CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KAYNAKLARI SİSTEMLERİNİN ETKİNLİK VE PERFORMANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Özlem ŞANSLI

Anabilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı: HİDROLİK

MANİSA 2008

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KAYNAKLARI SİSTEMLERİNİN ETKİNLİK VE PERFORMANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Özlem ŞANSLI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15/08/2008

Tezin Savunulduğu Tarih : 03/09/2008

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet Ali YURDUSEV

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Erdoğan ÖZKAYA (C.B.Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Adem EREN (C.B.Ü.)

MANİSA 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
SEMBOL LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Kaynakları Yönetimi	1
1.2. Türkiye' de Su Yönetimi	3
1.3 Entegre Su Kaynakları Yönetimi	3
1.4 Performansa Dayalı Yönetim Sistemi	6
1.4.1 Performans Ve Performans Yönetimi Kavramı	6
1.4.2 Performans Yönetiminin Amaçları	6
1.4.3 Performans Neye Göre Belirlenir?	7
1.4.4 Performans Yönetim Sisteminin Aşamaları	7
1.5 Geçmiş Çalışmalar	8
1.6 Çalışmanın Kapsamı	9
2.KULLANILAN YÖNTEMLER	11
2.1. Regresyon Analizi	11
2.1.1 Regresyon Analizinde Kullanılan Testler	13
2.1.2 Regresyon ile Performans Ölçümü	14
2.2 Veri Zarflama Analizi	15
2.2.1.Giriş	15
2.2.2. Veri Zarflama Analizinin Tanımı	16
2.2.3 Veri Zarflama Analizi'nin Uygulanmasındaki Amaçlar	19
2.2.4 Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri	19
2.2.5. Veri Zarflama Analizi Modelinin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Adımlar	22
2.2.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Ve Zayıf Yönleri	27
3. UYGULAMA	29
3.1. İngiltere Su Yönetim Sistemi	29
3.2. Kullanılan Veriler	30

3.3. Regresyon ile Performans Analizleri 30
3.3.1 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Tekli Sıralamaları 33
3.3.2. Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin İkili Gruplar Halinde Sıralamaları 34
3.3.3 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Üçlü Gruplar Halinde Sıralamaları 35
3.3.4. Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Dörtlü Gruplar Halinde Sıralamaları 36
3.4. VZA ile Performans Analizleri 37
3.4.1. Şirketlerin işletme maliyetlerinin tekli sıralamaları 37
3.4.2 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin İkili Gruplar Halinde Sıralamaları 38
3.4.3 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Üçlü Gruplar Halinde Sıralamaları 41
3.4.4 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Dörtlü Gruplar Halinde Sıralamaları 44
3.5. Değerlendirme 50

4. SONUÇLAR 51

KAYNAKLAR 52

EK 1: İŞLETME MALİYETLERİ VE DEĞİŞKENLERİNE AİT VERİLER 54

ÖZGEÇMİŞ

SEMBOL LİSTESİ

df	: Serbestlik derecesi
m	: Girdi miktarı
MS_{reg}	: Regresyon karelerin ortalaması
MS_{resid}	: Kalan karelerin ortalaması
n	: Karar verme birimi sayısı
R^2	: Belirlilik Katsayısı
s	: Çıktı miktarı
s_{a0}	: a_0 katsayısının standart sapması
S_i^-	: Girdiye ait atıl değer
S_r^+	: Çıktıya ait atıl değer
X	: Bağımsız Değişken
X_{ij}	: j karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarı
Y	: Bağımlı Değişken
Y_{rj}	: j karar birimi tarafından kullanılan r çıktı miktarı
ν	: Girdiye verilen ağırlık değeri
μ	: Çıktıya verilen ağırlık değeri
λ	: Dual değişken

ŞEKİL LİSTESİ **Sayfa No**

Şekil 2.1 VZA Modelleri 18

ÇİZELGE LİSTESİ **Sayfa No**

Çizelge 3.1	İşletme maliyetleri ve bunlara ait değişkenler	30
Çizelge 3.2	Dağıtım İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri	31
Çizelge 3.3	Kaynaklar Ve Arıtma İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri	31
Çizelge 3.4	Enerji İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri	32
Çizelge 3.5	Servis İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri	32
Çizelge 3.6	Şirketlerin işletme maliyetlerine göre regresyon analizi ile sıralamaları	33
Çizelge 3.7	Şirketlerin işletme maliyetlerinin ikili gruplar halinde regresyon analizine göre sıralamaları	34
Çizelge 3.8	Şirketlerin işletme maliyetlerinin üçlü gruplar halinde regresyon analizine göre sıralamaları	35
Çizelge 3.9	Şirketlerin işletme maliyetlerinin toplamının regresyon analizine göre sıralamaları	36
Çizelge 3.10	Şirketlerin işletme maliyetlerinin veri zarflama analizine göre sıralamaları	38
Çizelge 3.11	Şirketlerin işletme maliyetlerinin ikili gruplar halinde veri zarflama analizine göre sıralamaları	41
Çizelge 3.12	Şirketlerin işletme maliyetlerinin üçlü gruplar halinde veri zarflama analizine göre sıralamaları	43
Çizelge 3.13	Şirketlerin Veri Zarflama Analizine Göre Dörtlü Sıralamaları	45
Çizelge 3.14	Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan tekli sıralamaların karşılaştırılması	46
Çizelge 3.15	Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan ikili sıralamaların karşılaştırılması	47
Çizelge 3.16	Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan üçlü sıralamaların karşılaştırılması	48
Çizelge 3.17	Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan sıralamaların ve Ofwat sıralaması ile karşılaştırılması	49
Çizelge 3.18	Regresyon analizi ve veri zarflama analizi sonuçlarına göre sıralamadaki ilk ve son üç şirketin karşılaştırılması	50
Çizelge E.1	Dağıtım işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri	54
Çizelge E.2	Kaynaklar ve arıtma işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri	55
Çizelge E.3	Enerji işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri	56
Çizelge E.4	Servis işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri	57
Çizelge E.5	Şirketlere ait kış nüfusu verileri	58

KISALTMALAR LİSTESİ

BCC : Banker- Charnes-Cooper
CCR : Charnes, Cooper, Rhodes
CRS : Constant Returns to Scale (Ölçeğe göre sabit getiri)
DEA : Data Envelopment Analysis
DSİ : Devlet Su İşleri
EİEİ : Elektrik İşleri Etüd İdaresi
GAP : Güneydoğu Anadolu Projesi
KHGM : Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KVB : Karar Verme Birimi
OFWAT : Office of Water Services (İngiltere su endüstrisi üst kurulu)
TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
VRS : Variable Returns to Scale (Ölçeğe göre değişken getiri)
VZA : Veri Zarflama Analizi

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında verdiği bilimsel destek ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Mehmet Ali YURDUSEV' e

Çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Araş.Gör.Barış YILMAZ' a

Eğitimim boyunca benden maddi ve manevi her türlü desteklerini esirgemeyen ablam, eniştem ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Günümüzde gerek küresel ısınma gerekse suyun bilinçsizce kullanılması sonucu ortaya çıkan su kaynaklarındaki azalma su kaynakları yönetimini önemli bir konuma getirmiştir. Su kaynakları yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için bütün kurumların bu amaca yönelik bir organizasyon kurması ve bu organizasyonun doğru işleyip işlemediğini gözlenmesi gerekmektedir. Bu da performansa dayalı bir yönetim sisteminin kurulması ile mümkündür. Her kurum kendi içinde yapacağı performans denetimi ile kaynaklarını ne derecede etkin kullandığını ölçebileceği gibi; bu performans analizi benzer kurumlar arasında da uygulanmalıdır.

Benzer kurumlar arasında benzer ölçütler kullanılarak performans ölçme konusunda birçok teknik geliştirilmiştir. Bu çalışmada bu tekniklerden iki tanesi ele alınmıştır. Bunlar regresyon analizi ve veri zarflama analizi'dir. Şüphesiz ki bu metotların uygulanabilmesi için kurumlarda düzenli bir veri toplama ve depolama sisteminin kurulması gerekmektedir. Öncelikle Türkiye'deki Büyükşehir Belediyeleri Su ve Kanalizasyon İdareleri'nde uygulanması düşünülen bu çalışma toplanmak istenen verilerin yetersiz ve düzensiz olması sebebiyle İngiltere'deki su şirketleri üzerinde uygulanmıştır.

ABSTRACT

Water Resources Management is becoming more important nowadays as we are facing a lack of water because of global warming and also inefficient usage of water supplies. To achieve an efficient water resources management, all associated institutions should be organized for this focus. They should observe if these organizations are functioning correctly, and should build a management system based on performance. By this way, each institution could measure the efficiency of their resource usage, and they could also apply the same performance analysis among similar institutions.

A lot of techniques have been developed to measure performance among similar institutions by using similar measurement methods. In this study, two of them, regression analysis and data enveleopment analysis are considered. There is no doubt that the application of these methods needs a well organized data collection and storage system. The methods considered are applied to the water companies in England.

1. GİRİŞ

Su; hayatın kaynağı ve yaşamın vazgeçilemez bir unsurudur. İnsanlar, var oluşundan beri toplu halde yaşama geleneğine sahip olmuşlar ve yüzyıllar boyunca giderek artış gösteren kentleşme süreci sonucunda insanların en temel ihtiyaçları olan içme suyunun sağlıklı olarak temini de yaşamsal önem kazanmıştır [1]. 21.yüzyılın başından beri yerküremiz önemli bir su krizi ile karşı karşıyadır. Teknolojik ilerleme, endüstriyel gelişme ve dünya nüfusundaki artış, su talebini de artırmış ve buna paralel olarak su kaynaklarında artan kirlilik sorunu suyun daha etkin bir şekilde kullanılmasını ve yönetilmesini zorunlu kılmıştır. Türkiye' de hızlı nüfus artışı, köyden kente göçle birlikte çarpık kentleşme ve sanayileşme, su ve atık su yönetimini önemli bir sorun haline getirmiştir [2]. Bu açıdan bakıldığında içme suyu ihtiyacının tahmini su kaynakları yönetiminin ilk adımını oluşturacaktır. Türkiye' de ve Dünya genelinde su mülkiyeti ve yönetimi kamuya aittir. Su yönetimi, su kaynaklarının mülkiyet işletmeciliği ve su hakları temelinde şekillenmektedir.

Son yıllarda geliştirilen sürdürülebilir kalkınma politikaları ile su hakları kullanımında yetkilerin yerelleştirilmesi, su mülkiyeti ve yönetiminin özelleştirilmesi, arz odaklı yönetim yerine talep odaklı yönetim uygulanması hedeflenmektedir [2].

1.1. Su Kaynakları Yönetimi

Suyu teknik olarak kaynaktan kullanıcıya ulaştırma işlemi ile sınırlı bir tanımı olan " su yönetimi " kavramı, son yıllarda bu tanıma ek olarak örgütlenme ve mali yapının yönetimini içerecek bir şekilde genişletilmiştir. Dünya genelinde su yönetimi, teknik – mali – yönetsel işler bütünü olarak Birleşmiş Milletler OECD ve Dünya Bankası tarafından geliştirilen politikalar doğrultusunda yönlendirilmektedir [2].

Birleşmiş Milletler, gelişme ve kalkınma hedeflerinin ve bu hedefler doğrultusunda yapılacak tercihlerin su kaynaklarının durumuna bağlı olarak belirlenmesini önermekte, su ve diğer doğal kaynakları bu kaynakların bağımlı değişkeni olarak kurgulayan " kalkınma iktisadı " dönemini kapatmış bulunmaktadır. Suyu toplumsal değil, ekonomik mal olarak tanımlamakta ve fiyatlandırmayı temel ilke olarak benimsemektedir.

26–31 Ocak 1992 tarihlerinde Dublin' de Uluslararası Su ve Çevre Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferans su konusunda belli sektörel ihtiyaçlara yönelik yaklaşımın aksine, insan ve çevrenin kullanım ve ihtiyaçlarının bütünlük içinde ele alındığı entegre bir bakıştan söz etmektedir. Su yönetimi, etkilenenlerin temsil edilebilmesi ve sektör taleplerinin entegre edilmesi

için, uygun olan en alt düzeye devredilmelidir. Bu düzey mevcut birimler, kurumlar ve mekanizmalar olabileceği gibi, nehir havzaları temelinde kurulacak özel idareler de olabilir. Bu yapının fiyat ve pazar mekanizmalarına daha çok dayanması, buna karşın geleneksel emir komuta yaklaşımlarından daha uzak olması uygun görülmektedir.

3-4 Haziran 1992 tarihinde Rio de Janerio' da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı yapılmıştır. Gündem 21' in 18. bölümü " tatlı su kaynakları temini ve kalitesinin korunması ve su kaynaklarının geliştirilmesi, yönetimi ve kullanımında entegre yaklaşımların uygulanması" na ; 21. bölümü de " katı atıkların atık su ile ilgili sorunların çevresel açıdan sağlıklı yönetimi" ne ayrılmıştır.Burada önerilen Birleşik Su Kaynakları Yönetimi, suyun ekosistemin ayrılmaz bir parçası, doğal bir kaynak ve hem sosyal hem de ekonomik bir mal olarak algılanmasına dayanmaktadır. Birleşik su kaynakları yönetiminin, su toplama havzası veya alt-havza seviyesinde yürütülmesi önerilmektedir [2].

OECD, su kaynakları yönetimi, her tür (içme, sanayi, sulama, rekreasyon) kullanma suyu ve su kaynaklarının (yerüstü ve yer altı suları) nitelik ve nicelik yönetimini kapsayan etkinlik olarak tanımlamaktadır. OECD, yeterli kalite ve miktarda suyun bugün ve gelecekte sunumunun sürdürülebilmesi için, üçüncü yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini düşünmektedir. Suyun, fiyatlandırılması gereken ekonomik değer olan bir meta olarak görülmesini istemektedir [2].

Dünya Bankası' na göre kurumsal zayıflıklar, pazar başarısızlıkları, tahrif edilmiş politikalar ve yanlış yönlendirilmiş yatırımlar sonunda, dünya genelinde hükümetler su kaynaklarının yanlış dağıtılmasına, ziyan edilmesine neden olmuşlardır. Dünya Bankası, sorunların kaynağında kamu örgütlenmesini görmektedir. Su kaynakları yaklaşımı için önerdiği yaklaşımlar, Dublin Beyanı, Rio yaklaşımı Gündem 21 ve OECD yaklaşımı ile uyumludur.

1996 yılında hükümetler, sektördeki çokuluslu şirketler ve uluslararası örgütler (Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası gibi) bir araya gelerek, " Dünya Su Konseyi " ni kurmuşlardır. Konseyin gündemi Gündem 21' in 18. maddesi kapsamında sektör için rotası belirlenen politikaların uygulanmasını güvence altına almaktır.
1997 Marakeş ve 2000 Lahey Dünya su forumlarından ortaya çıkan önümüzdeki yüzyıl için bir dünya su görüşüdür. Su kaynaktan çeşmeye, kanalizasyondan arıtmaya ve deşarja kadar, çok uluslu şirketlerin ve çok aktörlü bir dünya su yönetiminin kontrolü altında ve ticarileştirilmiş bir anlayış çerçevesinde temin edilecektir [2].

1.2. Türkiye' de Su Yönetimi

Türkiye' nin yıllık kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyeli 107 km^3 tür. Tüketilebilecek yıllık yerüstü su miktarı 95 km^3, yıllık çekilebilir yeraltı suyu miktarı 12 km^3 düzeyindedir. Yerüstü sularının tüketimi 29,5 km^3 olarak hesaplanırken, yeraltı sularının yıllık tüketimi 6,0 km^3 olarak hesaplanmıştır. Türkiye, kullanılabilir yerüstü sularının % 30 ' unu kullanırken, yeraltı sularının yarısını kullanmaktadır.

Bu su varlığı ve yönetimi, tümüyle kamu mülkiyetinde bulunmaktadır. Yeraltı sularının yönetimi özel bir yasa ile düzenlenmiş, yetki Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü' nün (DSİ) tekeline verilmiştir. Gerçek ve tüzel kişilerin yer altı suyunu çeşitli kullanım amaçları için kuyu açarak kullanmaları dahil olmak üzere (yeraltı suyunun işletilmesine ilişkin) tüm yetkiler bu kuruluşa aittir. Buna karşın yerüstü suları için özel bir yasa çıkarılamamış ve bu suların yönetiminde yetkiler farklı kuruluşlara dağıtılmıştır. Yerüstü suları içme ve kullanma, tarımsal sulama, sanayi, ulaşım, enerji üretimi ve su ürünleri yetiştiriciliği için çok amaçlı kullanılmakta ve buna koşut olarak bu sular üzerinde DSİ, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM), İller Bankası, Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ) gibi kamu kuruluşlarının yanı sıra birçok diğer gerçek ve tüzel kişiler de çalışmalar yapabilmektedirler. Buna karşın yerüstü sularının yönetiminde de en genel ve kapsamlı yetkilere sahip olan kuruluş DSİ' dir [2].

İçme ve sulama suyu konusunda, ulusal düzeyde örgütlenmiş iki kuruluş vardır: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve İller Bankası. İller Bankası, ulusal suların yönetimi konusunda herhangi bir bağımsız yetkiye sahip olmamakla DSİ ve KHGM' den farklılık sergiler. DSİ Genel Müdürlüğü, 1953 tarihli ve 6200 sayılı yasa ile Bayındırlık Bakanlığı' na bağlı olarak kurulmuş, tüzel kişiliği olan bir kamu kuruluşudur. Bunlara ek olarak Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü vardı. Bu kurum 13 Ocak 2005 tarihinde lağvedilmiş ve taşra teşkilatı il özel idarelerine devredilmiştir.

Buraya kadar anlatılanlardan görülebileceği üzere Türkiye'de su kaynaklarımızın yönetimi konusunda bir dağınıklığın varlığından söz edilebilir. halbuki etkin bir su kaynakları yönetimi hem kullanıcıların hem de kaynakların beraberce düşünüldüğü entegre bir şekilde olması kaçınılmazdır.

1.3 Entegre Su Kaynakları Yönetimi

Günümüzde su kaynaklarının yönetimi giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Bu olgunun temelinde, karşılaşılan sorunların kapsam ve boyut açısından çeşitlenmesi yatmaktadır. Yönetim kapsamı ele alınacak olursa, geçmişte nerede, ne kadar su bulunduğu sorusuna cevap

aranırken, günümüzde suyun miktarı ve su kalitesinin de ele alınması, bu iki unsura etki eden tüm faktörlerin birlikte değerlendirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle, su kaynakları geniş kapsamda "çevre" olgusu içinde ele alınmaktadır. Çevrenin de su, hava, toprak gibi doğal kaynaklar açısından bir bütün oluşturması; dolayısıyla bir kaynağa yapılan müdahalenin diğerlerini etkilemesi nedeniyle, su kaynakları yönetiminin de çevre bütünü içinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede su kaynakları yönetimi açısından günümüzde gelişen yaklaşım, kaynak yönetiminin havza bazında ve diğer doğal kaynaklarla "entegre" biçimde gerçekleştirilmesidir. Entegre havza yönetiminin temel amacı, havzanın sadece su miktarı değil, tüm yönleri ve kaynakları ile tanınması ve böylelikle daha tutarlı yönetim kararlarının verilmesidir. [3]

Özetlenecek olursa, su kaynaklarının entegre yönetimini gerektiren üç temel neden mevcuttur:
a) Çevrenin tüm doğal kaynaklarıyla bir bütün oluşturması;
b) Her türlü gelişim planlarının "sürdürülebilir kalkınma" felsefesi içinde gerçekleştirilme zorunluluğu;
c) Küresel ısınmanın etkileri.

Her yönetim mekanizmasında, problem çözümü, karar verme, kaynakların yönlendirilmesi gibi aşamalar mevcuttur. Burada ilgili her kesimin amaç, beklenti ve görüşlerinin dengelenmesi, yönetimi, "entegre yönetim" şekline sokar. Karşıt durumda, merkezi bir otorite, farklı beklenti ve görüşleri koordine etmeden yönetim kararlarını verir.

Cobourn (1999), entegre su yönetiminde kuruluşlar ve organizasyonlar arası koordinasyona dikkat çekmekte ve entegre yönetim için standart bir model veya kurallar olmamasına karşın, hemen her ülkenin bu yaklaşımı denediğini belirtmektedir. Cobourn (1999) entegre havza yönetiminin özelliklerini şöyle tanımlamıştır :

a) Entegre havza yönetimi bütünleyici nitelikte bir sistem yaklaşımıdır. Çok çeşitli konu ve problem ile bunların ilişkilerini dikkate alır;
b) Suyun miktarı ile birlikte kalitesini de dikkate alır, sadece su temini ve taşkın kontrolü gibi problemlerle ilgilenmez;
c) Disiplinler arası bir yaklaşımdır; toplumun her kesimi ile birlikte tüm ekosisteme hitabeder;
d) Uzun vadeli sürdürülebilirliği hedefler; mevcut ve gelecekteki problemleri, çözümleri ve sonuçları dikkate alır;
e) Devletin tüm kademe ve kuruluşları arasında koordinasyon gerektirir;
f) Su kaynaklarının kullanımı açısından planlama ölçeği son derece geniştir; ancak su kalitesinin en etkin biçimde yönetimi alt havzalarda gerçekleştirilebilir;

g) Yönetim süreci yaşayan bir olay olup, sürekli iyileştirme ve gelişime yer verir;
h) Sosyal boyutu son derece önemli olup çoğunlukla toplumun, sorumlulukları konusunda eğitilmesini gerektirir;
i) Entegre havza yönetimi için, tüm toplumun katılımıyla uzun vadeli hedeflerin geliştirilmesi gerekir.[4]

Yukarıdaki bölümlerde ifade edildiği gibi, entegre havza yönetimi yaklaşımı günümüzdeki koşullar altında kaçınılmaz hale gelmiştir.

Ülkemizde ise GAP planlaması, geçmişten bugüne giderek entegre havza yönetimi şekline dönüşen başarılı uygulamalardan biridir.

Bundan sonra yapılması gereken GAP'taki makro yaklaşımın diğer havzalar için de belli yönleriyle uygulamaya konmasıdır. Ancak bu uygulamalara geçerken aşağıdaki hususlar bir kez daha vurgulanmalıdır:

a) Entegre yönetimde sorumluluk paylaşımı esastır. İdari, mali ve teknik sorumluluğa sahip kurumların çok olması halinde, bu paylaşımın nasıl gerçekleştirileceği konusunda koordinasyon sağlanmalıdır;
b) Entegre su yönetimi kavramı ile su kalitesi yönetimi kavramları birbiriyle karıştırılmamalıdır; su kalitesi yönetimi, entegre havza yönetiminin sadece bir alt bölümüdür;
c) Entegre yönetimin zorlukları çoktur; bunların bazıları politik niteliktedir. Bazı durumlarda problemlerin boyut ve sınırı tanımlanamaz. Toplumun çeşitli kesimleri arasında veya ilgili kuruluşlar arasında koordinasyon eksikliği, hatta koordinasyona yanaşmama eğilimi en önemli sorunlardan biridir. Böyle bir durumda, entegre yönetim gereksiz bile görülebilir;
d) (c) şıkkındaki sorunlar nedeniyle, öncelikle entegre yönetimin gerekli olup olmadığı sorusuna cevap verilmelidir. Eğer gerekli görülüyorsa, yönetimin, su ile ilgili her kesimi içeren ortakları ve bunların sorumlulukları belirlenmelidir;
e) Toplumun entegre yönetim konusunda eğitilmesi, bilinçlendirilmesi ve bilgilendirilmesi gereklidir. Günümüzde entegre yönetim son derece popüler bir kavram olmasına rağmen, uygulamada yukarıda belirtilen zorluklar göz ardı edilmemelidir. [3]

Su kaynakları yönetiminin entegre bir şekilde yapılması bu amaca yönelik kurumsal altyapıların sağlanmasına bağlıdır. Uygun kurumsal yapılar uygulayıcılar ve denetleyiciler olarak çok çeşitli şekillerde örgütlenebilirler. Organizasyon yapısı ne olursa olsun bütün yapıların etkin çalışması

onların performanslarının sürekli ölçüldüğü ve kontrol edildiği bir ortamda sağlanabilir. Bu amaçla bu yapıların performansa dayalı bir anlayışla yönetilmesi gerekmektedir.

1.4 Performansa Dayalı Yönetim Sistemi

1.4.1 Performans Ve Performans Yönetimi Kavramı

Performans; en basit tanımıyla verimliliğin ölçülmesi, kendi içinde çeşitli ölçüm seviyeleri olan genel bir başarının tanımlanmasıdır. Performans yönetimi ise kurumun ya da firmanın kendisine özgü belirlediği performans kriterlerine göre geliştirme ve iyileştirme sürecidir.

Performansa dayalı yönetim sisteminde amaç; mevcut durumu tespit ederek ulaşması gereken noktaya varmak için yapılması gerekenleri ortaya koymak ve uygulanmasını desteklemektir.

Performans yönetimi; herhangi bir etkinlik sonucunda ortaya çıkan sonucun nicel veya nitel olarak belirlenmesidir. Bir işletmenin performansı belirli bir zaman sonucunda oluşan sonuca göre işletmenin amacını veya hedefini yerine getirilme derecesini gösterir. Diğer bir deyişle performans yönetimi, performansı yönetmek ve tüm birimlerde yüksek karlılığa ulaşmak için **sürdürülebilir gelişimi** yönetme aracıdır.

Performans Sistemi tüm kurumlar için geçerli olan ortak bir uygulamaya sahip kuralları içinde barındıran bir sistem değildir. Her kurum Performans Sistemini kendisine iyi bir şekilde uyarlayarak sistemden verim alabilir. Performans Sisteminin oluşturulması için kurumdaki mevcut yapı iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Genel olarak kurumların örgütsel buzdağı yapısında iki yapı karşımıza çıkmaktadır: Formel ve informel yapı. Formel yapıda amaçlar, teknoloji, yapı, politikalar ve üretim yer alırken; informel yapıda tutum, duygu, değer ve grup normlarının yer aldığı gözlenemeyen unsurlar yer almaktadır.

Performans Sistemi`nin kurulması için performans ölçütlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Performans ölçütleri, kurumun hedeflerine ve amaçlarına ulaşmada sağlanan gelişme düzeyini ölçmeye yarayan ölçütlerdir. [5]

1.4.2 Performans Yönetiminin Amaçları

Performans Yönetiminin temel amacı, kurum ve kuruluşların hedeflerine ulaşmalarını sağlamak ve verimliliği arttırmaktır.

Performans yönetimi kesinlikle bir amaç değil araçtır. Önemli olan performans değerlendirme sürecini bir araç olarak kabul edip bu süreçte elde edilen verileri en sağlıklı amaca yönelik olarak kullanabilmektir.

Etkin performans yönetim sistemi geliştirmek için yapılması gerekenleri söyle sıralanabilir:
- Sonuca yönelik düşünülerek başlanmalı:
- Süreç ve hedefler şeffaf olmalı:
- Performans Yönetim Sistemi Teşvik Yöntemlerinde ve uygulamasında açık olunmalı:
- Sürekli iyileştirilmeli:
- Tasarım ve uygulama konusundaki riskler belirlenmeli:
- Gerçek motive edici etkenleri büyük resmin bir parçası olarak düşünülmeli. [5]

1.4.3 Performans Neye Göre Belirlenir?

Bir işte ilk yapılacak, ortaya çıkacak sonuçlar ilk performansı gösterir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar örnek teşkil eder. Performans ölçme kurum içinde yapılırsa “kurumsal performans”, çalışanlara yönelik yapılırsa “personel performans” değerlendirilmesi amacını taşır.

Dünyanın kuruluşundan bu yana her şeyin bir ederinin ve bedelinin olduğu düşünüldüğünde eder ve bedel ilişkisini kuran unsurun ölçme olduğu bilinmektedir.

Performans yönetim sistemi, organizasyon içinde sürekli verimliliği sağlayan vazgeçilmez bir süreçtir. Her düzeydeki çalışan ve yönetici bu sistemin bir parçası olarak kabul edilir. [5]

1.4.4 Performans Yönetim Sisteminin Aşamaları

Performans Yönetim Sisteminin kurulması belirli aşamalar dahilinde gerçekleştirilir. Kurumun genel yapı şeması çıkartılarak, kurumun hedefi, işleyiş yapısı ile ilgili bilgilerin yer aldığı bir yapı tanımı oluşturulur. Yapı tanımının oluşturulmasının akabinde; iş tanımlarının belirgin bir şekilde çerçevesinin çizilmesine olanak sağlayan iş analizi gerçekleştirilir.

Yapı tanımı ve iş analizi ile organizasyon yapısı net bir biçimde ortaya konularak, iş tanımlarında meydana gelen değişikliklerin de değerlendirmeye alındığı **reorganizasyon** yapısı oluşturulur. En son basamak olarak sistemin düzgün bir şekilde islemesi için gerekli eğitimler ile birlikte hedefler yeniden tanımlanır.

Hedef Belirleme : Şirket hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik kişisel iş sonuçları yeterliliklerle ilgili hedeflerin belirlenmesi.
Yönlendirme / Geri bildirim : Hedeflere yönelik ilerlemelerin kaydedilmesi ve gelişmesi gereken yönlerin belirlenmesi.
Değerlendirme : Kişisel iş sonuçlarının ve yeterliliklerin değerlendirilmesi.
Gelişim Planlama : Gelişmesi gereken yönlerin ve eğitim ihtiyaçlarının belirlenerek gelişim planlarının hazırlanmasıdır.

Performans değerlendirme aşamasında, çağdaş denetim anlayışı gereğince su üç açıdan denetim yapılmalıdır.

- Performans sonuçlarının olumsuz çıkmasını önleyici denetim;
- Olumlu performans sonuçlarına ulaşmayı özendiren denetim;
- Olumsuz performans sonuçlarını düzeltici, rehber denetimdir.

Performans geliştirme aşaması, performans yönetimine en bilimsel açıdan bakılabilecek bir aşamadır**.** Zira, araştırma ve geliştirme, bilimsel tekniklere ve araçlara göre yapılmalıdır. Konuyla ilgili bilimsel gelişmelerden haberdar olunmalıdır. [5]

1.5 Geçmiş Çalışmalar

1996-2000 yılları arasında Brezilya'daki su ve kanalizasyon hizmeti sağlayan şirketlerde etkinlik ve düzenleme konusunda yapılan deneysel çalışmada [6] Veri Zarflama Analizi ile elde edilen göreli etkinlik skorları bazı şirketlerin belirgin bir şekilde optimal performans altında olduğunu göstermiştir. Çalışmada mevcut 27 adet şirketten 20 tanesi kullanılmıştır. VZA'da kullanılan girdiler: işçi masrafları, işletme masrafları ve diğer işletme masraflarıdır.İşletme masrafları ; su ve atıksu arıtması için kullanılan katkı maddeleri, enerji maliyetleri ve taşeron işçilik maliyetlerinden oluşmaktadır.Diğer işletme maliyetleri ise faiz geri ödemeleri ve amortismandır. Kullanılan çıktılar ise üretilen su miktarı, arıtılan su miktarı, su verilen nüfus ve atığı arıtılan nüfustur.

İngiltere ve Galler Bölgesindeki su şirketlerinin 1994 yılındaki su dağıtım maliyetleri açısından fiyatlandırmalarını araştırmak amacıyla yapılan bir diğer çalışmada ise şirketlerin OFWAT tarafından yapılan ekonometrik yöntemle kıyaslaması ve Veri Zarflama Analizi ile yapılan kıyaslaması ele alınmıştır. [7] Çalışmada girdi olarak sadece işletme maliyetleri, çıktı olarak ise bağlantı borusu sayısı, isale hattı uzunluğu, dağıtılan su miktarı, dağıtılan su için ölçülen değer, kalan su miktarı ve patlaklar kullanılmıştır.

Japonya'daki Kanto ve Kanagawa bölgesindeki su şirketlerinin etkinsizliğinin, Veri Zarflama Analizinin gelişmiş bir ölçüm yöntemi olan Dağılımı Ayarlanmış Ölçümle (RAM-Range-adjusted Measure) değerlendirilmesinde; Kanto bölgesinde 19, Kanagawa bölgeisnde ise 108 şirket üzerinde çalışılmıştır.[8] Çalışmada kullanılan girdiler çalışan sayısı, amortisman dışındaki işletme masrafları, teçhisat ağı, nüfus ve isale hattı uzunluğudur. Çıktılar ise faturalandırılan su ve işletme geliridir.

Düzenleyici şirketlerin karşılaştırmalı etkinlik .çalışmalarında çokça kullandığı iki yöntem olan Veri Zarflama Analizi ve Regresyon Analizi'nin önemli farklarının tanımlandığı ve tartışıldığı çalışmada İngiltere ve Galler Bölgesi'ndeki su şirketlerinin güncel verileri kullanılmıştır. [9]

Veri Zarflama analizi açısından sıralama metodları üzerine yapılan çalışmada [10] altı adet sıralama tekniği üzerinde durulmuştur. Bunlar; karşılıklı etkinlik matrisi, superefficiency metodu, kıyaslama (benchmarking), çok değişkenli istatistik teknikleri, etkinsizliğe göre sıralama ve VZA'ya uygun karar vericilerin ve çok kısıtlı karar metotlarının bir araya getirilmesiyle bir yaklaşımdır. Bu çalışmada; her bir yöntem kendi özel alanında kullanışlı olmasına rağmen, bu yöntemlerden hiçbirinin sıralama sorusuna tam bir çözüm getiremediği görülmüştür.
Türkiye'deki Hava Alanlarının Veri Zarflama Analizi İle Altyapı Performansının Değerlendirilmesi [11] çalışmasında ülkemizdeki sivil hava taşımacılığı hizmeti verilen, 32 hava alanı Veri Zarflama Analizi (VZA) ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Havaalanları için bulunan altyapı verilerinden, havaalanı altyapı kapasite kullanımını en iyi yansıtabilecek değişkenler seçilerek, VZA modelinde kullanılmıştır. VZA modelinde çıktı maksimizasyonu bakımından etkinlik sonuçları elde edilmiştir. Bu modellerin çözümleri DEAP (A Data Envelopment Analysis (Computer) Program) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Hava alanlarının birbirlerine göre rölatif performansları dikkate alınarak, verimlilik dereceleri belirlenmiştir.

Veri Zarflama Analizi İle TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması'nda [12], Türkiye'de hizmet veren, TCDD'ye bağlı 7 limanın etkinliklerini belirlemek için Veri Zarflama Analizi (VZA) uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, her bir limanın etkinlik değeri ve etkin olmayan limanlar için tavsiye edilen potansiyel iyileştirmeler verilmiştir.

1.6 Çalışmanın Kapsamı

Yukarıda sözü edildiği üzere entegre su kaynakları yönetimini gerçekleştirmede önemli bir unsur olan su idare yada organizasyonlarının performansa dayalı bir yönetim sistemine sahip olmaları ve performanslarının ölçülmesi denetlenmesi ve de kıyaslanabilir olması gerekmektedir. Bu yapıların performanslarının farklı ölçütler kullanılarak kıyaslanabileceği açıktır. Bu çalışmada, su

idarelerinin işletme giderlerinin onların performanslarını ölçmede kullanılması tanıtılmıştır. Bu amaçla, performans ölçümü için kullanılabilecek kavramsal yöntemler tanıtıldıktan sonra İngiltere örneğinde bu yöntemlerin uygulaması verilmiştir. İngiltere örneğinin seçilmesi, uygulama için uygun verilerin bulunabilmesidir. Benzer bir uygulamanın ülkemizde nispeten daha organize olan Büyükşehir Belediyeleri su idareleri için yapılması düşünülmüş hatta bu konuda gerekli ön çalışmalar yapılmış ne yazık ki yeterli veri sağlanamaması sebebiyle vazgeçilmiştir. Her şeye rağmen sunulan çalışmanın ülkemizde de benzer çalışmalara örnek olması beklenmektedir.

2.KULLANILAN YÖNTEMLER

Bir piyasada faaliyet gösteren belli sayıda organizasyon için performans yada verimlilik ölçümü yada hesaplaması yapabilmek için basit girdi-çıktı oranlamasından daha karmaşık optimizasyon tekniklerine dayanan tekniklere kadar bir dizi yöntem kullanılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan başlıca iki teknik olan Regresyon analizi ve Veri Zarflama analizi detaylı olarak tanıtılacaktır.

2.1. Regresyon Analizi

Doğa bilimlerinde ve birçok mühendislik problemlerinde, iki ya da daha fazla sayıda rastgele degişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerler, istatistik bakımdan birbiriyle bağımlı olup çoğu kez aralarında bir ilişki söz konusudur. İki değişken arasında ilişki bulunması, bunlardan birinin diğerinden etkilenmesi, ya da her iki değişkenin başka değişkenlerden birlikte etkilenmelerinden kaynaklanır. Örneğin bir akarsu havzasındaki akış havzaya düşen yağışın yüzey akışa geçmesiyle oluşur. İki komsu havza akışları arasındaki ilişki ise, o bölgeye düşen yağışlardan her iki havzanın etkilenmesi sonucu oluşur.

Ancak söz konusu ilişkiler deterministik (fonksiyonel) nitelikte değildir. Yani değişkenlerden biri belli bir deger aldıgında digerinin her zaman aynı degeri alacagı söylenemez. Bir başka ifade ile, göz önüne alınan bağıntıdaki bağımsız değişkenin değeri bilindiğinde, bağımlı değişkenin alacağı değer kesin olarak bilinemez. Bağımlı değişkendeki değişimin ancak bir kısmı göz önüne alınan bağıntıdaki bağımsız değişken ile açıklanabilir. Geriye kalan kısmı ise bilinmeyen değişkenlerin etkilerinden ve ölçüm hatalarından kaynaklanabilir. Değişkenler arasındaki ilişki anlamlı düzeyde ise veya başka bir ifade ile değişkenler arasında kurulan bağıntı bağımlı değişkendeki değişimin önemli bir kısmını açıklayabiliyorsa bu bağıntıyı kullanarak istatistik açıdan anlamlı tahminler yapılabilir ve bu tahminlerin güven aralığı belirlenebilir.

Yukarıda sözü edilen tipten bir bağıntıyı gösteren matematik ifadeye regresyon denklemi denir. Regresyon analizi ise; incelenen değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin bulunup bulunmadığını belirlemek, ilişki varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini elde etmek ve bu denklemi kullanarak tahmin yapmak ve tahminlerin güven aralıklarını hesaplama konularını içerir.

Regresyon analizine baslarken arasında ilişki aranacak olan iki ya da daha fazla sayıda değişkenin hangileri olduğuna karar verilir. Değişkenler arasında bir ayırım yapabilmek için X e veya X lere (X_1, X_2, ... X_n) bağımsız ve Y ye de bağımlı değişken adı verilir. Bu isimler

gerçekten uygun düşmektedir. Çünkü, örneğin bir havzada yüzey akış miktarı (Y) başta yağış akış miktarına (X_1) ve zemin nemine (X_2) bağlı olduğu gibi havzanın sediment verimi (Y) havza alanına (X) bağlıdır. Havza alanı araştırmacı tarafından serbestçe seçilebildiği halde sediment verimi araştırmacının isteğine bağlı olmayıp havza büyüklüğüne bağlıdır.

Değişkenlere karar verildikten sonra değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde tanımlayan denklemin seçimi yapılır. Seçim sırasında bazen birden fazla denklemin ilişkiyi tanımlayabileceği gözlenir. Bu durumda ilişkiyi en iyi tanımlayan denklemi ilişkiyi tanımlayabilecek denklemlerin her birisi için korelasyon katsayısı hesaplanır. Korelasyon katsayısı en büyük olan denklem ilişkiyi en iyi şekilde tanımlayan regresyon denklemi seçilir.

Seçilen denklem iki veya daha fazla degişken arasında doğrusal (lineer) ilişkiyi tanımlayabileceği gibi doğrusal olmayan (nonlineer) bir ilişkiyi de tanımlayabilir [13]. Korelasyon katsayısı $r_{x,y}$ istatistiği ele alınan örnekteki (x_i,y_i) gözlem çiftlerinden su şekilde hesaplanır :

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{N_{SxSy}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i Y_i - N_{\overline{X}.\overline{Y}}}{N_{SxSy}} \qquad \textbf{(2.1)}$$

Küçük örneklerde N yerine N – 1 kullanmak gerekir. Uygulamada Y bağımlı değişkenin X_1, X_2, …, X_m bağımsız değişkenlerden etkilendiği görülür. Bu etkilenmeyi tanımlayan doğrusal bir denklem seçilirse ilişkiyi tanımlayan doğrusal regresyon denklemi su şekilde yazılabilir;

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_mX_m \qquad \textbf{(2.2)}$$

Burada a, b_1, b_2, … b_m regresyon katsayıları basit regresyondakine benzer şekilde, gözlem noktalarının regresyon denkleminin gösterdiği düzlemden olan e_{yi} uzaklıklarının kareleri toplamı olan

$$\sum_{i=1}^{N} e_{yi}^2 = \sum_{i=1}^{N}(y_i - a - b_1X_{1i} - b_2X_{2i} - .... - b_mX_{mi})^2 \qquad \textbf{(2.3)}$$

ifadesini minimum yapacak şekilde hesaplanır. Sonuçta Y' nin X_1 ve X_2 gibi iki bağımsız değişkene göre regresyon denklemi (2.3.) denkleminin en basit hali olarak şu şekli alır :

$$Y=a+b_1X_1+b_2X_2 \qquad \textbf{(2.4)}$$

Bu denklemdeki regresyon katsayıları

$$\sum_{i=1}^{N} e_{yi}^2 = \sum_{i=1}^{N} (y_i - b_0 - b_1 X_{1i} - b_2 X_{2i})^2 \qquad \textbf{(2.5)}$$

y_i minimum yapacak şekilde belirlendiğinde şu denklemlere varılır.

$$\begin{aligned} b_1 \sum_{i=1}^{N} (X_{1i} - \overline{X_1})^2 + b_2 \sum_{i=1}^{N} (X_{1i} - \overline{X_1})(X_{2i} - \overline{X_2}) &= \sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})(X_{1i} - \overline{X}_1) \\ b_1 \sum_{i=1}^{N} (X_{1i} - \overline{X_1})(X_{2i} - \overline{X_2}) + b_2 \sum_{i=1}^{N} (X_{2i} - \overline{X_2}) &= \sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})(X_{2i} - \overline{X}_2) \\ b_0 &= \overline{Y} - b_1 \overline{X}_1 - b_2 \overline{X}_2 \end{aligned} \qquad \textbf{(2.6)}$$

b_0 , b_1 , b_2 katsayıları (2.6.) denklem takımı çözülerek bulunur. 3 den fazla değişkenli doğrusal regresyonlarda da benzer denklemlere varılır.

2.1.1 Regresyon Analizinde Kullanılan Testler

Regresyon analizinin sonuçları F ve t istatistikleri ile teste tabii tutulabilir. F istatistiği regresyon modelinin doğru olup olmadığını test eder. F istatistiği esasen tüm kümeye uygulanır ve burada test hipotezleri:
H0 : A_0=0 ve A_1=0 ;
H1 : ya $A_0 \neq 0$ yada $A_1 \neq 0$ veya her ikisi şeklindedir.

F İstatistiği

$$F = \frac{SS_{reg} / df}{SS_{resid} / df} = \frac{MS_{reg}}{MS_{resid}} \qquad \textbf{(2.7)}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Anova analizinde olduğu gibi burada da $MS_{reg} = SS_{reg} / df$ değerine regresyon karelerin ortalaması; $MS_{resid} = SS_{resid} / df$ değerine ise kalan karelerin ortalaması denir. df istatistik kitaplarında ν ile ifade edilen serbestlik derecesidir.

Genelde $F<F_{kr}$ veya anlamlık düzeyi $\alpha<P$ değeri olduğu durumda lineer regresyon modeli doğru olarak kabul edilir.

t testi esasen kümeden alınan numuneye uygulanır ve kesme noktası ve eğimi yani a_0 ve a_1 katsayılarının sıfır olup olmadıklarını kontrol eder. a_0 için test hipotezleri H0 : a_0=0 ve H1 : $a_1 \neq 0$ şeklinde ifade edilir. T istatistiği; s_{a0}, a_0 katsayısının standart sapması ve s_{a1}, a_1 katsayısının standart sapması olmak üzere

$$t_{a0} = \frac{a_0}{s_{a0}} \quad ; \quad t_{a1} = \frac{a_1}{s_{a1}} \qquad \textbf{(2.8)}$$

bağıntıları ile tayin edilir. Sıfır yani a_0=0 , a_1=0 hipotezi

$|t_{a0}| \rangle t_{kr}$ ve $|t_{a1}| \rangle t_{kr}$

olduğu durumda ret edilir.

Bu kontrolün anlamı şu şekilde açıklanabilir. a_0 ve a_1 değerleri, kümeden alınan bir numune değerlerine göre tayin edilir. dolayısıyla bir şans eseri olarak bir değer almış olabilirler. Sıfır hipotezi bunu göstermektedir. Alternatif hipotezi ise a_0 ve a_1 değerlerinin gerçek değerler olduğunu ve kümeye ait A_0 ve A_1 parametrelerin tahmininde kullanabileceklerini göstermektedir.

Regresyon analizinde regresyon doğrusu çizildikten sonra, bu doğrunun küme için geçerli olup olmadığı, 100(α-1) güvenlik düzeyi ile tayin edilebilir. Yani esasen güvenlik düzeyi, numune için bulunan doğrunun etrafında içinde kümeye ait doğrunun bulunduğu bir güvenlik şeridini belirtir. Buna göre güvenlik aralığı a_0 ve a_1 için sırasıyla:

$$a_0 \pm t_{\alpha/2,\nu} \cdot s_{a0} \quad ; \quad a_1 \pm t_{\alpha/2,\nu} \cdot s_{a1} \qquad \textbf{(2.9)}$$

bağıntıları ile tayin edilir. [14]

2.1.2 Regresyon ile Performans Ölçümü

Regresyon analizi ile performans ölçümü değerlendirme yapılacak birimlerin ortak bir unsuru, mesela bu çalışmada şirketlerin işletme maliyetleri, çeşitli etkili dağişkenlerce modellenir. Veri değerleri kullanılarak o unsurun regresyon denkleminden elde edilen değeri elde edilir. O unsurun veri değeri ile regresyon denkleminden elde edilen tahmini değerinin farkı (sapmalar) o birim için bir performans ölçütü olarak kullanılabilir. En performanslı birim negatif sapması en büyük olandır. Diğer birimler sapmalarına göre sıralanabilir. Hatta kıyaslanacak birimlerin sapmaları tekrar tahmin değerlerine bölünerek o birim için aşağıdaki gibi bir yüzde performans değeri atanabilir.

$$\text{Performans} = \frac{\text{Veri Degeri - Tahmini Deger}}{\text{Tahmini Deger}} \qquad \textbf{(2.10)}$$

Bu değer kıyaslamalarda esas alınabilir. Bu çalışmada su şirketlerinin işletme maliyeti için bir regresyon denklemi elde edilmiştir. Bu denklemlerden yararlanılarak tahmini işletme maliyeti değerleri bulunmuştur. Her bir şirket için gerçek ve tahmini işletme maliyetlerinin farkı alınarak sapma değeri bulunmuştur. Buna göre en büyük negatif sapma değerini veren şirket en iyi kabul edilmiş, bu şirkete sıralamada 1.sıra verilmiş ve diğer şirketler buna göre sıralanmıştır.

2.2 Veri Zarflama Analizi

2.2.1.Giriş

Oransal yaklaşımlarla verimlilik ölçümünün sorunlarından biri, birden fazla girdi ve çıktı içeren durumlarda değerlendirmenin güçlüğüdür.

Verimliliğin boyutlarından biri olan etkinlik, üretim ekonomisi içerisinde önemli bir kavramdır. Etkinlik, fiili girdi kullanımının, belli tekniklerle saptanmış standartlarla karşılaştırılması yoluyla bulunan bir göstergedir ve girdilerin ne derece iyi kullanıldığının ölçüsünü verir. Etkinliği bütünsel bir şekilde ele almayı, çok çıktı içeren üretim süreçlerinde etkinliği bileşenlerine ayırarak incelemeyi ve bunu yaparken genel kabul görmüş bir teknoloji kullanmayı amaçlayan bir çalışmada, Webster Sözlüğündeki tanımdan yola çıkılarak etkinlik basitçe şu şekilde tanımlanmıştır: "*istenen bir dizi sonucun üretilmesinin kalite ya da derecesi*", yani bir üretici davranışsal amaçlarına ulaşmış ise etkin, ulaşmamış ise etkinsiz olacaktır. Üreticiyi tatmin edecek durum ile, yani davranışsal amacına ulaşmış olduğu durum ile, üreticinin veri durumu arasındaki fark, yani etkinsizlik, hem değer (maliyet, getiri, kar) hem de miktar cinsinden ölçülüp değerlendirilebilir.

Belirlenmiş olan bir davranışsal amaca göre toplam etkinlik ölçüsü üçe ayrılabilir. Teknik Etkinlik, Yapısal Etkinlik ve Kaynak Dağılım Etkinliğidir.

Teknik Etkinlik, literatürdeki basit tanımıyla, üreticinin üretim olanakları kümesi sınırında yer aldığı durumun adıdır. Üreticinin bu sınırın altında yer alması teknik etkinsizliği gösterir. **Yapısal Etkinlik**, teknik etkinliğe sahip bir üretici eğer üretim olanakları eğrisinin kalabalıklaşmamış ya da ekonomik bölümünde üretimde bulunuyorsa söz konusudur. Hem teknik etkinliğe, hem de yapısal etkinliğe sahip bir üretici, eğer davranışsal amacına hizmet eder biçimde, üretim olanakları kümesinin kalabalıklaşmamış bir alt kümesi içinde üretimini gerçekleştiriyorsa,

Kaynak Dağılım Etkinliğine sahip olduğu söylenir. Üretim olanakları kümesinin bu alt kümesi, üreticinin fiyat kısıtlamaları ve davranışsal amaçları tarafından belirlenmektedir. Bir üretici bu üç ayrı şekilde de ve aynı anda etkin ise tam etkin bir üretim gerçekleştiği söylenir.

Bu etkinlik ölçüleri, tamamen etkin olan firmaların üretim fonksiyonunun bilindiğini varsayar. Pratikte üretim fonksiyonu asla bilinmediği için Farrell, fonksiyonun örneklemdeki verilerinin kullanılması suretiyle tahmin edilmesini önermiştir. İlk öneri Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından değerlendirilmiş ve Veri Zarflama Analizi yaklaşımının doğmasına neden olmuştur. Diğer öneri ise Aigner ve diğerlerini harekete geçirmiş ve stokastik sınır modelinin doğması ile sonuçlanmıştır. [15]

2.2.2. Veri Zarflama Analizinin Tanımı

Veri Zarflama Analizi (VZA), yada literatürdeki adıyla Data Envelopment Analysis (DEA), doğrusal programlama prensiplerine dayanan, ve spesifik olarak “karar verme birimleri”nin (girdiyi çıktıya dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşlar, literatürde “Decision Making Units” olarak anılmaktadır.) göreli etkinliğini ölçmek için tasarlanmış olan bir tekniktir. [16]

Veri zarflama analizi, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar verme birimlerinin göreli performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir.

Analizin temelinde benzer türden karar verme birimlerinin üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi yer alır. Analize konu olacak karar verme birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır. [15]

VZA, ayni girdileri kullanarak ayni çıktıları üreten homojen üreticilerin etkinliğini değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. Tipik bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla üreticileri ortalama bir üreticiye göre değerlendirirken, VZA’nın yaptığı, her bir üreticiyi yalnızca “en iyi” üreticilerle karsılaştırmaktadır. Dolayısıyla VZA, bir ekstrem nokta yöntemi olarak düşünülmelidir. Basitçe anlatmak gerekirse, böyle bir yöntemin dayandığı temel bir varsayım sudur: Eğer A üreticisi X(A) birim girdi ile Y(A) birim çıktıyı üretebiliyorsa, o zaman ayni isi yapan diğer üreticiler de, eğer etkin çalışıyorlarsa, ayni girdi miktarı ile ayni çıktıyı üretebilmelidirler. Benzer biçimde, B üreticisi Y(B) birim çıktıyı X(B) birim girdi ile üretebiliyorsa, o zaman diğer üreticiler de ayni üretim programını gerçekleştirebilmelidirler. [16]

En basit durum olarak tek girdi ve çıktıya sahip bir birim için etkinlik çıktı/girdi olarak; gelişmiş örgütlerde ise girdi ve çıktı sayısındaki farklılık dikkate alınarak etkinlik, ağırlıklı çıktı/ağırlıklı girdi toplamı ile tanımlanabilir. Ancak bu son tanımda yer alan ağırlıkları ortak değerler olarak belirlemek, özellikle karşılaştırılan birimlerin birbirinden farklı karmaşık yapıları sebebiyle çok güçtür. Bu konuda Farrell'in 1957'deki çalışması başlangıç çalışması olarak ele alınırsa Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978'de ortaya konulan araştırma [17], teknik etkiliğin değerlendirilmesinde parametrik olmayan yaklaşımdaki daha sonraki tüm gelişmeler için kuşkusuz bir temel oluşturmuştur.

VZA'nın göreli etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak kısaca şu şekilde özetlenebilir:
1) Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten "en iyi" gözlemleri (ya da etkinlik sınırını oluşturan karar verme birimlerini) belirler.
2) Söz konusu sınırı "referans" olarak kabul edip, etkin olmayan karar verme birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) "oransal" olarak ölçer.

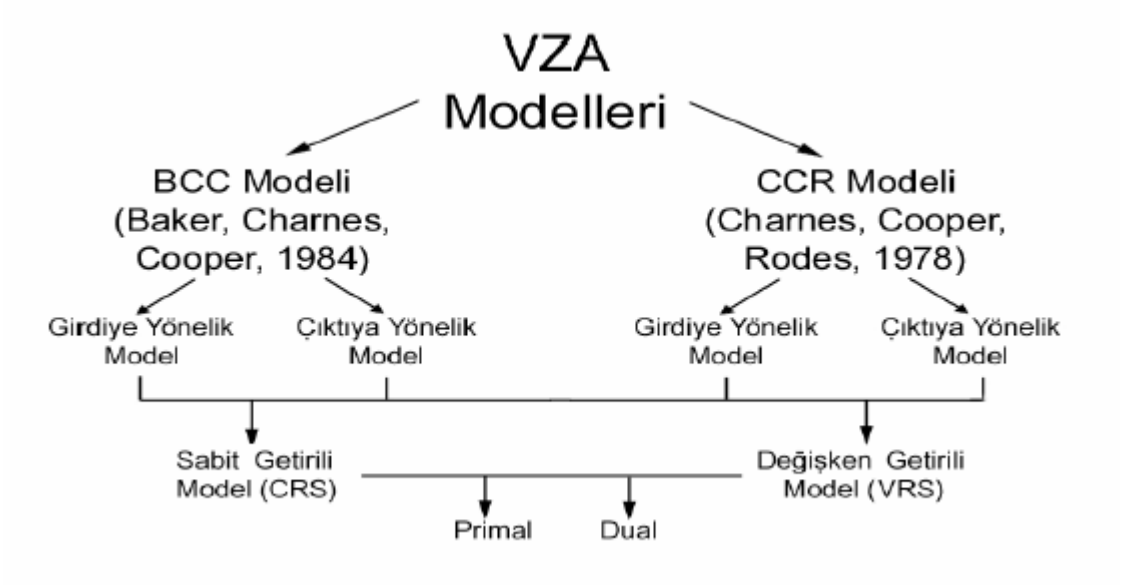
Son yıllarda VZA modelleri yönetim biçiminde ve yöneylem araştırması uygulamalarında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. VZA'nın kullanılabileceği bazı konular şunlardır:
- Eş Grupların Kullanımı: VZA, her etkin olmayan birim için ona karşılık gelen bir küme etkin birim tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile eş grup oluştururlar. Eş gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi-çıktı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan olmayan birimle aynı ağılıkları kullanarak etkin hale gelir.
- Hedef Belirleme: Pratikteki uygulamalarda sıklıkla göreli etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde rehber olmak üzere hedeflerin belirlenmesi arzu edilir. VZA ile girdi ve çıktı seviyelerinde hedefler belirlemek mümkündür.
- Etkin Stratejilerin Belirlenmesi: VZA, kolaylıkla birimlerin içinde çalıştıkları politikaları ve programları karşılaştırmada kullanılabilir. Ayrıca modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinliklerini değerlendirebilir.
- Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerinin Gözlenmesi: VZA ile etkinliği saptanmış bir firma daha sonraki dönemlerde etkiliğini yitirebilir ve referans olma özelliğini kaybeder.
- Kaynak Ataması: VZA, göreli etkin ve etkin olmayan birimleri belirlediği gibi etkin olmayan birimler için kaynak koruma ve/veya çıktı artırma potansiyelleri için tahminler verir. Bunların ikisi de yöntemi kaynakların birimlere atanması için uygun kılar. Göreli etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi kaynakların prensipte hangi yönde transfer edilmeleri hakkında ilk işareti verir. [15]

VZA'nın kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan 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 elemanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar verme birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir. Seçilen girdi sayısı **m**, çıktı sayısı da **p** ise en az m + p + 1 tane karar verme birimi araştırmanın güvenilirliği açısından gerekli bir kısıttır. Diğer bir kısıt ise değerlendirmeye alınan karar verme birimi sayısı, değişken sayısının en az 2 katı olmalıdır.

VZA metodu, girdiye ve çıktıya yönelik olarak iki yönlü kullanılabilme özelliğine sahiptir. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla, kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik VZA modelleri ise belirli bir girdi bileşim ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır.

Veri zarflama analizi hem ölçeğe göre sabit getiri (CRS) hem de değişen getiri (VRS) varsayımı altında kullanılabilir. Yine, bu yöntem hem veri girdi ile en fazla çıktıyı elde etme (output-oriented) hem de veri çıktıyı en az girdi ile elde etme (input-oriented) yaklaşımlarına göre etkinlik ölçümünü yapar. Bu yaklaşımlardan veri çıktıyı en az girdi kullanımı ile elde etme yaklaşımı, veri üretim miktarlarını azaltmaksızın üretimde kullanılan girdi miktarlarının oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirlemeye çalışır. Öte yandan, veri girdi ile en fazla çıktıyı elde etme yaklaşımı ise veri girdi setini değiştirmeksizin üretim miktarlarının oransal olarak ne kadar arttırılabileceği üzerinde durur. Ancak, ölçeğe göre sabit getiri olduğunda her iki ölçüm aynı sonuçları verir. Şekil 2.1' de, kullanılan VZA modelleri gösterilmiştir.



Şekil 2.1 VZA Modelleri

Karar verme birimlerinin toplam teknik etkinliklerini ölçmekte VZA'nin temel varsayımı, karar verme birimlerinin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımıdır. Bu varsayıma göre geliştirilen VZA modeli aynı zamanda CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli olarak da ifade edilmektedir. Bu varsayım daha sonra Banker, Charnes ve Cooper [1984] tarafından değiştirilerek ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı geliştirilmiştir. Bu varsayıma göre geliştirilen VZA modeli aynı zamanda BCC (Banker- Charnes-Cooper) Modeli olarak ifade edilmektedir. Bu şekilde karar verme birimlerinin ölçek farklılıklarının arındırılarak saf teknik etkinliklerinin hesaplanması sağlanmıştır. [15]

2.2.3 Veri Zarflama Analizi'nin Uygulanmasındaki Amaçlar

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıktı boyutlarından herhangi birinde göreli etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,
- Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- Birimlerin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek,
- Değerlendirme altındaki birimler için kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulması. Bu yeniden atama politikalarının genel amacı sınırlı kaynakları, istenilen çıktıları üretmekte daha etkin kullanılabilecek birimler arasında değiştirmektir.
- Birimler arasındaki karşılaştırma ile doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıktı ilişkilerinin belirlenmesi,
- Spesifik girdi-çıktı ilişkileri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi,
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması . [15]

2.2.4 Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizi birçok modelle içiçe geçmiş bir metodoloji ve kavramlar bütünüdür. Veri Zarflama Analizi aşağıdaki modellerle eşzamanlı olarak gelişmiştir:

CCR Oran Yöntemi (1978)
- Tüm etkinliklerin değerlendirilmesi ile ilgilenir.
- Kaynakları diğer bir deyişle girdileri tanımlar ve tanımlanmış etkin olmamanın miktarını belirler.

BCC Modeli (1984)
- Etkin olmamanın teknik ve skaler ayrımını yapar.

- Verilen operasyon düzeyinde tam teknik etkinliği belirler.

CCR Çıktı Yönlü – Primal Modeli:

$$\max z_0 = \phi$$

$$\phi Y_{r0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} + S_r^+ = 0 \qquad r = 1,.....,s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{i0} \qquad i = 1,.....,m \qquad \textbf{(2.11)}$$

$$\lambda, S^+, S^- \geq 0$$

CCR Çıktı Yönlü – Dual Modeli:

$$\min q_0 = \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{i0}$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{r0} = 1 \qquad \textbf{(2.12)}$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{ij} \leq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

$$\mu, \nu \geq 0$$

Bu modellerde de **s** çıktı; **m** girdi ve **n** karar verici sayılarını göstermektedir. Bu modellerin yorumu da girdi yönlülere benzerdir. Dual modelde ilgili KVB' nin girdilerinin ağırlıklı ortalamasının minimum yapılması amaçlanmaktadır. Karar vericinin çıktılarının ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmektedir. Ayrıca her KVB için ağırlıklı çıktı ortalamalarının, ağırlıklı girdi ortalamalarından küçük olması bir diğer şarttır. Bu şarta göre etkinlik değeri hesaplanmak istenen KVB' nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması minimum 1 olmaktadır. Böylece etkin bir karar verici için etkinlik değeri 1, etkin olmayan bir karar verici için bu değer 1'den büyük olmaktadır.

CCR Girdi Yönlü – Primal Modeli:

$$\min z_0 = \theta$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} - S_r^+ = Y_{r0} \qquad r = 1,.....,s$$

$$\theta X_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} - S_i^- = 0 \qquad i = 1,.....,m \qquad \textbf{(2.13)}$$

$$\lambda, S^+, S^- \geq 0$$

CCR Girdi Yönlü – Dual Modeli:

$$\max w_0 = \sum_{i=1}^{s} \mu_r Y_{r0}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{i0} = 1 \qquad \textbf{(2.14)}$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{ij} \le 0 \qquad j = 1,.....,n$$

$$\mu, \nu \ge 0$$

Dual modelden görüleceği üzere, girdi yönlü CCR modelinde sırayla her bir KVB' nin çıktılarının ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmaya çalışılır. Kısıtlarda ise ilgilenilen KVB' nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmiştir, böylece girdilerin ağırlıklı ortalaması her bir KVB için 1 olmaktadır. Daha sonraki kısıt çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamaktadır. Bu sayede çıktı/girdi oranı her bir karar verici için en fazla 1 olabilir. Bu bilgilerin ışığında bir karar verici için bulunabilecek optimum çıktı ortalaması en fazla 1 olabilir, bu ise o karar vericinin etkin olduğu anlamına gelir. Etkin olmayan, yani etkinlik sınırının altında kalan KVB'ler için ise çıktıların ağırlıklı ortalaması, yani etkinlik değeri 1'den küçük olacaktır.

BCC Girdi Yönlü – Primal Modeli:

$$\min z_0 = \theta$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} - S_r^+ = Y_{r0} \qquad r = 1,.....,s$$

$$\theta X_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} - S_i^- = 0 \qquad i = 1,.....,m \qquad \textbf{(2.15)}$$

$$\sum_{J=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda, S^+, S^- \ge 0$$

BCC Girdi Yönlü – Dual Modeli:

$$\max w_0 = \sum_{i=1}^{s} \mu_r Y_{r0} + u_0$$

$$\sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{ij} + u_0 \le 0 \qquad j = 1,.....,n \qquad \textbf{(2.16)}$$

$$\mu, \nu \ge 0$$

u_0 serbest

Dikkat edilirse modeller girdi yönlü CCR modellerine oldukça benzemektedirler. Primal modeldeki fark, λ'ların toplamının 1'e eşit olmasıdır. Dual modele ise yeni bir değişken (u_0) eklenmiştir. Bu değişikliklerle etkinlik sınırının yapısı değişmiştir. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BCC modelinde orijinden geçmek zorunda değildir. Bu yapısıyla BCC modeli CCR modelinden ayrılmaktadır. Modellerin diğer değişkenler açısından yorumunda bir farklılık yoktur.

BCC Çıktı Yönlü – Primal Modeli:

$$\max z_0 = \phi$$

$$\phi Y_{r0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} + S_r^+ = 0 \qquad r = 1,.....,s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{i0} \qquad i = 1,.....,m \qquad \textbf{(2.17)}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda, S^+, S^- \geq 0$$

BCC Çıktı Yönlü – Dual Modeli:

$$\min q_0 = \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{i0} + \nu_0$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{r0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \nu_i X_{ij} - \nu_0 \leq 0 \qquad j = 1,.....,n \qquad \textbf{(2.18)}$$

$$\mu, \nu \geq 0$$

ν_0 serbest

Görüldüğü gibi girdi yönlü BCC modelinde olduğu gibi burada da model CCR modeline benzemektedir. Çıktı yönlü CCR modelinden farklı olarak primal modelde λ' ların toplamı 1'e eşittir. Dual modelde ise ν_0 değişkeni kullanılmaktadır. Buradaki amaç ölçeğe göre sabit olmayan getiriyi sağlamaktır. [15]

2.2.5. Veri Zarflama Analizi Modelinin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Adımlar

Veri Zarflama Analizi Modelinin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Adımlar şöyle sıralanabilir.

- Karar Verme Birimlerinin Seçimi
- Girdi Ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi
- Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği

- Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü
- Etkinlik Değerleri- Etkinlik Sınırı
- Referans Grupları (Peer Groups):
- Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi:
- Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu adımlar aşağıda açıklanmıştır.

Karar Verme Birimlerinin Seçimi :

Veri Zarflama Analizindeki ilk aşama, birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü ölçümü yapılacak olan karar verme birimlerinin seçimini içerir. Bu birimlerin üretim teknolojisi açısından birbirine benzer olmaları, diğer bir değişle gözlem kümesinin "homojen" olması, elde edilecek sonuçların anlamlı olabilmesi açısından çok önemlidir. Bu grubun homojen olması, söz konusu grubu oluşturan karar verme birimlerinin aynı girdi – çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamına gelir. Gözlem kümesinin içerdiği karar verme birimi sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilecek etkinlik ölçütlerinin birbirinden farklı olması olasılığı sağlanır. Aksi taktirde, herhangi bir çıktı / girdi oranında avantajlı olan karar verme birimi tüm ağırlıkları kendi açısından ençoklar ve etkinlik sınırına erişir. Bu nedenle, etkinlik ölçümünün anlamlı olabilmesi için gözlem kümesinin seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir. [15]

Hangi karar verme biriminin uygun olduğu sorusu tamamen yapılacak çalışmanın amacına, ya da ana temayı hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Karar verme birimleri girdileri çıktılara dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir. Birimler isletmenin bütünü olabileceği gibi (okullar, hastaneler gibi), büyük isletmelerin alt departmanları da olabilir(bir hastanedeki cerrahi birim veya Hava Kuvvetlerindeki nakliye birimi gibi).

Ahn, iki seçim prensibi belirlemiştir: 1) her bir karar verme birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılardan sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır; 2) etkinlik sinir tahminleme sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örneklemde yer alan karar verme birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır.

Bu karar verme birimlerinin birbirlerine, yaptıkları üretim açısından yeterince benzer olmaları gereklidir. Ayni girdileri ayni çıktılara dönüştürmeleri bir zorunluluk iken benzer ortamlarda yer alıyor olmaları çalışma sonuçlarının anlamlılığı açısından önemlidir. [16]

Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Veri tabanlı bir etkinlik ölçüm tekniği olduğundan, Veri Zarflama Analizi ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi göz önüne alınan girdi ve çıktıların anlamlı olması ile olasıdır. Bu aşamadaki amaç, üretim teknolojisini en iyi şekilde ifade edebilecek girdi ve çıktıların seçilmesidir. Bu nedenle, üretimle ilişkilendirilebilecek bütün aday girdi ve çıktıların listesi yapılarak işe başlanmalıdır.

Daha sonra, etkinlik ölçümünü yapacak olan uzmanın görüşü ve bazı ön istatistik analizleri yardımıyla birbiri arasında çok yüksek derece korelasyon bulunan ve üretime direkt etkisi olmayan değişkenler elenmelidir. Girdi ve çıktı sayılarının azaltılmasıyla Veri Zarflama Analizinin ayrıştırma tekniği artar.

Doğal olarak girdi ve çıktı sayısının çok fazla olması karar verme birimleri sayısının da artmasını gerektirir. Bu da gözlem kümesinin homojenliğini bozar. Verilerin ölçüm hatalarından arındırılması da çok önemli bir faktördür. Hangi girdi ve çıktının üretim teknolojisini en iyi şekilde temsil ettiği, çeşitli girdi – çıktı senaryolarının Veri Zarflama Analizi tekniği ile sınanması yoluyla bulunur. Hiç kuşkusuz, üretim sürecini iyi bir şekilde simgeleyemeyen bir girdi – çıktı modeli sonucu elde edilecek etkinlik ölçütleri de son derece sağlıksız olacaktır. [15]

Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği

VZA analizi için girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, tüm karar verme birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gereklidir. Herhangi bir birim için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilememesi durumunda söz konusu birim çalışmadan çıkarılır. VZA'nın göreli doğası sebebiyle bir birimin çıkarılması kalan birimlerin göreli verimliliklerinin olduğundan yüksek görünmesine neden olabilir.

Uygulamada, verilere ulaşılıp ulaşılamaması girdi ve çıktı seçimini etkileyebilmektedir. Eğer bir girdi veya çıktı için verilere ulaşılamıyorsa, üretim ilişkisini açıklayabilecek ve kolay veri elde edilebilecek farklı girdi ve çıktıların araştırılması gerekir.
Verilerin toplanabilmesi kadar güvenilirlikleri de önemlidir. Doğru olmayan veriler ait oldukları birimin etkinlik değerini etkileyememelerinin yanında, göreli verimlilikleri nedeniyle tüm birimlerin etkinlik değerini tartışmalı hale getirir. [16]

Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü

Karşılaştırmalı analizi yapacak olan karar verme birimlerinden oluşan gözlem kümesi ve ilgili girdi – çıktı kümeleri seçildikten sonra, etkinlik ölçümü yapacak olan analist, mevcut üretim ortamı için en uygun olan Veri Zarflama Analizi modelini seçer. Her bir karar verme birimi için ilgili doğrusal program "Ağırlıklı" model ya da "Zarflama" modeli çözülerek çözüm kümelerine ulaşılır. [15]

Doğrusal programların çözümünde bilgisayardan yararlanılmaktadır. Modelleri çözmek için doğrusal programlama paket programlarından herhangi biri kullanılabilir. Ancak son yıllarda piyasaya sürülen ve Windows altında çalışabilen özel VZA programları da bulunmaktadır. Bunların özellikle raporlama ve sunum olanakları açısından oldukça gelişmiş olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu tür programların çoğalması, VZA yaklaşımının giderek daha fazla kullanılmakta olduğuna da işaret etmektedir. [16]

Etkinlik Değerleri- Etkinlik Siniri:

Charnes ve Cooper, doğa bilimlerindeki etkinlik kavramını izleyerek, VZA'daki etkinliğin tanımını formalize etmis ve değerlendirilecek her bir karar verme birimine aşağıdaki şekilde uygulamışlardır:

Herhangi bir karar verme birimi için %100 etkinlik ancak aşağıdaki durumlarda söz konusudur:
a) Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar haricinde artırılamaz
i) Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
ii) Diğer çıktılardan bazılarının azaltılması
b) Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılamaz
i) Çıktılardan bazılarının azaltılması veya
ii) Diğer bazı girdilerinin artırılması
c) Herhangi bir karar verme birimi %100 göreli etkinliğe yalnızca, diğer ilgili karar verme birimleri herhangi bir girdi ya da çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşmış sayılır.
Her bir karar verme birimi için 0 ve 1 arasında bir etkinlik değeri hesaplanır. Etkinlik skoru 1'e eşit olan birimler " en iyi gözlem kümesini " , ayni zamanda da etkinlik sinirini oluştururlar. Tanımsal olarak, sinir üzerindeki herhangi bir nokta bir girdi kümesini çıktı
kümesine dönüştürebilmek için elde edilebilir bir tekniği temsil eder. Etkinlik değeri 1'den küçük olan karar verme birimleri ise göreli olarak etkinsizdir ve bu karar verme birimlerinin göreli etkinlik değerleri sınıra olan uzaklıklarını temsil eder. En iyi gözlem kümesini oluşturan karar

verme birimlerinin etkinlik değerleri 1 olduğuna göre, göreceli olarak etkinsiz karar verme birimlerinin birden sapması göreli etkinsizlik ölçüsünü verecektir. Karsılaştırmanın bundan sonraki bölümü bu birimler üzerinde detay analizlerini içerir. [16]

Referans Grupları (Peer Groups):

VZA yöntemindeki karsılaştırmanın temelinde etkin karar verme birimlerinin varlığı yatar. Yöntem etkin olmayan karar verme birimlerinin de göreli olarak verimli birimlerin uyguladığı yönetsel ya da organizasyona dayalı yöntemleri uygulayarak ayni etkinlik seviyesine ulaşabileceklerini kabul etmektedir.

Bu kabul, her zaman uygulamada kendini göstermeyebilir. Ancak ayni girdi-çıktı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı tutturulabileceğinin kanıtını etkin karar verme birimleri oluşturmaktadırlar ve görece etkin olmayan bir karar verme birimi için iyileştirmeye açık yönler bulunmaktadır.

Gözlem grubundaki etkin olmayan karar verme birimlerinin her biri için VZA, etkinlik siniri üzerindeki bir grup etkin karar verme birimini referans grubu olarak belirler ve karsılaştırmanın gözlem grubuna oranla daha küçük bir grup ile yapılmasını sağlar.
Literatürde, bir referans grubunda yer alan karar verme birimlerinin referans olarak güçlülüğünün, bu birimlerin toplam gözlem grubu içindeki verimsiz birimlere ne kadar yoğunlukta referans gösterildiğine bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu amaçla, analizin bu bölümünde, en iyi gözlem'i oluşturan birimlerinin kaç tane etkin olmayan birimin referans grubunda yer aldığının bir dökümü yapılarak yoğunluk araştırılabilir.

Ancak, burada dikkat edilmesi gereken husus, bu yoğunluğun, gözlem grubunda yer alan birimlerin performans dağılımlarıyla yakin ilişkili olduğudur. Birimler bir bölgede yoğunlaşıyorsa, etkinsiz birimlerin referans gruplarının ayni birimlerden oluşması doğaldır. Ve genelde gözlem grubunun grafik üzerinde homojen bir dağılımı olmadığı sürece, elde edilen bilginin çok fazla ağırlığı olduğu söylenemeyebilir.

Genel olarak, bir karar verme biriminin referans gruplarında yer alma sıklığı, bu karar verme birimi çevresindeki örneklemin büyüklüğü ile ilişkilidir. Ve geleneksel örneklem teorisine dayanarak, belirli bir çevredeki örneklem büyüdükçe, örneklemin oluşturduğu etkinlik sinirinin (ki bu bir tahminleme, bir yaklaşımdır) tahminlenen gerçek sınıra yaklaştığı söylenebilir. [16]

Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi:

VZA'daki karsılaştırma, gözlem kümesinde yer alan karar verme birimlerinin benzerliklerinden hareket eder. Yöntemin uygulanmasından elde edilen en büyük fayda, etkin olmayan karar verme birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için, elde edilebilir hedefler konulmasıdır.

Söz konusu hedefler, genel olarak, etkin olmayan karar verme biriminin referans kümesinde bulunan etkin birimlerin ağırlıklı bir ortalamasıdır.

Hesaplamalarla elde edilen sonuçlar, etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları kabulünü içerdiğinden, etkinsiz birim içinde ulaşılabilir kabul edilmektedir. Ancak pratikte bu her zaman mümkün olmaz. Etkinsiz birimlerde kısıtlar olabilir, ya da kontrol edilemeyen girdiler olabilir. Hedeflere doğru girişilen iyileştirme çabaları sonuçsuz kalabilir. [16]

Sonuçların Değerlendirilmesi

Veri Zarflama Analizinin son aşamasında, gözlem kümesine ait etkin olan ve olmayan karar verme birimleri için ortak bulgular araştırılır. Ayrıca, gözlem kümesini oluşturan karar verme birimlerinin ait olduğu endüstri dalının genel durumu hakkında değerlendirmeler yapılır. [15]

VZA ile belirlenen hedeflere ulaşılamasa bile, elde edilen bilginin daha sonra değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazanımlardır.

2.2.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Ve Zayıf Yönleri

VZA' nın güçlü ve zayıf yönleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Güçlü Yönler:

- VZA, verimsiz bir karar verme biriminin performansını, kümesindeki göreli olarak verimli olan karar verme birimlerinin seviyesine çıkarmak için bir tek yol değil, alternatif yollar belirler. Burada karar verme birimine uygun iyileştirme yolunu seçmek, karar vericinin yargısı ve tecrübesi ile şekillenir.
- VZA'nın uygulanması, özellikle karar vericilerin üretim sürecini, ilgili tüm girdi ve çıktıları tanımlamak suretiyle daha iyi tanımalarını sağlar.
- VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenir.

- VZA girdi ve çıktı verilerinin rassal bir mekanizma ile üretilmediğini, yani deterministik olduğunu varsaymaktadır. Bu sebepten dolayı parametrik olmayan, ve verilerin verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir verimlilik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır.
- Verimlilik analizi, istatistiksel sinir tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sinir fonksiyonuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler, en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir.

Zayıf Yönler:

- VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçütleri ile test edildiğinden teknik girdi-çıktı verimliliği ile sinirlidir. Yöntemin yetenekleri çıktı ve girdilere (eğer mümkünse) göreli fiyatlar veya öncelikli ağırlıklar atanarak güçlendirilebilir.
- Kalitatif girdi ve çıktı ölçüleri sonuçları zayıflatabilmektedir.
- İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanlı olabilir.
- VZA'nde, gözlemlenen performansın en iyi performansla olan farkı, sadece verimsizliğe bağlanmakta ve uç gözlem noktaları için ölçüm hataları göz ardi edilmektedir. Dışsallıkların göz ardı edilmesi yanıltıcı sonuçlar doğurabilir.
- VZA modelleri, statik ve tek zaman kesitinde değerlendirilen modellerdir.Gerçek hayatta ise karar verme birimlerinin bazı girdilerini çıktılara dönüştürebilmesi bir periyottan daha uzun bir süre alacağından, üretim süreci dinamik bir özellik göstermektedir. Bu sebeple farklı periyotlardaki veriler için uygun indirgeme oranlarının kullanılması gerekecektir.
- Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin kendi başlarında değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları, görecelik çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Dünyada yaygınlaşan uygulamalara karşılık, ülkemizdeki çalışmalar genellikle akademisyenlerin uygulamalarıyla, yöneylem yada iktisat kongrelerindeki bildirilerle sınırlı kalmış ve genellikle bankacılıkta ve sağlık sektöründe yoğun olarak kullanılmıştır. Bir karar destek aracı olarak kullanılabilecek bu modelin gerek teknik yönüne, gerekse farklı alanlarda getirebileceği yaklaşımların araştırılmasına yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. [16]

3. UYGULAMA

Bu Bölümde, ikinci bölümde tanıtılan etkinlik ölçümü için kullanılan yöntemlerin İngiltere örneğinde uygulaması verilmiştir. İngiltere örneğinin seçilmesinin sebebi uygulama için uygun verilerin bulunabilmesidir. Benzer bir uygulamanın ülkemizde nispeten daha organize olan Büyükşehir Belediyeleri su idareleri için yapılması düşünülmüş hatta bu konuda gerekli ön çalışmalar yapılmış ne yazıkki yeterli veri sağlanamaması sebebiyle vazgeçilmiştir. Her şeye rağmen sunulan çalışmanın ülkemizde de benzer çalışmalara örnek olması beklenmektedir. Bu çalışmada İngiltere'deki toplam 22 şirketin İşletme giderleri açısından performansları değerlendirilmiştir. İşletme maliyetleri dağıtım, kaynaklar ve arıtma, enerji ve servis bileşenlerine ayrılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma da su endüstrisi üst kurulu OFWAT tarafından derlenen veriler kullanılmıştır. Esasen OFWAT benzer çalışmaları regresyonla her yıl yapmaktadır. Bu çalışmada OFWAT'ın 2007 yılı için derlediği veriler esas alınmıştır. Bu maliyet kategorileri de OFWAT analizine paralel alınmıştır. Ayrıca analizde kullanılan değişkenler de OFWAT analizine paralel olarak dikkate alınmıştır.

3.1. İngiltere Su Yönetim Sistemi

İngiltere örneği uygulama için uygun verilerin bulunabilmesi sebebiyle tercih edilmiştir. Denilebilir ki mevcut yapısı ile İngiltere'de su yönetimi birinci bölümde tanıtılan entegre su yönetiminin temel amaçlarını sağlamaktadır. İngiltere'de 20 yıldır su işleri özel şirketlerce yürütülmektedir. Bu şirketler su ile ilgili işleri yürütürken aynı zamanda bölgelerindeki su kaynaklarının sahipliğini de üzerinde barındırmaktadırlar. Toplam 22 adet şirket tüm ülkedeki su faaliyetlerini yürütmektedirler. Bu şirketlerden bazıları bölgelerinde sadece su temini ve dağıtımı işlerini yaparken bazıları buna ilaveten kanalizasyon işlerini de yürütmektedirler.

Özellikle su gibi alternatifsiz bir maddenin monopol bir piyasada işlem görmesi hem kullanıcılar hem de doğal çevre açısından sakıncalar doğurabileceğinden su piyasası iki adet üst kurul tarafından denetlenmektedir. Bunlardan biri müşterilerin haklarını korumakla görevli dolayısı ile şirketleri ekonomik açıdan denetleyen Office of Water Services (OFWAT) tir. OFWAT su tarifeleri ve şirket performansları gibi işlere bakmaktadır. Diğer su üst kurulu ise doğal çevrenin ve bizzat su kaynaklarının haklarını koruyan Environment Agency (EA) dir. EA da su kalitesi ve miktarı, gözlemleri, su lisansları, şirketlerin çevresel performansları gibi unsurlarla ilgilenmektedir.

3.2. Kullanılan Veriler

Bu çalışmada kullanılan değişkenler yukarıda bahsedilen maliyet kalemlerine göre Çizelge 3.1' de verilmiştir. Bu çizelgede verilen değişkenlere ait veriler EK 1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 İşletme maliyetleri ve bunlara ait değişkenler

Maliyet kalemi	**Değişkenler**	
Dağıtım işletme maliyetleri	320 mm den büyük çaplı mecraların toplam mecra boyuna oranı	
Kaynaklar ve arıtma işletme maliyetleri	Toplam kaynak sayısının üretilen su miktarına oranı	Kuyulardan alınan suyun toplam suya oranı
Enerji maliyetleri	Ortalama pompalama yüksekliği*üretilen su miktarı	
Servis işletme maliyetleri	Faturalandırılan abone sayısı	

3.3. Regresyon ile Performans Analizleri

Su dağıtım şirketlerinin performansını ölçmek için yapılan bu çalışmada öncelikle her bir işletme maliyeti için regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizleri yapılırken her bir denklemle beraber verilen rekreasyon istatistiklerinin en uygun değerlerini verecek denklem yapısı araştırılmıştır. Esasen bu denklemler OFWAT tarafından ortaya konmuş olup bu çalışmada sonuçları farklı şekilde kullanılmıştır. Bunun sonucunda oluşturulan regresyon denklemleri aşağıda verilmektedir.

- Dağıtım İşletme Maliyetlerinin Regresyon Denklemi

Bu model kurulurken dağıtım işletme maliyeti bağımlı değişken, 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı ise bağımsız değişkendir. Buna göre kurulan regresyon denklemi aşağıda ve test istatistikleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

$$\ln Y_1 = -5{,}087 + 4{,}048 . X_1 \qquad \textbf{(3.1)}$$

Y_1 : Dağıtım İşletme Maliyeti
X_1 : 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı

Çizelge 3.2 Dağıtım İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri

	Katsayı	**Standart Hata**
Sabit	- 5,087	0,194
320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların (km) Toplam Mecra Boyuna (km) Oranı	4,048	2,432
Gözlem Sayısı : 22	**R^2 =** 0,122	
Model Standart Hata : 0,269	**Model F Test :** 0,112	

- Kaynaklar ve Arıtma işletme Maliyetlerinin Regresyon Denklemi

Bu model kurulurken kaynaklar ve arıtma işletme maliyeti bağımlı değişken, toplam kaynak sayısının üretilen su miktarına oranı ve kuyulardan alınan suyun toplam suya oranı ise bağımsız değişkenlerdir. Buna göre kurulan regresyon denklemi aşağıda ve test istatistikleri Çizelge 3.3' te verilmiştir.

$$Y_2 = 5{,}818 + 20{,}268.X_2 \; - \; 4{,}087.\, X_3 \qquad \textbf{(3.2)}$$

Y_2 : Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti

X_2 : Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı

X_3 : Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı

Çizelge 3.3 Kaynaklar Ve Arıtma İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri

	Katsayı	**Standart Hata**
Sabit	5,818	1,054
Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı	20,268	8,153
Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı	- 4,807	2,419
Gözlem Sayısı : 22	**R^2 =** 0,246	
Model Standart Hata : 2,432	**Model F Test :** 0,069	

- Enerji İşletme Maliyetlerinin Regresyon Denklemi

Bu model kurulurken enerji işletme maliyeti bağımlı değişken, üretilen su miktarı * ortalama pompalama yüksekliği ise bağımsız değişkendir. Buna göre kurulan regresyon denklemi aşağıda ve test istatistikleri Çizelge 3.4' te verilmiştir.

$$\ln Y_3 = -8{,}562 + 0{,}954 . \ln X_4 \qquad \textbf{(3.3)}$$

Y_3 : Enerji İşletme Maliyeti

X_4 : Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği

Çizelge 3.4 Enerji İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri

	Katsayı	**Standart Hata**
Sabit	- 8,562	0,349
Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği	0,954	0,032
Gözlem Sayısı : 22	**R^2 =** 0,978	
Model Standart Hata : 0,201	**Model F Test :** 0,000	

- Servis İşletme Maliyetlerinin Regresyon Denklemi

Bu model kurulurken servis işletme maliyeti bağımlı değişken, faturalandırılan abone sayısı ise bağımsız değişkendir. Buna göre kurulan regresyon denklemi aşağıda ve test istatistikleri Çizelge 3.5' te verilmiştir.

$$\ln Y_4 = -3{,}616 + 0{,}922 . \ln X_5 \qquad \textbf{(3.4)}$$

Y_4 : Servis İşletme Maliyeti

X_5 : Faturalandırılan Abone Sayısı

Çizelge 3.5 Servis İşletme Maliyetlerinin Test İstatistikleri

	Katsayı	**Standart Hata**
Sabit	- 3,616	0,245
Faturalandırılan Abone Sayısı	0,922	0,038
Gözlem Sayısı : 22	**R^2 =** 0,967	
Model Standart Hata : 0,213	**Model F Test :** 0,000	

3.3.1 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Tekli Sıralamaları

Oluşturulan bu denklemlerden tahmini işletme maliyetleri bulunmuş, gerçek değerlerden tahmini değerlerin farkı alınarak sapma değerleri hesaplanmıştır.

Sapma = Gerçek değer - Tahmini değer

Buna göre şirketler; en büyük negatif sapma değerini veren şirket birinci sırada olacak şekilde sıralanmıştır.
Şirketlerin Dağıtım, Kaynaklar ve Arıtma, Enerji ve Servis işletme maliyelerine göre ayrı ayrı yapılmış sıralamaları Çizelge 3.6' da bir arada verilmiştir.

Çizelge 3.6 Şirketlerin işletme maliyetlerine göre regresyon analizi ile sıralamaları

Şirket	***Dağıtım***	***Kaynaklar ve Arıtma***	***Enerji***	***Servis***
Anglian	9	3	15	3
Dŵr Cymru	12	14	18	18
Northumbrian	6	11	14	13
Severn Trent	10	15	16	4
South West	19	19	8	17
Southern	7	8	5	6
Thames	22	9	19	14
United Utilities	2	5	13	22
Wessex	4	4	10	10
Yorkshire	5	6	9	2
Bournemouth & W Hampshire	8	16	2	15
Bristol	15	20	3	7
Cambridge	21	1	6	16
Dee Valley	18	18	20	11
Folkestone	16	22	22	21
Mid Kent	11	2	21	12
Portsmouth	14	13	4	1
South East Water	3	12	11	20
South Staffs	17	7	1	9
Sutton & East Surrey	13	10	12	8
Tendring Hundred	1	21	7	5
Three Valleys	20	17	17	19

Çizelge 3.6' daki sıralamalardan görüldüğü gibi her bir işletme maliyeti için ayrı bir değerlendirme yapmak önemlidir. Dağıtım işletme maliyeti açısından ilk sırada olan bir şirket (Tendring Hundred) diğer işletme maliyetleri açısından yapılan sıralamalarda son sıralarda yer alabilmektedir.

Buradan bu şirketin dağıtım işletme maliyeti için ayrılan kaynaklarını diğer işletme maliyetleri için ayrılan kaynaklarından daha etkin bir şekilde kullandığını söyleyebiliriz.

3.3.2 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin İkili Gruplar Halinde Sıralamaları

İkinci aşamada dört adet işletme maliyeti ikili gruplar halinde ele alınarak değerlendirme yapılmıştır. Ele alınan iki işletme maliyetinin gerçek ve tahmini değerlerinin toplamları alınmış ve bu değerlerden bulunan sapmalara göre yapılan sıralama Çizelge 3.7' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 Şirketlerin işletme maliyetlerinin ikili gruplar halinde regresyon analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar ve Arıtma***	***Dağıtım - Enerji***	***Dağıtım - Servis***	***Kaynaklar &Arıtma - Enerji***	***Kaynaklar &Arıtma - Servis***	***Enerji - Servis***
Anglian	6	12	4	3	4	8
Dŵr Cymru	14	15	15	16	16	18
Northumbrian	8	9	12	11	12	13
Severn Trent	13	13	3	15	10	9
South West	19	18	18	17	17	14
Southern	7	8	7	9	8	6
Thames	22	22	22	13	11	15
United Utilities	1	3	16	7	15	21
Wessex	2	5	2	4	6	10
Yorkshire	4	7	1	8	2	3
Bournemouth & W Hampshire	12	1	9	6	14	4
Bristol	20	11	10	20	20	5
Cambridge	9	21	21	1	1	12
Dee Valley	17	17	17	19	13	16
Folkestone	21	19	20	22	22	22
Mid Kent	3	16	14	5	5	17
Portsmouth	15	10	11	12	3	1
South East Water	5	4	8	14	18	20
South Staffs	10	6	5	2	7	2
Sutton & East Surrey	11	14	6	10	9	11
Tendring Hundred	16	2	13	21	21	7
Three Valleys	18	20	19	18	19	19

İşletme maliyetlerden ikili gruplar oluşturularak, regresyon analizine göre yapılan Çizelge 3.7' deki sıralamadan görüldüğü gibi Wessex, Yorkshire ve South Staffs genelde ilk sıralarda; Thames, Folkestone ve Three Valleys ise bütün sıralamalarda sonlarda yer almaktadır.

3.3.3 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Üçlü Gruplar Halinde Sıralamaları

Üçüncü aşamada işletme maliyetlerinin gerçek ve tahmini değerlerinin üçlü gruplar halinde toplamları alınmış ve bu değerlerden bulunan sapmalara göre yapılan sıralama Çizelge 3.8' de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Şirketlerin işletme maliyetlerinin üçlü gruplar halinde regresyon analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji***	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Servis***	***Dağıtım - Enerji - Servis***	***Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***
Anglian	8	3	8	5
Dŵr Cymru	15	16	17	18
Northumbrian	10	7	11	12
Severn Trent	14	11	9	11
South West	18	19	18	15
Southern	7	6	7	7
Thames	22	22	22	13
United Utilities	1	10	14	14
Wessex	2	2	4	6
Yorkshire	4	1	3	4
Bournemouth & W Hampshire	6	14	5	10
Bristol	20	18	10	19
Cambridge	11	13	19	2
Dee Valley	17	17	16	16
Folkestone	21	21	21	22
Mid Kent	9	5	15	8
Portsmouth	13	4	2	3
South East Water	5	12	13	17
South Staffs	3	8	6	1
Sutton & East Surrey	12	9	12	9
Tendring Hundred	16	15	1	21
Three Valleys	19	20	20	20

İşletme maliyetlerinden üçlü gruplar oluşturularak yapılan sıralamada; ilk ve son sıralarda yer alan şirketlerin ikili yapılan sıralamaya göre çok fazla bir değişim göstermediği Çizelge 3.8' de görülmektedir.

3.3.4. Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Dörtlü Gruplar Halinde Sıralamaları

Regresyon analizi ile yapılan sıralamada son olarak bütün işletme maliyetlerinin gerçek değerlerinin toplamı ve tahmini değerlerinin toplamları alınmış ve bu değerlerden bulunan sapmalara göre yapılan sıralama Çizelge 3.9' da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Şirketlerin işletme maliyetlerinin toplamının regresyon analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***	
	Regresyon	***OFWAT***
Anglian	5	5
Dŵr Cymru	16	18
Northumbrian	9	12
Severn Trent	12	14
South West	19	19
Southern	6	7
Thames	22	22
United Utilities	11	13
Wessex	2	2
Yorkshire	1	3
Bournemouth & W Hampshire	7	6
Bristol	18	16
Cambridge	13	11
Dee Valley	17	17
Folkestone	21	20
Mid Kent	8	8
Portsmouth	4	1
South East Water	14	10
South Staffs	3	4
Sutton & East Surrey	10	15
Tendring Hundred	15	9
Three Valleys	20	21

Dört adet işletme maliyetinin toplamı için yapılan sıralamada en etkin şirketlerin Yorkshire, Wessex ve South Staffs olduğu Çizelge 3.9' da görülmektedir. Etkin olmayan şirketler ise Three Valleys, Folkestone ve Thames'tır. Regresyon analizine göre yapılan bu sıralama Ofwat'ın yapmış olduğu sıralama ile uyum içindedir.

Maliyetlerin tekli, ikili ve üçlü toplamlarına göre yapılan sıralamalarda üst sıralarda çıkan şirketlerin toplam maliyetler açısından yapılan değerlendirmede de yine etkin olduğu, etkin olmayanların ise yine son sıralarda yer aldığı görülmektedir.

3.4. VZA ile Performans Analizleri

Veri Zarflama Analizi ile şirketlerin etkinliklerinin ölçülmesinde EMS (Efficiency Measurement System) bilgisayar programı kullanılmıştır.

3.4.1 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Tekli Sıralamaları

Dağıtım işletme maliyeti için yapılan veri zarflama analizinde Dağıtım İşletme Maliyeti girdi; 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı ve Nüfus ise çıktı olarak kullanılmıştır.

Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti için yapılan analizde Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti girdi; Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı, Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı ve Nüfus ise çıktı olarak kullanılmıştır.

Enerji İşletme Maliyeti için yapılan analizde Enerji İşletme Maliyeti girdi; Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği ve Nüfus çıktı olarak kullanılmıştır.

Servis İşletme Maliyeti için yapılan analizde Servis İşletme Maliyeti girdi; Faturalandırılan Abone Sayısı ve Nüfus ise kullanılan çıktılardır.

Çalışmadaki bütün analizlerde çıktıya yönelik, ölçeğe göre sabit getirili VZA modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Veri Zarflama Analizi ile sıralamada Regresyon Analizi'nde olduğu gibi işletme maliyetleri tekli, ikili, üçlü ve dörtlü şekilde birleştirilerek farklı analizler yapılmıştır.

Veri Zarflama Analizi sonucunda bulunan etkinlik skorlarına göre; en büyük etkinlik skoruna sahip şirket birinci sırada yer almış ve diğer şirketler buna göre sıralanmıştır.

Her bir işletme maliyeti için ayrı ayrı yapılan veri zarflama analizinden elde edilen etkinlik skorlarına göre yapılan sıralamalar Çizelge 3.10' da verilmiştir.

Çizelge 3.10 Şirketlerin işletme maliyetlerinin veri zarflama analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım***	***Kaynaklar ve Arıtma***	***Enerji***	***Servis***
Anglian	11	5	17	4
Dŵr Cymru	15	19	18	18
Northumbrian	10	11	10	11
Severn Trent	13	13	12	3
South West	19	20	14	15
Southern	14	6	7	6
Thames	22	4	13	5
United Utilities	6	9	5	21
Wessex	3	14	11	9
Yorkshire	4	12	9	2
Bournemouth & W Hampshire	5	15	3	19
Bristol	16	21	8	10
Cambridge	21	1	4	16
Dee Valley	8	22	20	17
Folkestone	9	16	22	22
Mid Kent	7	10	21	12
Portsmouth	17	2	1	1
South East Water	2	18	16	20
South Staffs	18	3	2	7
Sutton & East Surrey	12	8	19	8
Tendring Hundred	1	17	6	14
Three Valleys	20	7	15	13

Çizelge 3.10 incelendiğinde etkin olan ve olamayan şirketlerin her bir işletme maliyeti için yapılan sıralamalarda farklılık gösterdiği görülmektedir.

3.4.2 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin İkili Gruplar Halinde Sıralamaları

İşletme maliyetlerinin ikili gruplar halinde ele alındığı durumda yapılan veri zarflama analizinde her bir ikili grup için kullanılan girdi ve çıktılar aşağıda verilmiştir.

Dağıtım - Kaynaklar ve Arıtma

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Nüfus

Dağıtım – Enerji

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Nüfus

Dağıtım – Servis

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Kaynaklar&Arıtma - Enerji

Girdiler:

- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı

- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Nüfus

Kaynaklar&Arıtma - Servis

Girdiler:

- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Enerji - Servis

Girdiler:

- Enerji İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

İşletme maliyetlerinin ikili gruplara ayrıldığı durumda yapılan veri zarflama analizinde bulunan etkinlik skorlarına göre yapılan sıralamalar Çizelge 3.11' de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Şirketlerin işletme maliyetlerinin ikili gruplar halinde veri zarflama analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar ve Arıtma***	***Dağıtım - Enerji***	***Dağıtım - Servis***	***Kaynaklar &Arıtma - Enerji***	***Kaynaklar &Arıtma - Servis***	***Enerji - Servis***
Anglian	8	12	6	6	8	5
Dŵr Cymru	19	17	15	21	21	18
Northumbrian	15	10	10	14	16	15
Severn Trent	16	13	7	17	7	4
South West	20	20	21	20	20	16
Southern	14	11	11	10	12	10
Thames	21	22	18	9	9	11
United Utilities	11	6	13	7	18	12
Wessex	5	8	5	15	14	14
Yorkshire	10	9	3	12	5	3
Bournemouth & W Hampshire	9	5	9	5	19	6
Bristol	22	16	16	11	15	9
Cambridge	1	7	20	1	1	7
Dee Valley	17	14	14	22	13	21
Folkestone	3	19	17	8	4	22
Mid Kent	6	18	8	18	10	20
Portsmouth	7	3	2	4	2	1
South East Water	4	2	4	19	22	19
South Staffs	12	4	19	2	6	2
Sutton & East Surrey	13	15	12	13	11	8
Tendring Hundred	2	1	1	3	3	13
Three Valleys	18	21	22	16	17	17

3.4.3 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Üçlü Gruplar Halinde Sıralamaları

İşletme maliyetlerinin üçlü gruplar halinde ele alındığı durumda yapılan veri zarflama analizinde her bir üçlü grup için kullanılan girdi ve çıktılar aşağıda verilmiştir.

Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma – Enerji

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı

- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Nüfus

Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Servis

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Dağıtım - Enerji - Servis

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis

Girdiler:

- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

İşletme maliyetlerinin üçlü gruplara ayrıldığı durumda yapılan veri zarflama analizinde bulunan etkinlik skorlarına göre yapılan sıralamalar Çizelge 3.12' de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Şirketlerin işletme maliyetlerinin üçlü gruplar halinde veri zarflama analizine göre sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji***	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Servis***	***Dağıtım - Enerji - Servis***	***Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***
Anglian	12	7	7	6
Dŵr Cymru	19	20	18	21
Northumbrian	15	16	13	18
Severn Trent	16	15	12	9
South West	22	22	19	19
Southern	14	14	14	13
Thames	21	18	20	12
United Utilities	8	11	9	16
Wessex	11	8	8	14
Yorkshire	13	4	5	5
Bournemouth & W Hampshire	7	10	6	10
Bristol	20	21	15	15
Cambridge	2	2	10	1
Dee Valley	17	17	17	17
Folkestone	6	5	22	8
Mid Kent	9	9	16	11
Portsmouth	5	3	2	2
South East Water	4	6	4	22
South Staffs	3	13	3	3
Sutton & East Surrey	10	12	11	7
Tendring Hundred	1	1	1	4
Three Valleys	18	19	21	20

3.4.4 Şirketlerin İşletme Maliyetlerinin Dörtlü Gruplar Halinde Sıralamaları

Veri zarflama analizi ile performans ölçümünde maliyetlerin hepsi için yapılan analizde iki tür analiz yapılmıştır. İlk analizde maliyetlerin hepsi ayrı ayrı girdi olarak kullanılmış, ikinci analizde ise maliyetlerin toplamı tek bir girdi olarak alınmıştır.

Çizelge 3.13' de VZA 1 olarak adlandırılan analizde bütün işletme maliyetleri ayrı ayrı girdiler olarak alınmıştır.

Girdiler:

- Dağıtım İşletme Maliyeti
- Kaynaklar ve Arıtma İşletme Maliyeti
- Enerji İşletme Maliyeti
- Servis İşletme Maliyeti

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Çizelge 3.13' de VZA 2 olarak adlandırılan analizde dört adet işletme maliyeti toplanmış ve bu toplam tek bir girdi olarak kullanılmıştır.

Girdiler:

- İşletme Maliyetlerinin Toplamı

Çıktılar:

- 320 mm'den Büyük Çaplı Mecraların Toplam Mecra Boyuna Oranı
- Toplam Kaynak Sayısının Üretilen Su Miktarına Oranı
- Kuyulardan Alınan Suyun Toplam Suya Oranı
- Üretilen Su Miktarı * Ortalama Pompalama Yüksekliği
- Faturalandırılan Abone Sayısı
- Nüfus

Çizelge 3.13 Şirketlerin Veri Zarflama Analizine Göre Dörtlü Sıralamaları

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***		
	VZA 1 (ayrı maliyetler)	***VZA 2 (toplam maliyet)***	***OFWAT***
Anglian	7	5	5
Dŵr Cymru	20	19	18
Northumbrian	15	14	12
Severn Trent	14	12	14
South West	22	21	19
Southern	16	13	7
Thames	19	22	22
United Utilities	10	17	13
Wessex	13	7	2
Yorkshire	6	4	3
Bournemouth & W Hampshire	9	10	6
Bristol	17	18	16
Cambridge	2	9	11
Dee Valley	18	16	17
Folkestone	8	6	20
Mid Kent	11	11	8
Portsmouth	3	2	1
South East Water	5	15	10
South Staffs	4	3	4
Sutton & East Surrey	12	8	15
Tendring Hundred	1	1	9
Three Valleys	21	20	21

Aşağıdaki çizelgelerde Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizi sonucunda yapılan sıralamalar bir arada verilmiştir.

Çizelge 3.14 Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan tekli sıralamaların karşılaştırılması

Şirket	***Dağıtım***		***Kaynaklar ve Arıtma***		***Enerji***		***Servis***	
	Regresyon	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***
Anglian	9	11	3	5	15	17	3	4
Dŵr Cymru	12	15	14	19	18	18	18	18
Northumbrian	6	10	11	11	14	10	13	11
Severn Trent	10	13	15	13	16	12	4	3
South West	19	19	19	20	8	14	17	15
Southern	7	14	8	6	5	7	6	6
Thames	22	22	9	4	19	13	14	5
United Utilities	2	6	5	9	13	5	22	21
Wessex	4	3	4	14	10	11	10	9
Yorkshire	5	4	6	12	9	9	2	2
Bournemouth & W Hampshire	8	5	16	15	2	3	15	19
Bristol	15	16	20	21	3	8	7	10
Cambridge	21	21	1	1	6	4	16	16
Dee Valley	18	8	18	22	20	20	11	17
Folkestone	16	9	22	16	22	22	21	22
Mid Kent	11	7	2	10	21	21	12	12
Portsmouth	14	17	13	2	4	1	1	1
South East Water	3	2	12	18	11	16	20	20
South Staffs	17	18	7	3	1	2	9	7
Sutton & East Surrey	13	12	10	8	12	19	8	8
Tendring Hundred	1	1	21	17	7	6	5	14
Three Valleys	20	20	17	7	17	15	19	13

- Çizelge 3.15 Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan ikili sıralamaların karşılaştırılması

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar ve Arıtma***		***Dağıtım - Enerji***		***Dağıtım - Servis***		***Kaynaklar&Arıtma - Enerji***		***Kaynaklar&Arıtma - Servis***		***Enerji - Servis***	
	Regresyon	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***
Anglian	6	8	12	12	4	6	3	6	4	8	8	5
Dŵr Cymru	14	19	15	17	15	15	16	21	16	21	18	18
Northumbrian	8	15	9	10	12	10	11	14	12	16	13	15
Severn Trent	13	16	13	13	3	7	15	17	10	7	9	4
South West	19	20	18	20	18	21	17	20	17	20	14	16
Southern	7	14	8	11	7	11	9	10	8	12	6	10
Thames	22	21	22	22	22	18	13	9	11	9	15	11
United Utilities	1	11	3	6	16	13	7	7	15	18	21	12
Wessex	2	5	5	8	2	5	4	15	6	14	10	14
Yorkshire	4	10	7	9	1	3	8	12	2	5	3	3
Bournemouth & W Hampshire	12	9	1	5	9	9	6	5	14	19	4	6
Bristol	20	22	11	16	10	16	20	11	20	15	5	9
Cambridge	9	1	21	7	21	20	1	1	1	1	12	7
Dee Valley	17	17	17	14	17	14	19	22	13	13	16	21
Folkestone	21	3	19	19	20	17	22	8	22	4	22	22
Mid Kent	3	6	16	18	14	8	5	18	5	10	17	20
Portsmouth	15	7	10	3	11	2	12	4	3	2	1	1
South East Water	5	4	4	2	8	4	14	19	18	22	20	19
South Staffs	10	12	6	4	5	19	2	2	7	6	2	2
Sutton & East Surrey	11	13	14	15	6	12	10	13	9	11	11	8
Tendring Hundred	16	2	2	1	13	1	21	3	21	3	7	13
Three Valleys	18	18	20	21	19	22	18	16	19	17	19	17

- Çizelge 3.16 Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan üçlü sıralamaların karşılaştırılması

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji***		***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Servis***		***Dağıtım - Enerji - Servis***		***Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***	
	Regresyon	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***	***Regresyon***	***VZA***
Anglian	8	12	3	7	8	7	5	6
Dŵr Cymru	15	19	16	20	17	18	18	21
Northumbrian	10	15	7	16	11	13	12	18
Severn Trent	14	16	11	15	9	12	11	9
South West	18	22	19	22	18	19	15	19
Southern	7	14	6	14	7	14	7	13
Thames	22	21	22	18	22	20	13	12
United Utilities	1	8	10	11	14	9	14	16
Wessex	2	11	2	8	4	8	6	14
Yorkshire	4	13	1	4	3	5	4	5
Bournemouth & W Hampshire	6	7	14	10	5	6	10	10
Bristol	20	20	18	21	10	15	19	15
Cambridge	11	2	13	2	19	10	2	1
Dee Valley	17	17	17	17	16	17	16	17
Folkestone	21	6	21	5	21	22	22	8
Mid Kent	9	9	5	9	15	16	8	11
Portsmouth	13	5	4	3	2	2	3	2
South East Water	5	4	12	6	13	4	17	22
South Staffs	3	3	8	13	6	3	1	3
Sutton & East Surrey	12	10	9	12	12	11	9	7
Tendring Hundred	16	1	15	1	1	1	21	4
Three Valleys	19	18	20	19	20	21	20	20

- Çizelge 3.17 Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizine göre yapılan sıralamaların ve Ofwat sıralaması ile karşılaştırılması

Şirket	***Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis***			
	Regresyon	***VZA (ayrı maliyetler)***	***VZA (toplam maliyet)***	***OFWAT***
Anglian	5	7	5	5
Dŵr Cymru	16	20	19	18
Northumbrian	9	15	14	12
Severn Trent	12	14	12	14
South West	19	22	21	19
Southern	6	16	13	7
Thames	22	19	22	22
United Utilities	11	10	17	13
Wessex	2	13	7	2
Yorkshire	1	6	4	3
Bournemouth & W Hampshire	7	9	10	6
Bristol	18	17	18	16
Cambridge	13	2	9	11
Dee Valley	17	18	16	17
Folkestone	21	8	6	20
Mid Kent	8	11	11	8
Portsmouth	4	3	2	1
South East Water	14	5	15	10
South Staffs	3	4	3	4
Sutton & East Surrey	10	12	8	15
Tendring Hundred	15	1	1	9
Three Valleys	20	21	20	21

Çizelge 3.14' te işletme maliyetlerinin ayrı ayrı ele alındığı durumda yapılan regresyon ve veri zarflama analizi sıralamalarına baktığımızda her iki yöntemde de ilk ve son sırada olan şirketlerin aynı olduğunu görüyoruz. Bu sıralamalara baktığımızda her iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz.

3.5. Değerlendirme

Çizelge 3.18 Regresyon analizi ve veri zarflama analizi sonuçlarına göre sıralamadaki ilk ve son üç şirketin karşılaştırılması

Dağıtım - Kaynaklar&Arıtma - Enerji - Servis					
Şirket	***Regresyon***	***Şirket***	***VZA 1 (ayrı maliyetler)***	***Şirket***	***VZA 2 (toplam maliyet)***
Yorkshire	1	*Tendring Hundred*	1	*Tendring Hundred*	1
Wessex	2	*Cambridge*	2	*Portsmouth*	2
South Staffs	3	*Portsmouth*	3	*South Staffs*	3
Three Valleys	20	*Dŵr Cymru*	20	*Three Valleys*	20
Folkestone	21	*Three Valleys*	21	*South West*	21
Thames	22	*South West*	22	*Thames*	22

Regresyon analizi ve veri zarflama analizine göre yapılan sıralamalardaki en iyi ve en kötü üç şirketin gösterildiği Çizelge 3.18 'de görüldüğü gibi sıralamalar arasında ufak farklılıklar olsa da her iki yöntemde de bulunan performansı yüksek ve düşük şirketler benzerlik göstermektedir.

4. SONUÇLAR

Suya olan ihtiyacın her geçen gün artmasıyla birlikte su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması da önem kazanmaktadır. Bu aşamada su ile ilgili bütün kurumların performans ölçümüne dayalı bir yönetim sistemi geliştirmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada su şirketlerinin regresyon analizi ve veri zarflama analizi ile göreli etkinliklerinin ölçülmesi üzerine uygulama yapılmış ve bu iki yöntemin sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Su şirketlerinin performansını ölçmek amacıyla yapılan bu çalışmada İngiltere'deki 22 adet su şirketinin 2006-2007 yıllarındaki işletme maliyetleri kullanılmıştır. İşletme maliyeti kendi içinde dörde ayrılmıştır. Bunlar dağıtım işletme maliyetleri, kaynaklar ve arıtma işletme maliyetleri, enerji işletme maliyetleri ve servis işletme maliyetleridir. Çalışmada öncelikle bu maliyetler için regresyon analizi yapılmış ve bu analize göre şirketler sıralanmıştır. Veri zarflama analizi uygulamalarında ise çıktıya yönelik, ölçeğe göre sabit getirili VZA modeli kullanılarak şirketlerin etkinlik skorları belirlenmiş ve şirketler bu skorlara göre sıralanmıştır.

Bu sıralamalarda unutulmamalıdır ki; etkin olarak bulunan karar verme birimleri ölçüm yapılan grup içinde etkindirler. Grubun tamamı kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmakta yetersizce, birinci sıradaki birim, kötünün iyisi olacaktır. Bu göreli etkinlik ölçümlerindeki en büyük dezavantajlardan biridir. Bu yüzden karar verme birimlerinin kendi içlerinde bir performans değerlendirmesi yapması ve buna göre bir strateji belirlemesi önemlidir.

Ülkemizdeki su ile ilgili kurumlarda su kaynaklarının, maddi kaynakların ve personelin en etkin biçimde kullanılması için performans ölçüm sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece kurumlar eksik yönlerini görebilecek ve bunları düzeltmek için planlamalar yapabileceklerdir. Ayrıca bu performans ölçümünün aynı işi yapan kurumlar arasında uygulanmasıyla etkin olan kurumların stratejilerinin diğer kurumlara uyarlanması mümkündür.

Fakat bu performans analizlerinin yapılması için verilerin sürekli ve sistematik bir şekilde toplanması; günlük, aylık ve yıllık bazda biriktirilerek saklanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR:

1. İller Bankası İçme Suyu Dairesi Başkanlığı (http://www.ilbank.gov.tr/?komut=ic&pid=55)

2. Daneshfaraz, R. , Türkiye' de Su Kaynakları Yönetimi, TMMOB İnsaat Mühendisleri Odası Bülten, Eylül 2006, Yıl : 21, Sayı : 130 Bonab Azad Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bonab, İran.

3. Harmancıoğlu, N.B., Gül, A., Fıstıkoğlu, O., Entegre Su Kaynakları Yönetimi, Türkiye Mühendislik Haberleri, 2002/3, Sayı : 419

4. Couourn, J., 1999, Integrated Watershed Management on the Truckee River in Nevada, Journal of the American Water Resources Association, Vol:35, No:3, 623-632

5. Afşar, B. , Dede, A. , Performansa Dayalı Yönetim Sistemi, Konya Ticaret Odası Etüd-Araştırma Servisi Araştırma Raporu, Sayı : 2008/19/209

6. Tupper, H.C., Resende,M., 2004. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: an empirical study, Utilities Policy 12 (2004) 29–40

7. Thanassoulis, E., 2000.The use of data envelopment analysis in the regulation of UK water utilities: Water distribution, European Journal of Operational Research 126 (2000) 436-453

8. Aida,K., Cooper,W.W. ,Pastor,J.T., Sueyoshi,T. 1998. Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM:a Range-adjusted Measure of İnefficiency, Omega Int. J. Mgmt Sci. Vol:26, No:2 pp.207-232

9. Cubbin, J. , Tzanidakis, G., 1998. Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry, Utilities Policy 7 (1998) 75–85

10. Adler, N. , Friedman, L. , Sinuany-Stern, Z., 2002. Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, European Journal of Operational Research 140 (2002) 249–265

11. Kıyıldı, R.K., Karaşahin, M., 2006. Türkiye'deki Hava Alanlarının Veri Zarflama Analizi İle Altyapı Performansının Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-3 (2006),391-397

12. Baysal, M.E., Uygur M., Toklu, B., 2004. Veri Zarflama Analizi İle TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Üniv. Cilt 19, No 4, 437-442, 2004

13. Yılmaz, T. , 2002. Mühendisler İçin Uygulamalı İstatistik , Celal Bayar Üniversitesi Rektörlüğü Matbaası , Manisa

14. Akkurt, M., Bilgisayar (Excel) Destekli Uygulamalı İstatistik, 1999. Birsen Yayınevi, İstanbul

15. Atan, M., Nisan 2005. Üretim Ve Verimlilik Arttırma Teknikleri Eğitim Notları

16. Aydagün, A. , 2003. T.C. Hava Harp Okulu Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü Huten Yıl Sonu Semineri, İstanbul

17. Charnes,A., Cooper, W.W., Rhodes, W., 1978, Measuring the Efficiency of Decision Making Units, European Journal of Operational Research, Vol.2, 429-444

EK 1: İŞLETME MALİYETLERİ VE DEĞİŞKENLERİNE AİT VERİLER

Çizelge E.1 Dağıtım işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri

Şirket	**Dağıtım işletme maliyeti**	**320 mm den büyük çaplı mecraların toplam mecra boyuna oranı**
	£m	
Anglian	31,88	0,06
Dŵr Cymru	23,59	0,07
Northumbrian	32,01	0,09
Severn Trent	58,70	0,07
South West	15,82	0,05
Southern	18,39	0,09
Thames	179,50	0,09
United Utilities	47,96	0,11
Wessex	7,50	0,07
Yorkshire	32,03	0,07
Bournemouth & W Hampshire	3,18	0,07
Bristol	9,78	0,08
Cambridge	3,82	0,11
Dee Valley	1,97	0,02
Folkestone	1,38	0,07
Mid Kent	4,21	0,04
Portsmouth	6,27	0,10
South East Water	7,66	0,05
South Staffs	12,39	0,10
Sutton & East Surrey	5,11	0,06
Tendring Hundred	1,13	0,12
Three Valleys	32,07	0,07

Çizelge E.2 Kaynaklar ve arıtma işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri

Şirket	**Kaynaklar ve arıtma işletme maliyeti**	**Toplam kaynak sayısının üretilen su miktarına oranı**	**Kuyulardan alınan suyun toplam suya oranı**
	£m		
Anglian	21,76	0,19	0,53
Dŵr Cymru	23,99	0,12	0,03
Northumbrian	27,17	0,07	0,07
Severn Trent	47,60	0,09	0,32
South West	14,08	0,12	0,07
Southern	13,64	0,22	0,68
Thames	43,30	0,06	0,24
United Utilities	42,40	0,11	0,04
Wessex	8,10	0,29	0,75
Yorkshire	30,63	0,14	0,20
Bournemouth & W Hampshire	2,91	0,06	0,15
Bristol	10,92	0,06	0,16
Cambridge	1,02	0,32	1,00
Dee Valley	2,77	0,21	0,06
Folkestone	2,37	0,37	1,00
Mid Kent	3,70	0,37	0,86
Portsmouth	2,69	0,12	0,91
South East Water	11,46	0,29	0,67
South Staffs	5,59	0,08	0,37
Sutton & East Surrey	4,00	0,24	0,80
Tendring Hundred	1,80	0,27	0,80
Three Valleys	18,76	0,12	0,58

Çizelge E.3 Enerji işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri

Şirket	Enerji maliyetleri	Ortalama pompalama yüksekliği*üretilen su miktarı
	£m	
Anglian	22,09	191139,55
Dŵr Cymru	13,66	110892,27
Northumbrian	14,77	123222,09
Severn Trent	35,20	308308,65
South West	8,07	71467,20
Southern	8,75	80472,24
Thames	35,90	294116,93
United Utilities	18,16	153756,63
Wessex	5,30	45780,94
Yorkshire	18,85	173465,44
Bournemouth & W Hampshire	1,53	19578,48
Bristol	4,82	46849,18
Cambridge	0,65	5408,19
Dee Valley	1,24	8077,52
Folkestone	0,85	4510,26
Mid Kent	3,36	21203,09
Portsmouth	1,30	13174,89
South East Water	6,90	59887,81
South Staffs	4,65	66451,76
Sutton & East Surrey	3,54	29604,62
Tendring Hundred	0,40	3135,30
Three Valleys	13,06	107128,05

Çizelge E.4 Servis işletme maliyetleri ve bağlı olduğu parametrelerin verileri

Şirket	Servis işletme maliyetleri	Faturalandırılan abone sayısı
	£m	
Anglian	24,80	1973,83
Dŵr Cymru	23,75	1294,41
Northumbrian	29,11	1845,11
Severn Trent	39,00	3245,01
South West	13,20	738,33
Southern	14,17	1002,78
Thames	51,80	3421,95
United Utilities	62,77	2946,33
Wessex	8,40	545,72
Yorkshire	21,59	2040,66
Bournemouth & W Hampshire	3,63	191,00
Bristol	7,40	485,85
Cambridge	2,42	122,03
Dee Valley	2,16	114,99
Folkestone	1,81	71,88
Mid Kent	4,45	244,08
Portsmouth	2,95	291,00
South East Water	12,78	592,87
South Staffs	8,13	532,04
Sutton & East Surrey	4,26	263,94
Tendring Hundred	1,25	70,70
Three Valleys	23,77	1235,95

Çizelge E.5 Şirketlere ait kış nüfusu verileri

Şirket	Kış nüfusu
	ooo
Anglian	4217,58
Dŵr Cymru	2873,14
Northumbrian	4263,86
Severn Trent	7408,32
South West	1604,95
Southern	2307,24
Thames	8512,14
United Utilities	6807,53
Wessex	1241,81
Yorkshire	4772,87
Bournemouth & W Hampshire	430,10
Bristol	1092,02
Cambridge	296,82
Dee Valley	264,95
Folkestone	159,98
Mid Kent	587,61
Portsmouth	652,43
South East Water	1410,00
South Staffs	1251,38
Sutton & East Surrey	644,65
Tendring Hundred	154,34
Three Valleys	3069,94

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Özlem ŞANSLI
Doğum Tarihi: 05.08.1979
Doğum Yeri: İstanbul

Eğitim

Lise: Karşıyaka Lisesi, İZMİR 1993-1996

Önlisans: Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknikerliği Programı, İZMİR 1996-1998

Lisans: Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, MANİSA 2002-2005

Yüksek Lisans: Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, MANİSA 2005-2008