın en verimli birimin hangi kriterler doğrultusunda etkin olduğunu görmekte yardımcı olmasıdır. Bu performans değerlemesinin sonucunda, yöneticilere, ellerinde bulunan kaynakları nasıl değerlendirebileceğinin ön tespitini yapmasında yardımcı olur.

İkil modelin kullanıldığı parametrik olmayan matematiksel model yaklaşımında amaç; belirli bir çıktı düzeyi için etkinliği ölçülen karar modeline ait girdilerin oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini araştırmaktır. Etkinlik varsa azalma olmaz ve etkinlik ölçüsü 1'e eşit olur. Buna karşılık etkin olanın 1 olması diğerlerinin 1'e karşı etkinliklerinin oranını ya da o noktaya uzaklıklarını verir.

VZA'nın uygulanabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. VZA modelinin ayrıştırma yeteneğinin çok olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzulanır. Bu nedenle mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elamanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elamanlarının her karar birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir.

Seçilen girdi sayısı m, çıktı sayısı n ise en az (m+n+1) adet karar birimi araştırmanın güvenirliliği açısından önemlidir. Ancak literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında bu kabulun göz ardı edildiğine dair örnekler yer almaktadır. Diğer bir nokta ise, değerlendirmeye alınan karar birimi sayısının, değişken sayısının en az iki katı olmasının beklenmesidir. (Boussoflanee,1991)

2.1.4. Ana Modelde Veri Zarflama Analizi

N adet karar değişkenine karşılık M adet girdi ve sonuçta P adet çıktının oluştuğunu varsayılım. Buna göre; X, R_+^{mxn} ve Y, R_+^{pxn} n adet karar birimine bağlı olarak ölçülmüş olan girdi ve çıktıların gözlem kümesinden oluşmuş bir matristir.

X_j (x'in j'ninci dikey sıra) j.karar değişkenlerinden oluşan girdilerin vektörü ve X_{ij} de j.karar değişkeninin i.girdinin miktarı olarak tanımlanmıştır.

Y_j (y'nin j'inci yatay sıra) j.karar değişkenlerinden oluşan girdilerin vektörü ve Y_{ij} de j.karar değişkeninin i.çıktının miktarı olarak aynen girdilerde tanımlanan koşulla belirlenmiştir. Toplam vektör $(1,\ldots,1)^T$ olarak tanımlanmıştır.

VZA'da, karar değişkenlerinin verimliliğinin ölçümü, çıktıların ağırlıklı toplamlarının girdilerin ağırlıklı toplamlarına oranı olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kısıtlarda yer alan bu oranların, her karar değişkeni içinde birden küçük ve bire eşit olduğu tanımlanmaktadır. VZA'inde kullanılan model pozitif ağırlıklı karar değişkenlerini seçmektedir. VZA, performans değerlendirmesi yapılmış olan karar birimlerinden en çok gözde olanını seçmektedir.

VZA'de kullanılan orijinal model Charnes tarfından 1978'de oluşturulmuştur. Buna göre herhangi "$_0$" birimin verimliliği şöyle tanımlanmıştır;(Charnes, Cooper, 1967)

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{k=1}^{p} \mu_k y_{k0}}{\sum_{i=1}^{m} \nu_i \chi_{i0}}$$

Kısıtlar :

$$\frac{\sum_{k=1}^{p} \mu_k y_{kj}}{\sum_{i=1}^{m} \nu_i \chi_{ij}} \leq 1 \qquad j=1,2.\ .\ .\ ,n,$$

$$\mu_k \nu_i \geq 0, \qquad k=1,2,.\ .\ .\ ,p\ ;\ i=1,2\ .\ .\ .\ ,m.$$

Kısıtlarda yer alan değişkenlerin, sıfırdan büyük olduğunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Charnes, problemde pozitif karar değişkenlerini almış ve amaç doğrultusunda, gerçekten pozitif değer alanları modele yerleştirmiştir.

Charnes (1978) tarafından geliştirilen temel modelde tanımlanan enbüyükleme tipinde ki amaç fonksiyonun yerine, bunun tam tersi olan enküçükleme amaç fonksiyonu kullanılabilir. Başka bir ifadeyle pay ve paydada yer alan çıktı ve girdilerin yerleri değiştirilerek, oransal olarak hesaplanan değer; verimsizliğin minimize edilmesi olarak tanımlanabilir.

Tanımlanan model; kesirli doğrusal (FRACTIONAL LINEAR) bir modeldir. Bu modelin amaç fonksiyonundaki paydayı sabit bir değere eşitleyerek payı enbüyüklemek ve problemi doğrusal bir model olarak çözmek mümkündür.

2.1.5. Veri Zarflama Analizinde Temel Modeller

2.1.5.1. Değişken ölçeğe göre getirili modeller

Toplamsal Model

Bu model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz(1985) tarafından geliştirilmiştir. Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olarak geliştirilen temel VZA'inde kullanılan modellerin tek bir model altında bütünleştirilmesinden oluşan bir modeldir. Değişken ölçeğe göre getiriye sahiptir. Modelin İlkil(Primal) ve İkil(Dual) doğrusal programlama modelleri aşağıda belirtildiği gibidir.

- *Toplamsal Primal (ADD_P) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Min $z_0 = - 1s^+ - 1s^-$

Kısıtlar :

$Y\lambda - s^+ = Y_0$

$-X\lambda - s^- = - X_0$

$1\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- >= 0$

- *Toplamsal Dual (ADD_D) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Max $\omega_0 = Y_0 \mu^T - X_0 \nu^T + 1 \upsilon_0$

Kısıtlar :

$Y \mu^T – X \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$1\mu^T >= 1$ ($-\mu^T <= -1$) (ÇIKTI)

$1\nu^T >= 1$($-\nu^T <= -1$) (GİRDİ)

μ^T, ν^T, υ_0 : serbest

Yukarıdaki modelde X_0, doğrusal programın etkinliğini incelediği karar birimi olan "$_0$" indisi girdi değişkenlerinden aldığı değerlerden oluşan matris benzer şekilde Y_0 ise çıktı değerlerinden oluşan matristir. İlkil formülasyonda yer alan s^+, çıktılar için aylak değişken, s^- ise girdilerden oluşan aylak değişkendir. λ ise, incelenen karar birimi etkin değilse incelenen karar birimine baskın olan karar değişkeninin baskınlık oranını göstermektedir. İlkil doğrusal programlama modelinde ise, μ çıktılar için, ν ise girdiler için etkinliği tayin eder.

z_0^*, ilkil problemin, w_0* ise ikil problemin uygun çözüm değerlerini ifade etmektedir. Bu değer incelenen karar biriminin etkinlik sınırına ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak, karar birimi etkin ise $z_0^* = w_0* = 0$, çözümü yapılan karar birimine ait "λ" değişkeni ise "1" değerini almalıdır.

Örnek :

Karar birimlerinin girdi ve çıktı miktarları :

Karar birimi	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
Girdi miktarı(X)	2	3	6	9	5	4	10
Çıktı miktarı(Y)	2	5	7	8	3	1	7

MODEL: (A-Karar Birimi için)

Min $z_0 = - (s^+) – (s^-)$

$-(s+) + 0 +2\lambda1+ 5\lambda2+ 7\lambda3+ 8\lambda4+ 3\lambda5+ \lambda6+ 7\lambda7 = 2$

$-(s^-)- 2\lambda1- 3\lambda2- 6\lambda3- 9\lambda4- 5\lambda5- 4\lambda6- 10\lambda7 = -2$

$\lambda1+\lambda2+\lambda3+\lambda4+\lambda5+\lambda6+\lambda7 = 1$

$\lambda, s^+, s^- >=0$

MODEL: (A-Karar Birimi için)

Max $\omega_0 = Y_0 \mu^T - X_0 \nu^T + 1 \upsilon_0$

Kısıtlar :

$Y \mu^T – X \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$\mu^T >= 1$ ($-\mu^T <= -1$) (ÇIKTI)

$\nu^T >= 1$ ($-\nu^T <= -1$) (GİRDİ)

Karar birimi	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
Girdi miktarı(X)	2	3	6	9	5	4	10
Çıktı miktarı(Y)	2	5	7	8	3	1	7

Max $w_0 = 2 \mu^T - 2 \nu^T + 1 \upsilon_0$

Kısıtlar :

$2 \mu^T – 2 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$5 \mu^T – 3 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$7 \mu^T – 6 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$8 \mu^T – 9 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$3 \mu^T – 5 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$1 \mu^T – 4 \nu^T + 1 \upsilon_0 <= 0$

$7\ \mu^T - 10\ \nu^T + 1\ \upsilon_0 <= 0$

$\mu^T >= 1$ ($-\mu^T <= -1$)

$\nu^T >= 1$ ($-\nu^T <= -1$)

$\mu^T,\ \nu^T, \upsilon_0$: serbest

BCC Modeli

BCC modeli, 184 yılında kendisini geliştiren Banker, Charnes ve Cooper'ın adlarının baş harfi ile anılmaktadır. Bu model de, CCR modelinde olduğu gibi, girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde modellenebilmektedir. Bu model değişken ölçeğe göre getiriye göre işlemleri gerçekleştirmektedir. Bunun nedeni ise, ikil modelde "λ" değişkeninin toplamının "1" ile sınırlandırılmış olmasıdır. BCC modelinin girdiye yönelik ikil ve ilkil doğrusal programlama modelleri aşağıda görüldüğü gibidir.

- *Girdiye Yönelik BCC Primal (BCC_P-I) Doğrusal Programlama Modeli*

Amç fonksiyonu:

Min $z_0 = \theta - \varepsilon\ 1s^+ - \varepsilon\ 1s^-$

Kısıtlar :

$Y\lambda - s^+ = Y_0$

$X_0\theta - X\lambda - s^- = 0$ $\quad (-X\lambda - s^- = -X_0\,\theta)$

$1\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- >= 0, \theta$: urs

- *Girdiye Yönelik BCC Dual (BCC_D-I) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Max $\omega_0 = Y_0\,\mu^T - 1\ \upsilon_0$

Kısıtlar :

$Y\ \mu^T - X\ \nu^T - 1\ \upsilon_0 <= 0$

$X_0\ \nu^T = 1$

$1\mu^T >= 1\varepsilon$ $\quad (-\mu^T <= -1\varepsilon)$ (ÇIKTI)

$1\nu^T >= 1\varepsilon$ $\quad (-\nu^T <= -1\varepsilon)$ (GİRDİ)

$\mu^T,\ \nu^T, \upsilon_0$: urs

z_0^*: İlkil problemin, w_0* ise İkil problemin optimal çözüm değerlerini ifade etmektedir. Bu değer incelenen karar biriminin etkinlik sınırına ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak, eğer karar birimi etkin ise $z_0^* = w_0* = 0$, çözümü yapılan karar birimine ait "λ" değişkeni ise "1" değerini almalıdır. Ayrıca bir karar değişkeni olan θ (göreli etkinliği ölçülebilen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirten büzülme katsayısı) da z_0 ile birlikte "1" değerini almalıdır.

ε : yeterince küçük pozitif bir sayıdır. Asıl amacı, ilkil problemdeki etkinlik göstergelerine pozitiflik için bir alt sınırı getirmek ve İlkil problemdeki atıl değerlere katsayı olmaktır. Etkinlik göstergelerine getirilen bir alt sınırdır. Bu alt sınırın yüksek olması, modelin girdi ve çıktılarına yaptığı etkiyi artırdığından model çözümü sonucu ortaya çıkan sonuçları ε değerine bağımlı hale getirmektedir. Ortaya çıkan bu durum arzu edilmez. ε değerinin 0'a yakın bir değer olması beklenirken, neden ε = 0 alınmadığı sorusu akıllara gelmektedir. Bunun nedeni, etkinlik göstergeleri olan girdi ve çıktıların kullanılabilir olmasıdır. ε = 0 olması halinde 0 alan girdi ve çıktılar kullanılamaz demektir. Çünkü az da olsa girdi ve çıktılar modelde kullanılarak karar biriminin verimliliğini etkilemektedir.

- *Çıktıya Yönelik BCC Primal (BCC_P-O) Doğrusal Programlama Modeli*

Amç fonksiyonu:

Max $z_0 = \eta + \varepsilon\, 1s^+ + \varepsilon\, 1s^-$

Kısıtlar :

$X\lambda + s^+ = X_0$

$\eta Y_0 + s^- = Y\lambda$

$1\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- >= 0$, η: urs

- *Çıktıya Yönelik BCC Dual (BCC_D-O) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

$\text{Min } \omega_0 = X_0 \nu^T - 1 \upsilon_0$

Kısıtlar :

$X \nu^T - Y \mu^T - 1 \upsilon_0 >= 0$

$Y_0 \mu^T = 1$

$1\mu^T >= 1\varepsilon \quad (-\mu^T <= -1\varepsilon)$ (ÇIKTI)

$1\nu^T >= 1\varepsilon \quad (-\nu^T <= -1\varepsilon)$ (GİRDİ)

μ^T, ν^T, υ_0 : urs

2.1.5.2. Sabit Ölçeğe Göre Getirili Modeller

Çarpımsal Model:

Çarpımsal model diğer VZA modellerinden farklı olarak logaritmik kısıtları içermektedir ve Cobb-Douglas zarflaması yapmaktadır. Bu durumda çarpımsal modele etkin olmayan karar biriminin etkinlik sınırına olan uzaklığının hesaplanmasında doğrusal değil de üstel ifadeler kullanılması olanağını vermektedir. Bu model özellikle ekonometrik formülasyonlarda kullanılmaktadır. Çarpımsal model de Toplamsal Modelde olduğu gibi girdiye ve çıktıya yönlendirme bulunmamaktadır. İlkil ve İkil doğrusal programlama modelleri aşağıda verilmiştir.

- *Çarpımsal Primal ($MALT_P$) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

$\text{Max } \omega_0 = \text{Log}(Y_0)\, \mu^T - \text{Log}(X_0)\, \nu^T + 1\, \upsilon_0$

Kısıtlar :

$\text{Log}(Y)\ \mu^T - \text{Log}(X)\ \nu^T + 1\ \upsilon_0 <= 0$

$1\mu^T >= 1 \quad (-\mu^T <= -1)$ (ÇIKTI)

$1\nu^T >= 1 (-\nu^T <= -1)$ (GİRDİ)

μ^T, ν^T, υ_0 : serbest

- *Çarpımsal Dual ($MALT_D$) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Min $z_0 = -1s^+ - 1s^-$

Kısıtlar :

$\text{Log}(Y)\ \lambda - s^+ = \text{Log}(Y_0)$

$\text{Log}(X)\ \lambda - s^- = \text{Log}(X_0)$

$1\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- >= 0$

CCR Modeli

CCR modeli 1978 yılında kendisini geliştiren Charnes, Cooper ve Rhodes'un adlarının baş harfi ile anılmaktadır. Bu model BBC modelinde de olduğu gibi, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönelndirilebilmektedir. Bunun sonucunda da önceki modellerden farklı olarak girdi etkinliği ayrı, çıktı etkinliği ayrı olarak ölçülebilmektedir. Bu model sabit ölçeğe göre işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bunun nedeni, İlkil doğrusal programlama da "λ" değişkeninin toplamının "1" ile sınırlandırılmamış olmasıdır. Bu kısıtın eksikliği çözüm kümesi dahilindeki bölgeyi genişlettiği gibi karar birimlerinin etkin olarak ortaya çıkma olasılığını azaltmaktadır. CCR modelinin girdiye ve çıktıya yönelik İlkil ve İkil doğrusal modelleri aşağıda verilmiştir.

- *Girdiye Yönelik CCR Primal (CCR_P-I) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Max $z_0 = Y_0\, \mu^T$

Kısıtlar :

$Y\, \mu^T - X\, \nu^T <= 0$

$X_0\, \nu^T = 1$

$1\mu^T >= 1\varepsilon \qquad (-\mu^T <= -1\varepsilon)$ (ÇIKTI)

$1\nu^T >= 1\varepsilon \qquad (-\nu^T <= -1\varepsilon)$ (GİRDİ)

$\mu^T,\ \nu^T$: serbest

- *Girdiye Yönelik CCR Dual (CCR_D-I) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Min $\omega_0 = \theta - \varepsilon\, 1s^+ - \varepsilon\, 1s^-$

Kısıtlar :

$Y\lambda - s^+ = Y_0$

$X_0\theta - X\lambda - s^- = 0 \qquad (-X\lambda - s^- = -X_0\,\theta)$

$\lambda, s^+, s^- >= 0, \theta$: serbest

- *Çıktıya Yönelik CCR Primal (CCR_P-O) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Min $z_0 = p\, X_0$

Kısıtlar :

$Y\, q - X\, p <= 0$

$qY_0 = 1$

$1q >= 1\varepsilon \qquad (-q <= -1\varepsilon)$ (ÇIKTI)

$1p >= 1\varepsilon (-p <= -1\varepsilon)$ (GİRDİ)

p, q : serbest

- *Çıktıya Yönelik CCR Dual (CCR_D-O) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

Max $z_0 = \eta + \varepsilon\, 1s^+ + \varepsilon\, 1s^-$

Kısıtlar :

$X\lambda + s^+ = X_0$

$\eta Y_0 + s^- = Y\lambda$

$\lambda, s^+, s^- >= 0, \eta$: serbest

2.1.5.3. Ağırlık kısıtlamaları ile geliştirilmiş model

VZA'nde karar birimlerinin etkinlik değerlerini belirlerken, girdi ve çiktilar için uygun olmayan ağırlık değerlerinin elde edilmesini önlemek için ağırlıklar kısıtlanabilir. Böylece tüm birimler için gerçek etkinlik değerlerine ulaşma imkanı doğar. Bu konuda literatürde değişik yaklaşımlar yer almaktadir. Dyson ve Thanassoulis (1988), Charnes ve diğerleri (1990), Wong ve Beasley (1990), Allen ve diğerleri (1997) tarafindan yapılmış çalışmalar, VZA'nde ağırlık kısıtlamalarını kullanan yöntemler içermektedir. Bu yöntemler, uygun ağırlık kısıtlarının belirlenmesi ve modele katılmaları aşamasında farklılıklar gösterirler. Örneğin Dyson ve Thanassoulis ağırlıklara direkt kısıt konulmasını onerirken, Charnes ve diğerleri ise girdi ve çıktı değerlerini ayarlama ("cone ratio" yaklaşimi) yöntemini savunmuşlardır. Wong ve Beasley ise girdi ve çıktıların göreli ağırlıklarına kısıt koymayı önermişlerdir. Ağırlık kısıtlarının VZA modeline katılmasından sonra *çözüm* aşamasında hiçbir farklılık yoktur. Her karar birimi için model çözülür ve ek kısıtları sağlayan, tanımlanan aralıklarda ağırlıkları gerçekleyen çözüm kümesine ulaşılır. Ek kısıtlar, VZA'nin temel üstünlüğü olan ağırlıkların her karar birimi için esnekçe belirlenmesi ilkesini kaybettirmediği gibi daha gerçekçi bir sonuca ulaşılmasını sağlamaktadır. (Karsak, 2000)

Wong ve Beasley'in önerdikleri yöntem esas olarak ağırlık oranları kullanımına dayanır. Wong ve Beasley, bir ağırlıklı çıktının (veya girdinin) diğer çıktıların (veya girdilerin) ağırlıklı toplamına oranının, yöneticiler veya genel olarak karar vericiler tarafından aynı ağırlık değerleriyle sınırlandırılabileceğini savunmaktadırlar. Bu bir bakıma o çıktının (veya girdinin) diğerlerine göre hangi önemde değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. (Karsak, 2000)

$$a_r \le \frac{u_r y_{rj}}{\sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj}} \le b_r$$

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

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

Buradaki $[a_r, b_r]$ sayı aralığı r çıktısı için bir değer ayarlamasıdır. Böylece karar verici problemin durumunu analize daha iyi yansıtmış, olur. $[a_r, b_r]$, [0,1] aralığındadır ve belirlenmesi oldukça kolaydır. Belirlenme aşamasında Analitik Hiyerarşi Süreci (Saaty, 1994) kullanılabilecegi gibi sınırlar doğrudan uzman karar vericiler tarafindan da tanımlanabilir. Bir başka yöntem de problemin CCR modeli ile çözülüp, elde edilen ağırlıklara kısıt konulması düşünülen ağırlık için her karar biriminde, yukarıda verilmiş olan oran hesaplanmasina dayanir. Daha sonra ikinci en küçük ve en büyük değer sırasıyla alt ve üst sınır olarak alınır. (Karsak, 2000)

a_r, b_r değerlerinin belirlenmesinin ardından, biri oran her karar birimi için 2 adet eşitsizlik ile aşağıdaki gibi doğrusallaştırılır ve toplam 2n adet kısıt VZA modeline eklenir.

$$a_r \sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj} - u_r y_{rj} \le 0 \qquad \text{j= 1,. . . n}$$

$$u_r y_{rj} - b_r \sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj} \le 0 \qquad \text{j= 1,. . . n}$$

Aynı işlem, girdilerin ağırlıkları kısıtlanmak istenildiğinde de benzer şekilde uygulanır. Karar birimi sayısının oldukça büyük olduğu durumlar için Wong ve Beasley alternatif modeller de önermişlerdir. (İşçan ve Karsak, 1999)

2.1.6. Çapraz Etkinlik Analizi

Çapraz etkinlik matrisi ilk olarak Sexton ve diğerleri (1986) tarafından önerilmiş ve bir karar biriminin diğer karar birimlerine göre değerlendirilmesini sağlamıştır. Son yıllarda bu konuda yayınlanan makaleler (Doyle ve Green 1993, Doyle ve Green, 1994) çapraz etkinlik ile ilgili çalışmalardaki gelişmelere ışık tutmuştur. Yapılan çalışmada basit çapraz elemanlarını elde etmek için basit çapraz etkinlik ölçütleri kullanılmıştır. Buna göre, öncelikle her bir karar birimi için CCR modeli çözülür. Etkin olan her bir karar birimi için CCR İlkil modelinin çözümü sonucunda elde edilen etkinlik

değerlerinden hareketle "s" karar biriminin göreli etkinliği, "k" karar biriminin bulunan ağırlıklarına göre aşağıdaki model ile bulunur.

Doyle ve Green'in önerdiği yöntemde tüm karar birimlerinin çapraz etkinlikleri içeren n x n boyutlu matris öngürülmüştür. Buna alternatif olarak, sadece ilk CCR analizi sonucunda elde edilen etkin karar birimleri arasında daha küçük boyutlu bir matris oluşturmak da yeterli olabilir. (Shang ve Sueyoshi, 1995) Buna göre, çapraz etkinlik matrisi, sadece CCR analizi sonucunda etkin olan karar birimleri için uygulanır. (İşcan ve Karsak, 1999)

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } E_{ks} = \sum_{r=1}^{t} Y_{rs}\, \mu_r$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^{m} X_{is}\, \nu_i = 1$$

$$E_{ks} <= 1$$

$$\sum_{r=1}^{t} Y_{rk}\, \mu_r - E^*_{kk} \sum_{i=1}^{m} X_{i\,k}\, \nu_i <= 0$$

$$\sum_{r=1}^{t} Y_{rs}\, \mu_r - E^*_{kk} \sum_{i=1}^{m} X_{i\,s}\, \nu_i = 0$$

$$\mu_r, \nu_i >= 0$$

$r = 1, \ldots. t$

$i = 1, \ldots. m.$

Yukarıdaki modelde, E^*_{kk} CCR modelden elde edilen k karar biriminin optimal etkinlik değeridir. Yapılan çalışmada çapraz etkinlik modelleri etkin olan karar birimleri için yapılandırıldığından burada, $E^*_{kk} = 1$ değerini almaktadır.

Tablo-2.1'de E_{ij} değeri, j biriminin i hedef birimine göre etkinliğini göstermektedir. En alt satırdaki ortalama çapraz etkinlik değerleri ise her j biriminin diğer birimler dikkate alınarak eriştiği ortalama etkinliği ortaya koymaktadır. Çapraz ortalama etkinlik değeri en yüksek çıkan karar birimi en etkin olarak kabul edilebilmektedir. Böylece karar birimleri arasında göreli bir sıralama yapmak da mümkün olabilmektedir.

Tablo-2.1. :Çapraz Etkinlik Matrisi

Karar Birimleri	**1**	**2**	**3**	**.**	**.**	**.**	**.**	**n**
1	E_{11}	E_{12}	E_{13}	.	.	.	.	E_{1n}
2	E_{21}	E_{22}	E_{23}	.	.	.	.	E_{2n}
3	E_{31}	E_{32}	E_{33}	.	.	.	.	E_{3n}
.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	
N	E_{n1}	E_{n2}	E_{n3}	.	.	.	.	E_{nn}
Ortalama Çapraz Etkinlik Değerleri	e1	e2	e3	.	.	.	.	en

2.1.7. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Olan Adımlar

VZA, karar birimlerinin göreli etkinliğini değerlendirmek için kullanılır. Bu tür bir değerlendirme, bir grup arasında, belli bir zamanda veya birden fazla farklı zaman sürecinde yapılabilir. Bununla birlikte, mevcut değerler rakiplerin performanslarıyla veya önceden belirlenen hedef ve standartlarla da karşılaştırılabilirler. Buna göre uygulama için gerekli adımlar, gözlem kümesinin seçilmesi, girdi ve çıktı kümesinin seçilmesi, VZA ile göreli etkinlik ölçümü ve sonuçların değerlendirilmesidir.

2.1.7. 1. Gözlem Kümesinin Seçilmesi

VZA'nın birinci aşaması, birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar birimlerinin belirlenmesidir. Bu birimlerin üretim veya hizmet teknolojisi açısından birbirlerine benzer olmaları, diğer bir deyişle gözlem kümesinin homojen olması gerekmektedir. Ayrıca, karar birimi sayısı, elde edilecek sonuçların anlamlı olabilmesi açısından önemlidir.

Bir grubun homojen olması demek, o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi ve çıktı değişkenlerine sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirlerinden çok farklı olmadığı anlamına gelir. Karar birimlerinin aynı görevi yapması ve benzer bakış açılarının olması gerekmektedir. Örneğin karar birimlerinin biri universite diğeri lise olarak seçilirse, bunların verimliliklerinin ölçülmesi uygun olmaz. Çünkü üniversite ve liselerin kendi içinde girdi ve çıktıları farklılık gösterir.

Gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilecek etkinlik ölçütlerinin birbirlerinden farklı olması olanağı sağlanır. Aksi takdirde, herhangi bir girdi/çıktı oranında avantajlı olan karar birimi tüm ağırlıkları kendi açısından en çoklar ve etkinlik sınırına erişir. Bununla birlikte, karar birim sayısının artması da kümenin homojenliğini bozarak, gereksiz değişkenlerin modele dahil olmasına sebep olur. Bu nedenle, etkinlik ölçümünün anlamlı olması için gözlem kümesinin seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir. (Yolalan, 1993)

Sonuç olarak, VZA'nın yapısı gereği, girdi sayısı "m", çıktı sayısı da "n" ise, karar birimi sayısı en az "m+n+1" tane olmalıdır. (Ülengin ve Besen, 1995) Karar birimlerinin verimli ve verimsiz olanlarını birbirinden ayrılmasında kolaylık sağlar. Buna karşın, VZA'nın küçük boyutlu modellerinin, literatürde bir çok örneğine rastlanmaktadır.

Karar birimlerinin oluşturduğu homojen grubun taşıması gereken özellikler şunlardır.

- Birimler benzer görevleri yürütür ve benzer hedeflere sahiptirler.
- Tüm birimler aynı pazar şartlarına sahiptir. (Bunun kar amacı gütmeyen kuruluşlardaki birimlerin değerlendirilmesinde özel önemi vardır.)
- Gruptaki birimlerin performansını karakterize eden tüm girdi ve çıktı değişkenleri yoğunlukları dışında aynıdır.

VZA değerlendirme sürecine girecek birimlerin tanımlanması iki tür sınırdan etkilenir. Bunlardan birincisi, birimleri tanımlayan organizasyonel, fiziksel ve bölgesel sınırlardır. Diğeri ise, ölçüm yapılacak faaliyetlerin uygulandıkları periyotlardır. VZA'da şu unutulmamalıdır ki; etkinlik, seçilen karar birimlerine ve faktörlere göre ölçülür. (Golany ve Roll,1989)

2.1.7.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Veri tabanlı bir analiz olduğundan, VZA ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi için ele alınan girdi ve çıktıların anlamlı olması gerekir. Girdi ve çıktıların seçiminde subjektif olunmasında fayda vardır. Bu aşamadaki amaç, üretim/ hizmet teknolojisini en iyi şekilde temsil edebilecek girdi ve çıktıların seçilmesidir. Girdi ve çıktıların seçiminde özellikle belirtilen bir kurallar bütünü bulunmamaktadır.

Öncelikle, üretim veya hizmet teknolojisini en iyi şekilde temsil edebilecek, bütün aday girdi ve çıktıların listesi yapılarak işe başlanmalıdır. Daha sonra, etkinlik ölçümünü yapacak olan kişinin görüşü, sistemi tanıyan uzamanların görüşü ve bazı ön istatistiki analizler yardımıyla girdi ve çıktılar seçilmelidir.

Bu girdiler ve çıktılar belirlenirken aşağıdaki hususlar göz önünde tutulmalıdır.

- Bir faktörde bulunan bilginin diğer bir faktörde bulunmaması,
- Belirlenen faktörlerin incelenen sistemi tam olarak yansıtması,

- Girdilerdeki iyileştirmelerin çıktılara yansıyabilmesi,
- Faktörlere ait verilerin elde edilebilir ve güvenilir olması,
- Faktörlerin, faaliyetin bir veya bir kaç hedefiyle ilgili olup olmaması,
- Çıktı faktörlerinde birimdeki bir azalmanın, girdi faktörlerinde artışa neden olmaması

Genellikle, girdiler karar birimlerini oluşturan kaynaklar veya bu karar birimlerinin performansını etkileyen durumlar olarak tanımlanır. Çıktılar ise seçilen karar birimlerinin çalışma performansından elde edilen faydalardır. Önemli olan belirlenen girdi veya çıktı kararlarının doğru verilmesidir.

İkinci aşamada ise, ilk aşamada seçilen girdi ve çıktıların, birbirleriyle ilişkilerinin ortaya çıkarılması ve doğru girdiler ve çıktıların belirlenmesi hedeflenmektedir. Bunun için literatürdeki örnekler gibi (Athanassopoulos, A. D. , Thanassolulis, E. , 1995) girdi ve çıktılara regresyon analizi ve/veya korelasyon analizi uygulanmalıdır. (Söl, 1997)

Öncelikle, aynı grupta yer alan girdiler ve çıktılara kendi aralarında bir regresyon analizinin uygulanmalıdır. Daha sonra içinde bulundukları grubu en iyi temsil edenler, yani birbirleriyle olan ilişkisi en az çıkanlar gurubun içinden seçilmelidir. (Athanassopoulos, A. D. , Thanassolulis, E. , 1995) Bu işlemin ardından, kullanılması düşünülen girdilerin çıktıları nasıl etkilediği, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişki yine regresyon analizi ile incelenebilmektedir.

Regresyon analizinde $Y= \alpha + \beta X+\varepsilon$ doğrusal ilişkisine sahip olan iki değişkenin örneklerinden alınarak oluşturulan y=a +bx denklemindeki "b" yi, yani doğrusal ilişkiyi test etmektedir.

Regresyon analizine göre,

H_0: $\beta=0$

H_1: $\beta\neq0$'dur.

Bu durumda, sıfır hipotezi iki değişken arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığını, alternatif hipotez ise aksini savunmaktadır. Sonuç olarak dikkat edilmesi, gereken nokta, eğer regresyon analizindeki "P-value" değeri %5 ya da %10'dan küçük çıkar ise alternatif hipotez kabul edilmiş olur yani; arada doğrusal bir ilişki bulunmaktadır denir. Bir başka ifadeyle, %90 veya %95 güven seviyesinde seçilen birimlerin arasında anlamlı bir ilişkinin varlığı kabul edilmiş olur. (Söl,1997)

Alternatif hipotezin kabulü çıktı-girdi ilişkisi için ne kadar gerekli ise, çıktı-çıktı ya da girdi-girdi ilişkisinde değişkenlerin birbirinden farklı olmadığını gösterdiği için olumsuz olarak düşünülmektedir. VZA için girdilerin kendi içinde, çıktıların kendi içinde birbirleriyle ilişkili olmaması beklenir.

Öncelikle girdiler ve çıktılara kendi aralarında bir regresyon analizi uygulanarak, grubu en iyi temsil edenler ilişkisi en az çıkanlar en büyük regresyon değeri alanlar seçilir. Daha sonra girdi çıktı ilişkisini belirlemek için bir korelasyon analizi yapılır. Girdilerin, çıktıların her biri ile regresyon analizi yapılması yerine öncelikle bir korelasyon analizi yapmak daha iyidir. Korelasyon analizinde girdi çıktıların birbirleri ile ilişkisi negatif yada pozitif yönde olmak üzere sorgulanmaktadır. Korelasyon katsayısının yüksek çıkması girdiler ve çıktılar arası ilişkinin gücünü gösterir. Korelasyon analizi yetersiz kalır ve kesin sonuçlara ulaşılamazsa regresyon analizi uygulanır. Birbiri ile çok yüksek korelasyon ilişkisi bulunan ve süreçle ilişkisi olmayan girdiler ve çıktılar hemen elenmelidir. Ayrıca bazı faktörler hem girdi hem çıktı olarak görülebilir. Bu durumda, regresyon analizi muhakkak yapılmalıdır. Eğer bağıntı girdilere zayıf, çıktılara kuvvetli ise, faktör girdi olarak sınıflandırılmalı, tersi durumda çıktı olarak alınmalıdır. Tüm faktörlerle çok zayıf, yada çok kuvvetli ilişkisi mevcut ise, o faktör ihmal edilebilir. Çünkü, o faktörün içerdiği bilginin zaten diğer faktörlerde de mevcut olduğu anlaşılır.

2.1.7.3. VZA ile Göreli Etkinlik Ölçümü

Karşılaştırılmalı analizi yapacak olan karar birimlerinden oluşan gözlem kümesi ve ilgili girdi ve çıktı kümeleri seçildikten sonra, etkinlik ölçümünü yapacak analist,

mevcut üretim ortamı için en uygun olan VZA modelini seçer. Her bir karar birimi için ilgili doğrusal model (ağırlıklı veya zarflama) çözülerek göreli etkinlik sonuçlarına ulaşılır. (Yolalan,1993)

Temel CCR modeli ile elde edilen göreli etkinlik değerlerinin ileri analizleriyle, VZA'nın diğer modellerinin uygulanması ile elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar görülebilir. Daha önce açıklandığı üzere, CCR modelin de iki ayrı yaklaşım kullanılabilir. Bunlar; girdinin azaltılması ve çıktının arttırılması yönündedir. Bunlardan hangisinin uygulanacağına karar verirken mevcut şartlar göz önüne alınmalıdır. Örneğin, girdi çıktıya göre daha az esnekse, yani kontrol altında tutulamayan girdiler mevcut ise, çıktı tabanlı model daha uygun olacaktır. Çıktılar karar birimlerinin belirleyeceği en uygun değerler yerine yönetim tarafından belirlenmiş hedefler ise girdi tabanlı modellerin seçilmesi daha uygun olacaktır.

Ölçeğe göre getiri tipi sabit veya değişken olarak seçilebilir. Ölçeğe göre getiri, girdilerde bir değişme olduğunda çıktılardaki değişimin yönüyle ilgilidir. Girdiler iki katına çıktığında, süreç iki kat çıktı üretirse ölçeğe göre sabit getiri; süreç çıktıların iki katından daha az veya çok çıktı üretirse, ölçeğe göre değişken getiri ile modellenebilir. Ayrıca sabit veya değişken getirili modellerin tercih nedenleri de problemin koşullarına göre değişmektedir. Karar birimlerinin performansı normalde işlem ölçeğinden etkilenmiyorsa sabit ölçeğe göre getirili modeller tercih edilmelidir. Diğer bir çok farklı durumda, değişken ölçeğe göre getirili modeller daha uygun olabilmektedir. (R. Ramanathan)

2.1.7.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

VZA'nın son aşamasında, gözlem kümesine ait etkin olan ve olmayan karar birimlerinin verimlilik değerlerine ulaşılır. Ayrıca gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin ait olduğu sektörün genel durumu hakkında değerlendirmeler yapılabilir. (Yolalan,1993)

Sektör ve bu sektörde yer alan karar birimlerinin etkinlik analizinde, verilerin güvenirliliği konusunda ki soru işaretlerinin giderilmesi için duyarlılık analizlerinin yapılması çok önemlidir. VZA'i verimlilik değerleri en küçük hatalara karşı duyarlıdır. Bunun da ötesinde VZA parametrik olmayan bir analiz olduğu için hipotez testleri çok zordur. Hipotez testleri, belirli bir güven aralığında yer alan verilerle yapılacağı için bazı verilerin göz ardı edilmesine neden olabilir. Girdi ve çıktıların bazılarını dışarıda bırakarak modelin duyarlılık analizlerinin yapılmasında fayda olacaktır.

2. 2. Üniversitelerde Gerçekleştirilen Performans Değerlendirme Çalışmaları

Ying Chu Ng ve Sung Ko Li tarafından gerçekleştirilen çalışma, 1980'li yıllarda yapılan Çin eğitim reformunun, 84 yüksek öğretim kurumunu nasıl etkilediğini belirlemek için yapılmıştır. Söl, Sinan(1997) tarafından İ. T. Ü Fakülteleri Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden yararlanma etkinliklerinin VZA ile belirlenmesine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Baysal, M. Emin; Alçılar, Bahriye; Çerçioğlu Hakan ve Toklu, Bilal(2005) tarafından Türkiye'deki devlet üniversitlerinin 2004 yılı performanslarının, VZA ile belirlenip buna göre 2005 yılı bütçe tahsislerinin yapılması adıyla çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada üniversitelerin 2004 yılı performansına göre yapılan bütçe tahsisleri, 2005 yılı bütçe tasarısı ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada çıktıya yönelik BCC modeli kullanılmıştır.

Onaran, Selim(2006) tarafından VZA kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak yüksek lisans tez çalışması tamamlanmıştır. Gülcü, Aslan; Coşkun, Akın; Yeşilyurt Cavit; Coşkun Sibel ve Esener, Timur(2004) tarafından Cumhuriyet Üniversitesinde Diş Hekimliği Fakültesinin, yıllara göre VZA ile göreceli etkinlik analizi yapılmıştır.

Kutlar, Aziz; Gülcü, Aslan; ve Karagöz, Yalçın(2004) tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Fakültelerinin Performans Değerlendirmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada CCR ve BCC modelleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Girdiler olarak,

akademik personel, idari personel, yolluklar, personel giderleri, hizmet alımı, tüketim malzemesi, tüketim malzemesi ve yüz ölçüm kullanılırken çıktılar, öğrenci sayısı, öğrenci harçları, projeler ve lisans üstü öğrenci sayısı olarak belirlenmiştir.

Ching Kao ve Hsi-Tai Hung(2006) tarafından Tayvan'da bulunan bir üniversitenin fakültelerindeki bölümlerin verimlilik analizi VZA ile yapılmıştır. Bu çalışmada da girdiler, cari harcamalar, çalışan akademik personel ve kullanılan kapalı alanlar olarak, çıktılar ise, proje getirileri, yayınlar ve toplam krediler olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki veriler 41 farklı bölüm için her fakültenin altında ayrıntılamdırılarak analiz edilmiştir.

Rhodes ve Southwick, 1986'da Amerika'da ki 96 devlet üniversitesinin ve 54 özel üniversitenin etkinliğini karşılaştırmak için VZA'yı kullanmışlardır. Beş girdi ve altı çıktı kullanılarak özel üniversitelerin ortalama etkinliğinin, devlet üniversitelerinin ortalama etkinliğinden yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Sinuany-Stern vd. 1994'te, Ben-Gurion Üniversitesi'ndeki 21 farklı bölümün göreli etkinliğini VZA ile ölçmüşlerdir. Çalışmada kurum harcamaları ve öğretim üyesi maaşları girdi olarak, ödenekler, yayın sayısı, mezun öğrencilerin sayısı ve verilen kredi saatlerinin sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Sonuçta yedi bölüm etkin çıkmıştır. Bu çalışmada ayrıca girdi ve çıktı değişkenlerinin etkinlik değerleri üzerindeki etkileri de test edilmiştir. Çıktı ve girdi sayılarındaki bir azalmanın etkinlik değerlerinin azalmasına veya aynı kalmasına neden olduğu gösterilmiştir.

Yukarıda verilen uygulamalardan da görüldüğü gibi, VZA, özellikle eğitim kurumlarının değerlendirilmesinde çok sık kullanılmıştır. Çünkü girdi ve çıktılar öncelikli ağırlıklar kullanılarak birleştirilir. Bu ağırlıklar doğrusal programlama modelleriyle belirlenir ve 'ekonomik anlamda girdi ve çıktıların değeri' değildir. Eğitim birimlerinin birçok girdi ve çıktısının ekonomik değerini belirlemek zordur. Bu açıdan VZA iyi bir seçimdir. VZA'nın çoklu girdi ve çıktılı yapısı ile eğitim birimlerinin göreli etkinliği hesaplanabilir.

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE BİR DEVLET ÜNİVERSİTESİNDE UYGULAMASI

3.1. Uygulama Yapılan Üniversitenin Genel Tanıtımı

Üniversite bünyesinde Fen-Edebiyat, Mühendislik-Mimarlık, Tıp, İktisadi ve İdari Bilimler, Eğitim, İlahiyat ve Ziraat olmak üzere 7 Fakülte, Fen Bilimleri, Sosyal Bilimler, Sağlık Bilimleri ve Metalurji olmak üzere 4 Enstitü, 2 Yüksekokul, 2 Meslek Yüksekokulu, 1 Yabancı Diller ve 1 Enformatik Bölümü olmak üzere 2 Bölüm ve 6 Araştırma Merkezi bulunmaktadır.

Uygulama yapılan üniversitenin, 1999-2000 ve 2005-2006 yılı eğitim-öğretim dönemine dair veriler baz alınarak çalışma yürütülmüştür. 1999-2000 eğitim-öğretim döneminden 2005-2006 öğretim yılına kadar geçen süredeki dönemlerin verileri elde edilebildiği sürece çalışma tüm yıllara uygulanarak, gerekli analizler yapılmalıdır. Ancak zaman kısıtı ve verilerin elde edilebilme güçlüğü nedeniyle yapılan bu çalışmada 1999-2000 ve 2005-2006 yıllarına ait üniversite verileri kullanılmıştır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği üniversitede 1999-2000 eğitim-öğretim yılında toplam 8024 öğrenci eğitim ve öğretim görmüştür. Bu dönemde İlahiyat ve Ziraat Fakülteleri, Metalurji Enstitüsü ile Bilecik Sağlık Yüksekokulu'nun öğrencisi bulunmamaktadır. 1999-2000 eğitim-öğretim yılında uygulama yapılan üniversitede görev yapan akademik personel sayısı ise 122 Profesör, 64 Doçent, 187 Yardımcı Doçent, 23 Uzman, 35 Okutman, 513 Araştırma Görevlisi ve 33 Öğretim Görevlisi olmak üzere toplam 977'dir. Aynı yıl toplam 1281 idari personel görev yapmıştır. İlahiyat Fakültesinin 2005-2006 öğretim yılında öğrenim gören öğrencisi bulunmamaktadır.

3.2. Bir Devlet Üniversitesinde Gerçekleştirilen Uygulama

3.2.1. Problemin Tanımı

Ele alınan problem, bir devlet üniversitesinde yer alan birimlerin, birer performans boyutu olan verimlilik (productivity) ve etkinlik (efficiency) ölçütleri açısından karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmaya göre belirli girdi (Akademik personel sayısı,bütçe v. b.) ve çıktıları (Döner sermaye v. b.) kullanarak kendi bünyesindeki öğrencilerine, akademik görevlilerine, personeline ve bağlı olduğu üniversitenin hangi biriminin veya birimlerinin en kaliteli ve etkin hizmeti sunduğu araştırılmak istenmektedir.

Problemde etkinlik araştırılması yapılan karar birimlerinden, etkin olmayan karar birimlerinin kullandıkları kaynaklarda yapacakları bir birimlik değiştirilme sonucunda etkinliğin sağlanabildiğini rahatlıkla görebilmek için önerilen model, dinamik doğrusal bir matematiksel modeldir. Böylelikle, eğitim sisteminde yer alan birimlerin hizmet kalitesini daha iyiye çıkarmak için bir geri besleme mekanizmasını kullanarak, birimlerin hizmet kalitesinin daha iyiye gideceği düşünülmektedir.

Ele alınan problemde bir birimin kendi verimlilik ve etkinliği temel alınarak diğer birimler içinde performansı karşılaştırılmaktadır. Kullanılan modelde, geliştirilen dinamik doğrusal matematiksel modelin her bir karar birimi (üniversite birimi) için çalıştırılarak kendisinin verimliliği maksimize edildiğinde, girdi / çıktı oranının 1 alınması durumu, diğer birimlerin bu durumdaki verimliliklerini görebilme ve bir kıyaslama olanağı sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışmanın başlıca nedeni, her yıl üniversitenin yönetimi tarafından birimlerin kaynaklarını belirlenen amaç ve hedefler doğrultusunda hangi performans düzeyinde kullandığını, geliştirilen dinamik doğrusal bir matematiksel model yardımıyla tespit edebilmektir. Çalışılan modelin dinamik bir yapıda olması nedeniyle; etkin performansı veremeyen birimlerin hangi girdilerinde veya çıktılarda değiştirilme

yapılarak istenilen etkinlik değerine ulaşılabildiği rahatlıkla görülebilmektedir. Böylelikle sistemde bir geri besleme mekanizması yaratılmış olur.

VZA ölçülebilir gerekli girdi ve çıktılarla ortaya çıkan performansın gösterimidir. VZA'da karar birimlerinin seçiminde birbirlerine benzer olan, diğer bir değişle gözlem kümesinin dışsal etkenlerden bağımsız olarak homojen olması, sonuçların anlamlı olması açısından çok önemlidir. Bir grubun homojen olması demek o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi ve çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadıkları anlamına gelir. Bu nedenle tanımlanan problem gereği üniversitenin içindeki fakültelerin kıyaslanması bunun için en etkili örnektir. Burada bizim kullanacağımız en önemli yaklaşım VZA dır.

Geliştirilen modelde veri zarflama analizi'nin kullanılmasının temel nedenleri şu şekilde sıralanabilir;

- Son yıllarda karşılaştırmalı performans ölçümünde kullanılan en etkili ve çabuk sonuç verebilen bir analiz olmasıdır.
- Yapılan çalışma hizmet sektörüne yönelik olduğundan, sistemin içeriği incelenememektedir. Süreç tam anlamıyla gözlenememekte ve sürecin incelenmesi çoklu çıktıların, çoklu girdilerle ilişkilendirilmesine dayanan VZA modeli kullanılmaktadır.
- VZA, ilk olarak kar amacı gütmeyen kurumlara uygulanmış ve bu sebeple geliştirilmiş bir performans değerlendirme matematiksel modellemesidir.
- Modelin içindeki karar değişkenlerinin türlerinde herhangi bir sınırlamanın bulunmaması. Bu özelliğiyle de, kurum veya işletmelerin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkan vermesidir.
- Veri zarflama analizi, her bir karar birimi için göreli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en çoklar ve her bir karar birimi için en uygun çözüm kümesini belirlemektedir.
- Veri zarflama analizinin, yıllar temelinde ölçülen performanslarındaki sapmaları kolayca açığa çıkarılabilmesidir.

- VZA, birden fazla girdi ve çıktının olduğu üretim veya hizmet ortamlarında kurumların değişik boyutlarını herhangi bir birleştirme problemi yaratmaksızın tek bir etkinlik ölçütüne indirgemeye olanak sağlamaktadır.
- Bu analiz, gözlem kümesini etkin olan ve olmayanlar olmak üzere iki ana gruba ayırırken, etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler türetmek suretiyle karar vericilere yol göstermektedirler.

3.2.2. Karar birimlerinin seçilmesi

Problemin tanımı kısmında da belirtildiği gibi üniversite kaynaklarının büyük bir kısmını kullanan eğitim birimlerinin, yönetim kademesinden gelen desteklerle de etkinliğinin araştırılmasına ve karar birimleri olarak seçilmesine karar verilmiştir. Çalışmada ilk olarak eğitim birimlerinden fakültelerin değerlendirilmesine daha sonra fakülteler altında yer alan bölümlerin değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Ziraat ve İlahiyat Fakültelerinde 1999-2000 yılı verilerine göre okuyan öğrenci sayısı ve yayın sayısı gibi çıktıların değerleri bulunmamaktadır. Ancak, Ziraat Fakültesinin, fakültelerin karşılaştırılması için belirlenen çıktılar kısmında yer alan döner sermayeden kaynaklı gelir miktarı bulunduğu için, modele katılmasına karar verilmiştir. Ayrıca 2005-2006 öğretim yılında İlahiyat Fakültesinin herhangi bir çıktısının bulunmaması nedeniyle çalışmada karar birimi sayısının 6 fakülte olarak belirlenmesi uygun görülmüştür. Bunlar; Tıp, Mühendislik-Mimarlık, Fen-Edebiyat, İktisadi İdari Bilimler, Eğitim ve Ziraat Fakülteleridir.

3.2.3. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Model; veri tabanlı bir etkinlik ölçüm tekniği olduğundan, VZA ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi, göz önüne alınan girdi ve çıktıların da anlamlı olması ile olasıdır. Bu aşamadaki amaç, sistemi en iyi şekilde ifade edebilecek girdi ve çıktıların

seçilmesidir. Bu nedenle problemle ilgili olan, bütün aday girdi ve çıktıların listesi yapılarak işe başlanmıştır. Buna göre; ölçülebilir girdiler, fakültenin akademik kadro durumu (öğretim üyesi,araştırma görevlisi, çalışanlar ve memurlar) ve her bir fakülteye ayrılmış olan gerekli bütçeler, labaratuar ve sınıflardan oluşan yüz ölçüm miktarı gibi girdilerden oluşmaktadır. Ölçülebilir çıktılar ise fakülte bazında kayıtlı lisans öğrencisi sayısı, açılan derslerin toplam saati, akademisyenlerin yayın sayısı(SCI-SSCI ve AHCI'da yayınlanan), akademik toplantılara katılım sayısı ve son olarak her ne kadar girdi olarak gözükse de senelik döner sermayeden kazanılan toplam gelir miktarıdır.

Daha sonra, bazı güvenilir gözlem ve görüşler yardımıyla beyin fırtınası sonucunda akla gelen bazı girdi ve çıktılar sisteme direkt etkisi olmadıkları gerekçesiyle elenmiştir. Girdi ve çıktı sayılarının azaltılmasıyla VZA'nın ayrıştırma özelliği artar. Çok fazla girdi ve çıktının olması karar birimleri sayısında bir artış etkisi, bunun sonucunda da gözlem kümesinin homojenliğini bozan bir etki yaratır.

Amaç ölçülebilir ve etkili girdileri kullanarak fakültelerin birbirlerine göre başarılarını kıyaslayıp enbüyük verimliliği görmektir. Bu amaç doğrultusunda neden bu tür girdi ve çıktıların seçildiğinin açıklamasını yapmak gerekmektedir. Buna göre

Girdiler *:*

*Öğretim Üyesi Sayısı(OU):*Yapılan analizler sonucunda fakültelerdeki mevcut öğretim üyesi sayısı farklılıklar göstermektedir. Bu durumun fakültelerin başarısını etkileyeceği düşünüldüğünden girdi olarak alınması uygun görülmüştür. Başka bir ifadeyle öğretim üyesi bilgilerinin alınmasıyla fakülte bazındaki mevcut öğrenci sayısına hangi oranda öğretim üyesinin karşı geldiği hesaplanabilir ve bu açısından girdi olarak alınmıştır. Öğretim üyesi sayısını hesaplarken, fakülte bazında mevcut profesör, doçent, yardımcı doçent , öğretim görevlisi ve uzman sayıları toplanarak hesaplanmıştır.

*Araştırma Görevlileri Sayısı(AG):*Öğretim üyesi sayısı olarak tanımlanan girdinin nedenlerinden dolayı fakülte bazında mevcut araştırma görevlilerinin sayılarının da fakültelerin başarı kriterlerini etkileyeceği düşünüldüğünden girdi olarak alınması

uygun görülmüştür. Araştırma görevlileri, akademik eğitimleri sürece mevcut eğitim öğretim sürecinede destek vermektedirler. Araştırma görevlilerinin çokluğu, zaman içinde akademik personel sayısında artış anlamına gelirken, eğitim faaliyetlerinide kolaylaştırmaktadırlar.

*Personel Sayısı(PRS):*Fakülte bazında görevli olan sekreter, memur, hizmetli, teknisyen, v. b kişilerin direkt değil dolaylı olarak okuyan öğrencilere verilen hizmeti etkilediği çok açık olarak gözlemlenmiştir. Bu veriler kontrol edilebilir ve her bir fakülte açısından bağımsız olduğundan, alınmaları uygun bulunmuştur.

*Bütçe(CH):*Yapılan veri analizi içerisinde veri grubunun en önemli kısmını oluşturan bu girdi, fakülte bazında ayrılan ne kadarlık bir bütçeye karşın ne derecede bir eğitimin gerçekleştiğini gösterir. Alınan bu girdi, fakülteler bazında yıllık cari harcamaları göstermektedir. Elde edilen bu veri fakülteler bazında yıllık cari harcamaların yüzler kaleminden beş-yüzler kalemine kadar olan kısmının sene sonu itibariyle toplamıdır. Burada belirtilen yüzlerden beş-yüzlere kadar olan kalem; personel giderleri, yolluklar, hizmet alımları, tüketim malları malzeme alımı, demirbaş alımlarını, genel giderleri içermektedir. Yüzlerden beş-yüzlere kadar olan cari harcamalar, öğrencilere verilen eğitim hizmetinin karşılığında harcanan giderler toplamıdır.

Kapalı Alan(KA): Daha önce literatürde yapılmış olan çalışmalardan ve yönetim kademesindeki kişilerden alınan bilgilere göre diğer önemli bir girdi olarak fakültelerin kullandıkları kapalı alanların m^2 cinsinden alınması uygun görülmüştür. Uygulamanın gerçekleştirildiği üniversitenin yeni yapılanan bir üniversite olmasından dolayı bazı fakülteler içindeki bölümlerin binaları inşaat halindedir. Bu nedenle, bazı bölümler eğitim ve diğer hizmetler için daha fazla kullanım alanları ararken, bazı bölümler ise gereğinden fazla alan kullanmaktadırlar. Yaşanan bu sorunların çözümlenmesi ve bu alanların eğitim ve araştırmaya yapacağı katkıları düşünüldüğünde kapalı alan bilgisinin girdi olarak alınması uygun görülmüştür. Ancak yapılan bu çalışmada ele alınan yıllar ıtıbarıyle fakültelerin ve altında yer alan birimlerin toplam m^2 cinsinden kapalı alan kullanım değerlerine ulaşılamadığından modele katılmamıştır.

Çıktılar ise aşağıda açıklandığı gbi sıralanabilir;

Öğrenci Sayısı(OS): Yapılan analizler sonucunda fakülte bazında gerçekleşen eğitim öğretimin birincil koşulu mevcut öğrenciye nasıl bir eğitim verildiğinin bilinmesidir. Bu nedenledir ki eğitimin verimliliğinin ölçülmesi amacında olmazsa olmaz koşulunu mevcut öğrenci sayısı oluşturmaktadır. Böylece fakülte bazında kayıtlı toplam öğrencisi sayısı verisi alınarak belirlenen girdiler karşısında mevcut öğrenci sayısının nasıl etkilendiğini görmek mümkündür. Gözlemler sonucunda öğrenci sayısının çıktı olarak alınması uygun görülmüştür

Toplam Ders Saati(DS): Çıktı olarak alınmasının nedeni, fakülte bazında mevcut akademik kadronun, açılan, derslerin toplam ders saatine karşılık gerçekten yeterli olup olmadığının bir tespitini kolaylaştırmaktır. Ayrıca ilgili öğretim yılında açılan derslerin toplam saatinin, her yıl yaklaşık olarak aynı olduğu, akademik kadro sayısına ve öğrenci duruma göre değişmediği varsayılabilir.

*Akademik Yayın Sayısı(YS):*Her sene fakültelerin akademik kadrosu tarafından yayınlanmış yurt içi ve yurt dışı makaleler, kitaplar ve kitap bölümleri olmak üzere belirlenmiş akademik yayın sayıları, belirlenen girdilerle orantılı olarak fakülte verimliliğinin hesapllanması açısından gereklidir. Ayrıca bu veriler diğer üniversiteleri kıyaslamak açısından da verimli olabilir. Çalışmanın 1999-2000 öğretim yılı verilerinde tüm yayın verileri kullanılırken, 2005-2006 öğretim yılında SIC'e girmiş olan yayın sayısı kullanılmıştır.

*Toplantı Katılım Sayısı(KS):*Bu çıktının içeriğinde akademik kadro bazında yapılan çalışmaların veya bildiriyle kongreye, konferanslara veya akademik toplantılara yurtdışı katılım sayısını içermektedir. Bunun çıktı olarak alınmasının nedeni de bütçede ayrılan kalemlerden bir kısmını oluşturan bu tür giderlerin, gerçekten verimli olarak kullanılıp kullanılmadığının tespitini kolaylaştırır.

*Döner Sermaye Miktarı(DNRS):*Her ne kadar döner sermaye miktarı bir girdi olarak gözükse de çıktı alınmasının nedeni dönem içerisinde fakülte bünyesinde

dışarıya yapılan projelerden kazanılan gelirler bir çıktıdır. Çünkü bu projeler fakülte bünyesinde bulunan görevliler tarafından gerçekleştirilen bir hizmettir ve sistemin bir kazancı olduğu düşünülerek çıktı olarak ele alınmıştır .

Yapılan çalışmada girdi ve çıktı değerleri için 1999-2000 ve 2005-2006 eğitim öğretim yıllarının verileri kullanılmıştır.

Yukarıda belirtilen girdi ve çıktı kümeleri, literatürde de belirtilen yaklaşımlar gereği, karar vericilerden alınan bilgiler ve performans etkinliğine katkısı nedeniyle girdi ve çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Yukarıda listelenen tüm girdilerin ve çıktıların birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya çıkarılması açısından regresyon ve korelasyon analizlerinin yapılması uygun görülmektedir. Regresyon ve korelasyon analizi yapılacak verilerin örnek büyüklüğünün yüksek olması yapılacak analizlerinin güvenirliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada kullanılacak girdi çıktı kümeleri için bu analizler yapılmamıştır. Çünkü, uygulamada kullanılan fakültelerin verilerinin sadece 1999-2000 ve 2005-2006 eğitim-öğretim yılına ait ve örnek büyüklüğünün de az olması nedenleriyle, ilgili analizler bu çalışmada gerçekleştirilmemiştir.

Sonuç olarak, girdiler ve çıktılar arasında regresyon ve korelasyon analizleri yapılmadan belirlenen girdiler; Öğretim Üyesi Sayısı, Araştırma Görevlisi Sayısı, Personel Sayısı, Cari Harcama Bütçesi ve çıktılar; Öğrenci Sayısı, Toplam Ders Saati,Yayın Sayısı, Katılım Sayısı ve Döner Sermaye gelirleri olarak kararlaştırılmıştır.

3.2.4. Oran Analizi ile fakülte performanslarının kıyaslanması

Verimliliğin ölçülmesinde kullanılan en basit analizlerden biri oran analizi, oldukça yaygın olarak kullanılan performans göstergelerindendir. Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi(ratio analysis) yaklaşımında her bir oran, kendi içinde performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini hesaplayarak diğer oranları göz ardı etmektedir.

Bu bölümde, fakültelerin mevcut durumları, değişik kriterler doğrultusunda incelenmiş ve sonuçlar mukayeseli olarak analiz edilmiştir. Değerlendirme, üç ana kriter esasında yapılmıştır:

- Bütçe gelirleri
- Eğitim-öğretim kalitesi
- Bilimsel katkı ve proje üretimi

Birinci değerlendirme kriterine göre, devletin fakültelere katkısı dikkate alınmakta olup, "öğrenci başına düşen toplam bütçe" parametresi esasında inceleme yapılmıştır. İkinci değerlendirme kriteri ile, fakültelerde, eğitim ve öğretimin kalitesinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu esasta yapılan değerlendirmede, üç ayrı parametre dikkate alınmıştır:

- Öğretim üyesi başına düşen öğrenci sayısı
- Araştırma görevlisi başına düşen öğrenci sayısı
- Öğretim elemanı başına düşen öğrenci sayısı (öğretim elemanı = öğretim üyesi + araştırma görevlisi)

Tablo-3. 1 Eğitim – Öğretim kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı)

	Öğretim Üyesi	Araştırma Görevlisi	Öğrenci Sayisi	OS/OU	OS/AG	OS/(OU+ AG)	Fakülte Sıralaması
TIP	189,00	219,00	1135,00	6,01	5,18	2,78	**1**
MÜH-MİM	100,00	113,00	3385,00	33,85	29,96	15,89	**3**
FEN-EDB	79,00	103,00	2652,00	33,57	25,75	14,57	**2**
IKT-IDR BİLİMLER	12,00	13,00	921,00	76,75	70,85	36,84	**5**
EĞİTİM	5,00	5,00	193,00	38,60	38,60	19,30	**4**
ZİRAAT	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**6**
TOPLAM	390,00	456,00	8286,00	188,77	170,33	89,39	
ORT.	65,00	76,00	1381,00	21,25	18,17	9,79	

Tablo-3.2 Eğitim – Öğretim kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı)

	Öğretim Üyesi	Araştırma Görevlisi	Öğrenci Sayisi	OS/OU	OS/AG	OS/(OU+AG)	Fakülte Sıralaması
TIP	208.00	294.00	1046.00	5.03	3.56	2.08	**1**
MÜH-MİM	121.00	55.00	4356.00	36.00	79.20	24.75	**4**
FEN-EDB	112.00	55.00	3737.00	33.37	67.95	22.38	**3**
IKT-IDR BİLİMLER	31.00	9.00	1403.00	45.26	155.89	35.08	**5**
EĞİTİM	15.00	7.00	907.00	60.47	129.57	41.23	**6**
ZİRAAT	4.00	3.00	123.00	30.75	41.00	17.57	**2**
TOPLAM	491.00	423.00	11572.00	210.87	477.16	143.08	
ORT.	81.83	70.50	1928.67	23.57	27.36	12.66	

Tablo-3.3 Bütçe gelirleri kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı)

	Cari Harcamalar (*1000)YTL	Öğrenci Sayisi	CH/OS (*1000) YTL	Fakülte Sıralaması (CH/OS)
TIP	2678,66	1135,00	2,360053436	**1**
MÜH-MİM	1643,82	3385,00	0,485619586	**2**
FEN-EDB	1126,58	2652,00	0,424804148	**3**
IKT-IDR BİLİMLER	215,90	921,00	0,234419653	**5**
EĞİTİM	56,90	193,00	0,294836269	**4**
ZİRAAT	25,54	0,00	0	**6**
TOPLAM	5747,40	8286,00	0,693628343	
ORT.	957,90	1381,00	0,693628343	

Tablo-3.4 Bütçe gelirleri kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı)

	Cari Harcamalar (*1000)YTL	Öğrenci Sayisi	CH/OS (*1000) YTL	Fakülte Sıralaması
TIP	16984.78	1046.00	16.2378	**1**
MÜH-MİM	10034.99	4356.00	2.3037	**3**
FEN-EDB	6023.20	3737.00	1.6118	**5**
IKT-IDR BİLİMLER	2394.41	1403.00	1.7066	**4**
EĞİTİM	790.32	907.00	0.8714	**6**
ZİRAAT	291.50	123.00	2.3699	**2**
TOPLAM	36519.20	11572.00	0.6936	
ORT.	6086.53	1928.67	0.6936	

Üçüncü değerlendirme kriteri ise, fakültelerin belli alanlardaki verimini ortaya koymakta olup, iki ana başlık altında incelenmiştir.

- Öğretim üyesi başına yayın sayısı
- Öğretim üyesi başına düşen döner sermaye getirisi

Tablo-3. 5 Bilimsel katkı kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (1999-2000 öğretim yılı)

	Öğretim Üyesi	Yayın Sayısı	Döner Sermaye (*1000) YTL	YS/OU	Fakülte Sıralaması (YS/OU)	DNRS/OU (*1000)YTL	Fakülte Sıralaması (DNRS/OU)
TIP	189,00	344,00	17769,23	1,82	**4**	94,02	**1**
MÜH-MİM	100,00	174,00	97,67	1,74	**5**	0,98	**3**
FEN-EDB	79,00	213,00	0,53	2,70	**2**	0,01	**5**
IKT-IDR BİLİMLER	12,00	36,00	0,00	3,00	**1**	0,00	**6**
EĞİTİM	5,00	13,00	153,72	2,60	**3**	30,74	**2**
ZİRAAT	5,00	0,00	1,66	0,00	**6**	0,33	**4**
TOPLAM	390,00	780,00	18022,81	2,00		46,21	
ORT.	65,00	130,00	3003,80	2,00		46,21	

Tablo-3. 6 Bilimsel katkı kalitesine göre oran analizi fakülte sıralaması (2005-2006 öğretim yılı)

	Öğretim Üyesi	Yayın Sayısı	Döner Sermaye (*1000) YTL	YS/OU	Fakülte Sıralaması (YS/OU)	DNRS/OU (*1000)YTL	Fakülte Sıralaması (DNRS/OU)
TIP	208.00	115.00	1782.69	0.5529	**3**	8.57	**2**
MÜH-MİM	121.00	45.00	209.79	0.3719	**4**	1.73	**3**
FEN-EDB	112.00	62.00	14.65	0.5536	**2**	0.13	**4**
IKT-IDR BİLİMLER	31.00	0.00	0.00	0.0000	**6**	0.00	**6**
EĞİTİM	15.00	1.00	1.80	0.0667	**5**	0.12	**5**
ZİRAAT	4.00	3.00	62.55	0.7500	**1**	15.64	**1**
TOPLAM	491.00	226.00	2071.50	0.46		4.22	
ORT.	81.83	37.67	345.25	0.46		4.22	

Yukarıda yer alan tabloların sonuçlarından da görüldüğü gibi, fakültelerin performanslarını belirlerken kullanılan oran analizi en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir.Her oran analizinde farklı sonuçlar elde edildiğinden, tüm bu verilere göre en iyinin belirlenmesi mümkün değildir. Örneğin, 1999-2000 yılı ve 2005-2006 yılı verileri baz alındığında eğitim-öğretim ve bütçe

kalitesine göre etkin çıkan Tıp Fakültesi, bilimsel katkı kalitesine göre etkin çıkmamıştır.

Oran analizi, genel performans ölçümünde bir çok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basitliği ve sadeliği nedeniyle en uygun değerlendirme olarak görülebilir. Ancak oranlama göreceli de olsa, en iyiye göre değil var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir. Bu nedenle, performans ölçümü çalışmalarında değişik oranların en anlamlı biçimde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine gereksinim vardır.

3. 2. 5. Veri Zarflama Analizi ile Fakültelerin Performansının Kıyaslanması

Bu kıyaslamayı yaparken iki analiz türü kullanılabilir. Birincisi minimum girdiye yönelik olan veri zarflama analizini kullanmaktır. Bu analizde etkin olmayan bir karar biriminin etkin hale dönüştürmek parametrelerin girdi değerlerini azaltmak veya çıktı değerlerini arttırmak yoluyla yapılabilir. Etkin olmayan bir karar biriminin nasıl etkin duruma dönüşebileceğine değin bilgilerin türetilerek yöneticilere yol gösterme özelliği VZA kullanım nedenlerindendir.

Diğer analiz türü ise, maksimum çıktının veri zarflama analizi yaklaşımıyla çözülmesidir. Bu durumda ise modelin içeriği kaynaklarını en etkili şekilde kullanarak en verimli çıktının hangi birimde elde edildiği görülmektedir.

Kullanılan Modelin Belirlenmesi

Ele alınan çalışmada, VZA'nin en yaygın ve kullanışlı modeli olan CCRve BCC modeli seçilmiştir. Bu modellerin, diğer modellerden farklı olarak girdiye ve çıktıya yönelik olması ve bunun sonucunda girdi ve çıktı etkinliğinin ayrı ayrı ölçülebilmesine olanak sağlamaktadır.

CCR modeli, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönlendirilebilmektedir. Bunun sonucunda da önceki yöntemlerden farklı olarak girdi etkinliği ayrı, çıktı etkinliği ayrı olarak ölçülebilmektedir. Girdiye yönelik modelde, belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiği araştırılmaktadır. Örneğin, girdiler çıktılara göre daha esnek yapıya sahip olduklarından, cari harcamalar, öğretim üyesi gibi girdi bileşenlerinin azaltılma yoluna gidilmesi söz konusu olabilir. Oysa, çıktıya yönelik modelde, belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceği araştırıldığından yönetime müdahale gerektirebilir ki, bu da bu sistem için olanaksızdır. Bunun yanında çıktıların, fakültelerin altında bulunan bölümler tarafından sıkı bir şekilde belirlenmiş hedeflere bağlı olması yine çıktıya yönelik modelin kullanılmaması gerektiğinin bir göstergesidir.

Problemde, VZA'nın temel modeli olan oransal modelinden hareketle, girdiye yönelik CCR İlkil-İkil Model'i ve BCC İkil ve İlkil modelleri kullanılmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde kullanılan modellerden girdiye yönelik CCR ve BCC modelleri kapalı yazımı verilmiştir. Ayrıca CCR İlkil ve BCC İkil modelleri geliştirilen karar destek sistemi yardımıyla kullanıcı tarafından seçilen farklı girdi ve farklı çıktı grupları için ayrı ayrı çözülebilme olanığı sunulmaktadır.

- *Girdiye Yönelik CCR İlkil (CCR_P-I) Doğrusal Programlama Modeli*

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } z_k = Y_{rk}\,\mu_r$$

Kısıtlar :

$$Y_{rj}\,\mu_r <= X_{ij}\,\nu_i$$
$$X_{ik}\,\nu_i = 1$$
$$1\mu_r >= 1\varepsilon$$
$$1\nu_i >= 1\varepsilon$$
$$\mu_r,\ \nu_i : \text{serbest}$$

$$j=1,\ldots,n\ ;\ r=1,\ldots,t\ ;\ i=1,\ldots,m$$

Katsayıların ve değişkenlerin tanımlamaları;

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı. Modelde ε'nun kullanım amacı , ilkil problemdeki etkinlik göstergelerine pozitiflik için bir alt sınırı getirmek ve İkil problemdeki atıl değerlere katsayı olmaktır. (Bu problem için ε değeri 0,00001 olarak belirlenmiştir.)

Z_k : k karar biriminin(fakültesinin) etkinliği,
μ_r : r. çıktıya atanan ağırlık değeri,
ν_i : i. girdiye atanan ağırlık değeri,
X_{ik} : k karar biriminin i'inci girdi miktarı,
X_{ij} : j karar biriminin i'inci girdi miktarı,
Y_{rk} : k karar biriminin r'inci çıktı miktarı,
Y_{rj} : j karar biriminin r'inci çıktı miktarı,,
k : modelin çözümünün yapıldığı karar birimi,
n : karar birimi sayısı
t : çıktı sayısı
m : girdi sayısı
urs : serbest

İlkil model çarpan durumu olarak adlandırılmaktadır. İlkil doğrusal programlama modelinde, μ çıktılar için, ν ise girdiler için etkinliği tayin eder. z_0*, İlkil problemin, optimal çözüm değerlerini ifade etmektedir. Bu değer incelenen karar biriminin etkinlik sınırına ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak, karar birimi etkin ise z_0* = 1, değerini almalıdır.

Tablo. 3. 7 Bir devlet üniversitesinin 1999-2000 öğretim yılına ait fakülte bazında veriler
Cari Harcamalar ve Döner Sermaye (*1000 YTL)

	Öğrt. Üyesi	Araş. Görv.	Persnl	Cari Harc.	Öğr. Sayisi	Ders Saati	Yayın Say	Katılım Sayisi	Döner Sermaye
TIP	189,00	219,0	49,00	2678,66	1135,0	16418,0	344,00	43,00	17769,23
MÜH-MİM	100,00	113,0	58,00	1643,82	3385,00	38164,0	174,00	46,00	97,67
FEN-EDB	79,00	103,0	43,00	1126,58	2652,00	39942,0	213,00	40,00	0,53
IKT-IDR BİLİMLER	12,00	13,00	17,00	215,90	921,00	9954,00	36,00	2,00	0,00
EĞİTİM	5,00	5,00	6,00	56,90	193,00	4158,00	13,00	0,00	153,72
ZİRAAT	5,00	3,00	5,00	25,54	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
TOPLAM	390,00	456,0	178,0	5747,40	8286,00	108636	780,00	131,00	18022,81
ORT.	65,00	76,00	29,67	957,90	1381,00	18106,0	130,00	21,83	3003,80

Tablo. 3. 8 Bir devlet üniversitesinin 2005-2006 öğretim yılına ait fakülte bazında veriler
Cari Harcamalar ve Döner Sermaye (*1000 YTL)

	Öğrt. Üyesi	Araş. Görv	Prsnl	Cari Harc.	Öğr. Sayisi	Ders Saati	Yayın Say	Katılım Sayisi	Döner Sermaye
TIP	208	294	37	16984.78	1046	2900	115	93	1782.69
MÜH-MİM	121	55	66	10034.99	4356	6739	45	36	209.79
FEN-EDB	112	55	49	6023.20	3737	5426	62	14	14.65
IKT-IDR BİLİMLER	31	9	13	2394.41	1403	1191	0	2	0.00
EĞİTİM	15	7	6	790.32	907	1198	1	4	1.80
ZİRAAT	4	3	6	291.50	123	281	3	0	62.55
TOPLAM	491	423	177	36519.20	11572	17735	226	149	2071.50
ORT.	82	71	30	6086.53	1929	2956	38	25	345.25

Hangi fakültenin etkin olduğunu hesaplarken, her bir girdi ve çıktının değerleri Tablo-3. 7 ve Tablo-3. 8'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Fakülte bazında verimlilik şöyle tanımlanabilir. Veri zarflama analiziyle fakülteler arasındaki verimliliği hesaplamak için 4 ana koşul vardır. Buna göre;

- Hiç bir fakülte %100'den fazla verimle çalışamaz. Dolayısıyla her bir fakültenin verimliliğinin kısıtları bir veya birden küçük olabilir. Bunların bağımlı karar değişkenleri olduğunu düşünürsek, şu şekilde yazabiliriz:

Fakülte çıktılarının değeri ≤ fakülte girdilerinin değeri

- Verimliliği hesaplanan fakültenin, verimlilik değeri daha basit bir değere atanmalıdır ki, fakültenin girdilerinin değeri 1'e eşit olsun. Buna göre de fakültenin %100 verimli olması için de çıktıların değeri de 1'e eşitlenmeye çalışılmaktadır.
- Fakültenin verimliliği hesaplamaları yapılırken, diğer fakültelerle bir karşılaştırmada yapılıyorsa, buna göre diğer fakültelerin verimliliğini de maksimum edecek girdi ve çıktılarla ilgilenilmelidir. Eğer fakültenin verimliliği 1'e eşit oluyorsa fakülte verimlidir. Eğer 1'den az bir değer alıyorsa fakülte verimsizdir diye kabul edilmektedir.
- Model, kullanılan bütün girdi ve çıktıların pozitif değerler almasını sağlamaktadır.

Model; her bir fakülte için ayrı ayrı çalıştırılıp denenerek sonuca varılacaktır. Problemin tanımında da belirtildiği gibi 6 fakülte için denenmiştir. Bunlar; Tıp, Mühendislik-Mimarlık, Fen-Edebiyat, İktisadi İdari Bilimler, Eğitim ve Ziraat Fakülteleri'dir. Diğer fakültelere uyarlanmamasının nedeni; henüz yeteri kadar akademik kadronun ve kayıtlı öğrencilerinin bulunmamasından kaynaklanmaktadır.

Ele alınan problemde kullanılan veriler, Excel-Solver modülü kullanılarak farklı modellemeler (CCR-BCC) ile çözdürülmüştür. Modellerin Excel'de çözdürülmesinin nedeni; karar destek modeli için en etkili kullanım yöntemi olmasından kaynaklanmaktadır. Bir başka ifadeyle, verilerin bilgisayar ortamına nakli hem kolay bir şekilde yapılmakta hem de kullanılan modelde çok fazla değişken olmadığından modeli Excel'de çözdürmek daha kolay olmaktadır. Ayrıca Lindo, Gino v. b matamatiksel modellemelerin çözüldüğü programlar da verileri değiştirmek yada sonuçları gözlemlemek Excel'deki gibi kolay ve hızlı gerçekleşmemektedir. Bunun yanında, varolan veri hatalarının Excel de hemen bulunup giderilebilmesi, diğer çözüm tekniklerine göre daha çabuk ve zaman kazandırıcı etkili bir yöntemdir. Kullanılan modelin dinamik (değişken veriler) olmasından dolayı buna en uygun karar destek modelinin Excel ile desteklenmesi tam anlamıyla önem kazanmıştır.

Geliştirilen modeller Lingo programı kullanılarak da çözdürülmüştür. Bunun nedeni, literatürde kesin olarak Excel veya Lingo'nun hangisinin daha etkili sonuçlar içerdiği konusunda kesin bir açıklık getirilmemiş olmasıdır. Literatürde rastlanan bir matematiksel programlama çözüm programı, Lingo kullanımı, akademik açıdan sonuçları gözlemlemek isteyen karar vericiler içinde büyük önem arz etmektedir. Literatürdeki bir çok çalışmaya bakıldığında kullanılan modeller, Lingo matematiksel modelleme programı ve Excel-Solver programı kullanılarak çözdürülmektedir. Yapılan bu çalışmada da fakültelerin etkinlik değerleri hesaplanırken Excel-Solver ve Lingo matematiksel modelleme programları kullanılmıştır.

3. 2. 6. Geliştirilen Karar Destek Sisteminin Tanıtımı

Bilindiği gibi, kurumsal değerlendirme süreci, yüksek öğretim kurumlarının stratejik planlama çalışmalarında yüksek öğretim kurumunun kurumsal anlamda özdeğerlendirme ve çevre değerlendirilmesini gerçekleştirmek ve yüksek öğretim kurumlarının zayıf ve kuvvetli yönleri ile önündeki fırsatları ve karşılacakları tehditleri ortaya çıkarmak için yapılan çalışmaları kapsar. Bu nedenle, kurumlarda gerçekleştirilen stratejik planlama çalışmalarında birimlerin değerlendirilmesi ve bu değerlendirme için verilerin birimlerden alınarak bir noktada toplanması önem kazanmaktadır.

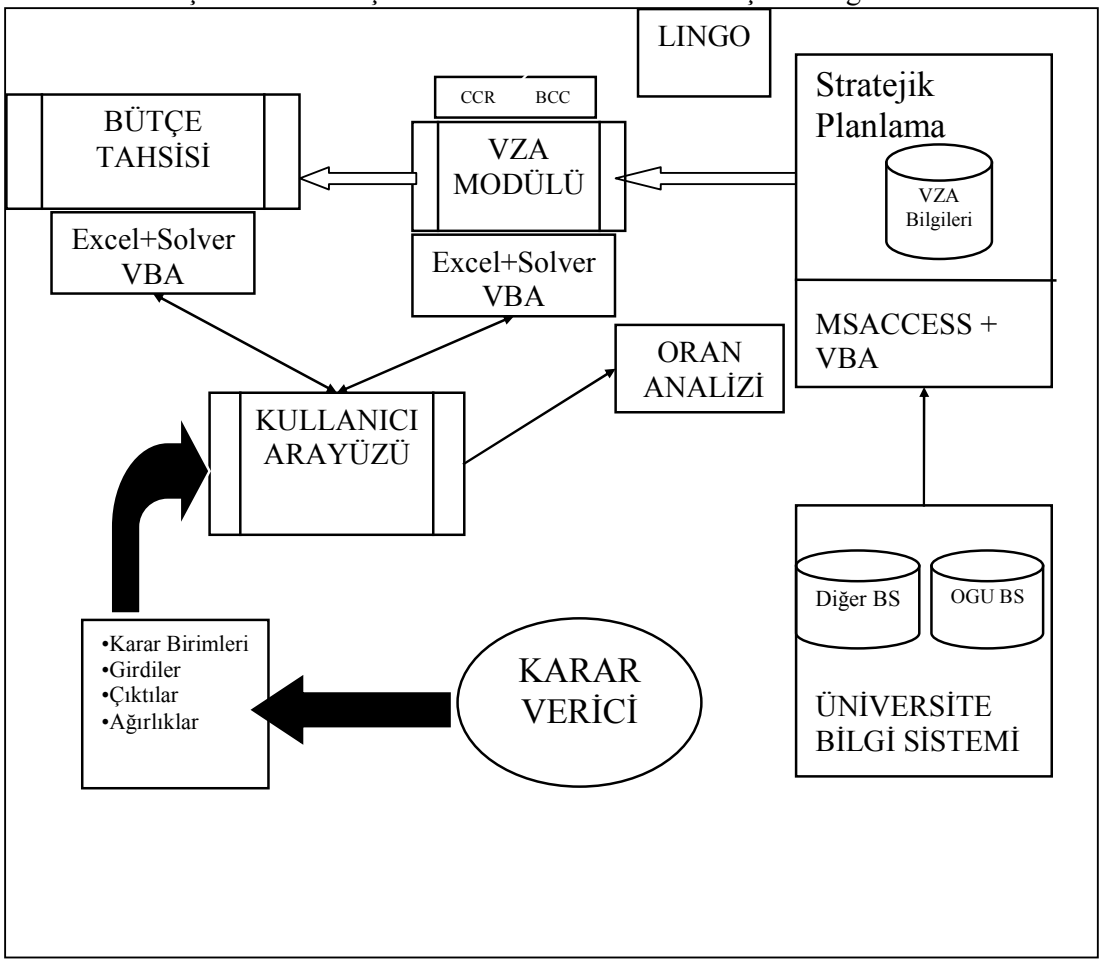
Geliştirilen karar destek sisteminde öncelikli olarak stratejik planlama için gerekli olan verilerin bir noktada toplanması, bu verilerin saklanması ve değerlendirilerek analizlerde kullanılması amacıyla bir veri tabanı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu veri tabanı tasarımı gerçekleştirilirken stratejik planlama sürecinde yapılan analizler baz alınmıştır. Bu verilere göre tablolar ve tablo alan değerleri seçilmiştir.

Daha sonra bu kullanılan veriler MS-Access'de geliştirilen veri tabanı sisteminden MS-Excel ve VBA(Visual Basic for Application) kodları yardımıyla alınmıştır. Alınan bu veriler kullanıcı arayüzleri kullanılarak çalışmada seçilen birden fazla modele uyarlanmış ve çözdürülmüştür. Yine çözüm sonuçları kullanıcı

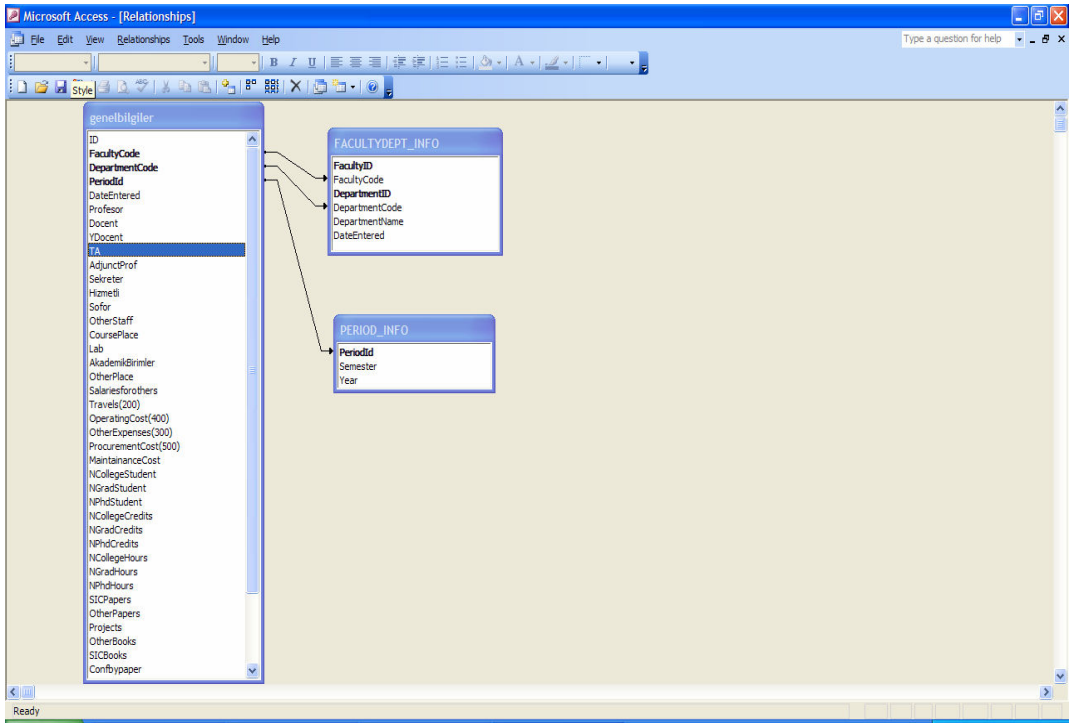
arayüzleri yardımıyla karar vericiye sunulmaktadır. Geliştirilen bu karar destek sisteminin şematik gösterimi Şekil-3.1'de verilmiştir.

Stratejik Planlama Bilgi Sistemi için geliştirilen MS-Access veri tabanında yer alan tablolar, tablo ilişkileri ve tablo alan değerleri Şekil-3. 3'de görüldüğü gibidir. Ayrıca Stratejik Planlama Bilgi Sistemi için yıllık bazda gelen verilerin tutulması ve sisteme girilmesi amacıyla bir kullanıcı arayüzü form ekranı tasarlanmış ve Şekil-3. 4'de gösterilmiştir.

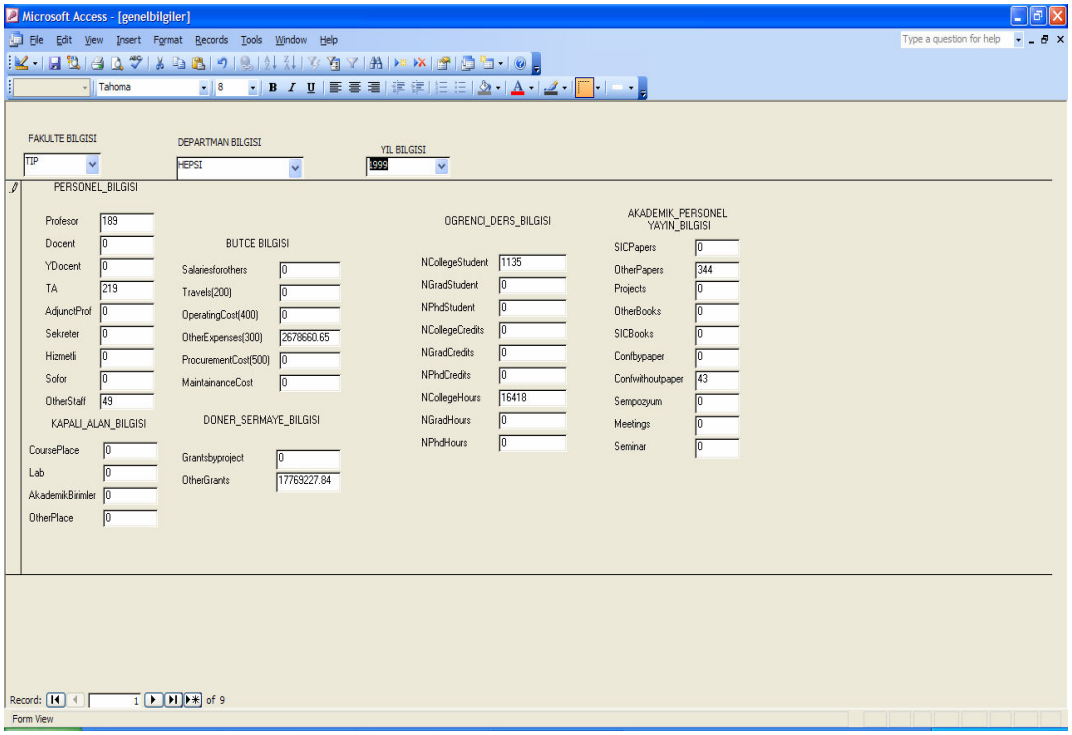
Şekil-3.1. Geliştirilen karar destek sisteminin şematik gösterimi



Şekil-3.2. Bir karar destek sistemi için geliştirilen Access Veri Tabanı Tabloları

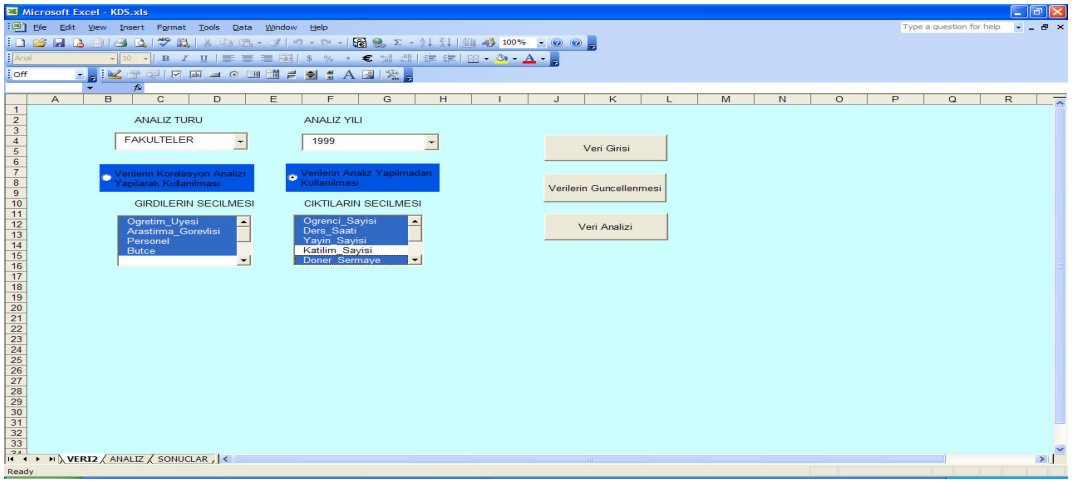


Şekil-3.3. Access Kullanıcı Arayüzü Form Ekranı



Oluşturulan Access veri giriş formundan Stratejik Planlama için gerekli olan veriler girilerek, kullanıcı arayüzü yardımıyla Ms-Access veri tabanına aktarılmaktadır. Aktarılan veriler veri tabanından Excel'de geliştirilen kullanıcı arayüzü yardımıyla Ms-Excel ortamına aktarılmaktadır. Karar destek sisteminde kullanıcı arayüzü Ms-Excel ortamında oluşturulmuştur. Sözkonusu kullanıcı arayüzü Şekil-3. 5'de gösterilmektedir.

Şekil-3.4. Excel Kullanıcı Arayüzü Ekranı



Geliştirilen karar destek sisteminde Excel'in kullanılması ve modelin Excel'de çözdürülmesi karar vericilerin istenilen sonuçlara hızlı ve kolay bir şekilde ulaşması açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Özellikle günümüz koşullarında her bilgisayarda kolayca bulunabilecek olan Excel, karar vericilerin bir çok farklı analizleri gerçekleştirmek için kullandığı yaygın bir programdır. Ancak, Lingo yazılımının her karar vericinin makinasında bulunması beklenen bir durum değildir. Bu nedenle, geliştirilen karar destek sisteminde birden fazla modelin çözümü amacıyla Excel-Solver programı kullanılarak karar vericiye model sonuçlarını sunmaktadır.

Yapılan projede seçilen modellerin çözülmesi amacıyla bir Office alt programı olan Excel kullanılmıştır. İlk olarak Excel ortamında veriler girilmiş ve özel bir Excel alt programı olan çözücü (solver) çalıştırılarak modelle ilişkilendirilmiş ve sonuçları yorumlanmıştır. Excel de model bilgilerinin girilmesinden sonra, istenilen kısıt bilgileri yine Excel ortamında formule edilmiş ve bu bilgiler çözücü çalıştırılarak kısıtlar

kısmına eklenmiş, hedef hücre ve değişen değerleri alacak olan hücreler belirlenmiştir. Daha sonra çözücü menüsünde yer alan seçenekler (options) butonuna tıklayarak, lineer model yaklaşımı seçeneği işaretlenmiş ve model çalıştırılarak sonuçlar çok kısa bir süre içerisinde elde edilmiştir.

Yukarıda detaylı olarak anlatılan Excel-Solver modelinin kullanımı geliştirilen karar destek sisteminde VBA kodları yardımıyla otomatik olarak yapılmaktadır. Bu sisteme göre kullanıcı öncelikli olarak "Analiz Türü" kapsamında performans değerlendirilmesi yapılacak birimi ve "Analiz Yılı" nı seçmektedir. Seçilen birimlerin yıl bilgisine göre olan verileri Ms-Access veri tabanından süzdürülerek Ms-Excel ortamına aktarılmaktadır. Daha sonra kullanıcıya gelen ham verilerde yer alan girdi ve çıktı kümelerini belirlerken iki seçenek sunulmaktadır. Buna göre girdi ve çıktı kümesinin belirlenmesinde, verilerin korelasyon analizi yapılarak yada yapılmadan kullanılması, kullanıcının kararına bırakılmıştır. Seçilen bu kararın ardından kullanıcı performansını değerlendirmek istediği birimler için girdi ve çıktılarını kendisi beliryebilmekte ve buna göre birimlerin performansının veri zarflama analizi ile birden fazla model kullanılarak değerlendirilmesine karar verebilmektedir.

3. 2. 7. Modelin Çözüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ele alınan probleme göre 6 ayrı fakültenin farklı yıllara göre bir grup veri bilgisi vardır. Her grubun veri türlerine göre her bir fakültenin 4 tane girdisi(Öğretim Üyesi Sayısı, Araştırma Görevlisi sayısı, Personel sayısı ve Cari Harcamalar),5 adet de çıktısı (Öğrenci Sayısı, Ders Saati, Yayın Sayısı, Katılım Sayısı, Döner Sermaye Geliri)mevcuttur. Buna göre daha önceden tanımlanan girdi ve çıktılar ışığında hangi fakültenin bu girdi ve çıktıları kullanarak verimli(etkin) olduğunun analizi CCR-IA olarak isimlendirilen girdiye yönelik sabit getirili CCR modeli ile A grubu(1999-2000 yılları verileri kullanılarak) verilerin çözümü yapılarak karar verilecektir.

Girdiye yönelik CCR-IA İlkil Modelin çözülmesinin sonucunda, ele alınan 6 fakülteden 4'ü etkin çıkmıştır. Kalan 2 fakülte ise, MMF ve ZİRAAT, etkin çıkmamıştır. Modelin çözüm sonuçları Tablo-3. 5'de görüldüğü gibidir.

Tablo-3. 9. Girdiye yönelik CCR-IA İlkil Modelin çözüm sonuçları(1999-2000)

	GIRDILER				CIKTILAR					Etkinlik Değerleri
	OU	AG	PRS	CH	OS	DS	YS	KS	DNRS	
	υ1	υ2	υ3	υ4	μ1	μ2	μ3	μ4	μ5	
TIP	0,00001	0,00242	0,00877	0,00001	0,00009	0,00001	0,00001	0,00001	0,00004	**1,00000**
MMF	0,00001	0,00785	0,00164	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,01158	0,00004	**0,95398**
FEN-EDB	0,00001	0,00001	0,01623	0,00027	0,00001	0,00002	0,00001	0,00001	0,00006	**1,00000**
İİBF	0,00001	0,07673	0,00001	0,00001	0,00011	0,00007	0,00001	0,12559	0,00058	**1,00000**
EGİTİM	0,00001	0,19986	0,00001	0,00001	0,00024	0,00017	0,00001	0,32549	0,00150	**1,00000**
ZİRAAT	0,00001	0,00001	0,00001	0,03915	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00589	**0,00978**

Yukarıda ki Tablo-3. 5'de de görüldüğü gibi, CCR-IA modelinin çözümüne göre TIP, FEN-EDB, İİBF, EĞİTİM fakülteleri "1" etkinlik değerine ulaşarak, referans sınırını oluşturmuş, seçilen girdileri en iyi şekilde kullanarak en yüksek çıktıya ulaştığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, MMF ve Ziraat Fakültelerinin ise etkin olmadığı ve gerekli olan girdilerinin azaltılmasına yönelik bir eğiliminin olduğu belirlenmiştir.

MMF'nin etkinlik değeri "0,9540" olarak bulunmuş, yani 2. ve 3. girdisini %0,0460 oranında azaltması gerektiği, yada 4. ve 5. çıktısını ise 1,048 kat(1/0,9540) arttırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, Ziraat Fakültesinin etkinlik değeri "0,0098" olarak bulunmuş, 4. girdinin yaklaşık %99 oranında azaltması gerektiği, yada 5. çıktısının 102,041(1/0,0098) kat arttırılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Ikinci aşamada seçilen A grubu girdi ve çıktı kümesi için girdiye yönelik BCC modeli kullanılmıştır. BCC modeli kullanılarak modelin çözdürülmesinin ana sebebi değişken ölçeğe göre getirili(VRS) bir model yaklaşımı olmasıdır. Bunun anlamı şudur; girdilerde bir birim azaltma yada arttırmaya karşın, çıktılarda aynı düzeyde artış veya azalışın beklenmemesidir. Diğer bir ifade ile, eğer girdiler 2 kat arttırılıyorsa sabit ölçeğe göre getiri(CRS) de çıktılarda 2 katlık bir artış beklenir. Ancak değişken ölçeğe göre getiride çıktılarda 2 kattan daha fazla bir artış yada 2 kattan daha az bir artış gözlemlemek sözkonusudur. Bunun sonucu olarak genellikle, sabit ölçeğe göre getirili

verimlilik değişken ölçeğe göre getirili verimlilikten küçük veya eşittir. Değişken ölçeğe göre getirili modeller daha geniş bir çözüm kümesini kapsamaktadırlar.

BCC-IA ile A grubunda yer alan girdi ve çıktı kümesi için girdiye yönelik İlkil ve İkil Modeller Lingo matematiksel program yardımıyla çözdürülümüştür. Modelin detaylı çözüm sonuçları her bir karar değişkeni için çözdürüldükten sonra Ek'te verilmiştir. Ayrıca BCC-IA İkil modelin Excel-Solver kullanılarak bulunan çözüm sonuçlarıda Tablo-3. 10'da gösterilmektedir.

Girdiye yönelik BCC-I için kullanılan ilkil model aşağıda verilmiştir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } z_0 = \theta - \varepsilon \left(\sum_{j=1}^{9} s_j \right)$$

Kısıtlar :

$$Y_{k1}\lambda_1 + Y_{k2}\lambda_2 + Y_{k3}\lambda_3 + Y_{k4}\lambda_4 + Y_{k5}\lambda_5 + Y_{k6}\lambda_6 - s_j = Y_{k1}$$

$$X_{t1}\theta - X_{t1}\lambda_1 - X_{t2}\lambda_2 - X_{t3}\lambda_3 - X_{t4}\lambda_4 - X_{t5}\lambda_5 - X_{t6}\lambda_6 - s^- = 0 \qquad (-X\lambda - s^- = -X_0\theta)$$

$$\sum_{u=1}^{6} \lambda_u = 1 \qquad \lambda_u, s_j >= 0, \theta : \text{urs}$$

Girdiye yönelik BCC-I için kullanılan İkil model aşağıda verilmiştir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } \omega_0 = Y_{1k}\mu_1^T + Y_{2k}\mu_2^T + Y_{3k}\mu_3^T + Y_{4k}\mu_4^T + Y_{5k}\mu_5^T + 1\upsilon_0$$

Kısıtlar :

$$(Y_{1j}\mu_1^T + Y_{2j}\mu_2^T + Y_{3j}\mu_3^T + Y_{4j}\mu_4^T + Y_{5j}\mu_5^T) - (X_{1j}\nu_1^T + X_{2j}\nu_2^T + X_{3j}\nu_3^T + X_{4j}\nu_4^T) + \upsilon_0 <= 0$$

$$X_{1k}\nu_1^T + X_{2k}\nu_2^T + X_{3k}\nu_3^T + X_{4k}\nu_4^T = 1$$

$$1\mu^T >= 1\varepsilon \qquad (-\mu^T <= -1\varepsilon) \quad (\text{ÇIKTI})$$

$$1\nu^T >= 1\varepsilon \qquad (-\nu^T <= -1\varepsilon) \quad (\text{GİRDİ})$$

$$\mu^T, \ \nu^T, \upsilon_0 \ : \text{urs}$$

z_0^*, İlkil problemin, w_0^* ise İkil problemin optimal çözüm değerlerini ifade etmektedir. Bu değer incelenen karar biriminin etkinlik sınırına ne kadar uzakta

olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak, eğer karar birimi etkin ise $z_0^* = w_0^* = 0$, çözümü yapılan karar birimine ait "λ" değişkeni ise "1" değerini almalıdır. Ayrıca bir kara değişkeni olan θ (göreli etkinliği ölçülebilen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirten büzülme katsayısı) da z_0 ile birlikte "1" değerini almalıdır.

ε ise, yeterince küçük pozitif bir sayıdır. Epsilon yapılan bu çalışmadaki tüm modellerde, literatürde yoğunlukla kullanılan "0,00001"olarak alınmıştır

BCC-IA'nın İkil(Dual) Modelinin içinde yer alan değişken "υ_0" nin aldığı değerler bizim için önemlidir. Böylece değişken ölçeğe göre getirili olan BCC modelinin her bir karar birimi için artan mı yoksa azalan yönde mi değişken getiriye sahip olduğunun belirlenmesinde önemli bir kritere sahiptir. Dahada açık olarak belirtmek gerekirse;

- Bütün (x_0,y_0) için, eğer $\upsilon_0^* < 0$ ise, bütün optimum çözümler için ölçeğe göre Artan getirili olduğunu gösterir.
- Bütün (x_0,y_0) için, eğer $\upsilon_0^* > 0$ ise, bütün optimum çözümler için ölçeğe göre Azalan getirili olduğunu gösterir.
- Bütün (x_0,y_0) için, eğer $\upsilon_0^* = 0$ ise, bütün optimum çözümler için ölçeğe göre Sabit getirili olduğunu gösterir.

BCC-IA'e göre her bir karar değişkeni için Lingo Matematiksel Programlama programında ayrı ayrı çözdürülen modelin sonuçlarına göre CCR-IA ve BCC-IA'nin A grubu verilere göre etkinlik sıralaması Tablo-3. 10'da verilmiştir. CCR-IA modeline göre etkin olmayan karar biriminden Ziraat Fakültesi ve MMF'de BCC-IA'da etkin çıkmıştır. BCC-IA modelinin çözüm sonuçlarına göre tüm fakülteler, TIP, FEN-EDB, MMF, İİBF, EĞİTİM ve ZİRAAT fakülteleri "1" etkinlik değerini alarak A grubunu oluşturan girdileri en iyi şekilde kullanıp, en iyi çıktı değerine ulaştığı görülmektedir. Ayrıca BCC-IA modelinin detaylı sonuçları da Ek'te yer almaktadır.

Tablo-3. 10 BCC-IA ve CCR-IA'a göre A grubu verilerle Etkinlik Sıralaması

	Toplam Etkinlik Değerleri	Teknik Etkinlik Değerleri	Değişken Getiri Yönü	Ölçek Etkinliği
TIP	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
MMF	0.95398	1.00000	SABİT	0.95398
FEN-EDB	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
İİBF	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
EGİTİM	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
ZİRAAT	0.00978	1.00000	ARTAN	0.00978
ORT.		1.00000		0.82729

BCC-IA modelinin sonuçlarına Tablo-3. 10'dan bakılacak olursa, CCR modelinin sonuçlarına göre etkin olan fakültelerin sayısının arttığı açıkça görülmektedir. Sonuç olarak, BCC modelinde bulunan karar birimlerine yönelik olan yakınsaklık kısıtının ($\sum \lambda_j$ =1) olması çözüm kümesi dahilindeki bölgeyi daraltarak etkin çıkan fakültelerin sayısını arttırmaktadır.

Tablo-3. 10'da Ölçek Etkinliği değeri CCR-IA(toplam etkinlik)'ın BCC-IA(teknik etkinlik) değerine oranlanmasıyla bulunur. Ölçek etkinliği, uygun olmayan ölçeklerin sebep olduğu etkinlik değerini ölçer. Bir başka değişle, etkin olmayan karar birimleri için değişken ölçeğe göre getirili etkinlik sınırından uzaklığı oranlanmaktadır. Ölçek etkinliğinin "1" çıkması ise en verimli ölçek büyüklüğüne(MPSS) sahip karar birimleri olduklarını gösterir.

Sonuç olarak TIP, FEN-EDB, İİBF ve EĞİTİM fakülteleri A grubu verilere ve girdiye yönelik CCR ve BCC modellerine göre kaynaklarını etkin olarak kullanarak etkinlik sınırına ulaşmışlardır. Ancak CCR modeline göre MMF ve ZİRAAT Fakültesi etkin bulunmamıştır. Ziraat fakültesinin etkin çıkmaması beklenen bir durumdur. Çünkü bu karar biriminin Döner sermaye gelirinden başka hiç bir çıktısı bulunmamaktadır. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi için etkin çıkmamasının nedeni olarak, yeterli miktarda çalışan girdisine sahip olmasına karşın, beklenildiği derecede yayın çıkaramayan bir fakülte durumundadır. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir. TIP, FEN-EDB gibi fakültelerin deneysel çalışma ağırlıklı bölümler içermesinden dolayı, bu

fakültelerde araştırma ve geliştirme çalışmaları daha kolay yapılabilmekte ve bunlar yayın olarak sunulmaktadır. Oysaki, mühendislik fakültelerinde bir çalışmanın araştırılması ve uygulanabilirliği çok vakit alan bir süreçtir. Bu nedenle diğer fakültelere göre etkin çıkmaması söz konusu olabilir.

Çalışmada B grubu veri olarak sınıflandırılan 2005-2006 öğretim yıllarına ait verilerde VZA yaklaşımı ile göreli performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Ele alınan probleme göre yine 6 ayrı fakültenin bir grup verisi bulunmaktadır. A grubu veri çalışmasında olduğu gibi B grubu(2005-2006) verilerin her bir fakültesinin 4 tane girdisi 5 adet de çıktısı mevcuttur. Buna göre daha önceden tanımlanan girdi ve çıktılar ışığında hangi fakültenin bu girdi ve çıktıları kullanarak verimli(etkin) olduğunun analizi CCR-IB olarak isimlendirilen girdiye yönelik sabit getirili CCR modeli ile B grubu verilerin çözümü yapılarak karar verilecektir.

İlk aşamada girdiye yönelik CCR-IB İlkil Modelin çözülmesinin sonucunda, ele alınan 6 fakülteden 6'sı da etkin çıkmıştır. Modelin çözüm sonuçları Tablo-3. 11'de görüldüğü gibidir.

Tablo-3. 11. Girdiye yönelik CCR-IB İlkil Modelin çözüm sonuçları(2005-2006)

	GIRDILER				CIKTILAR					Etkinlik Değerleri
CCR	OU	AG	PRS	OU	OS	DS	YS	KS	DNRS	
	υ1	υ2	υ3	υ4	μ1	μ2	μ3	μ4	μ5	
TIP	0.00001	0.00001	0.00462	0.00005	0.00006	0.00001	0.00001	0.00001	0.00051	1.00000
MMF	0.00001	0.00639	0.00829	0.00001	0.00001	0.00006	0.00650	0.00461	0.00056	1.00000
FEN-EDB	0.00001	0.00843	0.00970	0.00001	0.00009	0.00001	0.00844	0.00605	0.00076	1.00000
İİBF	0.00775	0.08174	0.00001	0.00001	0.00070	0.00001	0.04395	0.00001	0.00093	1.00000
EGİTİM	0.00001	0.04811	0.00001	0.00084	0.00001	0.00018	0.06755	0.17503	0.00214	1.00000
ZİRAAT	0.00001	0.00001	0.10706	0.00123	0.00001	0.00125	0.09222	0.00001	0.00592	1.00000

Yukarıda ki Tablo-3. 11'den de görüldüğü gibi, CCR-IB modelinin çözümüne göre TIP, MMF, FEN-EDB, İİBF, EĞİTİM ve ZİRAAT fakülteleri "1" etkinlik değerine ulaşarak, referans sınırını oluşturmuş, seçilen girdileri en iyi şekilde kullanarak en yüksek çıktıya ulaştığı belirlenmiştir.

Ikinci aşamada seçilen B grubu girdi ve çıktı kümesi için girdiye yönelik BCC modeli kullanılmıştır. **BCC-IB** ile B grubunda yer alan girdi ve çıktı kümesi için girdiye yönelik BCC-IB İkil Model Excel-solver yardımıyla çözdürülümüştür. Modelin BCC-IB İkil modelin Excel-Solver kullanılarak bulunan çözüm sonuçlarıda Tablo-3. 12'de gösterilmektedir.

Tablo-3. 12 BCC-IB ve CCR-IB'a göre B grubu verilerle Etkinlik Sıralaması

	Toplam Etkinlik Degerleri	Teknik Etkinlik Degerleri	Degisken Getiri Yonu	Olcek Etkinligi
TIP	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
MMF	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
FEN-EDB	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
İİBF	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
EGİTİM	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
ZİRAAT	1.00000	1.00000	SABİT	1.00000
ORT.	1.00000	1.00000		1.00000

BCC-IB modelinin sonuçlarına Tablo-3. 12'den bakılacak olursa, CCR modelinin sonuçlarına göre etkin olan fakültelerin sayısının BCC modelinde de değişmediği ve etkinliklerinin "1" çıktığı açıkça görülmektedir. Sonuç olarak, BCC modelinde bulunan karar birimlerine yönelik olan yakınsaklık kısıtının ($\sum \lambda_j = 1$) olması çözüm kümesi dahilindeki bölgeyi daraltarak etkin çıkan fakültelerin sayısını arttıracağından model gereği beklenen bir sonuç ile karşılaşılmıştır.

Tablo-3.12'de Ölçek Etkinliği değeri CCR-IB(toplam etkinlik)'ın BCC-IB(teknik etkinlik) değerine oranlanmasıyla bulunur. Ölçek etkinliği, uygun olmayan ölçeklerin sebep olduğu etkinlik değerini ölçer. Bir başka değişle, etkin olmayan karar birimleri

için değişken ölçeğe göre getirili etkinlik sınırından uzaklığı oranlanmaktadır. Ölçek etkinliğinin "1" çıkması ise en verimli ölçek büyüklüğüne(MPSS) sahip karar birimleri olduklarını gösterir.

Sonuç olarak TIP, MMF, FEN-EDB, İİBF, EĞİTİM ve ZİRAAT fakülteleri A grubu verilere ve girdiye yönelik CCR ve BCC modellerine göre kaynaklarını etkin olarak kullanarak etkinlik sınırına ulaşmışlardır. Daha detaylı açıklamak gerekirse, B grubu verilerle yapılan BCC modeline göre analiz sonucunda bulunan teknik etkinlikte B grubunda yer alan karar birimlerinin girdilerini en iyi şekilde kullanarak maksimum çıktı başarısını gösterdiğini söyleyebiliriz. CCR/BCC modeline göre çıkan ölçek etkinliği sonucu ise bize bu B gurubunda yer alan karar birimlerinin en verimli ölçek büyüklüğüne sahip olduğu sonucu çıkarılabilir.

3. 2. 8. Seçilen Karar Birimlerinin Hiyerarşik Olarak Değerlendirilmesi

B grubu verilerle yapılan analizlerde seçilen karar birimlerinin (fakültelerin) göreli performans etkinliklerinin "1" çıkması akla fakültelerin altında yer alan birimlerin etkinliklerinin ne şekilde değiştiği gibi soruları getirebilmektedir. Bu amaçla, çalışma kapsamında geliştirilen karar destek sisteminde fakülteler altında yer alan departmanların göreli performans analizlerinin yapılabilirliği mümkün kılınmıştır. Bu sebeple, çalışmaya örnek teşkil etmesi amacıyla 2005-2006 öğretim yıllarına ait Fen-Edebiyat Fakültesinin altında yer alan departmanlarının mevcut girdileri ve çıktıları ile göreli performans analizleri yapılmıştır.

Bu uygulama kısmında, geliştirilen karar destek sisteminden yararlanılmış ve model Excel-solver kullanılarak çözdürülmüştür. Yapılacak olan uygulamada tüm fakültelerin altında yer alan birimlerle igili seçilen girdi ve çıktı bilgilerine aynı anda erişilemediğinden, sadece Fen-Edebiyat Fakültesine ait bilgiler kullanılmıştır. Uygulamada fakülteler için belirlenen girdilerden departman bütçesi ve personel sayısı bilgisine , çıktılardan departman döner sermaye bilgisine ulaşılamamıştır. Ancak tüm bu fakülteler ve seçilen girdi ve çıktılar için veriler elde edilebildiğinde modelin

yeniden çözdürülmesi ve sonuçların yeniden değerlendirilmesi mümkün kılınmıştır. Bu örnek çalışmada öğretim üyesi sayısı, araştırma görevlisi sayısı bilgisi girdi olarak kullanılmış ve buna karşın öğrenci sayısı, toplam verilen ders saati, yayın sayısı ve akademik toplantılara katılım sayısı bilgileri kullanılmıştır.

Buna göre, fakülteler ve birimler için elde edilebilen girdi ve çıktı bilgileri baz alınarak öncelikli olarak fakülteler için daha sonra onların altında yer alan birimler için girdiye yönelik CCR modeli çözdürülmüştür.

Tablo-3. 13. Girdiye yönelik CCR İlkil Modelin 2 girdi-4çıktıya göre fakülteler için çözüm sonuçları(2005-2006)

	GIRDILER		CIKTILAR				Etkinlik Degerleri CCR ANALIZI
	Ogretim Uyesi	Aras. Gorevlisi	Ogrenci Sayisi	Ders Saati	Yayin Sayisi	Katilim Sayisi	
	υ1	υ2	μ1	μ2	μ3	μ4	
TIP	0.00479	0.00001	0.00003	0.00001	0.00289	0.00648	**1.00000**
MMF	0.00001	0.01816	0.00010	0.00001	0.00821	0.00268	**1.00000**
FEN-EDB	0.00001	0.01816	0.00010	0.00001	0.00821	0.00268	**1.00000**
İİBF	0.00280	0.10148	0.00068	0.00001	0.04904	0.01940	**1.00000**
EGİTİM	0.06666	0.00001	0.00066	0.00001	0.04532	0.08531	**1.00000**
ZİRAAT	0.17223	0.10369	0.00001	0.00012	0.32159	0.31146	**1.00000**

Tablo-3. 14. Girdiye yönelik CCR İlkil Modelin 2 girdi-4çıktıya göre FEN-EDB fakültesi birimleri için çözüm sonuçları(2005-2006)

	GIRDILER		CIKTILAR				Etkinlik Degerleri CCR ANALIZI
	Ogretim Uyesi	Aras. Gorevlisi	Ogrenci Sayisi	Ders Saati	Yayin Sayisi	Katilim Sayisi	
	υ1	υ2	μ1	μ2	μ3	μ4	
BIYOLOJI	0.05881	0.00001	0.00001	0.00133	0.02616	0.00001	**0.96124**
FIZIK	0.03119	0.04074	0.00019	0.00102	0.02693	0.00001	**1.00000**
ISTATISTIK	0.09090	0.00001	0.00122	0.00043	0.04716	0.00001	**1.00000**
K.EDEBIYAT	0.13586	0.16036	0.00077	0.00436	0.11013	0.00001	**1.00000**
KIMYA	0.01952	0.05242	0.00069	0.00001	0.02312	0.03263	**1.00000**
MATEMATIK	0.03728	0.08482	0.00062	0.00092	0.04844	0.00001	**1.00000**
TARIH	0.06432	0.08193	0.00037	0.00213	0.05440	0.00001	**1.00000**
EDEBIYAT	0.12499	0.00001	0.00168	0.00058	0.06484	0.00001	**1.00000**

Tablo-3.13 sonuçlarına göre seçilen girdi ve çıktı kümesine göre yapılan analizlerde 2005-2006 öğretim yılı için tüm fakülteler etkin çıkmış. Etkin çıkan fakültelerin altındaki birimlerin etkinlik analizini VZA'ya göre yapılabildiğini örneklemek amacıyla Fen- Edebiyat fakültesi seçilmiştir. Seçilen fakültenin altındaki birimlerinin etkinlikleri göreli performans değerleme VZA ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre Fen-Edebiyat fakültesi birimlerinden olan Biyoloji bölümü etkinliği "0. 96" çıkmış ve diğer birimlere göre etkinlik seviyesine ulaşamamıştır. Biyoloji bölümünün etkin olarak çıkması için mevcut kaynaklarında bir azalışa ihtiyaç vardır. Yani, biyoloji bölümünün öğretim üyesi sayısında yapacağı %0,04'lük azalışla bölümün "1" etkinlik seviyesine ulaşması mümkün olabilecektir. Yada toplam ders saati ve yayın sayısında yapacakları 1. 041(1/0. 96) katlık bir artış yine bölümün "1" etkinlik değerine ulaşmasını sağlayabilecektir.

Yukarıdaki çalışma örneklemesinden de görüldüğü üzere birimler arasında ve bu birimlerin altında yer alan birimleri kendi içinde göreli performanslarını değerlendirmek mümkündür. Ayrıca veriler bulunabildiği sürece en alt birime kadar inilerek üniversite birimlerinin her seviyede göreli performans analizini gerçekleştirmek mümkün olabilecektir.

3.2.9. VZA Tabanlı Performansa Göre Bütçe Tahsis Algoritmasının Geliştirilmesi

Çalışmanın bu kısmında üniversite birimlerinin VZA yaklaşımıyla yapılan performans değerlendirilmesi sonuçlarının bütçe tahsisinde nasıl kullanılabileceğinin bir algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritmanın çalışabilmesi için öncelikle üniversite birimlerinin(fakültelerin) CCR modeli kullanılarak etkinlik analizlerinin yapılması gerekmektedir. İkinci aşama ise analizi yapılan birimlerin etkinlik değerleri kullanılarak geliştirilen algoritma yaklaşımıyla bütçe tahsislerinin birimlere dağıtılması esasına dayanır.

Geliştirilen algoritmanın ilk aşamasına göre birimlerin VZA ile etkinlik analiz yapılmaktadır. Normal şartlarda seçilen model etkinliği maksimum yapılmak istenen her bir karar birimi için ayrı ayrı çalıştırılmaktadır. Geliştirilen algoritmanın ilk

adımına göre model tek seferde çalıştırılarak birimlerin etkinlik değerlerine ulaşılmaktadır. Buna göre geliştirilen model aşağıdaki gibidir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } W = \sum_{k=1}^{n} Z_k$$

Kısıtlar :

$$Z_k = \sum_{j=1} Y_{kjr}\,\mu_{kjr}$$

$$Y_{kir}\,\mu_{kir} <= X_{kis}\,\nu_{kis}$$

$$\sum_{j=1} X_{kjs}\,\nu_{kjs} = 1$$

$$1\mu_{kjr} >= 1\varepsilon$$

$$1\nu_{kjs} >= 1\varepsilon$$

μ_{kjr}, ν_{kjs} : serbest

k=1,. . . ,n ; r=1,. . . ,t ; s=1,. . . . ,m ; j=1,. . . ,n

Z_k : k. karar biriminin(fakültesinin) etkinliği,

μ_{kjr} : k. karar biriminin j.karar birimine göre r.çıktıya atanan ağırlık değeri,

ν_{kjs} : k. karar biriminin j.karar birimine göre s.girdiye atanan ağırlık değeri,

X_{kir} : k. karar biriminin i. karar birimine göre r. girdi miktarı,

X_{kjr} : k. karar biriminin j. karar birimine göre r. girdi miktarı,

Y_{kis} : k. karar biriminin i. karar birimine göre r'inci çıktı miktarı,

Y_{kjs} :k. karar biriminin j. karar birimine göre r'inci çıktı miktarı,,

k : modelin çözümünün yapıldığı karar birimi,

n : karar birimi sayısı,

t : çıktı sayısı

m : girdi sayısı,

srb : serbest

Algoritmanın ikinci adımında yukarıda tanımlanan modelin çözüm sonuçları kullanılarak yeni bir modelde çözdürülmektedir. Çözdürülen modelin verileri birinci

modelin sonuçlarından yararlanılarak bir bilgisayar programı yardımıyla ikinci modelde yer alan parameterik değerler için kullanılmaktadır.

Algoritmanın ikinci adımında kullanılan model; senelik olarak üniversite tarafından birimler için ayrılan bütçelerdeki artış, azalış veya sabit kalma durumunun, VZA tabanlı üniversite birimlerinin performans değerlendirme sonuçlarına yansıtılmasını hedeflemektedir. Bunu yaparken birimlerin tamamı için ayrılan bütçenin sabit kalması ve performans değerlendirilmesi yapılan birimlerin etkinliklerinin "1" çıkması durumunda, artış yada azalış oranının %0 olduğu düşünülerek birimler arasında mevcut yüzdesel dağılımın sabit kalması sağlanmaktadır. Eğer karar birimlerinden herhangi biri "0. 95" etkinlik değerine ulaşmışsa, bu karar birimine atanacak bütçe yüzdesinde %0. 05 azalış yapılması gerektiği ve buna karşın etkin çıkan karar birimlerine bu azalış oranının paylaştırılarak etkin karar birimlerinin yeni bütçe dağılım yüzdesi atanmaktadır. Ayrıca ayrılan bütçede eğer bir azalış ve artış yaşanmışşsa da etkin olan veya olmayan karar birimlerine etkinlik yüzdelerine göre bu artış veya azalış oranlarının yansıtıldığı bir model geliştirilmiştir. Buna göre geliştirilen modelin kapalı yazılımı aşağıda görüldüğü gibidir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } W = \sum_{i=1}^{n} X_i + \sum_{j=1}^{m} Y_j$$

Kısıtlar :

$$B_j = V_j + (V_j/(\sum_{i=1}^{n} Z_i + \sum_{j=1}^{m} Z_j))*O;$$

$$A_i = Z_i + (((n+m)-((\sum_{i=1}^{n} Z_i + \sum_{j=1}^{m} V_j)))/n) + (Z_i/(\sum_{i=1}^{n} Z_i + \sum_{j=1}^{m} V_j))*O$$

$$X_i = A_i - Z_i \; ; \qquad Y_j = A_j - B_j$$

A_i, B_j, X_i, Y_j, O: serbest $i=1,\ldots,n$; $j=1,\ldots,m$;

Z_i : i. verimli(etkinlik=1) karar biriminin etkinliği,

V_j : j. verimsiz(etkinlik≠1) karar biriminin etkinliği,

A_i : i. verimli karar biriminin alması gereken artış, azalış yada sabit payı,

B_j : j. verimsiz karar biriminin alması gereken artış, azalış yada sabit payı,

X_i : i. verimli karar biriminin alması gereken % değeri ,

Y_j : j. verimsiz karar biriminin alması gereken % değeri,

O : Toplam birimlerin bütçesinde gerçekleşen artış, azalış veya sabit kalma oranı,

n : verimli karar birimi sayısı,

m : verimsiz karar birimi sayısı,

srb : serbest

Geliştirilen algoritma 2005-2006 öğretim yılı verilerine uygulanmıştır. Çalıştırılan model sonuçlarına göre bütün fakültelerin etkinlik değerleri "1" çıktığından dolayı bütçe ataması yapılırken 2006-2007 yılı bütçesine göre planlanmış olan tahmini bütçe artış yada azalış oranlarının tüm karar birimleri içinde eşit olarak paylaştırılması gerektiği söylenebilir. Bu algoritmanın Lingo matematiksel model yardımıyla çözdürülmesi ve çözüm sonuçları Ek'te sunulduğu gibidir.

Böyle bir algortimanın çalışma kapsamında geliştirilmesinin en önemli nedeni, model sonucunda ortaya çıkan etkinlik değerleri bilgisinin ne şekilde nerede değerlendirebileceği konusunda karar vericiye bilgi sunmaktır. Yapılan çalışmanın sonuçları bu konuda uzman olan kişiler tarafından kolayca yorumlanabileceği gibi, bu konu hakkında hiçbir bilgisi olmayan kişiler tarafından yorumlanması güçlük yaratabilmektedir. Bu nedenle geliştirilen bu algoritmayla ortaya çıkan sonuçlar karar verici için sonuçların karar birimlerine yansıtılabilmesinde bir temel teşkil edebilecektir.

3. 2. 10. Sonuç ve Yorum

1999-2000(A grubu) öğretim yılı verileri baz alınarak yapılan çalışmada A grubu verilerle yapılan girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin çözüm sonucunda analizi yapılan birimlerden Tıp, Fen-Edebiyat, İktisadi İdari Bilimler ve Eğitim fakültelerinin kaynaklarını en etkin şekilde kullandığı göreli etkinlik ölçümü sonucunda belirlenmiştir. Bu sonuç göstermektedir ki, bu birimler, belirlenen 4 girdi ve 5 çıktıya göre

kaynaklarını en etkin şekilde kullanarak en iyi hizmeti sunmaktadırlar. Etkinliği 1 çıkan birimlerden sonra etkinliği "0. 95"le ikinci sırada çıkan Mühendislik-Mimarlık Fakültesi diğer fakültelere göre etkin çıkmamıştır. Etkinliği 0. 009 olarak bulunan Ziraat Fakültesi etkinlik sıralamasında üçüncü sırada yer almaktadır.

Sonuçlara göre, MMF ve Ziraat Fakülteleri etkin çıkmamıştır. Etkin çıkmayan fakülteler için girdilerde yapılacak bir azaltma fakültelerin etkinlikliklerini direkt olarak etkileyecektir. Ayrıca VZA tekniğinin model sonuçlarından alınan veriye göre hangi girdi veya girdilerde nekadarlık bir oranda azalma yapılması gerektiği kullanıcıya sunulmaktadır.

2005-2006(B grubu) öğretim yılı verileri baz alınarak yapılan çalışmada B grubu verilerle yapılan girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin çözüm sonucunda analiz yapılması istenilen birimlerden Tıp, Fen-Edebiyat,Mühendislik-Mimarlık, İktisadi İdari Bilimler, Eğitim ve Ziraat fakültelerinin kaynaklarını en etkin şekilde kullandığı göreli etkinlik ölçümü sonucunda belirlenmiştir. Bu sonuç göstermektedir ki, bu birimler, belirlenen 4 girdi ve 5 çıktıya göre kaynaklarını en etkin şekilde kullanarak en iyi hizmeti sunmaktadırlar.

Çalışmada hesaplanan bazı oran analizi değerlerine göre yapılan birimlerin sıralamasına karşın, VZA tekniği kullanılarak yapılan etkinlik sıralamasında farklılıklar görülmektedir. Buda bize göstermektedir ki, sadece tek bir çıktının tek bir girdiye oranlanması ile elde edilen oran analizleri yaklaşımında her bir oran, kendi içinde performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini hesaplayarak diğer oranları göz ardı etmektedir. Oysa ki, VZA tekniğine göre çoklu girdi ve çıktılarla analiz yapılarak kaynaklarını en etkin şekilde kullanan birimlerin birbirleri içinde parametresiz etkinlik analizleri yapılmaktadır. Böylece VZA'da tüm oranlar göz önüne alınarak birimlerin etkinlik değerleri belirlendiği görülmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kurumlar arası göreli etkinlik ölçümünde çok önemli bir yer tutan, birden çok girdi ve çıktıyı etkinlik ölçütüne dönüştüren doğrusal programlama bazlı parametresiz etkinlik ölçütlerinden olan Veri Zarflama Analizi kullanılarak, birimlerin kaynaklarını en etkin biçimde kullanmasıyla hedeflerine ulaşıp ulaşamadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Belirli bir yıla ait veriler alınarak bir devlet üniversitesinde bulunan birimlerin göreli performanslarını karşılıştırmak amacıyla girdi ve çıktı kümeleri belirlenmiştir. Bu girdi ve çıktı kümeleri belirlenirken literatürden ve uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Belirlenen girdiye yönelik CCR ve BCC modelleri doğrultusunda, birimlerin etkinlik analizi yapılarak, etkin olan ve etkin olmayan birimler belirlenmiştir.

Etkin olmayan birimlerin etkin olmamasının nedenleri belirlenmiş ve etkin olabilmeleri için hangi girdi ve çıktı değerlerinde ne kadarlık bir değişikliğin yapılması gerektiği bulunmuştur. Bulunan bu değerler kullanıcı arayüzü yardımıyla karar vericiye sunulmaktadır.

Bu çalışmada yapılan analizler elde bulunan veriler ve sayısal olarak ifade edilebilen değerlerdir. Oysa ki, çalışan memnuniyeti, öğrenci memnuniyeti gibi bazı ölçütler sayısal olmayan, sözel verilerdir. Bu verilerin VZA modellerine katılması, anketler kullanılarak, sayısal değerlerin elde edilmesiyle mümkün olabilir.

Çalışmada karar birimlerinin etkinlik değeri belirlenirken, bazı girdi ve çıktı değişkenleri için ağırlık kısıtları eklenebilinirdi. Ancak bu kısıtların ağırlıklandırılması için gerekli oranın, karar vericilerden ve bilir kişilerden gelmedeği sürece belirlenmesi çok gerçekçi sonuçlara veremeyebileceğinden modele ağırlıklı kısıtlar katılmamıştır. İleri de modele bu kısıtlar eklenerek, çalışmanın geliştirilmesi sağlanabilir. Bunun için gerekli olan karar destek sisteminin alt yapı çalışmaları yapılmıştır.

Ayrıca bazı girdi ve çıktı bilgileri kolay erişilebilir olmadığından, veya zaman kısıtı nedeniyle değerlere ulaşılamadığı için modele katılamamıştır. Seçilen girdi ve çıktılara regresyon ve korelasyon analizi uygulanmamıştır. Bu analizlerin yeteri kadar örnek büyüklüğüne ulaşıldığında yapılarak seçilen girdi ve çıktıların daha ileride etkinlik te ne gibi etkiler yaratabileceğinin test edilmesinde fayda görülmektedir.

Bunların dışında çalışmanın 1999-2000 yılı ve 2005-2006 yıllarına ait verilerle yapılması, etkinlik değerlerinin senelere göre karşılaştırılmasını mümkün kılmamıştır. Çünkü ele alınan yıllar birbirini takip eden yıllar değildir. Bu sebeple son 5 yılın verilerine ulaşılarak model çözülebilirse, birimlerin performanslarının senelere göre etkinlik değerlerinde ki değişimleri gözlenebilecektir. Ayrıca şu andaki veriler birimlerden sadece fakültelere ait olduğu ve etkin çıkan fakültelerden sadece bir tanesinin altında yer alan departmanların etkinlik değerleri analiz edilebilmiştir. Oysaki tüm birimler için bu veriler elde edilebilirse analiz sonuçlarının kullanılabilirliği artabilecektir. Ancak geliştirilen karar destek sistemi bu analizi desteklemektedir.

Son olarak, Stratejik Planlama için geliştirilen bilgi sistemi yıllık bazda verileri birimler bazlı içermektedir. Ancak kullanılan birimler fakülteler ve departmanları şeklinde belirlenmiştir. Çalışma departmanların altında yer alan bireylerin performanslarının analiz edilebileceği bir bilgi sistemi şeklinde tasarlanarak geliştirilebilir.

Tüm bu çalışma ve veriler ışığında VZA analizininde literatürde tespit edilmiş olan zayıf ve güçlü yönleri bulunmaktadır. Örneğin;

- Bir çok girdi ve çıktıya sahip olan kurumların değişik boyutlarını tek bir etkinlik oranına indirgemeye olanak sağlamaktadır.
- Girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir.
- Her bir karar birimi için ayrı ayrı model çözdürülerek, en uygun çözüm kümesi belirlenmiştir.

- Etkin olmayan karar birimlerinin nasıl etkin duruma getirilebileceği konusunda önemli bilgiler sunmuştur.

Bunlara karşın;

- Etkin olan karar birimlerinin birbirleri içinde etkinlik sıralamasında yetersiz kalmıştır.

4-KAYNAKLAR DİZİNİ

Akal, Z. 2000, İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi – Çok Yönlü Performans Göstergeleri, MPM N:473, Ankara

Aktaş, H. , 2001, İşletme Performansının Ölçülmesinde VZA yaklaşımı, Celal Bayar Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü, Manisa, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:7, Sayı:1

Aslankaraoğlu, N. , 2006, VZA ve temel bileşenler analizi ile Avrupa Birliği ülkelerinin sıralanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Aydagün, A. , 2003, Veri Zarflama Analizi, Huten Yıl sonu semineri, Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul

Berman, M. Evan, Productivity in Public and Nonprofit Organizations- Strategies and Techniques, Sega Publications

Baysal, E. M. , Uygur, M. ve Toklu, B. , 2004, VZA ile TCDD Limanlarında bir etkinlik ölçümü çalışması, Gazi Üniversitesi MMF Derneği, Cilt: 19, N:4, 437-442

Baysal, M. E. , Alçılar, Bahriye. , Çerçioğlu H. , ve Toklu, B. (2005), "Türkiye'deki devlet üniversitlerinin 2004 yılı performanslarının, VZA yöntemiyle belirlenip buna göre 2005 yılı bütçe tahsislerinin yapılması" SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 1.

Besen, F. Buket(1994), "Performans yönetim sistemi ve VZA'nin sağlık sektörü üzerine bir uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Ching Kao ve Hsi-Tai Hung(2006), Efficiency analysis of university departments: An empirical study, Omega, The International Journal of Management Science, 2006

Charnes, A. , Cooper, W. W. , Lewin, A. Y. , Seiford M. L. , 1994, Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application, Kluwer Academic Publishers

Chu Ng, Sung Ko Li (2000),“ Measuring the Research Performance of Chinese Higher Educations: An Application ”, Education Economics, Agustos2000 Vol. 8

Cooper, W. W, Seiford M. L. , Data Envelopment Analysis- A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-solver software, Kluwer Academic Publishers,London, 0-7923-8693-0

Fox, J. K. , University of New South Wales, Australia, 2002, Efficiency In The Public Sector, Kluwer Academic Publishers, London

Ganley, J. A. and Cubbin J. S. , 1992, Public Sector Efficiency Measurement – Applications of Data Envelopment Analysis, North-Holland Publishers

Gülcü, A. , Coşkun, A. , Yeşilyurt C. , Coşkun S. , ve Esener, T. (2004), Cumhuriyet Üniversitesinde Diş Hekimliği Fakültesinin yıllara göre VZA yöntemiyle göreceli etkinlik analizi, Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF Dergisi Cilt:5, Sayı:2

İleri, İbrahim(1997), “VZA kullanılarak bankacılık sektöründe bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Kargın, S. , ve Kayalıdere, K. , 2004, Çimento ve Tekstil sektöründe etkinlik çalışması ve VZA, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,Cilt:6, Sayı:1

Karsak, E. Ertuğrul ve İşcan, Firuzan(1998), "Türk çimento sektöründe göreli faaliyet performansları ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak VZA ile değerlendirilmesi", Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt:11, Sayı:3, Eylül 2000, ss 2-10.

Kıllı, M. , ve Atan M. , (2005), Etkinlik/Verimlilik çalışmalarında kullanılan Veri Zarflama Analizi üzerine karşılaştırmalı yaklaşımlar, Gazi Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Ankara

Kutlar, A. , Gülcü, A. , ve Karagöz, Y. (2004), Cumhuriyet Üniversitesi Fakültelerinin Performans Değerlendirmesi, Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF Dergisi Cilt:5, Sayı:2

Mancebon, Maria-Jesus; Bandres, Eduardo(1999), " Efficiency Evaluation in Secondary Schools: the key role of model specification an of ex post analysis. ", Education Economics, (Agustos1999), Vol. 7-2

Metiner, N. (2002), "Yatırım ortaklıkları anonim şirketlerinin göreli performanslarının VZA ile belirlenmesi", Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Onaran, S. , 2006, VZA kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Ramanathan, R. , An Introduction to Data Envelopment Analysis – A Tool for Performance Measurement, Sage Publications

Shan Li, 1996, Analyzing Efficiency and Managerial Performance- Using Sensitivity Score of DEA Models, Garland Publishing, Inc. New York & London

Silkman, H. R. 1986, Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis, Jossey-Bass Inc. , Publishers, San Francisco, London

Söl, S. (1997), "İ. T. Ü. Fakültelerinin araştırma etkinlikleri sekreterliği'nden yararlanma etkinliklerinin VZA ile belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarja Joro, Pekka Korhonen, Jyrki Wallenius (1998), "Structural Comparision of Data Envelopment Analysis and Multipe Objective Linear Programming", Management Science Vol 98, 44-7

Thanassoulis and P Dunstan(1994), "Guiding Schools to Improved Performance Using Data Envelopmen t Analysis : An Illustration with Data from a Local Education Authority ", The Journal of Operational Research Society, 99, Vol 45- 11

Tosun, H. , 2004, Yükseköğretimde Mevcut Durum Performans Değerlendirme ve Yeniden Yapılanma, Ankara Ticaret Odası

Ulucan, A. , İSO500 şirketlerinin etkinliklerinin ölçülmesinde VZA yaklaşımı: Farklı girdi ve çıktı bileşenleri ve ölçeğe göre getiri yaklaşımları ile değerlendirmeler, Hacettepe Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü

Ulucan, A. , Şirket Performanslarının Ölçülmesinde VZA yaklaşımı: Genel ve Sektörel bazda değerlendirmeler, Hacettepe Üniversitesi, Finansal Araştırmalar Merkezi

Yalçıner, K. , Atan, M. , Kayacan, M. , Boztosun D. , 2004, İMKB 30 Endeksinde Etkinlik Analizi VZA ile Hisse Senedi Seçimi, Gazi Üniversitesinde bir çalışma

Yeşilyurt, C. ve Alan, M. Ali(2003), Fen Liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin VZA yöntemi ile ölçülmesi, Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF Dergisi Cilt:4, Sayı:2

Yolalan R. (1993), " İşletmelerarası Göreli Etkinlik Ölçümü" , MPM Yayınları No: 483

ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSA GÖRE YÖNETİMİ İÇİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TABANLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

EKLER

EK. 1. CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

EK. 2. BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

EK. 3. BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

EK. 4. VZA TABANLI BÜTÇE TAHSİS ALGORİTMASI ÇÖZÜM SONUÇLARI

EK. 5. YÖK Yüksek Öğretim Kurumları 2005 Raporu, 2005

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**TIP**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 1135;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 16418;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 344;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 43;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 17769.23;
189*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
219*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
49*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
2678.66*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**TIP**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.3724173E-02
S5	0.000000	0.2716878E-04
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.3207910E-02
S8	0.000000	0.5430839E-02
S9	0.000000	0.000000
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.1039985
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.2002775E-01
X5	0.000000	0.000000
X6	0.000000	0.3710163E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.3734173E-02
6	0.000000	-0.3716878E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.3217910E-02
9	0.000000	-0.5440839E-02
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	0.000000

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**MMF**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 3385;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 38164;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 174;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 46;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 97.67;
100*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
113*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
58*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
1643.82*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**MMF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 11
Objective value: 0.9539762

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.135103	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	455.4561	0.000000
S2	17144.81	0.000000
S3	100.6635	0.000000
S4	0.000000	0.1157422E-01
S5	0.000000	0.2964634E-04
S6	12.67401	0.000000
S7	0.000000	0.7842257E-02
S8	0.000000	0.1632359E-02
S9	399.0447	0.000000
X1	0.000000	0.4472202
X2	0.000000	0.4602380E-01
X3	1.107587	0.000000
X4	0.8482566	0.000000
X5	0.6315572	0.000000
X6	0.000000	0.3200815E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.9539762	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1158422E-01
6	0.000000	-0.3964634E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.7852257E-02
9	0.000000	-0.1642359E-02
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	18112.65

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 2652;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 39942;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 213;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 40;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 0.53;
79*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
103*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
43*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
1126.58*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.1867153E-04
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.1304911E-01
S5	0.000000	0.8171598E-04
S6	0.000000	0.1248714E-01
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	0.1777522
X3	1.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
X5	0.000000	0.1822523E-02
X6	0.000000	0.6266886E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.2867153E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1305911E-01
6	0.000000	-0.9171598E-04
7	0.000000	-0.1249714E-01
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	0.000000

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**İİBF**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 921;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 9954;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 36;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 2;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 0;
12*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
13*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
17*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
215.90*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**İİBF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.9672856E-03
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.000000
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.6522073E-02
S8	0.000000	0.5368436E-01
S9	0.000000	0.000000
X1	0.000000	2.635263
X2	0.000000	0.1769068
X3	0.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000
X5	0.000000	0.1235822
X6	0.000000	0.2883568

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.9772856E-03
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.1000000E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.6532073E-02
9	0.000000	-0.5369436E-01
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	0.000000

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**EĞİTİM**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 193;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 4158;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 13;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 0;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 153.72;
5*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
5*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
6*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
56.90*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-25.54*X6-
S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**EĞİTİM**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 10
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.1441762E-03
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.2311594E-02
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.1998542
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000000	16.45589
X3	0.000000	14.41011
X4	0.000000	1.056424
X5	1.000000	0.000000
X6	0.000000	0.5960942

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1541762E-03
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.2321594E-02
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1998642
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	0.000000

CCR-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 0;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 0;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 0;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 0;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 1.66;
5*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
3*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
5*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
25.54*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-25.54*X6-
S9=0;
e=0.00001;
```

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 5
Objective value: 0.9780365E-02

Variable	Value	Reduced Cost
Q	0.9797972E-02	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.1060316	0.000000
S2	1.533768	0.000000
S3	0.3213645E-01	0.000000
S4	0.4017056E-02	0.000000
S5	0.000000	0.5881786E-02
S6	0.3133349E-01	0.000000
S7	0.8934953E-02	0.000000
S8	0.4441228E-01	0.000000
S9	0.000000	0.3913918E-01
X1	0.9341992E-04	0.000000
X2	0.000000	63.36377
X3	0.000000	43.67534
X4	0.000000	8.343597
X5	0.000000	1.278423
X6	0.000000	0.9902196

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.9780365E-02	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.5891786E-02
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.3914918E-01
11	0.000000	1.760634

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**TIP**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 1135;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 16418;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 344;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 43;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 17769.23;
189*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
219*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
49*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
2678.66*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001; X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**TIP**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.1180115E-03
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.3573810E-04
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.3616149E-03
X1	1.000000	0.000000
X2	0.000000	0.2036135
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
X5	0.000000	0.1826632E-02
X6	0.000000	0.4227187E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1280115E-03
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.4573810E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.3716149E-03
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.3272675E-01

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**MMF**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 3385;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 38164;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 174;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 46;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 97.67;
100*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
113*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
58*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
1643.82*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;  X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**MMF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.2299877E-03
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.8552421E-04
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.8680104E-02
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	1.000000	0.000000
X3	0.000000	0.7464679E-01
X4	0.000000	0.000000
X5	0.000000	0.1469463
X6	0.000000	0.2317955

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.2399877E-03
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.9552421E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.8690104E-02
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.1000000E-04
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.2055284

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 2652;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 39942;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 213;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 40;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 0.53;
79*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
103*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
43*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
1126.58*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001;  X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 3
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.2830743E-02
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.000000
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.8756450E-03
X1	0.000000	1.077468
X2	0.000000	0.5787586
X3	1.000000	0.000000
X4	0.000000	0.1201766E-01
X5	0.000000	0.000000
X6	0.000000	0.5415644E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.2840743E-02
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.1000000E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.8856450E-03
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.3142366E-01

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**İİBF**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 921;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 9954;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 36;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 2;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 0;
12*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
13*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
17*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
215.90*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-
25.54*X6-S9=0;
e=0.00001; X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**İİBF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 14
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.7336395E-03
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.6918018E-01
S5	0.000000	0.000000
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.4619829E-02
X1	0.000000	8.164958
X2	0.000000	1.452162
X3	0.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000
X5	0.000000	0.000000
X6	0.000000	0.4153161E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.7436395E-03
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.6919018E-01
6	0.000000	-0.1000000E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.4629829E-02
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	-0.7682762E-01

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

arar Birimi "**EĞİTİM**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 193;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 4158;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 13;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 0;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 153.72;
5*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
5*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
6*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
56.90*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-25.54*X6-
S9=0;
e=0.00001; X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**EĞİTİM**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.4710552E-03
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.000000
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.1756188E-01
X1	0.000000	39.98661
X2	0.000000	11.49552
X3	0.000000	1.558840
X4	0.000000	0.000000
X5	1.000000	0.000000
X6	0.000000	1.452724

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.4810552E-03
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.1000000E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.1757188E-01
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	1.003825

BCC-IA İLKİL(PRIMAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MIN = Q-e*(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9);

1135*X1+3385*X2+2652*X3+921*X4+193*X5+0*X6-S1 = 0;
16418*X1+38164*X2+39942*X3+9954*X4+4158*X5+0*X6-S2 = 0;
344*X1+174*X2+213*X3+36*X4+13*X5+0*X6-S3= 0;
43*X1+46*X2+40*X3+2*X4+0*X5+0*X6-S4= 0;
17769.23*X1+97.67*X2+0.53*X3+0*X4+153.72*X5+1.66*X6-S5 = 1.66;
5*Q - 189*X1-100*X2-79*X3-12*X4-5*X5-5*X6-S6=0;
3*Q - 219*X1-113*X2-103*X3-13*X4-5*X5-3*X6-S7=0;
5*Q - 49*X1-58*X2-43*X3-17*X4-6*X5-5*X6-S8=0;
25.54*Q -2678.66*X1-1643.82*X2-1126.58*X3-215.90*X4-56.90*X5-25.54*X6-
S9=0;
e=0.00001; X1+X2+X3+X4+X5+X6=1;
```

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
Q	1.000000	0.000000
E	0.1000000E-04	0.000000
S1	0.000000	0.000000
S2	0.000000	0.000000
S3	0.000000	0.000000
S4	0.000000	0.000000
S5	0.000000	0.000000
S6	0.000000	0.000000
S7	0.000000	0.000000
S8	0.000000	0.000000
S9	0.000000	0.3913918E-01
X1	0.000000	103.5148
X2	0.000000	62.93826
X3	0.000000	42.67847
X4	0.000000	7.343614
X5	0.000000	1.182588
X6	1.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E-04
3	0.000000	-0.1000000E-04
4	0.000000	-0.1000000E-04
5	0.000000	-0.1000000E-04
6	0.000000	-0.1000000E-04
7	0.000000	-0.1000000E-04
8	0.000000	-0.1000000E-04
9	0.000000	-0.1000000E-04
10	0.000000	-0.3914918E-01
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	-0.9999834

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**TIP**" için Model'in Açık Yazılımı;

```
MAX = 1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5 + U;
1*M1>0.00001;
1*M2>0.00001;
1*M3>0.00001;
1*M4>0.00001;
1*M5>0.00001;
1*V1>0.00001;
1*V2>0.00001;
1*V3>0.00001;
1*V4>0.00001;
189*V1+ 219*V2+49*V3+2678.6607*V4=1;
1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+ U<0;
3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1- 113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;
2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1- 103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;
921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;
193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;
0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;
@FREE (U);
```

Karar Birimi "**TIP**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 24
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.1000000E-04	0.000000
M2	0.1000000E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1000000E-04	0.000000
M5	0.4871623E-04	0.000000
U	**-0.4504983E-01**	0.000000
V1	0.5135097E-02	0.000000
V2	0.1000000E-04	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.1000000E-04	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000

6	0.3871623E-04	0.000000
7	0.5125097E-02	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	1.000000
12	0.000000	1.000000
13	0.1542596	0.000000
14	0.3495251E-01	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.2027561E-01	0.000000
17	0.7097979E-01	0.000000

Karar Birimi "**MMF**" için Model'in Açık Yazılımı;

MAX = 3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5+ U;

1*M1>0.00001;

1*M2>0.00001;

1*M3>0.00001;

1*M4>0.00001;

1*M5>0.00001;

1*V1>0.00001;

1*V2>0.00001;

1*V3>0.00001;

1*V4>0.00001;

100*V1+ 113*V2+58*V3+1643.8223*V4=1;

1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+ U<0;

3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1- 113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;

2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1- 103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;

921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;

193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;

0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;

@FREE (U);

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**MMF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 28
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.2388400E-03	0.000000
M2	0.1000000E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1000000E-04	0.000000
M5	0.9373025E-04	0.000000
U	**-0.2014681**	0.000000
V1	0.6069967E-02	0.000000
V2	0.3327301E-02	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.1000000E-04	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.2288400E-03	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.8373025E-04	0.000000
7	0.6059967E-02	0.000000
8	0.3317301E-02	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	1.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	1.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.1468690	0.000000
17	0.2419496	0.000000

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model'in Açık Yazılımı;

MAX = 2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5+ U;

1*M1>0.00001;

1*M2>0.00001;

1*M3>0.00001;

1*M4>0.00001;

1*M5>0.00001;

1*V1>0.00001;

1*V2>0.00001;

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

1*V3>0.00001;

1*V4>0.00001;

79*V1+ 103*V2+43*V3+1126.5806*V4=1;

1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+ U<0;

3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1-113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;

2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1-103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;

921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;

193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;

0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;

@FREE (U);

Karar Birimi "**FEN-EDB**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 22
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.1000000E-04	0.000000
M2	0.1000000E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1386302E-01	0.000000
M5	0.1000000E-04	0.000000
U	**0.1740379E-01**	0.000000
V1	0.1191903E-01	0.000000
V2	0.1000000E-04	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.5053954E-04	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.1385302E-01	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.1190903E-01	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.4053954E-04	0.000000

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

11	0.000000	1.000000
12	1.420578	0.000000
13	0.2033812	0.000000
14	0.000000	1.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.4354537E-01	0.000000

Karar Birimi "**İİBF**" için Model'in Açık Yazılımı;

MAX = 921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5+ U;

1*M1>0.00001;

1*M2>0.00001;

1*M3>0.00001;

1*M4>0.00001;

1*M5>0.00001;

1*V1>0.00001;

1*V2>0.00001;

1*V3>0.00001;

1*V4>0.00001;

12*V1+ 13*V2+17*V3+215.9005*V4=1;

1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+ U<0;

3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1- 113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;

2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1- 103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;

921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;

193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;

0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;

@FREE (U);

Karar Birimi "**İİBF**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 0
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.9336742E-03	0.000000
M2	0.1000000E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1000000E-04	0.000000
M5	0.1000000E-04	0.000000
U	**0.4016604E-01**	0.000000

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

V1	0.1000000E-04	0.000000
V2	0.1000000E-04	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.4629818E-02	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.9236742E-03	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.4619818E-02	0.000000
11	0.000000	1.000000
12	10.96065	0.000000
13	4.027838	0.000000
14	2.299888	0.000000
15	0.000000	1.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.7817902E-01	0.000000

Karar Birimi "**EĞİTİM**" için Model'in Açık Yazılımı;

MAX = 193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5+ U;

1*M1>0.00001;

1*M2>0.00001;

1*M3>0.00001;

1*M4>0.00001;

1*M5>0.00001;

1*V1>0.00001;

1*V2>0.00001;

1*V3>0.00001;

1*V4>0.00001;

5*V1+ 5*V2+6*V3+56.9034*V4=1;

1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+ U<0;

3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1- 113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;

2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1- 103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;

921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;

193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;

0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;

@FREE (U);

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

Karar Birimi "**EĞİTİM**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 11
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.1000000E-04	0.000000
M2	0.3739313E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1000000E-04	0.000000
M5	0.2588587E-02	0.000000
U	**0.4445377**	0.000000
V1	0.1000000E-04	0.000000
V2	0.1000000E-04	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.1757083E-01	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.2739313E-04	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.2578587E-02	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.1756083E-01	0.000000
11	0.000000	1.000000
12	0.000000	0.000000
13	26.72555	0.000000
14	17.82869	0.000000
15	2.967632	0.000000
16	0.000000	1.000000
17	0.000000	0.000000

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model'in Açık Yazılımı;

MAX = 0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5+U;

1*M1>0.00001;

1*M2>0.00001;

1*M3>0.00001;

1*M4>0.00001;

1*M5>0.00001;

1*V1>0.00001;

1*V2>0.00001;

BCC-IA İKİL(DUAL) MODEL ve LİNGO ÇÖZÜM SONUÇLARI

1*V3>0.00001;

1*V4>0.00001;

5*V1+ 3*V2+5*V3+25.5370*V4=1;

1135*M1+16418*M2+344*M3+43*M4+17769.2278*M5-189*V1-219*V2-49*V3-2678.6607*V4+U<0;

3385*M1+38164*M2+174*M3+46*M4+97.6705*M5-100*V1- 113*V2-58*V3-1643.8223*V4+ U<0;

2652*M1+39942*M2+213*M3+40*M4+0.5299*M5-79*V1- 103*V2-43*V3-1126.5806*V4+ U<0;

921*M1+9954*M2+36*M3+2*M4+0*M5-12*V1- 13*V2-17*V3-215.9005*V4+ U<0;

193*M1+4158*M2+13*M3+0*M4+153.7216*M5-5*V1- 5*V2-6*V3-56.9034*V4+ U<0;

0*M1+0*M2+0*M3+0*M4+1.6606*M5-5*V1- 3*V2-5*V3-25.5370*V4+ U<0;

@FREE (U);

Karar Birimi "**ZİRAAT**" için Model Çözüm Sonuçları;

Global optimal solution found at iteration: 9
Objective value: 1.000000

Variable	Value	Reduced Cost
M1	0.1000000E-04	0.000000
M2	0.1000000E-04	0.000000
M3	0.1000000E-04	0.000000
M4	0.1000000E-04	0.000000
M5	0.1000000E-04	0.000000
U	**0.9999834**	0.000000
V1	0.1000000E-04	0.000000
V2	0.1000000E-04	0.000000
V3	0.1000000E-04	0.000000
V4	0.3915378E-01	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.3914378E-01	0.000000
11	0.000000	1.000000
12	103.5272	0.000000
13	62.94591	0.000000
14	42.68368	0.000000
15	7.344627	0.000000
16	1.182982	0.000000
17	0.000000	1.000000

VZA TABANLI BÜTÇE DAĞITIMI İÇİN GELİŞTİRİLEN MODEL (1. STEP)

MAX = Z1 + Z2 + Z3+ Z4+Z5+Z6;
Z1 = 1046*M111 + 2900*M112+115*M113+93*M114+1782.694*M115;
Z2 = 4356*M221 + 6739*M222+45*M223+36*M224+209.793*M225;
Z3 = 3737*M331 + 5426*M332+62*M333+14*M334+14.649*M335;
Z4= 1403*M441 + 1191*M442+0*M443+2*M444+0*M445;
Z5= 907*M551 + 1198*M552+1*M553+4*M554+1.804*M555;
Z6= 123*M661 + 281*M662+3*M663+0*M664+62.553*M665;

208*V111+ 294*V112 + 37*V113+ 16984.779*V114=1;
121*V221+ 55*V222+ 66*V223+ 10034.993*V224=1;
112*V331+ 55*V332+ 49*V333+ 6023.198*V334=1;
31*V441+ 9*V442+ 13*V443+ 2394.405*V444=1;
15*V551+ 7*V552+ 6*V553+ 790.322*V554=1;
4*V661+ 3*V662+ 6*V663+ 291.497*V664=1;

1046*M111 + 2900*M112+115*M113+93*M114+1782.694*M115 -208*V111-294*V112 - 37*V113- 16984.779*V114<0;
4356*M121 + 6739*M122+45*M123+36*M124+209.793*M125-121*V121- 55*V122- 66*V123- 10034.993*V124<0;
3737*M131 + 5426*M132+62*M133+14*M134+14.649*M135-112*V131-55*V132- 49*V133- 6023.198*V134<0;
1403*M141 + 1191*M142+0*M143+2*M144+0*M145-31*V141- 9*V142- 13*V143- 2394.405*V144<0;
907*M151 + 1198*M152+1*M153+4*M154+1.804*M155-15*V151- 7*V152- 6*V153- 790.322*V154<0;
123*M161 + 281*M162+3*M163+0*M164+62.553*M165-4*V161- 3*V162- 6*V163- 291.497*V164<0;

1046*M211 + 2900*M212+115*M213+93*M214+1782.694*M215 -208*V211-294*V212 - 37*V213- 16984.779*V214<0;
4356*M221 + 6739*M222+45*M223+36*M224+209.793*M225-121*V221- 55*V222- 66*V223- 10034.993*V224<0;

3737*M231 + 5426*M232+62*M233+14*M234+14.649*M235-112*V231-55*V232-49*V233- 6023.198*V234<0;
1403*M241 + 1191*M242+0*M243+2*M244+0*M245-31*V241- 9*V242- 13*V243-2394.405*V244<0;
907*M251 + 1198*M252+1*M253+4*M254+1.804*M255-15*V251- 7*V252- 6*V253-790.322*V254<0;
123*M261 + 281*M262+3*M263+0*M264+62.553*M265-4*V261- 3*V262- 6*V263-291.497*V264<0;

1046*M311 + 2900*M312+115*M313+93*M314+1782.694*M315 -208*V311-294*V312 -37*V313- 16984.779*V314<0;
4356*M321 + 6739*M322+45*M323+36*M324+209.793*M325-121*V321- 55*V322-66*V323- 10034.993*V324<0;
3737*M331 + 5426*M332+62*M333+14*M334+14.649*M335-112*V331-55*V332-49*V333- 6023.198*V334<0;
1403*M341 + 1191*M342+0*M343+2*M344+0*M345-31*V341- 9*V342- 13*V343-2394.405*V344<0;
907*M351 + 1198*M352+1*M353+4*M354+1.804*M355-15*V351- 7*V352- 6*V353-790.322*V354<0;
123*M361 + 281*M362+3*M363+0*M364+62.553*M365-4*V361- 3*V362- 6*V363-291.497*V364<0;

1046*M411 + 2900*M412+115*M413+93*M414+1782.694*M415 -208*V411-294*V412 -37*V413- 16984.779*V414<0;
4356*M421 + 6739*M422+45*M423+36*M424+209.793*M425-121*V421- 55*V422-66*V423- 10034.993*V424<0;
3737*M431 + 5426*M432+62*M433+14*M434+14.649*M435-112*V431-55*V432-49*V433- 6023.198*V434<0;
1403*M441 + 1191*M442+0*M443+2*M444+0*M445-31*V441- 9*V442- 13*V443-2394.405*V444<0;
907*M451 + 1198*M452+1*M453+4*M454+1.804*M455-15*V451- 7*V452- 6*V453-790.322*V454<0;
123*M461 + 281*M462+3*M463+0*M464+62.553*M465-4*V461- 3*V462- 6*V463-291.497*V464<0;

1046*M511 + 2900*M512+115*M513+93*M514+1782.694*M515 -208*V511-294*V512 -37*V513- 16984.779*V514<0;
4356*M521 + 6739*M522+45*M523+36*M524+209.793*M525-121*V521- 55*V522-66*V523- 10034.993*V524<0;
3737*M531 + 5426*M532+62*M533+14*M534+14.649*M535-112*V531-55*V532-49*V533- 6023.198*V534<0;
1403*M541 + 1191*M542+0*M543+2*M544+0*M545-31*V541- 9*V542- 13*V543-2394.405*V544<0;
907*M551 + 1198*M552+1*M553+4*M554+1.804*M555-15*V551- 7*V552- 6*V553-790.322*V554<0;
123*M561 + 281*M562+3*M563+0*M564+62.553*M565-4*V561- 3*V562- 6*V563-291.497*V564<0;

1046*M611 + 2900*M612+115*M613+93*M614+1782.694*M615 -208*V611-294*V612 -37*V613- 16984.779*V614<0;
4356*M621 + 6739*M622+45*M623+36*M624+209.793*M625-121*V621- 55*V622-66*V623- 10034.993*V624<0;
3737*M631 + 5426*M632+62*M633+14*M634+14.649*M635-112*V631-55*V632-49*V633- 6023.198*V634<0;
1403*M641 + 1191*M642+0*M643+2*M644+0*M645-31*V641- 9*V642- 13*V643-2394.405*V644<0;
907*M651 + 1198*M652+1*M653+4*M654+1.804*M655-15*V651- 7*V652- 6*V653-790.322*V654<0;
123*M661 + 281*M662+3*M663+0*M664+62.553*M665-4*V661- 3*V662- 6*V663-291.497*V664<0;

V111=V121; M111=M121; V112=V122;
V121=V131; M121=M131; V122=V132;
V131=V141; M131=M141; V132=V142;
V141=V151; M141=M151; V142=V152;
V151=V161; M151=M161; V152=V162;
V113=V123; M112=M122; V114=V124;
V123=V133; M122=M132; V124=V134;

V133=V143; M132=M142; V134=V144;
V143=V153; M142=M152; V144=V154;
V153=V163; M152=M162; V154=V164;
M113=M123; M114=M124; M115=M125;
M123=M133; M124=M134; M125=M135;
M133=M143; M134=M144; M135=M145;
M143=M153; M144=M154; M145=M155;
M153=M163; M154=M164; M155=M165;

V211=V221; M211=M221; V212=V222;
V221=V231; M221=M231; V222=V232;
V231=V241; M231=M241; V232=V242;
V241=V251; M241=M251; V242=V252;
V251=V261; M251=M261; V252=V262;
V213=V223; M212=M222; V214=V224;
V223=V233; M222=M232; V224=V234;
V233=V243; M232=M242; V234=V244;
V243=V253; M242=M252; V244=V254;
V253=V263; M252=M262; V254=V264;
M213=M223; M214=M224; M215=M225;
M223=M233; M224=M234; M225=M235;
M233=M243; M234=M244; M235=M245;
M243=M253; M244=M254; M245=M255;
M253=M263; M254=M264; M255=M265;

V311=V321; M311=M321; V312=V322;
V321=V331; M321=M331; V322=V332;
V331=V341; M331=M341; V332=V342;
V341=V351; M341=M351; V342=V352;
V351=V361; M351=M361; V352=V362;
V313=V323; M312=M322; V314=V324;
V323=V333; M322=M332; V324=V334;
V333=V343; M332=M342; V334=V344;
V343=V353; M342=M352; V344=V354;

V353=V363; M352=M362; V354=V364;
M313=M323; M314=M324; M315=M325;
M323=M333; M324=M334; M325=M335;
M333=M343; M334=M344; M335=M345;
M343=M353; M344=M354; M345=M355;
M353=M363; M354=M364; M355=M365;

V411=V421; M411=M421; V412=V422;
V421=V431; M421=M431; V422=V432;
V431=V441; M431=M441; V432=V442;
V441=V451; M441=M451; V442=V452;
V451=V461; M451=M461; V452=V462;
V413=V423; M412=M422; V414=V424;
V423=V433; M422=M432; V424=V434;
V433=V443; M432=M442; V434=V444;
V443=V453; M442=M452; V444=V454;
V453=V463; M452=M462; V454=V464;
M413=M423; M414=M424; M415=M425;
M423=M433; M424=M434; M425=M435;
M433=M443; M434=M444; M435=M445;
M443=M453; M444=M454; M445=M455;
M453=M463; M454=M464; M455=M465;

V511=V521; M511=M521; V512=V522;
V521=V531; M521=M531; V522=V532;
V531=V541; M531=M541; V532=V542;
V541=V551; M541=M551; V542=V552;
V551=V561; M551=M561; V552=V562;
V513=V523; M512=M522; V514=V524;
V523=V533; M522=M532; V524=V534;
V533=V543; M532=M542; V534=V544;
V543=V553; M542=M552; V544=V554;
V553=V563; M552=M562; V554=V564;
M513=M523; M514=M524; M515=M525;

M523=M533; M524=M534; M525=M535;

M533=M543; M534=M544; M535=M545;

M543=M553; M544=M554; M545=M555;

M553=M563; M554=M564; M555=M565;

V611=V621; M611=M621; V612=V622;

V621=V631; M621=M631; V622=V632;

V631=V641; M631=M641; V632=V642;

V641=V651; M641=M651; V642=V652;

V651=V661; M651=M661; V652=V662;

V613=V623; M612=M622; V614=V624;

V623=V633; M622=M632; V624=V634;

V633=V643; M632=M642; V634=V644;

V643=V653; M642=M652; V644=V654;

V653=V663; M652=M662; V654=V664;

M613=M623; M614=M624; M615=M625;

M623=M633; M624=M634; M625=M635;

M633=M643; M634=M644; M635=M645;

M643=M653; M644=M654; M645=M655;

M653=M663; M654=M664; M655=M665;

MODELİN ÇÖZÜM SONUÇLARI

Global optimal solution found at step: 26
Objective value: **6.000000**

Variable	Value	Reduced Cost
Z1	**1.000000**	0.0000000
Z2	**1.000000**	0.0000000
Z3	**1.000000**	0.0000000
Z4	**1.000000**	0.0000000
Z5	**1.000000**	0.0000000
Z6	**1.000000**	0.0000000
M114	0.5493486E-02	0.0000000
M115	0.2743633E-03	0.0000000
M221	0.9138564E-04	0.0000000
M222	0.2933970E-04	0.0000000
M223	0.7956823E-02	0.0000000
M224	0.2393622E-03	0.0000000
M225	0.1788898E-03	0.0000000
M331	0.1359165E-03	0.0000000
M333	0.7936776E-02	0.0000000
M441	0.7127584E-03	0.0000000
M551	0.8275032E-03	0.0000000

M554	0.6236365E-01	0.0000000
M665	0.1598644E-01	0.0000000
V114	0.5887624E-04	0.0000000
V222	0.1818182E-01	0.0000000
V334	0.1660248E-03	0.0000000
V441	0.1441163E-01	0.0000000
V442	0.6147106E-01	0.0000000
V552	0.1428571	0.0000000
V664	0.3430567E-02	0.0000000
M124	0.5493486E-02	0.0000000
M125	0.2743633E-03	0.0000000
V124	0.5887624E-04	0.0000000
M134	0.5493486E-02	0.0000000
M135	0.2743633E-03	0.0000000
V134	0.5887624E-04	0.0000000
M144	0.5493486E-02	0.0000000
M145	0.2743633E-03	0.0000000
V144	0.5887624E-04	0.0000000
M154	0.5493486E-02	0.0000000
M155	0.2743633E-03	0.0000000
V154	0.5887624E-04	0.0000000
M164	0.5493486E-02	0.0000000
M165	0.2743633E-03	0.0000000
V164	0.5887624E-04	0.0000000
M211	0.9138564E-04	0.0000000
M212	0.2933970E-04	0.0000000
M213	0.7956823E-02	0.0000000
M214	0.2393622E-03	0.0000000
M215	0.1788898E-03	0.0000000
V212	0.1818182E-01	0.0000000
M231	0.9138564E-04	0.0000000
M232	0.2933970E-04	0.0000000
M233	0.7956823E-02	0.0000000
M234	0.2393622E-03	0.0000000
M235	0.1788898E-03	0.0000000
V232	0.1818182E-01	0.0000000
M241	0.9138564E-04	0.0000000
M242	0.2933970E-04	0.0000000
M243	0.7956823E-02	0.0000000
M244	0.2393622E-03	0.0000000
M245	0.1788898E-03	0.0000000
V242	0.1818182E-01	0.0000000
M251	0.9138564E-04	0.0000000
M252	0.2933970E-04	0.0000000
M253	0.7956823E-02	0.0000000
M254	0.2393622E-03	0.0000000
M255	0.1788898E-03	0.0000000
V252	0.1818182E-01	0.0000000
M261	0.9138564E-04	0.0000000
M262	0.2933970E-04	0.0000000
M263	0.7956823E-02	0.0000000
M264	0.2393622E-03	0.0000000
M265	0.1788898E-03	0.0000000
V262	0.1818182E-01	0.0000000
M311	0.1359165E-03	0.0000000
M313	0.7936776E-02	0.0000000
V314	0.1660248E-03	0.0000000
M321	0.1359165E-03	0.0000000

M323	0.7936776E-02	0.0000000
V324	0.1660248E-03	0.0000000
M341	0.1359165E-03	0.0000000
M343	0.7936776E-02	0.0000000
V344	0.1660248E-03	0.0000000
M351	0.1359165E-03	0.0000000
M353	0.7936776E-02	0.0000000
V354	0.1660248E-03	0.0000000
M361	0.1359165E-03	0.0000000
M363	0.7936776E-02	0.0000000
V364	0.1660248E-03	0.0000000
M411	0.7127584E-03	0.0000000
V411	0.1441163E-01	0.0000000
V412	0.6147106E-01	0.0000000
M421	0.7127584E-03	0.0000000
V421	0.1441163E-01	0.0000000
V422	0.6147106E-01	0.0000000
M431	0.7127584E-03	0.0000000
V431	0.1441163E-01	0.0000000
V432	0.6147106E-01	0.0000000
M451	0.7127584E-03	0.0000000
V451	0.1441163E-01	0.0000000
V452	0.6147106E-01	0.0000000
M461	0.7127584E-03	0.0000000
V461	0.1441163E-01	0.0000000
V462	0.6147106E-01	0.0000000
M511	0.8275032E-03	0.0000000
M514	0.6236365E-01	0.0000000
V512	0.1428571	0.0000000
M521	0.8275032E-03	0.0000000
M524	0.6236365E-01	0.0000000
V522	0.1428571	0.0000000
M531	0.8275032E-03	0.0000000
M534	0.6236365E-01	0.0000000
V532	0.1428571	0.0000000
M541	0.8275032E-03	0.0000000
M544	0.6236365E-01	0.0000000
V542	0.1428571	0.0000000
M561	0.8275032E-03	0.0000000
M564	0.6236365E-01	0.0000000
V562	0.1428571	0.0000000
M615	0.1598644E-01	0.0000000
V614	0.3430567E-02	0.0000000
M625	0.1598644E-01	0.0000000
V624	0.3430567E-02	0.0000000
M635	0.1598644E-01	0.0000000
V634	0.3430567E-02	0.0000000
M645	0.1598644E-01	0.0000000
V644	0.3430567E-02	0.0000000
M655	0.1598644E-01	0.0000000
V654	0.3430567E-02	0.0000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
2	0.0000000	1.000000
3	0.0000000	1.000000
4	0.0000000	1.000000
5	0.0000000	1.000000
6	0.0000000	1.000000
7	0.0000000	1.000000

8	0.0000000	1.000000
9	0.0000000	1.000000
10	0.0000000	1.000000
11	0.0000000	1.000000
12	0.0000000	1.000000
13	0.0000000	1.000000
14	0.0000000	1.000000
19	0.0000000	0.0000000
21	0.0000000	1.000000
22	0.0000000	0.0000000
23	0.0000000	0.0000000
24	0.0000000	0.0000000
25	0.0000000	0.0000000
28	0.0000000	1.000000
30	0.0000000	0.0000000
35	0.0000000	1.000000
36	0.0000000	0.0000000
41	0.0000000	0.0000000
42	0.0000000	1.000000
49	0.0000000	1.000000
50	0.0000000	0.0000000
51	0.0000000	0.0000000
52	0.0000000	0.0000000
53	0.0000000	0.0000000
54	0.0000000	0.0000000
55	0.0000000	0.0000000
56	0.0000000	0.0000000
57	0.0000000	0.0000000
58	0.0000000	0.0000000
59	0.0000000	0.0000000
60	0.0000000	0.0000000
61	0.0000000	0.0000000
62	0.0000000	0.0000000
63	0.0000000	0.0000000
64	0.0000000	0.0000000
65	0.0000000	0.0000000
66	0.0000000	0.0000000
67	0.0000000	0.0000000
68	0.0000000	0.0000000
69	0.0000000	0.0000000
70	0.0000000	0.0000000
71	0.0000000	0.0000000
72	0.0000000	0.0000000
73	0.0000000	0.0000000
74	0.0000000	0.0000000
75	0.0000000	0.0000000
76	0.0000000	0.0000000
77	0.0000000	0.0000000
78	0.0000000	0.0000000
79	0.0000000	0.0000000
80	0.0000000	0.0000000
81	0.0000000	0.0000000
82	0.0000000	0.0000000
83	0.0000000	0.0000000
84	0.0000000	0.0000000
85	0.0000000	0.0000000
86	0.0000000	0.0000000
87	0.0000000	0.0000000

88	0.0000000	0.0000000
89	0.0000000	0.0000000
90	0.0000000	0.0000000
91	0.0000000	0.0000000
92	0.0000000	0.0000000
93	0.0000000	0.0000000
94	0.0000000	0.0000000
95	0.0000000	0.0000000
96	0.0000000	0.0000000
97	0.0000000	0.0000000
98	0.0000000	0.0000000
99	0.0000000	0.0000000
100	0.0000000	0.0000000
101	0.0000000	0.0000000
102	0.0000000	0.0000000
103	0.0000000	0.0000000
104	0.0000000	0.0000000
105	0.0000000	0.0000000
106	0.0000000	0.0000000
107	0.0000000	0.0000000
108	0.0000000	0.0000000
109	0.0000000	0.0000000
110	0.0000000	0.0000000
111	0.0000000	0.0000000
112	0.0000000	0.0000000
113	0.0000000	0.0000000
114	0.0000000	0.0000000
115	0.0000000	0.0000000
116	0.0000000	0.0000000
117	0.0000000	0.0000000
118	0.0000000	0.0000000
119	0.0000000	0.0000000
120	0.0000000	0.0000000
121	0.0000000	0.0000000
122	0.0000000	0.0000000
123	0.0000000	0.0000000
124	0.0000000	0.0000000
125	0.0000000	0.0000000
126	0.0000000	0.0000000
127	0.0000000	0.0000000
128	0.0000000	0.0000000
129	0.0000000	0.0000000
130	0.0000000	0.0000000
131	0.0000000	0.0000000
132	0.0000000	0.0000000
133	0.0000000	0.0000000
134	0.0000000	0.0000000
135	0.0000000	0.0000000
136	0.0000000	0.0000000
137	0.0000000	0.0000000
138	0.0000000	0.0000000
139	0.0000000	0.0000000
140	0.0000000	0.0000000
141	0.0000000	0.0000000
142	0.0000000	0.0000000
143	0.0000000	0.0000000
144	0.0000000	0.0000000
145	0.0000000	0.0000000

146	0.0000000	0.0000000
147	0.0000000	0.0000000
148	0.0000000	0.0000000
149	0.0000000	0.0000000
150	0.0000000	0.0000000
151	0.0000000	0.0000000
152	0.0000000	0.0000000
153	0.0000000	0.0000000
154	0.0000000	0.0000000
155	0.0000000	0.0000000
156	0.0000000	0.0000000
157	0.0000000	0.0000000
158	0.0000000	0.0000000
159	0.0000000	0.0000000
160	0.0000000	0.0000000
161	0.0000000	0.0000000
162	0.0000000	0.0000000
163	0.0000000	0.0000000
164	0.0000000	0.0000000
165	0.0000000	0.0000000
166	0.0000000	0.0000000
167	0.0000000	0.0000000
168	0.0000000	0.0000000
169	0.0000000	0.0000000
170	0.0000000	0.0000000
171	0.0000000	0.0000000
172	0.0000000	0.0000000
173	0.0000000	0.0000000
174	0.0000000	0.0000000
175	0.0000000	0.0000000
176	0.0000000	0.0000000
177	0.0000000	0.0000000
178	0.0000000	0.0000000
179	0.0000000	0.0000000
180	0.0000000	0.0000000
181	0.0000000	0.0000000
182	0.0000000	0.0000000
183	0.0000000	0.0000000
184	0.0000000	0.0000000
185	0.0000000	0.0000000
186	0.0000000	0.0000000
187	0.0000000	0.0000000
188	0.0000000	0.0000000
189	0.0000000	0.0000000
190	0.0000000	0.0000000
191	0.0000000	0.0000000
192	0.0000000	0.0000000
193	0.0000000	0.0000000
194	0.0000000	0.0000000
195	0.0000000	0.0000000
196	0.0000000	0.0000000
197	0.0000000	0.0000000
198	0.0000000	0.0000000
199	0.0000000	0.0000000
200	0.0000000	0.0000000
201	0.0000000	0.0000000
202	0.0000000	0.0000000
203	0.0000000	0.0000000

204	0.0000000	0.0000000
205	0.0000000	0.0000000
206	0.0000000	0.0000000
207	0.0000000	0.0000000
208	0.0000000	0.0000000
209	0.0000000	0.0000000
210	0.0000000	0.0000000
211	0.0000000	0.0000000
212	0.0000000	0.0000000
213	0.0000000	0.0000000
214	0.0000000	0.0000000
215	0.0000000	0.0000000
216	0.0000000	0.0000000
217	0.0000000	0.0000000
218	0.0000000	0.0000000
219	0.0000000	0.0000000
220	0.0000000	0.0000000
221	0.0000000	0.0000000
222	0.0000000	0.0000000
223	0.0000000	0.0000000
224	0.0000000	0.0000000
225	0.0000000	0.0000000
226	0.0000000	0.0000000
227	0.0000000	0.0000000
228	0.0000000	0.0000000
229	0.0000000	0.0000000
230	0.0000000	0.0000000
231	0.0000000	0.0000000
232	0.0000000	0.0000000
233	0.0000000	0.0000000
234	0.0000000	0.0000000
235	0.0000000	0.0000000
236	0.0000000	0.0000000
237	0.0000000	0.0000000
238	0.0000000	0.0000000
239	0.0000000	0.0000000
240	0.0000000	0.0000000
241	0.0000000	0.0000000
242	0.0000000	0.0000000
243	0.0000000	0.0000000
244	0.0000000	0.0000000
245	0.0000000	0.0000000
246	0.0000000	0.0000000
247	0.0000000	0.0000000
248	0.0000000	0.0000000
249	0.0000000	0.0000000
250	0.0000000	0.0000000
251	0.0000000	0.0000000
252	0.0000000	0.0000000
253	0.0000000	0.0000000
254	0.0000000	0.0000000
255	0.0000000	0.0000000
256	0.0000000	0.0000000
257	0.0000000	0.0000000
258	0.0000000	0.0000000
259	0.0000000	0.0000000
260	0.0000000	0.0000000
261	0.0000000	0.0000000

262	0.0000000	0.0000000
263	0.0000000	0.0000000
264	0.0000000	0.0000000
265	0.0000000	0.0000000
266	0.0000000	0.0000000
267	0.0000000	0.0000000
268	0.0000000	0.0000000
269	0.0000000	0.0000000
270	0.0000000	0.0000000
271	0.0000000	0.0000000
272	0.0000000	0.0000000
273	0.0000000	0.0000000
274	0.0000000	0.0000000
275	0.0000000	0.0000000
276	0.0000000	0.0000000
277	0.0000000	0.0000000
278	0.0000000	0.0000000
279	0.0000000	0.0000000
280	0.0000000	0.0000000
281	0.0000000	0.0000000
282	0.0000000	0.0000000
283	0.0000000	0.0000000
284	0.0000000	0.0000000
285	0.0000000	0.0000000
286	0.0000000	0.0000000
287	0.0000000	0.0000000
288	0.0000000	0.0000000
289	0.0000000	0.0000000
290	0.0000000	0.0000000
291	0.0000000	0.0000000
292	0.0000000	0.0000000
293	0.0000000	0.0000000
294	0.0000000	0.0000000
295	0.0000000	0.0000000
296	0.0000000	0.0000000
297	0.0000000	0.0000000
298	0.0000000	0.0000000
299	0.0000000	0.0000000
300	0.0000000	0.0000000
301	0.0000000	0.0000000
302	0.0000000	0.0000000
303	0.0000000	0.0000000
304	0.0000000	0.0000000
305	0.0000000	0.0000000
306	0.0000000	0.0000000
307	0.0000000	0.0000000
308	0.0000000	0.0000000
309	0.0000000	0.0000000
310	0.0000000	0.0000000
311	0.0000000	0.0000000
312	0.0000000	0.0000000
313	0.0000000	0.0000000
314	0.0000000	0.0000000
315	0.0000000	0.0000000
316	0.0000000	0.0000000
317	0.0000000	0.0000000
318	0.0000000	0.0000000
319	0.0000000	0.0000000

VZA TABANLI BÜTÇE DAĞITIMI İÇİN GELİŞTİRİLEN MODEL (2. STEP)

```
MAX = X1+X2+X3+X4+X5+X6;


X1=A1-Z1;
X2=A2-Z2;
X3=A3-Z3;
X4=A4-Z4;
X5=A5-Z5;
X6=A6-Z6;

Z1=1;
Z2=1;
Z3=1;
Z4=1;
Z5=1;
Z6=1;

N= 6;
K= 6;
O = 0.60;

A1 = Z1 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) +(Z1/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;
A2 = Z2 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) + (Z2/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;
A3 = Z3 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) + (Z3/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;
A4 = Z4 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) + (Z4/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;
A5 = Z5 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) + (Z5/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;
A6 = Z6 + ((N-(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))/K) + (Z6/(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6))*O;

@FREE (T);
@FREE (X1);
@FREE (X2);
@FREE (X3);
@FREE (X4);
@FREE (X5);
@FREE (X6);
```

GELİŞTİRİLEN MODEL ÇÖZÜM SONUÇLARI (2. STEP)

Global optimal solution found at step: 0
Objective value: 0.6000000

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.1000000	0.0000000
X2	0.1000000	0.0000000
X3	0.1000000	0.0000000
X4	0.1000000	0.0000000
X5	0.1000000	0.0000000
X6	0.1000000	0.0000000
A1	1.100000	0.0000000
A2	1.100000	0.0000000
A3	1.100000	0.0000000
A4	1.100000	0.0000000
A5	1.100000	0.0000000
A6	1.100000	0.0000000
N	6.000000	0.0000000
T	0.6000000	0.0000000
Z1	1.000000	0.0000000
Z2	1.000000	0.0000000
Z3	1.000000	0.0000000
Z4	1.000000	0.0000000
Z5	1.000000	0.0000000
Z6	1.000000	0.0000000
K	3.000000	0.0000000
O	0.6000000	0.0000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.6000000	1.000000
2	0.0000000	0.0000000
3	0.0000000	1.000000
4	0.0000000	1.000000
5	0.0000000	1.000000
6	0.0000000	1.000000
7	0.0000000	1.000000
8	0.0000000	1.000000
9	0.0000000	0.0000000
10	0.0000000	0.0000000
11	0.0000000	0.0000000
12	0.0000000	0.0000000
13	0.0000000	0.0000000
14	0.0000000	0.0000000
15	0.0000000	2.000000
16	0.0000000	0.0000000
17	0.0000000	1.000000
18	0.0000000	-1.000000
19	0.0000000	-1.000000
20	0.0000000	-1.000000
21	0.0000000	-1.000000
22	0.0000000	-1.000000
23	0.0000000	-1.000000

EK-5- YÖK Yüksek Öğretim Kurumları 2005 Raporu

Yüksek Öğretim Kurumları

Çağdaş yükseköğretimin kökenlerini Eflatun'un Academia'sına (M.Ö.400), Aristo'nun Lyceum'una (M.Ö.387), Çin'deki İmparatorluk Akademisi'ne (M.Ö.124), ve hatta bir araştırma kurumu niteliğini de taşıması nedeniyle, İskenderiye Müzesi'ne (M.Ö.330-200) kadar götürmek mümkündür (www.yok.gov.tr, 2005 raporu).Ancak, günümüzdeki yükseköğretim sisteminin en önemli kurumunu oluşturan üniversitenin prototipleri olan Bologna Üniversitesi'nin 1088, Paris Üniversitesi'nin 1160, Oxford Üniversitesi'nin ise, 1167 yılında kurulduğu göz önüne alındığında, çağdaş yükseköğretimin yaklaşık 900 yıllık bir geçmişe sahip olduğu genellikle kabul edilen bir husustur.

Çeşitli aşamalardan geçerek gelinen yüksek öğretim sisteminin bugünkü noktada,:

- Araştırma üniversiteleri,
- Kitlesel eğitim yapan üniversiteler,
- Kısa süreli mesleki eğitim yapan kurumlar,
- Uzaktan öğretim kurumları,
- Ticari amaçla örgün ve uzaktan öğretim yapan kuruluşlar,
- Şirketlerin bünyelerindeki eğitim birimleri

olmak üzere, altı ana türdeki kurum ve kuruluştan oluştuğu görülmektedir.Bunlardan son ikisinin yüksek öğretim sistemi içindeki oranları henüz çok az olmakla birlikte, son yıllarda özellikle ileri ülkelerde gelişme eğilimindedirler.

Eğitim-öğretimin yanında, araştırmanın da üniversitenin işlevleri arasına girmesinin geçmişi ise çok daha kısadır.Ondokuzuncu yüzyılın başında, Wilhelm von Humboldt ideal üniversiteyi, bir mesleğe yönelik olmaksızın eğitim-öğretim ve

pratik sonuçlarına bakılmaksızın araştırma yapılan bir kurum olarak tanımlamış ve eğitim-öğretim ile araştırmanın birbirlerini tamamlar nitelikte işlevler olduğunu ileri sürmüştür. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu) Ancak, son yüzyıl içinde meydana gelen bilimsel gelişmeler ve özellikle dünya savaşları sırasında bu gelişmelere dayalı olarak üretilen maddeler ve cihazlar, başta araştırma üniversiteleri olmak üzere, yükseköğretim sistemini, aynı zamanda milli Ar-Ge sisteminin de bir parçası haline dönüştürmüştür.Günümüzde bir ülkenin Ar-Ge sistemi:

- Özel Kuruluşların Ar-Ge birimleri,
- Kamu Ar-Ge kuruluşları,
- Yükseköğretim kurumları

olmak üzere üç ana tür kurumdan oluşmaktadır.Bu kurumların Ar-Ge sistemi içindeki işlevlerini kalın çizgilerle birbirlerinden ayırmak, özellikle günümüzde, her ne kadar artık mümkün ve doğru değil ise de, yükseköğretim kurumlarının ana işlevini temel bilimsel ve uygulamalı araştırmalar yapmak ve lisansüstü eğitimle üst düzey Ar-Ge personelini yetiştirmek olarak tanımlamak gerçekçi bir yaklaşımdır.

Özetle, yaklaşık dokuzyüz yıllık bir geçmişi olan yükseköğretim sistemi, değişen şartlara uyum sağlayarak gelişen toplumsal ihtiyaçları karşılayabilmiş, yetiştirdiği işgücü, yarattığı yeni bilgiler ve sağlık hizmetlerinden teknoloji transferine kadar uzanan geniş bir yelpaze içinde topluma sunduğu çeşitli hizmetlerle, insanlığın sağlık, mutluluk ve refahına çok önemli katkılar yapmış, kültürü muhafaza etmiş ve geliştirmiş, hem kendisini yenilemiş, hem de toplumsal değişime öncülük etmiştir.

Coğrafi sınırların öneminin azaldığı, devletçiliğin yerini serbest pazar ekonomisine bıraktığı, özelleştirmeye hız verildiği ve rekabetin her alana damgasını vurduğu günümüzün küreselleşmiş dünyasında, yükseköğretim sistemi üç temel işlevi olan, eğitim-öğretim, araştırma-geliştirme ve toplum hizmetleri ile, ülke ekonomisinin itici gücü, ülkenin uluslararası rekabet gücünü belirleyen başlıca unsurlardan biri ve insanlığın ulaşmış olduğu bilgi toplumu aşamasında bilgi ekonomisinin beyni niteliğine bürünmüş bilgi fabrikasıdır.

Doksanlı yıllarda birçok ülke, yükseköğretimin finansman ve yönetiminde köklü reformlara sahne olmuştur.İlginç olan husus, gelişmişlik düzeyi, politik ve ekonomik sistemi ve yükseköğretim sisteminin yapısı bakımından büyük farklılıklar gösteren ülkelerdeki sorunların ve bunların çözümü için yapılan reform çalışmalarının ana hatları ve genel doğrultuları itibarıyla büyük benzerlikler göstermesidir.

1.1.2 Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumları

Ülkemizde üniversitelerin kökeni ile ilgili değişik değerlendirmeler yapılmaktadır.Ülkemizde batılı manada üniversite kurma kararını ilk defa 1846 yılında alındığı ve "Darülfünun" olarak adlandırılan bu kurumun kuruluşun, ancak 1865 yılında gerçekleştirilebildiği bilinmektedir.Kuruluşundan 15 yıl sonra kapatılan bu kurum, "Darülfünun-i Osmani" adıyla 1900 yılında yeniden açılmıştır.Tıp, Hukuk, İlahiyat, Edebiyat, Matematik ve Fen Bilimleri Okullarından oluşan bu kuruma, sonraki yıllarda yabancı bilim adamlarıda katılmıştır. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Cumhuriyet'in ilanının hemen ardından başlatılan eğitim seferberliği ile yükseköğretim kurumlarının Anadolu'ya yayılmasındaki ilk adımlar atılmaya başlanmış ve Ankara'da 1925'te Hukuk Mektebi, 1926'da Gazi Eğitim Enstitüsü, 1930'da ise Ziraat Enstitüsü kurulmuştur.

Böylece, 1923 yılından 2004 yılına kadar geçen 81 yıllık Cumhuriyet döneminde:

- Yükseköğretim kurumu sayısı l'den 79'a,
- Öğrenci sayısı 2.914'den 1.942.995'e
- Yıllık mezun sayısı 32 l'den 288.819'a
- Öğretim elemanı sayısı 307'den 82.096'ya

yükselmiş olup, yaklaşık olarak öğrenci sayısında 667, yıllık mezun sayısında 900, öğretim elemanı sayısında ise 267 katlık artışların gerçekleştirildiği ve yükseköğretim kurumlarının İstanbul'dan Anadolu'nun en ücra köşelerine kadar yayılmasının sağlandığı görülmektedir.

Günümüzde devlet; toplumun refah seviyesinin arttırılması ve sosyal hayatın düzenlenmesi doğrultusunda değişik sektörlere doğrudan ve dolaylı destek vermektedir.Bu sektörlerden biri de eğitimdir.Eğitim; savunma, adalet, sağlık gibi bazı temel sektörler ile mukayese edilirse, sonuçlarının direk kontrol edilememesi, değişik kademelere sahip olması, her kademenin değişik sorunlar içermesi, ve toplumun büyük bir kısmını ilgilendirmesi gibi nedenler ile farklılık arz etmektedir.Dolayısıyla bu sektöre yapılacak uygulamalar, belli bir program dahilinde ve uzun vadeli olmak zorundadır.

1.1.2. Yüksek Öğretim Kurumlarında Büyüme ve Kurumlar Arasında İşlevsel Çeşitlilik

Gelişmekte olan ülkelerde ilk ve ortaöğretimdeki okullaşma oranlarının hızla yükselmesi, gelişmiş ülkelerde ise teknolojideki gelişmelerin yükseköğrenim görmüş olmayı ve yetişkinlerin sürekli eğitimini neredeyse zorunlu hale getirmesi, tüm ülkelerde yükseköğretime olan talebi önemli ölçüde artırmıştır.(www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Söz konusu yirmi yedi yıllık dönemde, tüm ülkelerdeki okullaşma oranlarında büyük artışlar meydana gelmiştir.Gelişmiş ülkelerdeki okullaşma oranı yaklaşık olarak bir kat artmıştır.

Bu gelişmeler, tüm ülkeleri birim maliyeti daha düşük yükseköğretim kurumlarına yöneltmiş ve bunun sonucunda da yükseköğretim kurumları arasında işlevsel çeşitlilik artmıştır.

Ülkemizdeki Açıköğretim Fakültesi'ne benzer bir kurumsal yapı içinde münhasıran bir diplomaya yönelik olarak uzaktan öğretim yapan kurumların, daha ziyade, gelir düzeyi nispeten düşük ve nüfusu genç olan ülkelerde yaygın olduğu görülmektedir.

1.1.3. Yüksek Öğretim Kurumlarında Mali Darboğaz

Seksenli yıllardan başlayarak, yükseköğretim öğrencisi başına kamu kaynaklarından yapılan harcama miktarlarında reel düşüşler meydana gelmiştir.Bunun başlıca nedenlerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Artan öğrenci sayıları,
- Hızla gelişen teknoloji konusunda öğrencilerin birim maliyeti daha yüksek alanlara kayması,
- Hızla gelişen teknolojinin daha pahalı ekipman kullanımını gerekli kılması,
- Kamu kaynaklarının toplumsal getirisi daha yüksek olan temel eğitim ve altyapı yatırımlarına kaydırılması,
- Devletçiliğin yerini serbest pazar ekonomisinin almaya başlaması.

Seksenli yıllarda bu etmenlerin sonucu olarak yükseköğretim öğrencisi başına kamu kaynaklarından yapılan harcamalardaki reel azalma, düşük gelir grubu ülkelerde % 12,3, alt orta gelir grubu ülkelerde % 9,1 ve üst orta gelir grubu ülkelerde ise % 4,6 olarak gerçekleşmiş, yüksek gelir grubu ülkelerde ise %0,9 artış meydana gelmiştir.Bu gelişmeler Dünya Bankası'nca yükseköğretimde kriz olarak nitelendirilmiştir. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Çeşitli coğrafi bölgelerde ve değişik gelişmişlik düzeyindeki ülke gruplarında 1995 yılında yükseköğretim öğrencisi başına kamu kaynaklarından yapılan ortalama harcama miktarları, gelişmiş ülkelerdeki harcamalar, gelişmekte olan ülkelerdeki harcamaların yaklaşık altı katıdır.Aynı yıl Türkiye'de yapılan harcama, sadece örgün öğretim göz önüne alındığında 1538 $ ile dünya ortalamasının yarısından, açıköğretim de dahil edildiğinde 755 $ ile dörtte birinden az olarak gerçekleşmiştir.

1.1.4. Yükseköğretimde Serbest Pazar Ekonomisi Yönelimleri

1980'li yıllarda Reagan ve Thatcher ile başlayan serbest pazar yönelimleri, 1990'lı yıllarda Birleşik Krallık ve ABD'nde kurumsal yapılar kazanmış ve bu ülkelerden tüm dünyaya yayılmıştır.Bu yönelimleri şu şekilde özetlemek mümkündür:

* Reel öğrenim ücreti uygulaması,
* Kaynakların çeşitlendirilmesi,
* Maliyet verimliliği ve işletmecilik,
* Akademik değerlendirme, kalite kontrolü ve akreditasyon,
* Özel yükseköğretim kurumlarının yaygınlaşması.

Yükseköğretim, artık tüm ülkelerde yarı kamusal bir hizmet olarak kabul edilmektedir.Çünkü, yükseköğretimin biri toplumsal, diğeri ise kişisel olmak üzere iki tür getirisi vardır.Bu getirilerin ekonomik ve sosyal boyutları Tablo 1.1'de özetlenmiştir.Siyasi otoritenin, yükseköğretimle ilgili alınacak kararlarda bu noktayı göz önüne alması son derece önemlidir. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Dünyadaki genel eğilim, birim maliyetin kişisel getirinin karşılığı olan kısmını reel öğrenim ücreti olarak vergi mükelleflerinden öğrencilere ve ailelerine kaydırmaktır.Ayrıca, beslenme ve barınma için yapılan sübvansiyonlar da azaltılmaktadır.

Yükseköğretimde serbest pazar ekonomisi çözümlerinin ikincisi özel yükseköğretim kurumlarının yaygınlaşmasıdır.Özel yükseköğretim kurumlarının ancak zengin ülkelerde yaygınlaşabileceği yolundaki görüş de tümüyle geçersizdir.Nitekim, bu tür kurumlar başta Romanya olmak üzere, eski Sovyet bloğu ülkelerinde de giderek yaygınlaşmaktadır.

Tablo 1.1 Yükseköğretimin getirileri

	Toplumsal	Kişisel
	• Vergi gelirlerindeki artış • Üretkenlikteki artış • Tüketimdeki artış • İşgücü esnekliğinin artışı • Devletten beklenen mali desteğin azalması	• Yüksek kazanç düzeyi • İş bulmada kolaylık • Yatırımda artış • Daha iyi çalışma koşulları • Kişisel/Mesleki hareketlilik
	• Suç oranındaki azalma • Bağış ve topluma hizmette artış • Vatandaşlık bilincinin gelişmesi • Sosyal kenetlenme • Teknolojiye uyum sağlama ve kullanma becerisinin gelişimi	• Daha sağlıklı ve uzun yaşam • Çocuklar için daha iyi yaşam koşulları • Müşteri olarak daha iyi karar verebilme • Kişisel statünün yükselmesi • Daha fazla hobi ve boş zaman aktiviteleri

Gelişmiş ülkelerdeki özel yükseköğretim kurumları, daha ziyade, kar amacı gütmeyen vakıflar tarafından kurulmuş, yüksek prestijli araştırma üniversiteleri niteliğine sahip kurumlardır.Buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerdeki özel yükseköğretim kurumları ise, daha ziyade, kar amacı güden, kısa süreli mesleki ve teknik eğitim kurumları niteliğindedir.Bu bakımdan, özel yükseköğretim kurumlarının yaygınlaşmasının arzu edilen sonuçları verebilmesi için, açık, şeffaf ve net standartlar ile nitel ve nicel performans göstergelerine dayalı akademik değerlendirme, kalite kontrol ve akreditasyon sistemlerinin kurulması zorunludur.Kamu kaynaklarından bu tür kurumlara yapılacak yardım ve katkıların bu tür standart ve göstergelere bağlanması kaçınılmazdır.

Devlet yükseköğretim kurumlarının karşı karşıya bulundukları sorunları çözme ve dar boğazları aşmada serbest pazar ekonomisi kurallarına göre davranabilmeleri için girişimci yaklaşımlarla kaynak çeşitlendirmesine yönelmeleri, neredeyse tüm ülkelerde yükseköğretim gündeminin ana konularından biridir. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Devlet yükseköğretim kurumlarının günümüzde kabul edilen gelir kalemleri ve bunların kaynakları Tablo 1.2'de gösterilmiştir.Ancak, bir devlet yükseköğretim kurumunun, bu tabloda gösterilen kaynakları değerlendirebilmesi için vazgeçilmez ön koşul, kurumun tabi olduğu bütçe sistemi ile idari ve mali mevzuatın o kuruma, serbest pazar ekonomisinin getirdiği rekabet ortamı içinde gereken biçimde hareket edebilme imkanlarını sağlamasıdır.

1.1.5. Yüksek Öğretimde Bütçe Sistemi, İdari ve Mali Mevzuat

Yükseköğretimin kaynakları ne kadar çeşitlendirilirse çeşitlendirilsin, özel yükseköğretim kurumlarının payı ne kadar artarsa artsın, yükseköğretimin finansmanı, doğrudan ve dolaylı yollarla büyük ölçüde kamu kaynaklarına dayanmaya devam edecektir.Dolayısıyla sorun, kamu kaynaklarının en etkin ve en verimli biçimde kullanılması ve kurumların tabi olduğu idari ve mali mevzuatın gereken esneklikleri sağlamasıdır. (www.yok.gov.tr, 2005 raporu)

Bu hususlar, özellikle devlet yükseköğretim kurumları bakımından son derece önemlidir.Dünyada halen uygulanmakta olan bütçe sistemlerini başlıca dört ana grupta toplamak mümkündür:

1. Bir önceki yıl yapılan ödenek tahsisi üzerinde pazarlık edilerek anlaşma yöntemi ile oluşturulan, çok sayıda fasıl ve kalemden oluşan bütçe,
2. Öğrenci sayısı gibi girdi göstergelerine göre hazırlanan bütçe,
3. Mezun sayısı, mezunların niteliği, yayımlanan bilimsel makale ve üretilen hizmetlerin niteliği gibi, çıktı göstergelerine göre hazırlanan bütçe,
4. Devlet katkısının doğrudan öğrencilere verilen voşerlerin kaydolunan kuruma ibraz edilmesi sureti ile öğrencilerin tercihlerine göre kaynak tahsisi *(voucher scheme).*

Tablo 1.2 Devlet yükseköğretim kurumlarının gelir kalemleri ve kaynakları.

Gelir Kalemleri	Kaynaklar				
	Devlet (Vergi Mükellefleri)	Öğrenciler Ebeveynler	Ticari Kuruluşlar	Mezunlar Hayırseverler	Uluslararası Kuruluşlar
Devletin Bütçe Vasıtasıyla Doğrudan Katkısı	√				
Öğrencilere Yapılan Katkılar					
• Burslar	√		√	√	√
• Sübvansiyonsuz Krediler		√	√		
• Sübvansiyonlu Krediler	√		√		
Mal ve Hizmet Üretimi					
• Sertifika Programları		√	√		
• Danışmanlık	√		√		√
• Araştırma-Geliştirme	√		√		√
• Mal Üretimi	√		√		
• Laboratuvar Testleri	√		√		
Kira ve Faiz Gelirleri			√	√	
Bağışlar			√	√	√

Yukarıda özetlenen bütçe sistemleri arasında en verimsiz olanı, ülkemizde halen uygulanmakta olan birinci sistemdir.Bu sistem, kamu kaynaklarının hem dağıtımında hem de kullanımında aşırı merkeziyetçi, bürokratik işlemleri çok yoğun, sınırlayıcı, çalışanları ve üniversite yöneticilerini motive etmeyen, yaratıcılığı engelleyen, üniversitelerdeki akademik ortamla bağdaşmayan bir yapıdadır.Bu olgu, üniversitelerimizdeki araştırma ve eğitim-öğretim faaliyetlerinde beklenen çağdaş uygulamaları, ne yazık ki olumsuz yönde etkilemektedir.

Düzenleyici devletten, değerlendirici devlete dönüşümü, Kıta Avrupası ülkeleri bakımından şu şekilde özetlemek mümkündür:

DÜZENLEYİCİ DEVLET DEĞERLENDİRİCİ DEVLET

SEVK VE İDARE

- Ayrıntılı kanun ve yönetmelikler.....Amaçlar ve hedefler
- Merkezde karar ....Kurumda kararlar
- Sembolik rector……...Güçlü rektör
- Sadece öğretim üyeleri.....……..…Tüm ilgililer ve paydaşlar

KAYNAK TAHSİSİ

- Ayrıntılı bütçe ..... Torba bütçe
- Fakültelere tahsis..... ....Kuruma tahsis
- Bir önceki yıla göre veya girdilere bağlı..... ....Girdi ve çıktılara bağlı

KURUMSAL YAPI

- Devlet Kurumu .....Devlet kurumlarının yanında özel kurumlar
- Rekabet yok..... Ülke ve dünya ölçeğinde rekabet
- Kaynakların çoğu kamusal.....Kaynak yaratmanın teşviki
- Öğrenim ücretsiz……..Reel öğrenim ücreti
- Bürokratik ve oligarşik……Girişimci ve toplum ve pazara duyarlı

Tüm bu gelişmeler göz önüne alındığında, devlet üniversitelerimizin gerek eğitim- öğretim, gerekse araştırma-geliştirme faaliyetleri bakımından çağın gerektirdiği evrensel kalite düzeyine ulaşabilmeleri ve bilimsel, teknolojik ve sosyoekonomik gelişmelere göre kendilerini sürekli olarak yenileyebilmeleri için yükseköğretimde sağlıklı bir rekabet ortamı oluşturulmasının şart ve artık kaçınılmaz olduğu açıkça görülmektedir.Böyle bir ortamın oluşturulması için gereken ön koşul ise, devlet üniversitelerimizin yurtdışındaki üniversitelerin ve vakıf üniversitelerimizin sahip olduğu idari ve mali yetkilere sahip olmalarıdır.

1.1.6. Yüksek Öğretimde Kalite, Verimlilik, Kurumsal ve Kişisel Olarak Topluma Karşı Sorumlu Kılınma

Tüm ülkelerde kaliteyi artırma yönündeki çabalar aşağıda sıralanan konular üzerinde odaklaşmaktadır:

- Etkili öğretim yöntemlerinin geliştirilmesi, çeşitli teşvik (performansa bağlı ek ödeme) ve müeyyidelerle (azalan sürekli iş garantisi) öğretim elemanlarının öğretici ve araştırıcı niteliklerinin yükseltilmesi,
- Kütüphane, laboratuvar, teçhizat, bilgisayar ve internet bağlantısı gibi öğretim, öğrenme ve araştırma altyapısının geliştirilmesi,

- Kaynakların ekonominin ihtiyaç duyduğu daha geçerli alanlara yöneltilmesi, bu amaca uygun müfredatları olan yeni eğitim programlarının geliştirilerek uygulamaya konulması,
- Öğretim programları ile araştırma faaliyetlerinin, kurumun misyonuna uygun bir biçimde, entellektüel derinliğinin ve disiplinlerarası genişliğinin artırılması,
- Nisbi olarak azalan kamu kaynakları ve artan rekabet karşısında, kurumun misyon ve amaçlarına uygun idari teşkilatı ile kaynak yönetiminin kurularak etkin bir biçimde işletilmesi.

Görüldüğü gibi, yüksek öğretim kurumlarının kalite, verimlilik gibi boyutlarının ölçülebilir olması ve bunların yönetim kademesi tarafından kaynakların etkin kullanımlarının belirlenebilmesi açısından, performans ölçümünün önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.