

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİNEK OTOMOBİL PERFORMANSLARININ VERİ
ZARFLAMA ANALİZİ İLE İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus GÜRAL

Anabilim Dalı: İstatistik

Danışman: Dr. Öğr. Üy. Ayşe TURAN BUĞATEKİN

TEMMUZ-2018

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNEK OTOMOBİL PERFORMANSLARININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus GÜRAL

161133103

Anabilim Dalı: İstatistik
Programı: Yöneylem Araştırması

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe TURAN BUĞATEKİN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 12 Haziran 2018

TEMMUZ-2018

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNEK OTOMOBİL PERFORMANSLARININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus GÜRAL
161133103

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 12 Haziran 2018

Tezin Savunulduğu Tarih: 10 Temmuz 2018

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Ayşe TURAN BUĞATEKİN (FÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Sinan ÇALIK (FÜ)

Dr. Öğr. Üyesi Fahrettin ÖZBEY (BEÜ)

TEMMUZ-2018

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında, benden destek ve ilgisini esirgemeyen saygı değer hocam Ayşe T. BUĞATEKİN' e çok teşekkür eder, saygılar sunarım.

Yunus GÜRAL
ELAZIĞ-2018



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER.....	3
2.1 Verimlilik, Performans, Etkinlik ve Türleri	3
2.1.1 Farrel'in Teknik, Fiyat ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı	6
2.2. Etkinlik Ölçümünde Kullanılan Yöntemler.....	7
2.2.1. Oran Analizi.....	7
2.2.2. Parametrik Yöntemler.....	8
2.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	8
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	9
3.1. VZA'nın Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi	9
3.2. VZA'nın Uygulanmasındaki Amaçlar	10
3.3. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	10
3.3.1. Güçlü Yönleri	10
3.3.2. Zayıf Yönleri	10
3.4. VZA'nın Uygulama Aşamaları	11
3.4.1. KVB'lerin Seçimi.....	11
3.4.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	11
3.4.3. Verilerin Elde Edilmesi	11
3.4.4. Etkinlik Değerleri ve Sınırı.....	11
3.4.5. Referans Grupları.....	11
3.4.6. Etkin Olmayan KVB'ler İçin Hedef Belirleme	12
3.4.7. Sonuçların Değerlendirilmesi	12
3.5. VZA'nın Matematiksel Gösterimi	12
3.6. VZA Modelleri	12
3.6.1. Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) Modeli	13

3.6.1.1.	CCR-I Modeli	14
3.6.1.1.1.	CCR-I Etkinliği.....	14
3.6.1.1.2.	Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi	15
3.6.1.2	CCR-O Modeli	15
3.6.1.2.1.	CCR-O Etkinliği	16
3.6.1.2.2.	Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi	16
3.6.2.	Banker, Charnes, Cooper (BCC) Modeli.....	17
3.6.2.1.	BCC-I Modeli	18
3.6.2.1.1.	BCC-I Etkinliği.....	18
3.6.2.1.2.	Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi	18
3.6.2.2.	BCC-O Modeli	19
3.6.2.2.1.	BCC-O Etkinliği	19
3.6.2.2.2.	Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi	19
3.6.3.	Etkin Olmayan KVB'lerin Etkinlik Sınırının Belirlenmesi	19
4.	OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE SATIN ALMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ..	20
4.1.	Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi	20
4.2.	Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	20
4.3.	VZA Modelinin Seçimi	22
4.4.	CCR Modeli Sonuçları	22
5.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	38
	KAYNAKÇA.....	41
	ÖZGEÇMİŞ	42

ÖZET

Veri Zarflama Analizi (VZA), birden çok girdi ve birden çok çıktının olduğu koşullarda Karar Verme Birimlerinin (KVB-benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten üretim birimleri) görel verimliliklerini incelemek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Literatürde ilk olarak 1957 yılında Farrell tarafından ortaya konulmuş ve bunu takip eden yıllarda farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmeye çalışılmıştır. 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından detaylı bir şekilde incelenerek şimdiki halini almıştır.

Çalışmada otomobillerin Karar Verme Birimlerinin performans verimlilikleri, Klasik Veri Zarflama Analizi yaklaşımıyla incelenmiştir. Bu doğrultuda tüketicilerin isteklerine göre otomobil modellerinin görel etkinliklerinin hesaplanması, etkin ve etkin olmayan KVB'lerin belirlenmesi ile tüketicilere satın almada yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

Klasik Veri Zarflama Analizi modellerinde satış fiyatı, yakıt tüketimi girdi değişkenleri olarak ele alınırken; maksimum hız, silindir hacmi, beygir gücü, maksimum tork, 0'dan 100 km'ye hızlanma süresi ve bagaj hacmi ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Tüm sektörde olduğu gibi otomotiv sektöründe de işletmelerin etkin bir biçimde çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla etkinliğin ölçülmesi ve etkinsizliğin kaynağının bilinmesi de önemli bir husustur. Etkinliğin ölçülmesinde ise doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, araştırmaya dahil edilen binek otomobil modellerinin tüketici bakış açısına göre görel etkinliklerinin hesaplanması, etkin olan ve olmayan birimlerin tespit edilmesi ve tüketicilerin satın alma kararlarında yardımcı olabilecek bir karar destek sisteminin geliştirilmesidir.

Anahtar kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Süper-Etkinlik, Etkinlik, Otomotiv sektörü.

SUMMARY

Analysis of Passenger Car Performances by Data Envelopment Analysis

Data Envelopment Analysis (DEA) is a nonparametric method used to examine the relative efficiencies of Decision Making Units (DMUs) on conditions where there are multiple inputs and multiple outputs. It was first published in 1957 by Farrell in the literature and in the following years different researchers tried to be developed. In 1978 Charnes, Cooper and Rhodes studied it in detail.

In this study, the performances of the DMU of the automobiles will examine using the Classical Data Envelopment Analysis approach. In this direction, it is aimed to assist consumers in purchasing to consumers by calculating the relative efficiencies of automobile models according to the wishes of the consumers by determining effective and ineffective DMUs.

In classical Data Envelopment Analysis models, sales price, fuel consumption are considered as input variables; maximum speed, cylinder volume, horsepower, maximum torque, luggage volume and acceleration time from 0 to 100 km are determined as output variables.

As in all sectors, it is very important for the automotive sector to operate effectively. Therefore, it is also important to measure the efficiency and find the source of the inefficiency. Data envelopment analysis, which is a linear programming based method, is frequently used when efficiency is measured.

The purpose of this study is to develop a decision support system that can calculate the relative efficiency of the automobile models according to the consumer perspective, to determine the effective and ineffective units, and to assist consumers in purchasing decisions.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Super-Efficiency, Efficiency, Automotive Industry.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Teknik Etkinlik ve Verimlilik	4
Şekil 2.2: Ölçek Etkinliği.....	5
Şekil 2.3: Girdiye göre teknik etkinlik ve kaynak dağılımı etkinliği	6
Şekil 2.4: Çıktıya göre teknik etkinlik ve kaynak dağılımı etkinliği	7
Şekil 3.1: VZA Modelleri	13
Şekil 3.2: CCR ve BCC Modelleri İçin Etkin Sınır	17



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1:	CCR-O Modelinde B Segmenti HB Modellerinin Etkinlik Değerleri	24
Tablo 4.2:	CCR-O Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri	24
Tablo 4.3:	CCR-O Modelinde C Segmenti HB Modellerinin Etkinlik Değerleri	25
Tablo 4.4:	CCR-O Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri	25
Tablo 4.5:	CCR-O Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri	26
Tablo 4.6:	CCR-O Modelinde B Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	26
Tablo 4.7:	CCR-O Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	27
Tablo 4.8:	CCR-O Modelinde C Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	27
Tablo 4.9:	CCR-O Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	28
Tablo 4.10:	CCR-O Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	28
Tablo 4.11:	CCR-I Modelinde B Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	30
Tablo 4.12:	CCR-I Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	30
Tablo 4.13:	CCR-I Modelinde C Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	31
Tablo 4.14:	CCR-I Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	31
Tablo 4.15:	CCR-I Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)	32
Tablo 4.16:	B Segmenti HatchBack Modelleri için Hedef Değerleri	33
Tablo 4.17:	C Segmenti Sedan Modelleri için Hedef Değerleri	34
Tablo 4.18:	C Segmenti Hatchback Modelleri için Hedef Değerleri	35
Tablo 4.19:	C Segmenti Suv Modelleri için Hedef Değerleri	36
Tablo 4.20:	D Segmenti Sedan Modelleri için Hedef Değerleri	37

KISALTMALAR LİSTESİ

BCC-O	: Çıktıya Göre BCC Modeli
BCC-I	: Girdiye Göre BCC Modeli
CCR-I	: Girdiye Göre CCR Modeli
CCR-O	: Çıktıya Göre CCR Modeli
DP	: Doğrusal Programlama
KVB	: Karar Verme Birimi
VZA	: Veri Zarflama Analizi
a_i	: i . çıktının aldığı ağırlık,
b_r	: r . girdinin aldığı ağırlık,
f_k	: k . KVB'nin etkinliği,
l	: Girdi sayısı
m	: Çıktı sayısı
t	: KVB sayısı
X_{rk}	: k . KVB'nin kullandığı r .girdi,
Y_{ik}	: k . KVB'nin ürettiği i .çıktı,

1. GİRİŞ

Otomotiv sektöründe birçok marka ve model tüketicilerin karşısına çıkmaktadır. Otomobil teknolojisinin gelişmesiyle bu markalar arasında rekabet artmaktadır. Marka ve modellerde otomobile ait özellikler farklılık göstermektedir. Tüketiciler için karar vermesinde etkili olan satış fiyatı, yakıt tüketimi, konfor, güvenlik gibi kriterler bulunmaktadır. Tüketicilerin otomobil modellerini tercih etmesinde bu kriterlerin oldukça etkisi vardır.

Veri Zarflama Analizi çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının olduğu problemlerde kullanılan önemli bir yöntemdir. Veri Zarflama Analizi'nde göreceli olarak ölçüm yapıldığı için karşılaştırma yapılacak birimlerin benzer olması gerekir. VZA benzer çıktılar elde etmek için benzer girdiler kullanan bir yöntemdir.

VZA, Farrell'in 1957 yılında yaptığı çalışmalarda birden fazla girdi ve çıktı ile karşılaştırılmalı verimliliğin ilk olarak ele alınmasıyla başlamıştır. 1978 yılında Charnes-Cooper-Rhodes Farrell'in ağırlıklı toplam girdilerinin, ağırlıklı toplam çıktıya oranıyla bulunan toplam faktör verimliliklerini incelemek amacıyla matematiksel bir programlama tekniği geliştirmişlerdir [5]. VZA, en yüksek performansı gösteren birimi sınır olarak kabul ederek diğer birimleri bu sınıra göre etkin hale gelmesi için, yapmaları gereken potansiyel iyileştirmeleri hesaplamaktadır. 1986 yılında Banker ve Morey kontrol edilemeyen değişkenlerin kategorik olduğunu düşünerek "Kategorik VZA'yı geliştirmişlerdir. Kategorik VZA'nın, klasik VZA'ya göre farkı etkinlik değerleri hesaplanacak Karar Verme Birimleri sadece kendi grubu içinde değil diğer grupları da değerlendirerek etkinlik değerlerini hesaplamasıdır.

Bu çalışmada, 2017 yılında Türkiye'de en çok satışı yapılan otomobil modelleri incelemeye tabi tutulmaktadır. Tüketicilerin isteklerine göre otomobil modellerinin göreceli etkinliklerinin hesaplanması, etkin ve etkin olmayan KVB'lerin belirlenmesi ile tüketicilere satın almada yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

Birinci bölümde; çalışmanın konusu, önemi ve içeriğinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde; temel kavramlardan ve VZA' dan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde; VZA' nın Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi, VZA' nın Uygulanmasındaki Amaçlar, VZA' nın Güçlü

ve Zayıf Yanları, VZA' nın Uygulama Aşamaları, VZA' nın Matematiksel Gösterimi ve VZA Modelleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise binek otomobil modelleri üzerine VZA yöntemi uygulanmıştır. Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.



2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER

2.1 Verimlilik, Performans, Etkinlik ve Türleri

Verimlilik, bir miktar girdi kullanılarak maksimum miktarda çıktının üretilmesi veya bir miktar çıktının en az miktarda girdi kullanılarak üretilmesi demektir [4].

Üretim sürecindeki girdiler ile bu süreçten üretilen çıktılar arasındaki ilişkiyi yansıtan verimlilik, kaynakları en uygun şekilde kullanarak üretmektir [2]. Tek girdi ve çıktı aldığımızda, bir KVB'nin verimliliği, çıktının girdiye oranı olarak tanımlanır.

$$Verimlilik = \frac{Çıktı}{Girdi}$$

Performans, bireyin veya grubun amaçlanan hedefe ne kadar ulaşabildiği şeklinde tanımlanabilir. Birey ya da grubun verimliliği yükselirse performansı da yüksek olacaktır.

Etkinlik, düşük çaba ya da maliyet ile maksimum sonuç elde etme olarak tanımlanabilir.

Eroğlu ve Atasoy [6] etkinliğin, hedeflenen çıktının en az girdi ile veya belirli bir girdi kullanılarak hedeflenen maksimum çıktıyı elde etme şeklinde tanımlanabileceğini belirtmiştir. Eğer aynı miktarda çıktıyı üretmek için gerekli olan girdi miktarı azaltılırsa girdi odaklı, aynı miktardaki girdi ile daha fazla çıktı elde edebiliyorsa çıktı odaklı etkinlik olarak tanımlanır [11].

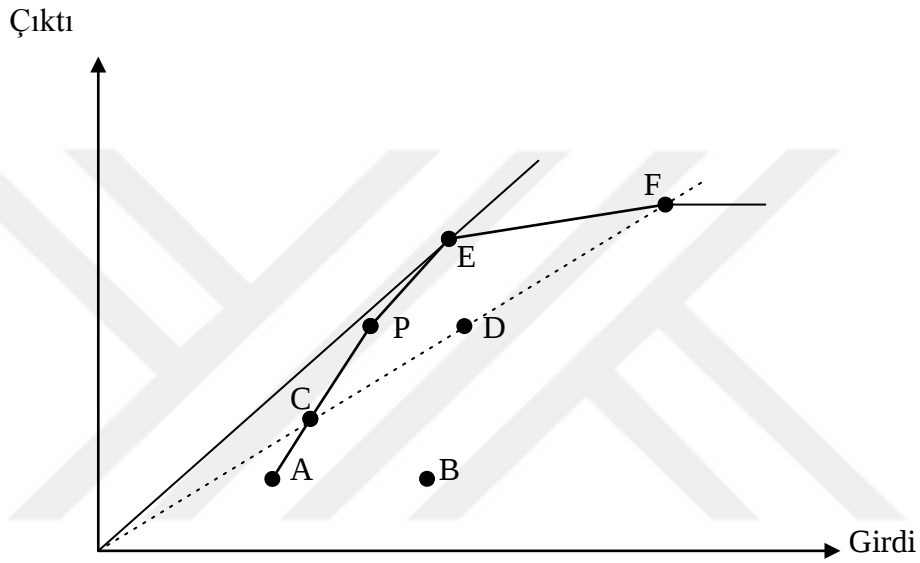
$$Etkinlik = \frac{Standart Performans}{Gerçekleşen Performans}$$

Etkinlik oranı 1 değerine eşit ise işin hedeflendiği gibi yapıldığını göstermektedir. Bu oran 1 değerinden farklı ise işin hedeflendiği gibi yapılmadığını gösterir.

Teknik etkinlik, girdilerden çıktı elde etme işlemidir. Bu işlemin etkin olarak görülebilmesi için bir miktar girdi kullanılarak en fazla çıktının üretilmesine veya bir miktar çıktıyı en az girdi kullanılarak elde edilmesine bağlıdır [3].

KVB'lerin teknik etkin olabilmeleri için üretim sınırı üstünde olmaları gerekmektedir. Üretim sınırının altında olan Karar Verme Birimlerin, görece olarak, kaynaklarını iyi kullanmadıkları söylenebilir.

Şekil 2.1 de verilen A, B ve P KVB'lerinin verimlilikleri , *çıkıtı/girdi* oranından hesaplanmaktadır. A ve P noktaları üretim sınırında olduğundan teknik etkin olarak adlandırılmaktadır. B noktası ise, A noktası ile aynı çıktı miktarına ulaşmıştır ancak B noktası daha çok girdi kullanmıştır. B KVB' si, P ile aynı düzeyde girdi kullanmış ancak daha az çıktı miktarına ulaşmıştır. Sonuç olarak, P KVB'sinin daha verimli olduğu ve B KVB'sinde verimsiz olduğu ortaya çıkmaktadır. A KVB'sinde ise teknik etkinlik olmasına rağmen P KVB'sine oranla verimliliği daha azdır [9].



Şekil 2.1: Teknik Etkinlik ve Verimlilik [9]

Teknik etkinlik, girdiye ve çıktıya göre olarak iki biçimde incelenebilir [7].

Girdiye Göre Teknik Etkinlik: En az girdi miktarı kullanarak mevcut çıktı miktarına ulaşabilmektir.

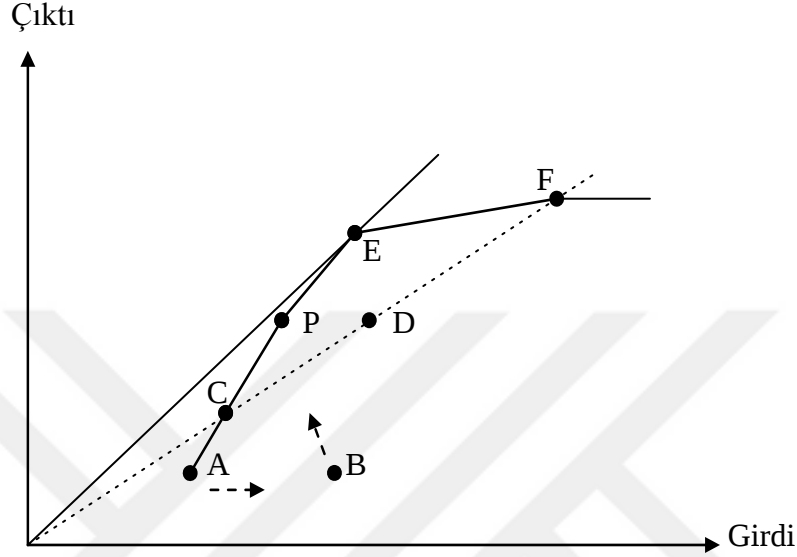
Girdilerde oluşturulabilecek azalma oranı girdiye göre teknik etkinsizliği gösterirken bu oranın 1'den çıkarılması ile bulunan değer ise girdiye göre teknik etkinliği ifade eder.

Çıktıya Göre Teknik Etkinlik: Mevcut girdi miktarını en uygun şekilde kullanarak en fazla çıktıyı üretebilmektir.

Çıktılarda oluşturulabilecek azalış oranı çıktıya göre teknik etkinsizliği gösterirken bu oranın 1'den çıkarılması ile bulunan değer ise çıktıya göre teknik etkinliği ifade eder.

Bir üretim birimi girdi ve çıktıya göre teknik etkin olabileceği gibi, her iki durumda da etkin olmayabilir ya da sadece bir durum için etkin olabilir. KVB'nin teknik etkin olması için hem çıktı hem de girdiye göre teknik etkin olması gerekir.

Ölçek etkinlik, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık olarak tanımlanabilir. Şekil 2.2’ de B noktasının üretim sınırına doğru yaklaşması teknik etkinliğini ve verimliliğini arttırabilir. A noktası ise B noktasına doğru yaklaşırsa teknik etkinliğini korumasına rağmen ölçek sayesinde verimliliğini artırabilir.



Şekil 2.2: Ölçek Etkinliği

Üretim sınırı üzerinde olmayan D KVB’si kaynak israfında bulunmaktadır. D KVB’si E KVB’si ile aynı girdi miktarını kullanıyor ancak E KVB’si en verimli ölçek büyüklüğüne sahip olduğundan D KVB’sinin kaynaklarını yeteri kadar kullanmadığı çıkmaktadır.

Şekil 2.2’ ye bakıldığında, C ve D KVB’leri ölçek etkin; A, B, E, F ve P KVB’lerinin ölçek etkin olmadıkları söylenebilir. A, B, C, E ve F KVB’lerinin teknik etkin; D ve P KVB’leri ise teknik etkin olmadıkları söylenebilir.

Tahsis etkinlik, girdi maliyetlerini de göz önünde bulundurarak birden çok girdi kullanan birimin üretim maliyetini en düşük yapacak en uygun girdi düzeyini seçmesindeki performansa denilir [1].

Yapısal etkinlik, tahsis etkinliğin yanlışlığını tahmin etmek için kullanılan etkinliktir.

Ekonomik etkinlik; tahsis etkinliği ve toplam etkinliği içermektedir.

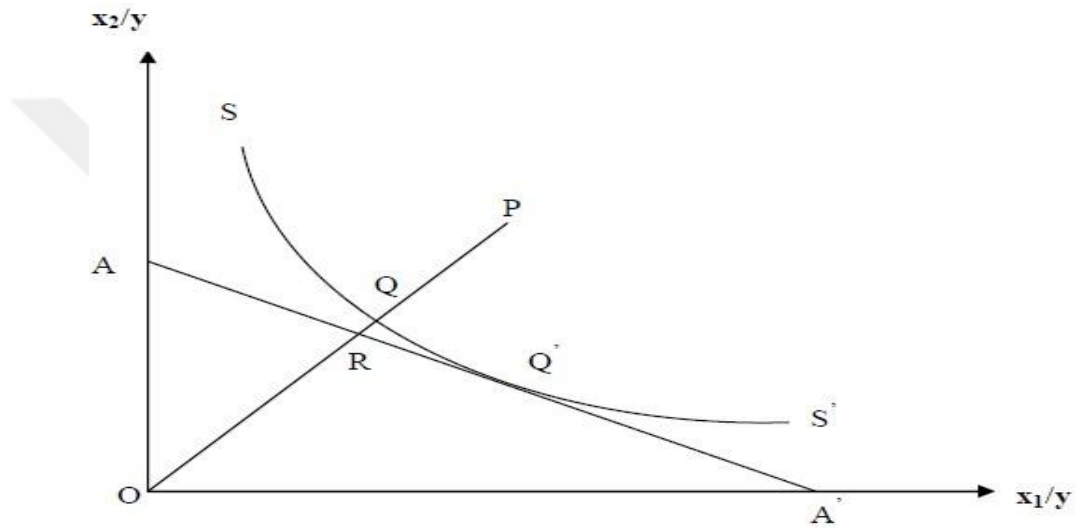
$$Ekonomik Etkinlik = Toplam Etkinlik * Tahsis Etkinlik$$

Bir KVB’nin ekonomik etkin olup olmaması, teknik ya da tahsis etkinliğe bağlıdır.

2.1.1 Farrel'in Teknik, Fiyat ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı

İlk olarak Farrell'in 1957 de yaptığı çalışma ile teknik etkinliğin ölçülmesine başlanmıştır. Bu çalışmada Teknik etkinlik ve kaynak dağılım etkinliğinden bahsedilmiştir. Teknik etkinlik, bir miktar girdi kullanılarak en fazla çıktının üretilmesini veya bir miktar çıktıyı en az girdi kullanılarak üretilmesini gerektirir.

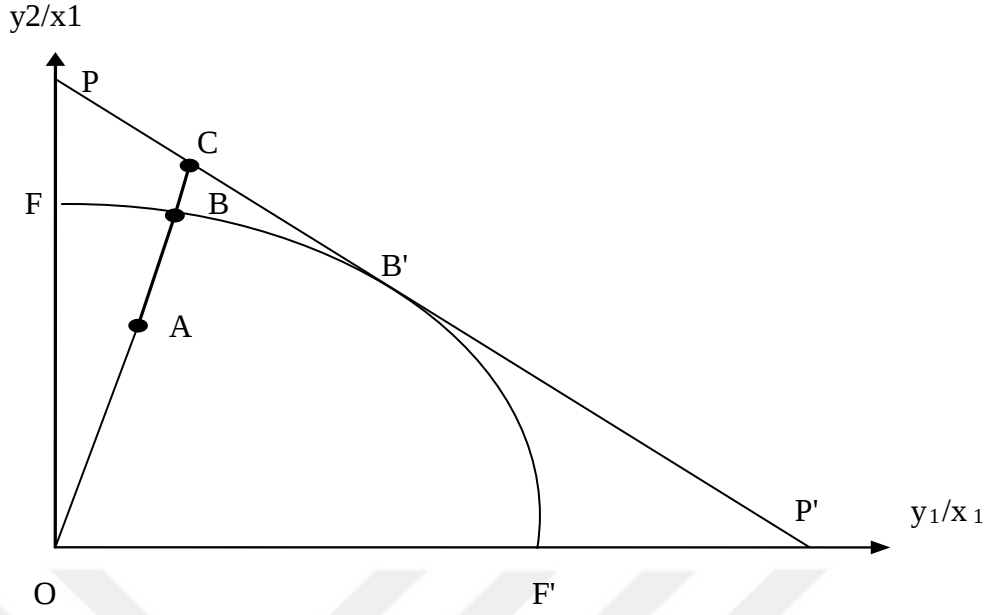
Kaynak dağılımı etkinliği, üretim fiyatları dikkate alınarak karı en fazla yapacak girdi düzeyinin belirlenmesini gerektirir. Üretim fonksiyonu üretim sınırını gösterir. Bu sınırın üstünde ise her nokta teknik etkin, altında ise her nokta teknik etkinsizdir.



Şekil 2.3: Girdiye göre teknik etkinlik ve kaynak dağılımı etkinliği [12]

Şekil 2.3' de, SS' eş ürün eğrisini, AA' doğrusu girdi fiyatları arasındaki oransal ilişkiyi göstermektedir. x_1, x_2 üretim için kullanılan girdileri, y ise çıktıyı göstermektedir. Eş ürün eğrisi üstünde olan Q noktası, etkin üretim düzeyini göstermektedir. Yani Q noktasında, P noktasının olduğu üretim düzeyine ulaşmak için her bir girdiden OQ/OP oranında daha az girdi kullanılmalıdır. Aynı düzeyde girdi ile P noktasında OP/OQ oranında daha fazla ürün elde etme imkanı vardır.

Kaynak dağılımı etkinliği ise AA' doğrusu ile eş ürün eğrisinin teğet olduğu Q^* noktasında sağlanır [12].



Şekil 2.4: Çıktıya göre teknik etkinlik ve kaynak dağılımı etkinliği [12]

Şekil 2.4' de FF' üretim olanakları eğrisini, PP' eş gelir doğrusunu, y_1, y_2 çıktı miktarlarını göstermektedir. FF' eğrisi üstünde yer alan her nokta teknik etkin olarak adlandırılır. Yani üretim olanakları eğrisinin altında olan noktalar teknik etkinsizdir. FF' eğrisi ile PP' doğrusunun teğet olduğu noktada kar maksimuma çıkmaktadır. A noktasını teknik etkin hale getirmek için B noktasına çıkarmak gerekir. B noktası A ile aynı çıktı oranına sahip olduğundan üretimdeki girdi miktarını kullanarak daha çok çıktı elde etme imkanı vardır. B noktasında OB/OA oranında A'dan daha fazla çıktı elde edilir. B noktası B' noktasına kaydırılarak kaynak dağılımı etkinliği gerçekleştirilmiş olur [12].

2.2. Etkinlik Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

2.2.1. Oran Analizi

Tek girdi ve tek çıktı ile kullanılan bu yöntem en yaygın ve en basit olan analizdir. Kolay olmasının nedeni az bilgiye ihtiyaç duymasıdır. Tek boyut kullanılması, yorumlanma güçlüğü ve hedefe uygun ağırlıklandırma yapması bu yöntemin dezavantajıdır.

2.2.2. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemlerde, verimlilik ölçümünde kullanılan üretim fonksiyonunun analitik yapıda olması istenir. Bu fonksiyonun parametreleri belirlenir. Parametrik yöntemler arasında en çok kullanılanı Regresyon teknikleridir. Regresyon teknikleri performans ölçümünde çoğunlukla kullanılır ancak tek çıktı ve birden çok girdi kullanılır.

2.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan yöntemlerde genelde matematiksel programlama yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde üretim fonksiyonunun analitik yapıda olmasını öngörmezler. Parametrik olmayan yöntemlerde değişkenler ve hata teriminin dağılımı hakkında bir öngörü bulunmamaktadır. Çok girdi ve çok çıktı performans ölçümüne uygundur [8].

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

1957 yılında Farrell tarafından yapılan çalışmalar sonucunda VZA (DEA) ortaya çıkmıştır. Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) ve Banker, Charnes, Cooper (BCC) tarafından geliştirilerek bireylerin ve kuruluşların performansının ve etkinliğinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmuştur.

VZA, çok sayıda girdi ile çok sayıda çıktıyı elde etmede KVB'lerin görece verimliliklerini ölçmeye yarayan doğrusal programlama (DP) tekniğidir.

VZA'nın parametrik olmayan diğer yöntemlere göre avantajı çok sayıda çıktının üretim süreçlerinde verimlilik ölçümünün yapılabilmesini sağlamasıdır. VZA'da çok girdi ve çok çıktı arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak, KVB'lerin görece etkinlikleri matematiksel programlama tekniği ile bulunmaktadır.

VZA, etkin olan KVB'leri ve etkin olmayan KVB'leri belirler. Ayrıca, etkin olmayan KVB'lerin etkinsizlik miktarı ve kaynağı hakkında bilgi verir. Etkin olmayan birimlerini iyileştirerek etkin hale gelmelerini sağlar. Yani, girdi ve çıktı miktarlarını etkin olan birimlere göre azaltarak veya artırarak etkin hale gelmelerini sağlar.

VZA Sağlık, Spor, Finans, Turizm, Pazarlama, Eğitim gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

3.1. VZA'nın Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi

1957 yılında Farrell yaptığı çalışma parametrik olmayan analiz üzerine yapılan ilk çalışmadır. Birden çok girdi ve tek çıktının olduğu durumda doğrusal denklem sistemini önermiştir.

1967 yılında Boles tarafından geliştirilen DP modelinde tek çıktı için kullandıkları DP modelini birden çok çıktının olduğu koşullar için geliştirmişlerdir. Bu model VZA'ya oldukça benzer modeldir [7].

Farrell'in 1957 yılında ortaya attığı performans etkinliğini ölçmedeki yaklaşımından yararlanan Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) 1978 yılında VZA'yı bulmuştur. CCR modellerinde ilk olarak sabit getiri varsayımına dayanan modeller kullanılmıştır.

Banker, Charnes, Cooper'ın geliştirdiği model ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanır.

3.2. VZA'nın Uygulanmasındaki Amaçlar

- Etkin olmayan birimlerin etkinsizlik miktarını ve kaynağını belirleme,
- Referans kümesinin oluşturulması,
- Kaynakları referans kümesine göre iyileştirme yapılması,
- Yönetimlerin uygunluğunun değerlendirilmesi.

3.3. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

3.3.1. Güçlü Yönleri

- VZA yöntemi ile birden çok sayıda girdi ile birden çok sayıda çıktıyı inceleyebilir.
- VZA yöntemi ile KVB'ler referans kümesine göre değerlendirilmektedir.
- VZA, birden fazla girdi ve birden fazla çıktıya sahip KVB'lerin etkinliğini ölçer, bu karar verme birimlerinin etkin olup olmadığını belirler ve etkin olmayan karar verme birimlerinin kaynaklarını tanımlar ve etkinliğin sağlanabilmesi için önerilerde bulunur.

3.3.2. Zayıf Yönleri

- Parametrik olmayan yöntem olan VZA istatistiksel analiz araçlarının kullanımına uygun değildir.
- Dinamik analize uygun olmadığından statik veya karşılaştırmalı statik analiz yapabilmektedir.
- Büyük boyutlu problemler çok uzun zaman almaktadır.
- VZA ölçüm hatalarına karşı hassastır.
- Karar Verme Birimlerin performanslarını değerlendirmede yeterlidir. Fakat mutlak etkinliğin değerlendirilmesinde yetersizdir.
- KVB'lerdeki çok büyük veya çok küçük girdi ve çıktı değerleri etkinlik sınırının bulunmasında sıkıntı yaratabilir.

3.4. VZA'nın Uygulama Aşamaları

3.4.1. KVB'lerin Seçimi

KVB' leri seçerken dikkat edilmesi gerekenler;

- KVB' ler aynı işi yapan homojen birimler olmalıdır.
- KVB' ler aynı üretim sürecinde olmalıdır.
- Seçilen KVB sayısı; girdi sayısı l , çıktı sayısı m olmak üzere en az $l + m + 1$ adet olmalıdır.

3.4.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi

VZA' nın etkili bir şekilde yapılması için girdi ve çıktı seçimi hayati öneme sahiptir. VZA da girdi ve çıktı sayısının değiştirilmesi durumunda KVB sayısında değiştirilmesi gerekir.

Girdi ve çıktı seçim şartları:

- KVB' lerin tümü için girdi ve çıktı sayıları pozitifdir.
- Göreceli verimliliği etkileyecek şekilde girdi ve çıktı seçilmelidir.

3.4.3. Verilerin Elde Edilmesi

Girdi ve çıktı değişkenleri için girdi ve çıktı verileri tam ve doğru bir şekilde elde edilir. Tam ve doğru şekilde elde edilemeyen girdi ve çıktılara ait KVB'ler araştırmadan çıkartılır.

3.4.4. Etkinlik Değerleri ve Sınırı

Etkinlik değerleri KVB' ler için bulunur. Karar Verme Birimleri etkin olması için etkinlik değeri 1 olması gerekir. Etkin olan KVB'ler etkinlik sınırını oluştururlar. Karar Verme Birimleri etkinsiz olması için girdiye göre KVB'de etkinlik değeri 1'den farklı olması gerekir.

3.4.5. Referans Grupları

Referans kümesini etkin olan KVB' ler oluştururlar ve bu kümeye göre etkin olmayan KVB'ler değerlendirilir.

3.4.6. Etkin Olmayan KVB'ler İçin Hedef Belirleme

KVB'lerin performansını arttırabilmek için referans kümesindeki etkin birimlerin ağırlıklı ortalaması alınarak hedefler belirlenir.

3.4.7. Sonuçların Değerlendirilmesi

Etkin, etkin olmayan KVB' ler belirlenir. Etkin olmayan KVB'lerin kullandığı fazla kaynak miktarını, girdi miktarları ile üretmeleri gereken çıktı miktarları referans kümesine göre değerlendirilir.

3.5. VZA'nın Matematiksel Gösterimi

Amaç Fonksiyonu:

$$Maks f_k = \frac{\sum_{i=1}^m a_i Y_{ik}}{\sum_{r=1}^l b_r X_{rk}}$$

Amaç fonksiyonu k . birimin etkinliğini en büyük yapacak çıktı ve girdi ağırlık değerlerini bulmayı hedefler.

Kısıtlayıcılar:

$$0 \leq \frac{\sum_{i=1}^m a_i Y_{ij}}{\sum_{r=1}^l b_r X_{rj}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

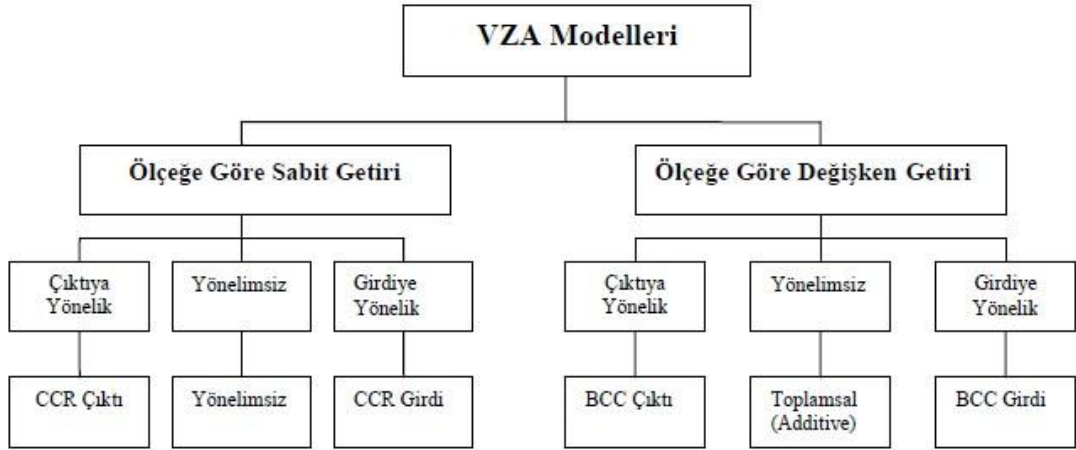
$$a_i > 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$$

$$b_r > 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, l$$

VZA, görelî etkinliği hesaplarırken ilk olarak en az girdi ile en çok çıktıyı elde edebilecek birimleri yani etkinlik sınırındaki birimleri (referans birimleri) belirler. Sonra bu referans birimlerine göre etkin olmayan KVB'leri bu sınıra uzaklıklarını belirler.

3.6. VZA Modelleri

VZA modelleri DP modellerinden geliştirildiklerinden dolayı DP'nin bütün özellik ve varsayımları VZA için de geçerlidir. DP gibi VZA da enbüyükleme ve enküçükleme problemine dayanır [7].



Şekil 3.1: VZA Modelleri [7]

Aşağıdaki varsayımlara göre Şekil 3.1' deki modellerin hangisinin kullanılacağına karar verilir. Genellikle;

- Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı geçerli ve birimlerin toplam etkinlikleri belirlenmek isteniyorsa; CCR veya yönelimsiz modeller,
- Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı geçerli ve sadece birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa; BCC veya toplamsal modeller,
- Etkinlik ile ilgili daha fazla bilgi edinilmek istenirse, yani etkinsizliğin teknik etkinlikten mi ölçek etkinlikten mi meydana geldiği bulunmak istenirse toplam, hem teknik hem de ölçek etkinliğin bulunması gerekirse CCR ve BCC modeller,
- En az girdi ile maksimum çıktının üretilmesi istenirse, toplamsal veya yönelimsiz modeller kullanılır [7].

Ölçeğe göre sabit getiride girdi miktarı m kat artarsa çıktılarında m kat arttığı, ölçeğe göre değişken getiride ise m 'den farklı oranda arttığı varsayımına dayanır.

KVB'nin etkinliğini arttırmak için çıktılar sabit iken girdiler azaltılır (girdiye göre) ya da girdiler sabit iken çıktıların arttırılması (çıkıya göre) gerekir. Girdiye yönelik VZA en uygun girdi oranını, çıkıya yönelik VZA ise üretilebilecek en fazla çıktı oranını nasıl elde edilebileceğini araştırır.

3.6.1. Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) Modeli

CCR Charnes, Cooper, Rhodes tarafından geliştirilen temel VZA modelidir. Girdiye göre CCR (CCR-I), istenilen çıktı miktarına erişmek için girdinin ne kadar

azaltılacağı ile ilgilidir. Çıktıya göre CCR (CCR-O), mevcut girdi miktarı ile çıktı seviyesinin ne kadar artırılmasıyla ilgilidir.

3.6.1.1. CCR-I Modeli

CCR-I modelinde çıktı düzeyi değiştirilmeden girdi miktarının ne kadar azaltılmasını araştıran modeldir. Girdiye göre primal CCR-I modeli ve duali aşağıdaki gibidir [7].

CCR-I	DUALİ
$Maks \sum_{i=1}^m a_{ik} Y_{ik} \quad ; \quad k = 1, \dots, t$ $\sum_{i=1}^m a_{ik} Y_{ij} - \sum_{r=1}^l b_{rk} X_{rj} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, t$ $\sum_{r=1}^l b_{rk} X_{rj} = 1$ $a_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$ $b_{rk} \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s$	$Min \Phi_k$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} X_{ij} \leq \Phi_k X_{ik}$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk}$ $\lambda_{jk} \geq 0$

3.6.1.1.1. CCR-I Etkinliği

Modelde $\Phi^* = 1$ olursa ve girdide kalan ya da çıktıda eksiklik olmazsa KVB'ye etkin denilir. $\Phi^* < 1$ veya aylak değişkenler sıfır değilse KVB'ye etkinsiz denilir.

KVB'nin tam verimliliği için $\Phi^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır olmalıdır. $\Phi^* = 1$ ancak aylak değişkenlerin biri sıfırdan farklı ise zayıf etkin denilir [10].

SÜPER ETKİNLİK MODELİ
$Min \Phi_k - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^- - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^+$ $S_r^- + \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} X_{rj} - \Phi_k X_{rk} = 0$ $-S_i^+ + \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} Y_{ij} = Y_{rk}$ $\lambda_{jk}, S_r^-, S_i^+ \geq 0$

$\Phi^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır önermelerinin gerçekleşip gerçekleşmediğinin bulunabilmesi, KVB'lerin girdi fazlalığı ve çıktı eksikliğinin bulunabilmesi için süper etkinlik modeli iki aşamalı olarak çözülmesi gerekmektedir.

Birinci aşamada, CCR-I modelinin duali çözülerek amaç fonksiyonunun en iyi değeri Φ^* bulunur. İkinci aşamada ise; bulunan Φ^* süper etkinlik modelinde yerine konularak dual değişkenlerin değerleri λ^*, S_r^*, S_i^* elde edilir.

3.6.1.1.2. Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi

$\Phi^* < 1$ olduğunda KVB'nin etkin olması için hedef değerler bulunur.

$$X_{rk} = \Phi_k^* X_{rk} - S_r^{-*} ; r = 1, \dots, l$$

$$Y_{ik} = Y_{ik} + S_i^{+*} ; i = 1, \dots, m$$

Etkin olmayan KVB' nin hedeflenen girdi ve çıktı seviyelerine ulaşması için kullanılan hipotetik girdi ve çıktılarıdır.

3.6.1.2 CCR-O Modeli

CCR-O, girdi düzeyini değiştirmeden çıktı miktarının ne kadar arttırılmasını araştıran modeldir. Çıktıya göre modelin girdiye göre olandan farkı, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının en küçükleme edilmesidir. Çıktıya göre primal CCR-O modeli ve duali aşağıdaki gibidir [7].

CCR-O	DUALİ
$\text{Min} \sum_{r=1}^l b_{rk} X_{rk} \quad ; \quad k = 1, \dots, t$ $\sum_{r=1}^l b_{rk} X_{rj} - \sum_{i=1}^m a_{ik} Y_{ij} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, t$ $\sum_{i=1}^m a_{ik} Y_{ik} = 1$ $a_i, b_r \geq 0$	$\text{Max} \beta_k$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} X_{rj} \leq X_{rk}$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} Y_{ij} \geq \beta_k Y_{ik}$ $\lambda_{jk} \geq 0$

3.6.1.2.1. CCR-O Etkinliği

Modelde $\beta^* = 1$ bulunursa veya girdide kalan ya da çıktıda eksiklik olmazsa KVB' ye etkin denilir. $\beta^* > 1$ veya aylak değişkenler sıfır değilse KVB' ye etkinsiz denilir.

KVB' nin tam verimliliği için $\beta^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır olmalıdır. $\beta^* = 1$ ancak aylak değişkenlerin biri sıfırdan farklı ise zayıf etkin denilir [10]

SÜPER ETKİNLİK MODELİ

$$\begin{aligned} & \text{Max} \beta_k + \varepsilon \sum_{r=1}^l T_r^- + \varepsilon \sum_{i=1}^m T_i^+ \\ & T_r^- + \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} X_{rj} = X_{rk} \\ & -T_i^+ + \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} Y_{ij} - \beta_k Y_{ik} = 0 \\ & \lambda_{jk}, T_r^-, T_i^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$\beta^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır önermelerinin gerçekleşip gerçekleşmediğinin bulunabilmesi, KVB'lerin girdi fazlalığı ve çıktı eksikliğinin bulunabilmesi için süper etkinlik modeli iki aşamalı olarak çözülmesi gerekmektedir.

Birinci aşamada, CCR-O modelinin duali çözülerek amaç fonksiyonunun en iyi değeri β^* bulunur. İkinci aşamada ise; bulunan β^* süper etkinlik modelinde yerine konularak dual değişkenlerin değerleri λ^*, T_r^*, T_i^* elde edilir.

3.6.1.2.2. Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi

$\beta^* > 1$ olduğunda KVB'nin etkin olması için hedef değerler bulunur.

$$X_{rk} = X_{rk} - T_r^{-*} ; r = 1, \dots, l$$

$$Y_{ik} = \beta_k^* Y_{ik} + T_i^{+*} ; i = 1, \dots, m$$

Etkin olmayan KVB'nin hedeflenen girdi ve çıktı seviyelerine ulaşması için kullanılan hipotetik girdi ve çıktılarıdır.

3.6.2. Banker, Charnes, Cooper (BCC) Modeli

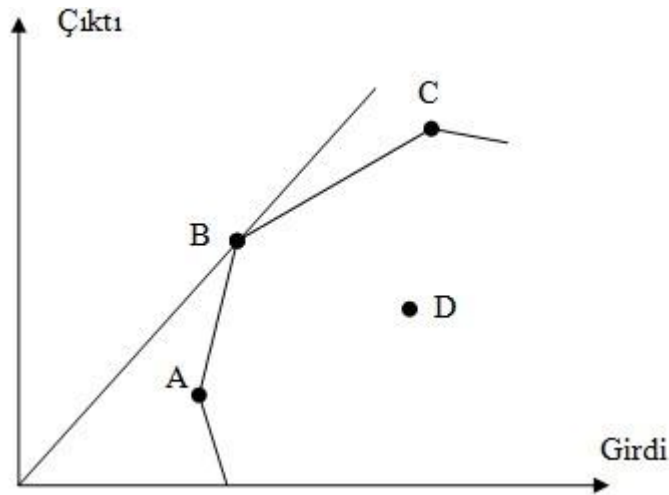
CCR Charnes, Cooper, Rhodes tarafından geliştirilen temel VZA modelidir. Girdiye göre CCR, istenilen çıktı miktarına erişmek için girdinin ne kadar azaltılacağı ile ilgilidir. Çıktıya göre CCR, mevcut girdi miktarı ile çıktı seviyesinin ne kadar artırılmasıyla ilgilidir.

CCR modeli sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Banker, Charnes, Cooper (BCC) 1984 yılında ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modellerini geliştirdiler [2]. CCR ve BCC arasındaki fark ölçeğe göre değişken getiri işlevini getiren aşağıdaki kısıtın eklenmesidir [7].

$$\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} = 1$$

Bu kısıta göre λ_j 'lerin toplamı birden büyük ise KVB ölçeğe göre azalan getiriye, birden küçük ise artan getiriye ve bire eşit ise sabit getiriye göre faaliyet gösteriyor anlamına gelmektedir [7].

Şekil 3.2' te tek girdi ve çıktıdan oluşan, A, B, C, D KVB'lerine sahip bir sistem için CCR ve BCC modellerinin etkinlik sınırı incelenmektedir [7].



Şekil 3.2: CCR ve BCC Modelleri İçin Etkin Sınır[7]

Şekil 3.2' de etkinlik sınırı CCR modeli için orijinden çıkan doğru iken, BCC modeli için ise A, B, C noktalarını içeren doğru parçalarıdır. Bundan dolayı BCC ölçeğe göre değişken getiri özelliğine sahiptir.

Ölçeğe göre artan getiriyi AB doğru parçası, ölçeğe göre azalan getiriyi BC doğru parçası, ölçeğe göre sabit getiriyi B noktası temsil etmektedir. A, B, C noktaları BCC modeli için etkin iken B noktası her iki model için etkindir.

3.6.2.1. BCC-I Modeli

Girdiye göre BCC-I modeli ve duali aşağıdaki gibidir [7].

BCC-I	DUALİ
$Enk \varphi_k$ $\varphi_k X_{rk} - \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} X_{rj} \geq 0$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} Y_{ij} \geq Y_{ik}$ $\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} = 1$ $\lambda_{jk} \geq 0$	$Enb \sum_{r=1}^m a_i Y_{ik} - a_k$ $\sum_{i=1}^m a_i Y_{ij} - \sum_{r=1}^l b_r X_{rj} - a_k \leq 0$ $\sum_{r=1}^l b_r X_{rj} = 1$ $a_i, b_r \geq 0$

3.6.2.1.1. BCC-I Etkinliği

KVB'nin teknik etkin olması için primal modelde $\varphi^* = 1$, dualinde ise $\varphi^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır olmalıdır. Primal modelde $\varphi^* < 1$, dual modelde ise $\varphi^* < 1$ veya aylak değişkenlerin biri sıfırdan farklı ise etkinsiz denilir [7].

3.7.2.1.2. Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi

$\varphi^* < 1$ olduğunda k . KVB'nin etkin olması için CCR modelindeki gibi hedef değerler bulunur. Girdiye göre BCC modelinin çözümünde; $a_k^* < 0$ olduğunda ölçeğe göre artan, $a_k^* > 0$ olduğunda ise ölçeğe göre azalan ve $a_k^* = 0$ olduğunda ise ölçeğe göre sabit getiri durumunu ifade eder [7].

$X\lambda = \varphi^* x_0 - S^{-*}$ ile x_0 girdisinin etkinlik için olması gereken değer,

$Y\lambda = y_0 + S^{+*}$ ile y_0 çıktısının olması gereken değerdir.

3.6.2.2. BCC-O Modeli

Çıktıya yönelik primal BCC-O modeli ve duali aşağıdaki gibidir [7].

BCC-O	DUALİ
$Enb\omega_k$ $\omega_k Y_{ik} - \sum_{j=1}^t \gamma_{jk} Y_{ij} \leq 0$ $\sum_{j=1}^t \gamma_{jk} X_{rj} \leq X_{rk}$ $\sum_{j=1}^t \gamma_{jk} = 1$ $\gamma_{jk} \geq 0$	$Enk \sum_{r=1}^l b_r X_{rk} - b_k$ $\sum_{r=1}^l b_r X_{rj} - \sum_{i=1}^m a_i Y_{ij} - b_k \geq 0$ $\sum_{i=1}^m a_i Y_{ij} = 1$ $a_i, b_r \geq 0$

3.6.2.2.1. BCC-O Etkinliği

KVB'nin teknik etkin olması için primal modelde $\omega^* = 1$, dualinde ise $\omega^* = 1$ ve aylak değişkenlerin tamamı sıfır olmalıdır. Primal modelde $\omega^* > 1$, dual modelde ise $\omega^* > 1$ veya aylak değişkenlerin biri sıfırdan farklı ise etkinsiz denilir [7].

3.6.2.2.2. Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Hale Getirilmesi

$\omega^* > 1$ olduğunda k . KVB'nin etkin olması için CCR modelindeki gibi hedef değerler bulunur.

$X\gamma = x_0 - S^{-*}$ ile x_0 girdisinin etkinlik için olması gereken değer,

$Y\gamma = \omega^* y_0 + S^{+*}$ ile y_0 çıktısının olması gereken değerdir.

3.6.3. Etkin Olmayan KVB'lerin Etkinlik Sınırının Belirlenmesi

Etkinlik değeri, etkin KVB'ler için 1 değerini alırken etkin olmayan KVB'ler için 0 ile 1 arasında değer almaktadır. KVB'leri etkinliklerine göre sıralamak sadece etkin olmayan KVB'ler için olabilmektedir. Süper etkinlik modelinin etkin KVB'lerin her biri için yapılması sonucunda elde edilecek "süper etkinlik değerlerinin" sıralanmasıyla etkin KVB'lerin sıralanması olabilmektedir [7].

4. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE SATIN ALMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ

Analizde kullanılacak olan KVB'lerin seçiminden, girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinden, hangi VZA modellerinin kullanılacağından ve elde edilen bulgulardan söz edilecektir.

4.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

2017 yılında Türkiye' de satışı en çok yapılan otomobil modellerinden seçim yapılmıştır. Euro Car sınıflandırmasında A, B, C, D ve E segmentleri bulunmaktadır.

Çalışmaya, 2017 yılında B, C, D segmentlerindeki Türkiye' de satışı en çok yapılan otomobil modellerinden seçilmiştir¹. Veriler toplanırken bazı otomobil modellerine ait verilere ulaşamaması nedeniyle bu otomobil modelleri uygulamadan çıkartılmıştır.

4.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri belirlemede tüketici isteklerine göre araçların etkinliklerini ölçmek için daha önceki çalışmalarda kullanılan değişkenler dikkate alınmıştır [13].

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Satış Fiyatı	Silindir Hacmi
Karma Yakıt Tüketimi	Maksimum Hız
	Bagaj Hacmi
	Maksimum Tork
	0-100 km Hızlanma Süresi(sn)
	Güvenlik

¹ <https://www.ototeknikveri.com/haber/11574/model-bazinda-ekim-2017-otomobil-satis-rakamlari>

Girdi

Satış Fiyatı: Tüketiciler için satın alma konusunda en önemli değişkenlerden biridir. Satış fiyatı düşük olduğunda tercih edildiğinden girdi değişkenleri arasındadır. Analizde haziran ayı satış fiyatları dikkate alınmıştır.

Karma Yakıt Tüketimi: Önemli değişkenlerden biri de yakıt tüketimidir. Yakıt tüketimi düşük olduğunda tercih edildiğinden girdi değişkenidir.

Çıktı

Silindir Hacmi: Silindir hacminin büyük olması aracın performansını olumlu yönde etkilediği için çıktı değişkenleri arasındadır.

Maksimum Hız: Tüketicilerin çoğu tarafından yüksek olması istenir.

MaksimumTork: Yakıt tüketimi ve performansın yüksek olmasını sağladığından çıktı değişkenidir.

Beygir Gücü: Performansı olumlu yönde etkileyen diğer değişkenler arasındadır.

Bagaj Hacmi: Yüksek olması tercih edilen değişkenlerdendir.

Güvenlik: Güvenlik ölçümlerinin tüketiciler tarafından yüksek olması istenir. EuroNCAP tarafından ölçülen otomobillerin güvenlik ölçümlerinin ortalaması alınarak oluşturulmuştur.

0-100 km Hızlanma Süresi: Aracın kısa sürede hızlanması tercih sebebidir. Düşük olması ile tercih edilmesi konusunda negatif yönlü ilişki olduğundan yapılan uygulamada çıktı değişkeni yerine girdi değişkeni olarak kullanılacaktır.

Uzman görüşlerine göre boş ağırlık girdi ve çıktı değişkenleri arasına alınmamıştır [13]. Sigorta bedeli kişinin kaza durumuna göre değişmesinden dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir. Vergi bedeli ise önceki yapılan araştırmalarda yapılan korelasyonun çok yüksek çıkmasından dolayı çalışmaya alınmamıştır.

Değişkenlere ait veriler www.arabalar.com.tr internet sitelerinden elde edilmiştir ve markaların broşürlerinden karşılaştırılmıştır. Otomobillerin başlangıç özellikleri ele alınmıştır.

4.3. VZA Modelinin Seçimi

Tüketicilere satın almada yardımcı olmak için VZA yöntemi ile araçların etkinliklerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdiye ve çıktıya göre CCR modelleri uygulamada kullanılacaktır.

3. bölümde anlatıldığı üzere süper etkinlik modellemesi etkin birimlerin kendi aralarında sıralanmasına olanak sağlamaktadır. Çok sayıda etkin birim bulunması durumunda bu etkin birimler süper etkinlik VZA modelleri vasıtasıyla sıralanabilmektedir.

Sonraki bölümlerde, analiz sonuçları ve sonuçlara ilişkin yorumlar verilecektir. Bu çalışmada kullanılan otomobil modellerinin göreceli etkinliklerini ölçmek için oluşturulan VZA modelleri, POM-QM for Windows ve DEA-SOLVER-LV8 programı kullanılarak çözümlenmiştir.

4.4. CCR Modeli Sonuçları

Çalışmaya dahil edilen otomobil modellerinin göreceli etkinliklerinin ölçümü çıktıya göre CCR yöntemi ile başlamaktadır. Bu yöntemde çıktı değişkenleri arasında otomobil modellerinin güvenlik ortalamaları olmadan uygulanmıştır. Sonra güvenlik ölçümleri dahil edilerek aynı yöntem kullanılmıştır. Daha sonra ise girdiye göre CCR yöntemi kullanılarak analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuç raporlar sırasıyla Tablo 4.1 - 4.20'de verilmektedir. Bu tablolarda otomobil modellerine ait göreceli etkinlik skorları ve etkin olmayan karar verme birimlerin etkin olabilmeleri için hedef değerler verilmiştir.

Çıktıya göre yapılan CCR modellerinden elde edilen tablolar incelendiğinde B segmenti hatchback modellerinden **Toyota Yaris 1.33 Fun, VW Polo 1.4 TDI Comfortline, Honda Jazz 1.3 Premium At, Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X, Renault Clio 1.5 Dci Joy, Citroen C3 1.6 Feel Eat6, Peugeot 208 1.6 Hdi Access, Dacia Sandero Stepway 1.5 DC, Nissan Micra 1.2 Match, Skoda Fabia 1.4 Tdi Style Dsg, Mini Cooper 1.5** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti sedan modellerinden **Fiat Egea 1.6 Urban At, Toyota Corolla 1.6 Touch, Ford Focus 1.6 Trend X, Opel Astra Sedan 1.6 Edition, VW Jetta 1.4 TSI Trendline, Fiat Linea 1.4 Pop, Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition, Hyundai Elentra 1.6 Style, Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic, Kia Cerato 1.6 Comfort** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti hatchback modellerinden **Seat Leon 1.6 TDI Style, Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy, Renault Megane 1.6 Joy, Toyota Auris 1.6 Active, Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic, Hyundai i30 1.6 CRDi Style, Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia, Peugeot 308 1.6**

HDi Access, Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style, Honda Civic HB 1.5 Sport CVT, Ford Focus HB 1.6 Trend X, Volvo V40 1.5 T3 Momentum, Alfa Romeo Giulietta 1.6 JTD Progression, Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti suv modellerinden **Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia, Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance, VW Tiguan 1.6 TDI Trendline, Hyundai Tucson 1.6 Style, Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance, Peugeot 3008 1.6 BlueHDi Active, Renault Kadjar 1.5 DCi Touch, Honda CR-V 1.6 i-DTEC Premium, Kia Sportage 1.6 Comfort, Mercedes GLA 200 1.6 Urban, Audi Q3 1.4 TFSI, Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic, Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG, Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2, Mazda CX-5 2.0 Power AT** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. D segmenti modellerinden **VW Passat 1.6 TDI Trendline, Mercedes C180 1.6 Style, Skoda Superb 1.6 TDI Active, Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance, BMW 318d 2.0 Prestige, Renault Talisman 1.6 DCi Touch, Volvo S60 1.5 T3 Premium, Toyota Avensis 1.6 Advance, Jaguar XE 2.0 D Pure, Mazda6 2.0 Power At** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. Etkinlik değeri 1'e eşit olan otomobil modelleri etkin olarak tespit edilmiştir.

Güvenlik ortalamalarının da dahil edilmesiyle yapılan analizde ise B segmenti hatchback modellerinden **Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic**, C segmenti sedan modellerinden **Renault Megane 1.5 DCi Joy**, C segmenti hatchback modellerinden **BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure At**, C segmenti suv modellerinden **Ford Kugo 1.5 TDCi Style** ve **BMW X1 18i 1.5 Joy At**, D segmenti sedan modellerinden **Peugeot 508 1.6 Bluehdi Active** otomobil modelleri güvenlik testlerinden daha iyi sonuç almasından dolayı etkin birim haline gelmiştir.

Aşağıdaki tablolarda CCR modelinde segmentlerine göre etkinlik değerine sahip otomobil modelleri verilmektedir.

Tablo 4.1: CCR-O Modelinde B Segmenti HB Modellerinin Etkinlik Değerleri

Otomobil Modeli	Etkinlik
Toyota Yaris 1.33 Fun	1
VW Polo 1.4 TDI Comfortline	1
Honda Jazz 1.3 Premium At	1
Kia Rio 1.4 Comfort At	1,0317
Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X	1
Hyundai İ20 1.4 Jump At	1,0339
Renault Clio 1.5 Dci Joy	1
Citroen C3 1.6 Feel Eat6	1
Opel Corsa 1.4 Essentia At	1,0485
Peugeot 208 1.6 Hdi Access	1
Dacia Sandero Stepway 1.5 DCi	1
Nissan Micra 1.2 Match	1
Skoda Fabia 1.4 Tdi Style Dsg	1
Mini Cooper 1.5	1
Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic	1,0635
Suzuki Baleno 1.2 GL	1,0255

Tablo 4.2: CCR-O Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri

Otomobil Modeli	Etkinlik
Fiat Egea 1.6 Urban At	1
Renault Megane 1.5 DCI Joy	1,062609
Toyota Corolla 1.6 Touch	1
Ford Focus 1.6 Trend X	1
Opel Astra Sedan 1.6 Edition	1
Honda Civic 1.6 Premium	1,019508
VW Jetta 1.4 TSI Trendline	1
Fiat Linea 1.4 Pop	1
Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition	1
Hyundai Elentra 1.6 Style	1
Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic	1
Kia Cerato 1.6 Comfort	1
Mercedes CLA 180 D 1.5 Comfort	1,085736
Mazda 3 Sedan 1.5 Motion	1,029438
Mitsubishi Lancer 1.6 Invite	1,05338

Tablo 4.3: CCR-O Modelinde C Segmenti HB Modellerinin Etkinlik Değerleri

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Golf Yeni 1.6 TDI Comfortline	1,026155
Seat Leon 1.6 TDI Style	1
Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy	1
Renault Megane 1.6 Joy	1
Fiat Egea HB 1.6 Easy Plus AT	1,003061
Toyota Auris 1.6 Active	1
Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic	1
BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure AT	1,0013
Mercedes A Serisi A180 D 1.5 Urban	1,0633
Hyundai i30 1.6 CRDi Style	1
Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia	1
Peugeot 308 1.6 HDi Access	1
Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style	1
Honda Civic HB 1.5 Sport CVT	1
Ford Focus HB 1.6 Trend X	1
Volvo V40 1.5 T3 Momentum	1
Volvo V40 Cross Country 1.5 T3 Advance	1,032421
Citroen C4 1.6 HDi Easy	1,054938
Alfa Romeo Giulietta 1.6 JTD Progression	1
Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort	1

Tablo 4.4: CCR-O Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri

Otomobil Modeli	Etkinlik
Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia	1
Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance	1
VW Tiguan 1.6 TDI Trendline	1
Hyundai Tucson 1.6 Style	1
Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance	1
Peugeot 3008 1.6 BlueHDi Active	1
Renault Kadjar 1.5 DCi Touch	1
Ford Kuga 1.5 TDCi Style	1,093429
Honda CR-V 1.6 i-DTEC Premium	1
Kia Sportage 1.6 Comfort	1
Mercedes GLA 200 1.6 Urban	1
Seat Ateca 1.6 TDI Style	1,022804
BMW X1 sDrive 18i 1.5 Joy AT	1,002578
Subaru Forester 2 Elegance CVT	1,048195
Audi Q3 1.4 TFSI	1
Subaru XV 1.6 Comfort CVT	1,157639
Mini Countryman 1.5 Salt	1,03026
Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic	1
Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG	1
Mitsubishi ASX 1.6 Invite	1,026402
Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2	1
Mazda CX-5 2.0 Power AT	1

Tablo 4.5: CCR-O Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Passat 1.6 TDI Trendline	1
Mercedes C180 1.6 Style	1
Skoda Superb 1.6 TDI Active	1
Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance	1
Audi A4 Sedan 1.4 Dynamic	1,014533
BMW 318d 2.0 Prestige	1
Renault Talisman 1.6 DCi Touch	1
Ford Mondeo 1.6 TDCi Style	1,020042
Volvo S60 1.5 T3 Premium	1
Peugeot 508 1.6 BlueHdi Active	1,00824
Toyota Avensis 1.6 Advance	1
Jaguar XE 2.0 D Pure	1
Mazda6 2.0 Power AT	1

Otomobil modellerine EuroNCAP tarafından yapılan güvenlik ölçümlerinin de dahil edilmesiyle çıktıya göre CCR yönteminin etkinlik değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.6: CCR-O Modelinde B Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Toyota Yaris 1.33 Fun	1
VW Polo 1.4 TDI Comfortline	1
Honda Jazz 1.3 Premium At	1
Kia Rio 1.4 Comfort At	1,0317
Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X	1
Hyundai İ20 1.4 Jump At	1,0254
Renault Clio 1.5 Dci Joy	1
Citroen C3 1.6 Feel Eat6	1
Opel Corsa 1.4 Essentia At	1,04848
Peugeot 208 1.6 Hdi Access	1
Dacia Sandero Stepway 1.5 DCi	1
Nissan Micra 1.2 Match	1
Skoda Fabia 1.4 Tdi Style Dsg	1
Mini Cooper 1.5	1
Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic	1
Suzuki Baleno 1.2 GL	1,0255

Tablo 4.7: CCR-O Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Fiat Egea 1.6 Urban At	1
Renault Megane 1.5 DCi Joy	1
Toyota Corolla 1.6 Touch	1
Ford Focus 1.6 Trend X	1
Opel Astra Sedan 1.6 Edition	1
Honda Civic 1.6 Premium	1,011639
VW Jetta 1.4 TSI Trendline	1
Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition	1
Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic	1
Mercedes CLA 180 D 1.5 Comfort	1,02588
Mazda 3 Sedan 1.5 Motion	1,021731
Mitsubishi Lancer 1.6 Invite	1,05338

Tablo 4.8: CCR-O Modelinde C Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Golf Yeni 1.6 TDI Comfortline	1,017239
Seat Leon 1.6 TDI Style	1
Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy	1
Renault Megane 1.6 Joy	1
Fiat Egea Hb 1.6 Easy Plus At	1,003061
Toyota Auris 1.6 Active	1
Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic	1
Bmw 1 Serisi 116d 1.5 Pure At	1
Mercedes A Serisi A180 D 1.5 Urban	1,0192
Hyundai İ30 1.6 CRDi Style	1
Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia	1
Peugeot 308 1.6 HDi Access	1
Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style	1
Honda Civic Hb 1.5 Sport CVT	1
Ford Focus Hb 1.6 Trend X	1
Volvo V40 1.5 T3 Momentum	1
Volvo V40 Cross Country 1.5 T3 Advance	1,0198
Citroen C4 1.6 HDi Easy	1,0521
Alfa Romeo Giulietta 1.6 JTD Progression	1
Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort	1

Tablo 4.9: CCR-O Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia	1
Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance	1
VW Tiguan 1.6 TDI Trendline	1
Hyundai Tucson 1.6 Style	1
Toyota C-HR .8 Hybrid Advance	1
Peugeot 3008 1.6 BlueHDi Active	1
Renault Kadjar 1.5 DCi Touch	1
Ford Kuga 1.5 TDCi Style	1
HondaCR-V 1.6 i-DTEC Premium	1
Kia Sportage 1.6 Comfort	1
Mercedes GLA 200 1.6 Urban	1
Seat Ateca 1.6 TDI Style	1,022691
BMW X1 sDrive 18i 1.5 Joy AT	1
Subaru Forester 2 Elegance CVT	1,048195
Audi Q3 1.4 TFSI	1
Subaru XV 1.6 Comfort CVT	1,058605
Mini Countryman 1.5 Salt	1,030307
Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic	1
Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG	1
Mitsubishi ASX 1.6 Invite	1,026402
Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2	1
Mazda CX-5 2.0 Power AT	1

Tablo 4.10: CCR-O Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Passat 1.6 TDI Trendline	1
Mercedes C180 1.6 Style	1
Skoda Superb 1.6 TDI Active	1
Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance	1
Audi A4 Sedan 1.4 Dynamic	1,006451
BMW 318d 2.0 Prestige	1
Renault Talisman 1.6 DCi Touch	1
Ford Mondeo 1.6 TDCi Style	1,020042
Volvo S60 1.5 T3 Premium	1
Peugeot 508 1.6 BlueHDi Active	1
Toyota Avensis 1.6 Advance	1
Jaguar XE 2.0 D Pure	1
Mazda6 2.0 Power AT	1

Girdiye göre güvenlik ortalamaları ile yapılan CCR modellerinden elde edilen tablolar incelendiğinde B segmenti hatchback modellerinden **Toyota Yaris 1.33 Fun, VW Polo 1.4 TDI Comfortline, Honda Jazz 1.3 Premium At, Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X, Renault Clio 1.5 Dci Joy, Citroen C3 1.6 Feel Eat6, Peugeot 208 1.6 Hdi Access, Dacia Sandero Stepway 1.5 DC, Nissan Micra 1.2 Match, Skoda Fabia 1.4 Tdi Style Dsg, Mini Cooper 1.5, Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti sedan modellerinden **Fiat Egea 1.6 Urban At, Renault Megane 1.5 DCi Joy, Toyota Corolla 1.6 Touch, Ford Focus 1.6 Trend X, Opel Astra Sedan 1.6 Edition, VW Jetta 1.4 TSI Trendline, Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition, Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti hatchback modellerinden **Seat Leon 1.6 TDI Style, Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy, Renault Megane 1.6 Joy, Toyota Auris 1.6 Active, Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic, BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure AT, Hyundai i30 1.6 CRDi Style, Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia, Peugeot 308 1.6 HDi Access, Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style, Honda Civic HB 1.5 Sport CVT, Ford Focus HB 1.6 Trend X, Volvo V40 1.5 T3 Momentum, Alfa Romeo Giulietta 1.6 JTD Progression, Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti suv modellerinden **Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia, Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance, VW Tiguan 1.6 TDI Trendline, Hyundai Tucson 1.6 Style, Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance, Peugeot 3008 1.6 BlueHdi Active, Renault Kadjar 1.5 DCi Touch, Ford Kuga 1.5 TDCi Style, Honda CR-V 1.6 i-DTEC Premium, Kia Sportage 1.6 Comfort, Mercedes GLA 200 1.6 Urban, BMW X1 sDrive 18i 1.5 Joy At, Audi Q3 1.4 TFSI, Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic, Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG, Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2, Mazda CX-5 2.0 Power AT** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. D segmenti modellerinden **VW Passat 1.6 TDI Trendline, Mercedes C180 1.6 Style, Skoda Superb 1.6 TDI Active, Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance, BMW 318d 2.0 Prestige, Renault Talisman 1.6 DCi Touch, Volvo S60 1.5 T3 Premium, Toyota Avensis 1.6 Advance, Jaguar XE 2.0 D Pure, Mazda6 2.0 Power At** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. Etkinlik değeri 1'e eşit olan otomobil modelleri etkin olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.11: CCR-I Modelinde B Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Toyota Yaris 1.33 Fun	1
VW Polo 1.4 TDI Comfortline	1
Honda Jazz 1.3 Premium At	1
Kia Rio 1.4 Comfort At	0,9683
Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X	1
Hyundai İ20 1.4 Jump At	0,9746
Renault Clio 1.5 Dci Joy	1
Citroen C3 1.6 Feel Eat6	1
Opel Corsa 1.4 Essentia At	0,9515
Peugeot 208 1.6 Hdi Access	1
Dacia Sandero Stepway 1.5 DCi	1
Nissan Micra 1.2 Match	1
Skoda Fabia 1.4 TdI Style Dsg	1
Mini Cooper 1.5	1
Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic	1
Suzuki Baleno 1.2 GL	0,9745

Tablo 4.12: CCR-I Modelinde C Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Fiat Egea 1.6 Urban AT	1
Renault Megane 1.5 DCi Joy	1
Toyota Corolla 1.6 Touch	1
Ford Focus 1.6 Trend X	1
Opel Astra Sedan 1.6 Edition	1
Honda Civic 1.6 Premium	0,988495
VW Jetta 1.4 TSI Trendline	1
Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition	1
Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic	1
Mercedes CLA 180 D 1.5 Comfort	0,9505
Mazda 3 Sedan 1.5 Motion	0,9852
Mitsubishi Lancer 1.6 Invite	0,94932

Tablo 4.13: CCR-I Modelinde C Segmenti Hatchback Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Golf Yeni 1.6 TDI Comfortline	0,9792
Seat Leon 1.6 TDI Style	1
Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy	1
Renault Megane 1.6 Joy	1
Fiat Egea Hb 1.6 Easy Plus At	0,996949
Toyota Auris 1.6 Active	1
Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic	1
BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure AT	1
Mercedes A Serisi A180 D 1.5 Urban	0,9808
Hyundai İ30 1.6 CRDi Style	1
Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia	1
Peugeot 308 1.6 HDi Access	1
Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style	1
Honda Civic Hb 1.5 Sport CVT	1
Ford Focus Hb 1.6 Trend X	1
Volvo V40 1.5 T3 Momentum	1
Volvo V40 Cross Country 1.5 T3 Advance	0,9802
Citroen C4 1.6 HDi Easy	0,947923
Alfa Romeo Giulietta 1.6 Jtd Progression	1
Kia Cee'd 1.6 Crdi Comfort	1

Tablo 4.14: CCR-I Modelinde C Segmenti Suv Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia	1
Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance	1
VW Tiguan 1.6 TDI Trendline	1
Hyundai Tucson 1.6 Style	1
Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance	1
Peugeot 3008 1.6 BlueHDi Active	1
Renault Kadjar 1.5 DCi Touch	1
Ford Kuga 1.5 TDCi Style	1
Hondacr-V 1.6 İ-DTEC Premium	1
Kia Sportage 1.6 Comfort	1
Mercedes GLA 200 1.6 Urban	1
Seat Ateca 1.6 TDI Style	0,977812
BMW X1 sDrive 18i 1.5 Joy At	1
Subaru Forester 2 Elegance CVT	0,954021
Audi Q3 1.4 TFSI	1
Subaru XV 1.6 Comfort CVT	0,94461
Mini Countryman 1.5 Salt	0,970669
Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic	1
Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG	1
Mitsubishi ASX 1.6 Invite	0,97434
Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2	1
Mazda CX-5 2.0 Power At	1

Tablo 4.15: CCR-I Modelinde D Segmenti Sedan Modellerinin Etkinlik Değerleri (Güvenlik ölçümleri)

Otomobil Modeli	Etkinlik
VW Passat 1.6 TDI Trendline	1
Mercedes C180 1.6 Style	1
Skoda Superb 1.6 TDI Active	1
Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance	1
Audi A4 Sedan 1.4 Dynamic	0,9857
BMW 318d 2.0 Prestige	1
Renault Talisman 1.6 DCi Touch	1
Ford Mondeo 1.6 TDCi Style	0,9829
Volvo S60 1.5 T3 Premium	1
Peugeot 508 1.6 BlueHDi Active	0,9918
Toyota Avensis 1.6 Advance	1
Jaguar XE 2.0 D Pure	1
Mazda6 2.0 Power AT	1

CCR-O modelinde güvenlik ölçümleri kullanılarak elde edilen sonuçlara göre etkin olmayan otomobil modelleri için iyileştirme amacıyla hedef değerleri tabloları oluşturulmuştur.

Tablo 4.16: B Segmenti HatchBack Modelleri için Hedef Değerleri

Otomobil Modeli			Gerçekleşen	Hedef Değerler	Diff. (%)
Kia Rio 1.4 Comfort At	Girdi	Fiyat	65600	65600	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6,1	5,98497	-1,886
	Çıktı	Silindir Hacmi	1368	1559,61	14,007
		Beygir Gücü	100	116,179	16,179
		Maksimum Tork	133	146,691	10,294
		Maksimum Hız	166	205,367	23,715
		Bagaj Hacmi	325	335,628	3,27
		Güvenlik	64	83,0268	29,729
		0-100 Hızlanma Süresi	13,9	13,7302	-1,221
Hyundai i20 1.4 Jump At	Girdi	Fiyat	60900	60900	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6,7	5,48697	-18,105
	Çıktı	Silindir Hacmi	1368	1426,73	4,293
		Beygir Gücü	100	103,383	3,383
		Maksimum Tork	134	137,499	2,611
		Maksimum Hız	170	189,338	11,375
		Bagaj Hacmi	301	308,859	2,611
		Güvenlik	75,25	77,2148	2,611
		0-100 Hızlanma Süresi	13,2	13,1962	-0,029
Opel Corsa 1.4 Essentia At	Girdi	Fiyat	61800	61800	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6	5,63828	-6,029
	Çıktı	Silindir Hacmi	1398	1469,27	5,098
		Beygir Gücü	90	109,449	21,61
		Maksimum Tork	130	138,193	6,302
		Maksimum Hız	170	193,47	13,806
		Bagaj Hacmi	285	316,186	10,942
		Güvenlik	70,75	78,2174	10,555
		0-100 Hızlanma Süresi	13,9	12,9349	-6,943
Suzuki Baleno 1.2 GL	Girdi	Fiyat	68,95	68,95	0
		Karma Yakıt Tüketimi	4,6	4,6	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1242	1541,73	24,133
		Beygir Gücü	90	101,519	12,799
		Maksimum Tork	120	213,309	77,757
		Maksimum Hız	180	184,717	2,621
		Bagaj Hacmi	320	328,386	2,621
		Güvenlik	60,75	74,1535	22,063
		0-100 Hızlanma Süresi	12,3	12,3	0

Tablo 4.17: C Segmenti Sedan Modelleri için Hedef Değerleri

Otomobil Modeli			Gerçekleşen	Hedef Değerler	
Honda Civic 1.6 Premium	Girdi	Fiyat	85950	85950	0
		Karma Yakıt Tüketimi	7	5,6522	-19,254
	Çıktı	Silindir Hacmi	1597	1615,59	1,164
		Beygir Gücü	125	130,549	4,439
		Maksimum Tork	152	205,301	35,067
		Maksimum Hız	205	211,702	3,269
		Bagaj Hacmi	519	525,04	1,164
		Güvenlik	80,5	81,4369	1,164
		0-100 Hızlanma Süresi	10,6	10,6	0
Mercedes CLA 180 D 1.5 Comfort	Girdi	Fiyat	187900	96280,4	-48,76
		Karma Yakıt Tüketimi	4,2	4,15984	-0,956
	Çıktı	Silindir Hacmi	1461	1748,44	19,674
		Beygir Gücü	109	120,356	10,418
		Maksimum Tork	260	273,535	5,206
		Maksimum Hız	205	215,672	5,206
		Bagaj Hacmi	470	618,463	31,588
		Güvenlik	80,25	85,2325	6,209
		0-100 Hızlanma Süresi	11,6	11,6	0
Mazda 3 Sedan 1.5 Motion	Girdi	Fiyat	90840	83970,4	-7,562
		Karma Yakıt Tüketimi	5	5	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1496	1518,51	1,505
		Beygir Gücü	120	121,806	1,505
		Maksimum Tork	150	210,86	40,574
		Maksimum Hız	195	202,745	3,972
		Bagaj Hacmi	419	521,845	24,545
		Güvenlik	73	77,6712	6,399
		0-100 Hızlanma Süresi	10,1	10,1	0
Mitsubishi Lancer 1.6 Invite	Girdi	Fiyat	86500	85045,9	-1,681
		Karma Yakıt Tüketimi	5,7	5,7	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1590	1675,18	5,357
		Beygir Gücü	117	130,418	11,468
		Maksimum Tork	154	200,281	30,053
		Maksimum Hız	191	208,574	9,201
		Bagaj Hacmi	430	515,789	19,951
		Güvenlik	66,5	81,1618	22,048
		0-100 Hızlanma Süresi	10,7	10,7	0

Tablo 4.18: C Segmenti Hatchback Modelleri için Hedef Değerleri

Otomobil Modeli			Gerçekleşen	Hedef Değerler	
VW Golf Yeni 1.6 TDI Comfortline	Girdi	Fiyat	107700	98308,1	-8,72
		Karma Yakıt Tüketimi	4,1	4,1	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1598	1632,02	2,129
		Beygir Gücü	115	125,21	8,878
		Maksimum Tork	250	278,768	11,507
		Maksimum Hız	198	202,335	2,189
		Bagaj Hacmi	380	388,089	2,129
		Güvenlik	79,75	82,1688	3,033
		0-100 Hızlanma Süresi	10,2	10,2	0
Fiat Egea HB 1.6 Easy Plus AT	Girdi	Fiyat	72900	72900	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6,3	6,3	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1598	1628,65	1,918
		Beygir Gücü	110	121,508	10,462
		Maksimum Tork	152	163,566	7,609
		Maksimum Hız	192	192,588	0,306
		Bagaj Hacmi	440	441,347	0,306
		Güvenlik	57,25	81,3173	42,039
		0-100 Hızlanma Süresi	11,5	11,5	0
Mercedes A Serisi A180 D 1.5 Urban	Girdi	Fiyat	161800	128466	-20,602
		Karma Yakıt Tüketimi	3,9	3,9	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1461	1571,36	7,554
		Beygir Gücü	109	113,278	3,925
		Maksimum Tork	260	265,087	1,956
		Maksimum Hız	190	199,779	5,147
		Bagaj Hacmi	341	411,677	20,726
		Güvenlik	81,75	83,3494	1,956
		0-100 Hızlanma Süresi	11,3	11,3	0
Volvo V40 Cross Country 1.5 T3 Advance	Girdi	Fiyat	124300	111322	-10,441
		Karma Yakıt Tüketimi	5,6	5,6	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1498	1531,04	2,206
		Beygir Gücü	152	155,066	2,017
		Maksimum Tork	250	255,699	2,28
		Maksimum Hız	210	214,338	2,066
		Bagaj Hacmi	324	331,604	2,347
		Güvenlik	90,25	92,0704	2,017
		0-100 Hızlanma Süresi	8,5	8,5	0
Citroen C4 1.6 HDi Easy	Girdi	Fiyat	93700	93700	0
		Karma Yakıt Tüketimi	4,1	4,1	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1560	1645,7	5,494
		Beygir Gücü	92	130,953	42,341
		Maksimum Tork	230	279,753	21,632
		Maksimum Hız	180	202,119	12,288
		Bagaj Hacmi	380	406,618	7,005
		Güvenlik	78,75	84,0433	6,722
		0-100 Hızlanma Süresi	12,9	10,9211	-15,341

Tablo 4.19: C Segmenti Suv Modelleri için Hedef Değerleri

Otomobil Modeli			Gerçekleşen	Hedef Değerler	
Seat Ateca 1.6 TDI Style	Girdi	Fiyat	124800	124800	0
		Karma Yakıt Tüketimi	4,3	4,3	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1598	1634,26	2,269
		Beygir Gücü	115	118,999	3,478
		Maksimum Tork	250	290,556	16,222
		Maksimum Hız	184	188,175	2,269
		Bagaj Hacmi	510	521,572	2,269
		Güvenlik	77	78,7472	2,269
		0-100 Hızlanma Süresi	11,5	11,5	0
Subaru Forester 2 Elegance CVT	Girdi	Fiyat	159,99	159,99	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6,5	6,5	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1995	2091,15	4,82
		Beygir Gücü	150	157,229	4,82
		Maksimum Tork	198	359,058	81,343
		Maksimum Hız	192	226,456	17,946
		Bagaj Hacmi	505	551,388	9,186
		Güvenlik	85,25	93,1316	9,245
		0-100 Hızlanma Süresi	11,8	11,8	0
Subaru XV 1.6 Comfort CVT	Girdi	Fiyat	104500	104500	0
		Karma Yakıt Tüketimi	6,3	6,3	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1598	1691,65	5,86
		Beygir Gücü	114	135,991	19,29
		Maksimum Tork	150	216,978	44,652
		Maksimum Hız	175	193,046	10,312
		Bagaj Hacmi	380	488,074	28,44
		Güvenlik	81,5	86,2763	5,86
		0-100 Hızlanma Süresi	13,8	13,2141	-4,246
Mini Countryman 1.5 Salt	Girdi	Fiyat	167260	167260	0
		Karma Yakıt Tüketimi	5,6	5,6	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1499	1569,27	4,688
		Beygir Gücü	136	145,583	7,046
		Maksimum Tork	220	278,008	26,367
		Maksimum Hız	200	206,061	3,031
		Bagaj Hacmi	450	463,638	3,031
		Güvenlik	71,25	81,3834	14,222
		0-100 Hızlanma Süresi	9,6	9,6	0
Mitsubishi ASX 1.6 Invite	Girdi	Fiyat	96310	96310	0
		Karma Yakıt Tüketimi	5,8	5,8	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1590	1631,98	2,64
		Beygir Gücü	117	130,928	11,904
		Maksimum Tork	154	230,378	49,596
		Maksimum Hız	183	187,832	2,64
		Bagaj Hacmi	419	457,078	9,088
		Güvenlik	73,75	78,6606	6,658
		0-100 Hızlanma Süresi	11,5	11,5	0

Tablo 4.20: D Segmenti Sedan Modelleri için Hedef Değerleri

Otomobil Modeli			Gerçekleşen	Hedef Değerler	
Audi A4 Sedan 1.4 Dynamic	Girdi	Fiyat	194400	194400	0
		Karma Yakıt Tüketimi	5,6	4,20925	-24,835
	Çıktı	Silindir Hacmi	1395	1812,05	29,896
		Beygir Gücü	150	152,718	1,812
		Maksimum Tork	250	323,412	29,365
		Maksimum Hız	210	211,401	0,667
		Bagaj Hacmi	480	483,201	0,667
		Güvenlik	81,75	82,2952	0,667
		0-100 Hızlanma Süresi	8,5	8,5	0
Ford Mondeo 1.6 TDCi Style	Girdi	Fiyat	113,9	113,9	0
		Karma Yakıt Tüketimi	4,1	4,1	0
	Çıktı	Silindir Hacmi	1560	1591,27	2,004
		Beygir Gücü	115	124,209	8,007
		Maksimum Tork	270	275,411	2,004
		Maksimum Hız	192	204,754	6,643
		Bagaj Hacmi	429	580,602	35,338
		Güvenlik	75	77,7743	3,699
		0-100 Hızlanma Süresi	12,1	10,7428	-11,216

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada tüketicilere satın almada yardımcı olmanın yanısıra üretici firmaların eksikliklerine ilişkin fikir sahibi olacakları düşünülmektedir. Bu doğrultuda, VZA kullanılarak Türkiye’ de 2017 yılında en çok satışı yapılan binek otomobil modellerinin etkinlikleri ölçülmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde; çalışmanın konusu, önemi ve içeriğinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde; temel kavramlardan ve VZA’ dan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde; VZA’ nın Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi, VZA’nın Uygulanmasındaki Amaçlar, VZA’ nın Güçlü ve Zayıf Yanları, VZA’nın Uygulama Aşamaları, VZA’ nın Matematiksel Gösterimi ve VZA Modelleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise binek otomobil modelleri üzerine VZA yöntemi uygulanmıştır. Bu bölümde uygulamadan elde edilen etkinlik değerleri ve etkin olmayan birimler için ulaşması gereken hedef değerleri mevcuttur. Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre birçok otomobil modeli etkin olarak gözlemlenmiştir. Çıktıya göre CCR modelinde etkin olan otomobil modelleri aşağıda belirtilmiştir.

B segmenti hatchback modellerinden **Toyota Yaris 1.33 Fun, VW Polo 1.4 TDI Comfortline, Honda Jazz 1.3 Premium At, Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X, Renault Clio 1.5 Dci Joy, Citroen C3 1.6 Feel Eat6, Peugeot 208 1.6 Hdi Access, Dacia Sandero Stepway 1.5 DC, Nissan Micra 1.2 Match, Skoda Fabia 1.4 Tdi Style Dsg ve Mini Cooper 1.5** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

C segmenti sedan modellerinden **Fiat Egea 1.6 Urban At, Toyota Corolla 1.6 Touch, Ford Focus 1.6 Trend X, Opel Astra Sedan 1.6 Edition, VW Jetta 1.4 TSI Trendline, Fiat Linea 1.4 Pop, Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition, Hyundai Elentra 1.6 Style, Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic ve Kia Cerato 1.6 Comfort** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

C segmenti hatchback modellerinden **Seat Leon 1.6 TDI Style, Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy, Renault Megane 1.6 Joy, Toyota Auris 1.6 Active, Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic, Hyundai i30 1.6 CRDi Style, Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia, Peugeot 308 1.6 HDi Access, Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style, Honda Civic HB 1.5 Sport CVT, Ford Focus HB 1.6 Trend X, Volvo V40 1.5 T3 Momentum, Alfa Romeo**

Giulietta 1.6 JTD Progression ve Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

C segmenti suv modellerinden **Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia, Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance, VW Tiguan 1.6 TDI Trendline, Hyundai Tucson 1.6 Style, Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance, Peugeot 3008 1.6 BlueHdi Active, Renault Kadjar 1.5 DCi Touch, Honda CR-V 1.6 i-DTEC Premium, Kia Sportage 1.6 Comfort, Mercedes GLA 200 1.6 Urban, Audi Q3 1.4 TFSI, Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic, Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG, Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2 ve Mazda CX-5 2.0 Power AT** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

D segmenti modellerinden **VW Passat 1.6 TDI Trendline, Mercedes C180 1.6 Style, Skoda Superb 1.6 TDI Active, Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance, BMW 318d 2.0 Prestige, Renault Talisman 1.6 DCi Touch, Volvo S60 1.5 T3 Premium, Toyota Avensis 1.6 Advance, Jaguar XE 2.0 D Pure ve Mazda6 2.0 Power At** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

Güvenlik ölçümleri dahil edilmesi ile elde edilen bulgulara göre B segmenti hatchback modellerinden **Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic**, C segmenti sedan modellerinden **Renault Megane 1.5 DCİ Joy**, C segmenti hatchback modellerinden **BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure At**, C segmenti suv modellerinden **Ford Kugo 1.5 TDCİ Style** ve **BMW X1 18i 1.5 Joy At**, D segmenti sedan modellerinden **Peugeot 508 1.6 Bluehdi Active** otomobil modelleri güvenlik testlerinden daha iyi sonuç almasından dolayı etkin birim haline gelmiştir.

Güvenlik ölçümlerinin de dahil edilmesiyle yapılan girdiye göre CCR modellerinden elde edilen bulgulara göre B segmenti hatchback modellerinden B segmenti hatchback modellerinden **Toyota Yaris 1.33 Fun, VW Polo 1.4 TDI Comfortline, Honda Jazz 1.3 Premium At, Ford Fiesta 1.5 TDCi Trend X, Renault Clio 1.5 Dci Joy, Citroen C3 1.6 Feel Eat6, Peugeot 208 1.6 Hdi Access, Dacia Sandero Stepway 1.5 DC, Nissan Micra 1.2 Match, Skoda Fabia 1.4 Tdİ Style Dsg, Mini Cooper 1.5, Audi A1 Sportback 1.4 Dynamic** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti sedan modellerinden **Fiat Egea 1.6 Urban At, Renault Megane 1.5 DCi Joy, Toyota Corolla 1.6 Touch, Ford Focus 1.6 Trend X, Opel Astra Sedan 1.6 Edition, VW Jetta 1.4 TSI Trendline, Skoda Octavia 1.6 TDI Ambition, Audi A3 Sedan 1.6 TDI Dynamic** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti hatchback modellerinden **Seat Leon 1.6 TDI Style, Opel Astra 1.6 CDTi Enjoy, Renault Megane**

1.6 Joy, Toyota Auris 1.6 Active, Audi A3 Sportback 1.6 TDI Dynamic, BMW 1 Serisi 116d 1.5 Pure AT, Hyundai i30 1.6 CRDi Style, Nissan Pulsar 1.5 DCi Visia, Peugeot 308 1.6 HDi Access, Skoda Rapid Spaceback 1.6 TDI Style, Honda Civic HB 1.5 Sport CVT, Ford Focus HB 1.6 Trend X, Volvo V40 1.5 T3 Momentum, Alfa Romeo Giulietta 1.6 JTD Progression, Kia Cee'd 1.6 CRDi Comfort etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. C segmenti suv modellerinden **Nissan Qashqai 1.6 DCi Visia, Dacia Duster 1.5 DCi Ambiance, VW Tiguan 1.6 TDI Trendline, Hyundai Tucson 1.6 Style, Toyota C-HR 1.8 Hybrid Advance, Peugeot 3008 1.6 BlueHDi Active, Renault Kadjar 1.5 DCi Touch, Honda CR-V 1.6 i-DTEC Premium, Kia Sportage 1.6 Comfort, Mercedes GLA 200 1.6 Urban, BMW X1 sDrive 18i 1.5 Joy At, Audi Q3 1.4 TFSI, Range Rover Evoque 2.0 SE Dynamic, Skoda Yeti 1.4 TSI Ambition DSG, Toyota RAV4 2.0 D-4D 4X2, Mazda CX-5 2.0 Power AT** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir. D segmenti modellerinden **VW Passat 1.6 TDI Trendline, Mercedes C180 1.6 Style, Skoda Superb 1.6 TDI Active, Opel Insignia 1.6 CDTi Edition Elegance, BMW 318d 2.0 Prestige, Renault Talisman 1.6 DCi Touch, Volvo S60 1.5 T3 Premium, Toyota Avensis 1.6 Advance, Jaguar XE 2.0 D Pure, Mazda6 2.0 Power At** etkin otomobil modelleri olarak gözlenmiştir.

VZA ile görelî etkinlik ölçümü birçok alanda uygulama alanı bulmuştur. Ancak otomotiv alanında özellikle tüketici isteklerine göre otomobillerin görelî etkinliklerinin ölçüldüğü çalışmaların oldukça az olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı ve ileride yapılacak olan çalışmalara yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] **Aktaş, H.**, 2001. İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı, *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 7/1, 163-175.
- [2] **Banker, R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W.**, 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- [3] **Behdioğlu, S. ve Özcan, G.**, 2009. Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 14/3, 301-326.
- [4] **Cingi, S. ve Tarım A.**, 2000. “Türk Bankacılık Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malquist TFP Endeksi Uygulaması”, Türk Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi, Sayı:2000-01.
- [5] **Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E.**, 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2, 429–444.
- [6] **Eroğlu E, Atasoy CM.**, 2006. Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü ve etkin karar birimlerinin duyarlılık analizi. *İÜİF Derg*, 2, 73-89.
- [7] **Erpolat, S.**, 2011. Veri Zarflama Analizi Ağırlık Kısıtlamasız Ağırlık Kısıtlamalı Sanş Kısıtlı Bulanık Türkiye' deki Özel Bütçeli Diğer İdarelerin Etkinlik Analizi, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- [8] **Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T.**, 2004. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi' nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 5/2, 87-104.
- [9] **Kayalıdere, K. ve Kargın, S.**, 2004. Çimento ve Tekstil Sektörlerinde Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6/1, 196-219.
- [10] **Kutlar, A. and Babacan, A.** 2008. CCR Efficiency-Scale Efficiency in the Public Universities in Turkey: A DEA Application, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(1), 148-172.
- [11] **Öncel, A. ve Şimşek, S.**, 2011. Türkiye'de Bölgelerarası Kaynak Kullanım Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi, *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 37, 87-110.
- [12] **Yerlikaya, Ö.**, 2010. Ankara Toplam Faktör Verimliliğinin Bir Bileşeni Olarak Teknik Etkinlik: Stokastik Üretim Sınırı Yaklaşımı İle Türkiye Özel İmalat Sanayi Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 45-54.
- [13] **Toğrul, E.**, 2015. Türk Otomotiv Sektöründe Otomobil Modeli Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1984 Ankara doğumluyum. 1991 yılında ilkokul, 1997 yılında ortaokul ve 2000 yılında liseye başladım. 2004 yılında Gazi Üniversitesi İstatistik bölümüne başladım. 2008 yılında mezun oldum. 2006-2016 yılları arasında özel sektörde öğretmenlik yaptım. 2016 yılından itibaren Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümünde Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.

