



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**HAZIR BETON ÜRETİMİ YAPAN İŞLETMELERİN  
ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA  
YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ (KIRŞEHİR,  
NEVŞEHİR, KIRIKKALE İLLERİ ÖRNEĞİ)**

Ümit DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

KIRŞEHİR / 2021



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**HAZIR BETON ÜRETİMİ YAPAN İŞLETMELERİN  
ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA  
YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ (KIRŞEHİR,  
NEVŞEHİR, KIRIKKALE İLLERİ ÖRNEĞİ)**

Ümit DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
Prof. Dr. M. Mustafa ÖNAL

**KIRŞEHİR / 2021**

## TEZ BİLDİRİMİ

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

Ümit DOĞAN

01.11.2021



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



## ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Prof. Dr. M. Mustafa ÖNAL'a ve değerli katkılarından dolayı hocam Dr. Öğr. Üyesi Furkan BİRDAL'a büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Tezimi, Ailem başta olmak üzere özellikle Sevgili Eşim Zeynep DOĞAN ve Canım Kızlarım İdil DOĞAN ve İrem DOĞAN'a ithaf ederim.

Kasım, 2021

Ümit DOĞAN  
İnşaat Mühendisi

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Literatür Taraması.....	2
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>4</b>
2.1. Hazır Beton.....	4
2.2. Hazır Beton Bileşenleri.....	5
2.2.1. Agrega.....	5
2.2.2. Çimento.....	7
2.2.3. Karışım Suyu.....	7
2.2.4. Katkı Maddeleri.....	9
2.2.4.1. Kimyasal Katkılar.....	9
2.2.4.2. Mineral Katkılar.....	9
2.3. Hazır Beton İşletmeleri ve Sektör.....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>16</b>
3.1. Tanım ve Kavramlar.....	17
3.1.1. Performans.....	17
3.1.2. Verimlilik.....	17
3.1.3. Etkinlik.....	18
3.1.4. Etkinlik Ölçümü.....	19
3.2. Veri Zarflama Analizi .....	19
3.2.1. VZA'nın Tarihçesi.....	22
3.2.2. VZA'nın Amaçları ve Kullanım Yerleri.....	23
3.2.3. VZA'da Kullanılan Başlıca Kavramlar.....	24
3.2.4. VZA'nın Uygulama Aşamaları.....	25
3.2.5. VZA'nın Matematiksel Yapısı.....	27
3.2.6. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Tarafları.....	30

<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>31</b>
4.1. Girdi Odaklı CCR Modeli Sonuçları.....	33
4.2. Girdi Odaklı BCC Modeli Sonuçları.....	37
4.3. Çıktı Odaklı CCR Modeli Sonuçları.....	39
4.4. Çıktı Odaklı BCC Modeli Sonuçları.....	44
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>51</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>56</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Hazır Beton Bileşenleri .....	5
Şekil 2. Granülometri Eğrisi .....	6
Şekil 3. Hazır Beton İmalatının Şematik Gösterimi .....	11
Şekil 4. Hazır Beton Üretim Kapasitesi .....	11
Şekil 5. Bölgelere Göre Gerçekleşen Hazır Beton Üretim Oranları (2020) .....	12
Şekil 6. Yıllara Göre Hazır Beton sektöründe Çalışan Sayısı .....	12
Şekil 7. Yıllara Göre Hazır Beton Sektörünün Cirosu .....	13
Şekil 8. Hazır Beton İmalatı Akım Şeması, Girdi ve Çıktıları.....	14
Şekil 9. A) B) Hazır Beton Santralinden Genel Görünüm.....	15
Şekil 10. Veri Zarflama Analizinin Grafikselsel Gösterimi .....	20
Şekil 11. VZA'da Doğrusal Programlama Yaklaşım Modelleri.....	28



<b>Tablo 1.</b> Türkiye' de Yıllık Hazır Beton Üretimi.....	4
<b>Tablo 2.</b> İç Anadolu Bölgesi İllerinde Yıl Bazında İnşaat Sektörü Büyüme Oranı.13	
<b>Tablo 3.</b> Ölçüm Yöntem Sınıfları Karşılaştırması.....	16
<b>Tablo 4.</b> Analizde Kullanılan 18 Adet Tesisin Yıllık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	32
<b>Tablo 5.</b> Girdi Odaklı CCR Modeli Sonucu.....	33
<b>Tablo 6.</b> Girdi Odaklı BCC Modeli Sonucu.....	37
<b>Tablo 7.</b> Çıktı Odaklı CCR Modeli Sonucu.....	39
<b>Tablo 8.</b> Çıktı Odaklı BCC Modeli Sonucu.....	44
<b>Tablo 9.</b> Girdi-Çıktı Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmeler İçin Referans Gösterilme Sayıları.....	47
<b>Tablo 10.</b> CCR-BCC Modellerinde Etkin Olabilmek İçin İyileştirilmesi Gereken Girdi ve Çıktıların Frekansları.....	48
<b>Tablo 11.</b> Girdi Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmelerin Mevcut Değerlere Göre Değişim Yüzdesi.....	48
<b>Tablo 12.</b> Çıktı Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmelerin Mevcut Değerlere Göre Değişim Yüzdesi.....	49

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

**Simgeler**      **Açıklama**  
**NaOH**            : Sodyum Hidroksit

**Kisaltmalar**    **Açıklama**  
**AR-GE**            : Araştırma Geliştirme  
**BCC**                : Banker, Charnes, Cooper  
**CCR**                : Charnes, Cooper, Rhodes  
**CS**                 : Çalışan Sayısı  
**DEA**                : Data Envelopment Analysis  
**DMU**               : Decision Making Units  
**EMS**                : Efficiency Measurement System  
**EPA**                : Avrupa Verimlilik Ajansı  
**ET**                 : Elektrik Tüketimi  
**JPC**                : Japon Produktivite Merkezi  
**KVB**                : Karar Verme Birimi  
**SD**                 : 1 Tonun Satış Değeri  
**SM**                 : Hazır Beton Satışı  
**THBB**              : Türkiye Hazır Beton Birliği  
**TOBB**              : Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği  
**TÜİK**               : Türkiye İstatistik Kurumu  
**UK**                 : Hazır Beton Üretim Kapasitesi  
**UM**                 : Hazır Beton Üretimi  
**VZA**                : Veri Zarflama Analizi

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### HAZIR BETON ÜRETİMİ YAPAN İŞLETMELERİN ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ (KIRŞEHİR, NEVŞEHİR, KIRIKKALE İLLERİ ÖRNEĞİ)

Ümit DOĞAN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Mustafa ÖNAL

Bu çalışmada Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illerinde hazır beton üretimi yapan 18 adet tesisin veri zarflama analizi (VZA) yöntemiyle etkinlik düzeyleri hesaplanmıştır. Birden fazla girdi ve çıktı kullanılarak aynı tür karar verme birimlerinin etkinlik düzeylerinin hesaplanmasında kullanılan veri zarflama analizinde amaç en az girdiyle en fazla çıktıyı üreten girdi-çıkıtı bileşimini bulmaktır. Parametrik olmayan bir yöntem olan veri zarflama analizi göreceli etkinliğin belirlenmesinde oldukça geniş yer bulmuş yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Etkin olmayan tesislerin etkin hale gelebilmeleri için girdi-çıkıtı değerlerinde etkin durumda olan tesislere göre ne kadar iyileştirme yapmaları gerektiği belirlenmiştir.

Çalışma 2019 yılına ait yıllık veriler ele alınarak incelenmiştir. Coğrafi özellikler, sosyo ekonomik yapı, gelişmişlik düzeyleri ile nüfus ve demografi ile sosyo ekonomik yapı dikkate alındığında benzer iller olan Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illeri kümelenmiştir. Girdi değerleri olarak; elektrik tüketimi, çalışan kişi sayıları ile hazır beton üretim kapasitesi, çıktı değerleri olarak; hazır beton üretim miktarı, hazır beton satış değeri ve 1 tonun satış değeri analiz edilmiştir.

Etkinlik düzeyi hesaplanmasında girdi ve çıktı odaklı Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) ve Banker, Charnes, Cooper (BCC) modelleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) modeline göre 11 tesis etkin çıkmazken Banker, Charnes, Cooper (BCC) modeline göre 9 tesis etkin çıkmamıştır. Etkinliği en yüksek iki tesis C1 ve C6 tesisleri olurken, etkinliği en düşük iki tesis A4 ve B3 tesisleri olmuştur.

Kasım 2021, 56 Sayfa.

**Anahtar Kelimeler:** Hazır Beton, Veri Zarflama Analizi (VZA), Etkinlik, Verimlilik.



# **ABSTRACT**

## **MASTER THESIS**

### **DETERMINATION OF EFFECTIVENESS OF COMPANIES WITH READY-CONCRETE PRODUCTION BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHOD (SAMPLE OF KIRSEHIR, NEVSEHIR, KIRIKKALE PROVINCES)**

**Ümit DOĞAN**

**Kirsehir Ahi Evran University  
Science and Engineering Institute  
Advanced Technologies Department  
Supervisor: Prof. Dr. M. Mustafa ÖNAL**

In this study, the efficiency levels of 18 facilities producing ready-mixed concrete in Kirsehir, Kirikkale and Nevsehir provinces were calculated using the data envelopment analysis (DEA) method. The purpose of data envelopment analysis, which is used to calculate the efficiency levels of the same type of decision-making units by using more than one input and output, is to find the input-output combination that produces the most output with the least input. Data envelopment analysis, which is a non-parametric method, is a widely used method in determining relative efficiency. It has been determined how much improvement in the input-output values of the inactive facilities in order to become effective compared to the active facilities.

The study was researched by considering the annual data of 2019. When the geographical features, socio-economic structure, development levels, population and demographics and socio-economic structure are taken into account, the similar provinces of Kirsehir, Kirikkale and Nevsehir are clustered. As input values; electricity consumption, number of employees and ready-mixed concrete production capacity as output values; ready mixed concrete production amount, ready mixed concrete sales value and 1 ton sales value were analyzed.

Input and output oriented Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) and Banker, Charnes, Cooper (BCC) models were used to calculate the efficiency level. As a result of the analysis, 11 facilities were not found to be effective according to the Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) model, while 9 facilities were not effective according to the Banker, Charnes, Cooper (BCC) model. While the two facilities with the highest efficiency were facilities C1 and C6, the two facilities with the lowest efficiency were facilities A4 and B3.

November 2021, 56 Pages

**Keywords:** Ready- mixed Concrete, DEA, Efficiency and Productivity.



## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin son yıllarda ekonomik büyümesinde ve kalkınmasında inşaat sektörü önde gelmektedir. Hazır beton imalatı da inşaat sektörünün etki ettiği 200 iş kalemi içerisinde başı çekmektedir. Ülkemiz 2019 yılında 67 milyon metreküp hazır beton üretimi ile Avrupa'da birinci, Çin ve ABD'den sonra dünyada üçüncü büyük hazır beton üreticisidir [1].

Yenilenebilir kaynakların azalması, rekabetin artması üretimden pazarlamaya tüm bu süreçte karşılaşılan zorluklar ve 2020 yılında küresel çapta etkili olan pandemi firmaları her zaman olduğu gibi son yıllarda daha da verimli olmaya zorlamaktadır. Firmalar düşük maliyetle yüksek kar payı elde etmeyi amaçlar, en az girdiyle en çok çıktıya ulaşmanın yollarını üretim tesislerinde AR-GE çalışmaları, en uygun fiyata hammadde temini ve nitelikli personel çalıştırma gibi yollarla bu amaçları gerçekleştirirler. Yapılan tüm çalışmalar tesisin verimli olmasına yönelik önlemlerdir.

Veri zarflama analizi kullanarak yapılan etkinlik/etkililik/verimlilik ölçümleriyle Avrupa ve Dünya'da hazır beton sektöründe Türkiye'nin en üst sıralarda yer aldığı düşünüldüğünde yapılacak analiz ülke kaynaklarının verimli kullanılması bakımından önem teşkil etmektedir. Bölge bazında üretim kapasiteleri göz önüne alındığında nüfus ve ekonomik yapı, jeolojik yapı, hammaddeye ulaşma, nitelikli personele ulaşma gibi etkenler bakımından benzer olan iller karşılaştırılmıştır. Analizin daha çok veriyle daha doğru sonuç vereceğini göz önünde bulundurarak Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illerinden toplamda 18 hazır beton tesisinin etkinlikleri incelenmiş olup, aynı sektörden aynı girdi ve çıktılar kullanılarak verimlilik analizi gerçekleştirilmiştir.

Beş bölümden oluşan çalışmada, giriş bölümünde konu ile ilgili genel bilgiler ve literatür taraması verildikten sonra ikinci bölümde hazır beton hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde verimlilik, etkinlik, etkililik, performans kavramları ve veri zarflama analizi kavramları incelenmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde 18 adet tesisin 2019 yılı verilerine göre yıllık verimlilik ve etkinlik analizi ile hesaplamalar verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise etkinlik analizine dair sonuç ve öneriler verilmiştir.

## 1.1. Literatür Taraması

Son 30 yılda gerek kuramsal gerek yöntem bilimi açısından hızla evrimleşmekte olan ve son derece sağlıklı sonuçlar vermesi bakımından tercih edilen Veri Zarflama Analizi yöntemi ile teknik verimlilik bakımından eğitim, sağlık, bankacılık, imalat sanayi gibi birçok sektörden kurum ve kuruluş tarafından araştırma yapılmıştır.

- Güncan (1994), İstanbul'da faaliyet gösteren hazır beton üretimi yapan tesislerin verimliliğini ölçmüş olup yapılan anket çalışması neticesinde tesislerin teknolojilerine, kuruluş yerlerine, taşıma uzaklıklarına, yüklenici veya yatırımcılarına göre değerlendirme yapmıştır. Sonuç olarak; sektörde meydana gelen tekelleşme bazı firmalar için verimlilik bakımında yararına olup yüklenici firmalar için zararına olduğu gözlenmiştir. Yapılan araştırmada iç ve dış faktörler ile işçi kalitesi ve tesisin verimliliğini arttırmak için makineler artmalıdır [2].
- Şentürk (2000), hazır beton üretim kapasitesi 200.000 m<sup>3</sup> olan bir hazır beton tesisinde üretilen betondan alınan numunelerin 1 günlük hızlandırılmış dayanımları ile 28 günlük standart dayanımları arasında geniş çaplı bir istatistiksel değerlendirmeyi kalite/performans açısından ele almıştır. Tesiste kullanılan modifiye sıcak su metodunun yetkinliği beton sınıfı seviyesi ile mineral ve kimyasal katkı maddesi seviyesine bağlı istatistiksel veriler sağlayacak yönde test edilmiş olup tesisin bir yıl boyunca verimli olduğu gözlenmiştir [3].
- Güner (2003) çalışmasında hazır beton ve çimento sanayiinde kalitenin maliyet boyutu ve işletmenin kalite performansının tayini ile ilgili örnek bir uygulama yapmıştır [4].
- Yılmaz ve Çıracı (2004) çalışmasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören 15 çimento firmasının 1998-2003 yılları arasındaki verilerin ortalamasını dikkate alarak etkinlik analizi yapmıştır. Veri zarflama analizi kullanılarak yapılan çalışmada 15 firmanın 6 tanesinin (piyasada önde gelen firmalar) etkin olduğu gözlenmiştir [5].



- Min (2005), Çin ve Singapur’da hazır beton üreticilerinin performanslarının artmaları için ne yapmaları gerektiğini stok, sipariş ve maliyet olarak ele almıştır [6].
- Lo ve Lu (2006) çalışmasında VZA’yı karlılık ve imaj olmak üzere iki aşamalı olarak Tayvan’daki holdinglere uygulamışlardır. Faktörel ölçüm ve BCC modellerini birleştirerek yaptıkları analiz sonucunda holdinglerin, daha küçük işletmelere göre etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır [7].
- Üstündağ (2009) çalışmasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda işlem gören 17 çimento firmasının 2005-2008 yılları arasında yayınlamış oldukları bilanço ve gelir tabloları kullanılarak Win4deap paket program kullanılarak VZA yöntemi ile etkinliği ölçülmüş olup sonuçta firmaların daha etkin olmaları için karlılıklarını artırmaları gerektiği tespit edilmiştir [8].
- Koç (2019) çalışmasında Isparta ve Afyon bölgelerinden 25 adet doğal taş ocaklarının etkinliklerini DEA Fronteir paket program kullanarak VZA yöntemi ile etkinliği ölçülmüştür. Girdi olarak iş makinesi, delme ve kesme makineleri, çıktı olarak ciro ve üretim miktarı ele alınmıştır, etkin olmayan ocaklar için girdilerin azaltılması ve kaynak israfının engellenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır [9].
- Şimşek (2020) çalışmasında 28 Orman Bölge Müdürlüğü’nün etkinlik analizini VZA yöntemiyle incelemiştir. Analizde 4 girdi ve 3 çıktı olmak üzere 7 değişken seçilmiştir. Çıktı odaklı CCR modeli sonucuna göre 11 bölge müdürlüğü etkinken çıktı odaklı BCC modeline göre 21 bölge müdürlüğü etkin çıkmıştır [10].
- Yazıcı (2021) çalışmasında Karadeniz Bölgesi’nde bulunan devlet hastanelerine etkinlik analizi yapılmıştır. 2018 yılı verilerine göre yapılan çalışmada 5 adet girdi ve 6 adet çıktıdan faydalanılmıştır. Win4Deap2 paket programı ile yapılan VZA ölçümünde 124 adet hastane yer almış olup 72 hastane etkin çıkarken 52 hastanenin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir [11].

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. Hazır Beton

Hazır beton dünyada ilk kez 1900'lü yılların başında ortaya çıkmış olup Türkiye'de 1976 yılında bazı inşaat firmaları tarafından kullanılmaya başlanılmıştır. 2019 yılı verilerine göre ülkemizde 450 adet hazır beton firması olup yıllara göre hazır beton üretimi Tablo 1'de verilmiştir [12]. Tablodan anlaşılacağı üzere ülkemizde hazır beton üretimi 2005 yılında sonra büyük artış göstermiş olup buna paralel olarak tesis sayısında da artışlar gözlenmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye'de Yıllık Hazır Beton Üretimi

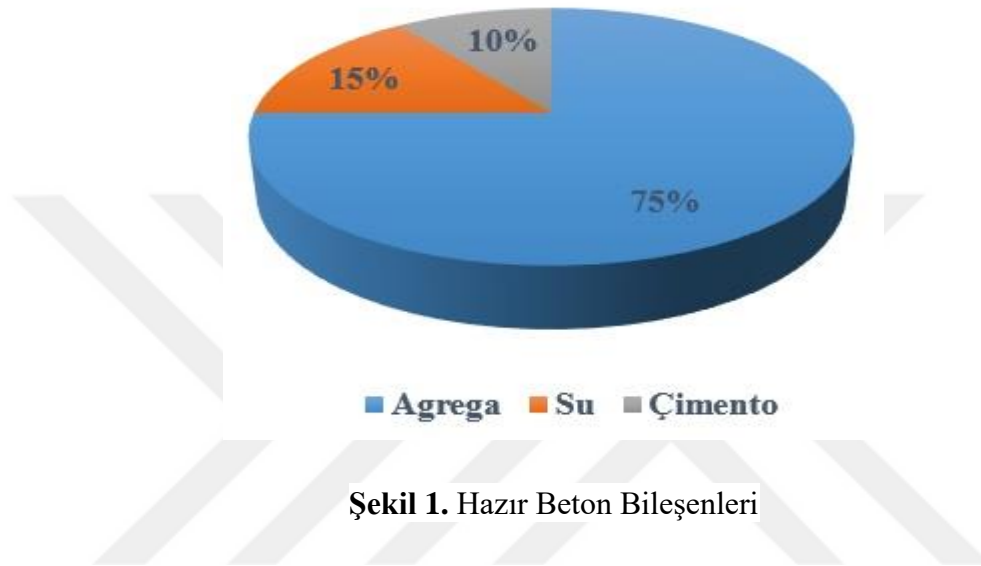
Yıllar	Hazır Beton Üretimi (m <sup>3</sup> )
1988	1.500.000
1993	10.000.000
1998	26.542.905
2003	26.828.500
2005	46.300.000
2006	70.732.631
2007	74.359.847
2008	69.600.000
2009	66.430.000
2010	79.680.000
2011	90.450.000
2012	93.050.000
2013	102.000.000
2014	107.000.000
2015	107.000.000
2016	109.000.000
2017	115.000.000
2018	100.000.000
2019	67.000.000

Çimento, agrega ve karışım suyunun gerektiği durumlarda da içerisine kullanılan kimyasal katkı maddesinin beton santrallerindeki bilgisayarlı ortamda istenen karışım düzeyi hazırlanır, hazırlanan ürünün özelliğini kaybetmemesi amacıyla trans mikserlerde karıştırılarak taşınıp tüketiciye taze beton olarak sunulan gerektiği durumlarda hazır beton pompası yardımıyla teslim edilen bir üretdir [13]. Hazır beton üretim aşaması talep ve

siparişin alınması ile birlikte tasarım, üretim, taşıma (nakliye), ürünü yerleştirme ve vibratörle sıkıştırma sonucunda da bakım ve kür aşamalarından oluşmaktadır.

## 2.2. Hazır Beton Bileşenleri

Betonun hammadde bileşenleri agrega, su, çimento ile duruma göre ve betonun kullanım amacına uygun olarak ilave edilen kimyasal ve mineral katkılarıdır.



Şekil 1. Hazır Beton Bileşenleri

Beton muhtevasında Şekil 1’de gösterildiği üzere yaklaşık %75 agrega, %15 su ve %10 çimento içermektedir.

### 2.2.1. Agregat

Hazır betonun yaklaşık %75’ini oluşturan temel malzemelerden bir diğeri agregadır. Agregalar kum, çakıl ve kırma taşlara verilen ortak bir isimdir [14]. Karışımda kullanılacak agregaların TS 706 EN 12620 [15] standardına uygun olması gerekmektedir. Agregalar tane büyüklüklerine göre ince agrega, kaba agrega olarak iki çeşittir. Betonda kullanılacak agregalardan istenen özellikler şunlardır:

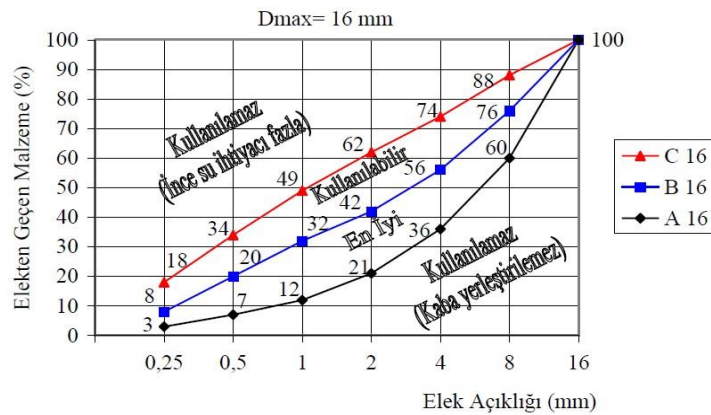
- Sağlam ve dayanıklı olması,
- Odun, kömür gibi zayıf taneler bulundurmaması,
- Basınca ve korozyona karşı dayanıklı olması,
- Hazır betona zarar verecek her türlü maddeleri bünyesinde barındırmaması,
- Şekil olarak uzun ve basık içeriklerin olmaması,

- Çimentoyla birlikte zararlı tepkimeye girmemesidir.

Agregalar genel olarak sınıflandırılacak olursa [16];

- Referansına göre agrelar: Denizlerden, göllerden, çöllerden, dere yatakları ve taş ocakları gibi yerlerden elde edilen tabii agregalar ile daha önce herhangi bir yapı bünyesinde kullanılmış ve geri dönüştürülmüş agregalar,
- Tane büyüklüklerine göre agrelar: Büyüklüğü 4 mm<sup>2</sup> elekten geçen agregalar ince taneli, geçmeyen agregalar iri taneli yapıdadır,
- Tane şekline göre dairesel, yassı, geometrik ve uzun agregalar,
- Normal ağırlıklı hafif ve ağır agregalar,
- Yüzey yapısına göre agregalar,
- Çıkarılış şekline göre agregalar,
- Oluşum şekline göre agregalar,
- İçeriğindeki minerallere göre agregalardır.

Farklı boyuttaki agregaların dağılımlarının tespiti için elek analizi işlemi yapılır bu işleme "granülometri" denir. Şekil 2'de verilen granülometri eğrisine göre hazır betonda kullanılacak en uygun karışım agregası A-B arasında kalan bölgelerdedir, B-C arasındaki karışım agregası kullanılabilir olup A ve C eğrileri dışında kalan agrega, hazır beton üretiminde kullanılmamalıdır.



**Şekil 2.** Granülometri Eğrisi (Kaynak: <https://insapedia.com/granulometri-nedir-elek-analizi-ve-granulometri-egrisi/>)

### 2.2.2. Çimento

Hazır betonun içerisinde yer alan maddelerden en önemlisi çimento olup Latince "caementum" kelimesinden türeyerek Türkçede çimento yani yontulmuş taş kırıntısı olarak kullanılmaktadır. Çimento içeriğinde silisyum, kalsiyum, alüminyum oksit ve demir oksit ihtiva eden hidrolik bağlayıcı özelliği olan bir madde olup hazır betonun yaklaşık %10'unu oluşturur. Çimentonun su ile karışması sonucu oluşan kimyasal reaksiyona "hidratasyon" denir. Çimento su ile olan etkileşimi ile havada ve su altında plastik özelliğini kaybedip katılaşır bu yüzden hidrolik bağlayıcı olarak sınıflandırılır. Çimentolar sınıflarına göre farklı dayanımlıdırlar. Çimento standart dayanımı TS EN 197-1'e göre belirlenen 28 günlük basınç mukavemeti olup N/mm<sup>2</sup> (MPa) olarak ifade edilir [14].

Günümüzde en yaygın kullanılan çimento çeşidi portland çimentosudur. Hazır beton içerisinde kullanılacak çimento TS EN 197 standardında belirtilen kıstaslara uygun olmalıdır, buna göre çimento gösterimi aşağıda örneklendirilmiştir [17]:

CEM II/A-S 42,5N

CEM II → Ana Çimento Tipi

A-S → Klinker Oranı

42,5N → Dayanım Sınıfı (N, normal erken dayanım. R, hızlı erken dayanım).

Hazır beton içerisinde kullanılan çimento miktarı belirli çerçevede arttıkça betonun basınç dayanımı da artmaktadır. Çimento miktarının granülometri ile ilişkisi bulunmaktadır. Agrega karışımındaki ince malzeme miktarının artması çimento miktarının da artmasına neden olur. Agrega boyutu arttıkça çimento miktarı da azalır. Çimentonun yüksek dayanımlı olunması isteniyorsa yüksek dayanımlı çimento kullanılması gerekir [18].

### 2.2.3. Karışım Suyu

Hazır betonun yaklaşık %15'lik kısmını oluşturan karışım suyu beton içerisindeki maliyeti en düşük olan ama kullanım miktarının hassas bir şekilde ayarlanması gerektiğinden hazır betonun mukavemetini önemli oranda etki eden maddedir. Hazır betonda kullanılacak suyun aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir:

- Herhangi bir deterjan köpüğü içerisinde 2 dakika içerisinde gözden kaybolmalı,
- Sonradan elde edilen suların dışında renk bakımından açık sarıdan daha açık renkte olmalı,
- Geri kazanılan suların içinde çimento veya yüksek fırın cürufu çimento bulunması durumunda sülfür kokusu haricinde koku olmamalıdır, diğer kullanılan sularda içilebilir sularda bulunan koku dışında koku bulunmamalıdır,
- Asit olarak ph seviyesi 4'den büyük veya 4'e eşit olmalıdır,
- NaOH ilave edildiğinde rengi sarıya dönük kahverengi veya daha açık olmalıdır,

TS EN 1008 standardına göre yukarıdaki şartları sağlaması gerekmektedir [19].

Betonun içerisinde bulunan karışımlardan kuru haldeki agrega ve çimentoyu plastik kıvama getirebildiği gibi çimento ile kimyasal reaksiyona girerek plastik kıvamın sertleşmesini de sağlamaktadır [16].

#### **2.2.4. Katkı Maddeleri**

Hazır betonun özelliğini beton döküm sırasındaki duruma göre iyileştiren maddelere "katkı maddesi" denir. Karışım içerisinde yaklaşık %8'lik bir hacme sahiptir. Üretim esnasında veya üretimden önce transmiklere ilave edilerek kullanılır. Katkı maddelerinin kötü betonu iyi etme özelliği yoktur sadece beton döküm esnasında dış çevre koşullarına göre yerinde ve kararınca mukavemeti artırıcı veya soğuk havada döküm yapabilmek gibi iyileştirici özellikleri bulunmaktadır [20]. Katkı maddeleri kimyasal ve mineral katkıları olmak üzere 2 şekilde incelenebilir.

##### **2.2.4.1. Kimyasal Katkıları**

Kimyasal katkı maddeleri beton karışım suyu çimento oranı referans alınarak belirli bir yüzdeyle ilave edilen betonun özelliğinde değişiklik yapmak için kullanılan genelde sıvı yoğunlukta olup bazı yerlerde toz halinde de kullanılan maddelerdir. Kimyasal katkı maddeleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Priz hızlandıran veya geciktiren katkıları,
- Süper akışkanlaştıran (su azaltıcı) katkıları,
- Antifrizler,
- Hava sürükleyici katkıları,
- Geçirimsizlik katkılarıdır [20].

##### **2.2.4.2. Mineral Katkıları**

Çimento gibi toz halde bulunan fakat çimento gibi tek başına bağlayıcı özelliği bulunmayan, cüruf, uçucu kül, volkanik kül, silis dumanı, taş unu vb. alınarak belirli bir yüzdeyle ilave edilen betonun özelliğinde değişiklik yapmak için kullanılan genelde sıvı yoğunlukta olup bazı yerlerde toz halinde de bulunabilen maddelere "mineral katkı" denir [16].

Katkı maddelerinin kullanım amaçları:

- 1) Çimento şerbetinde ve taze betonda,

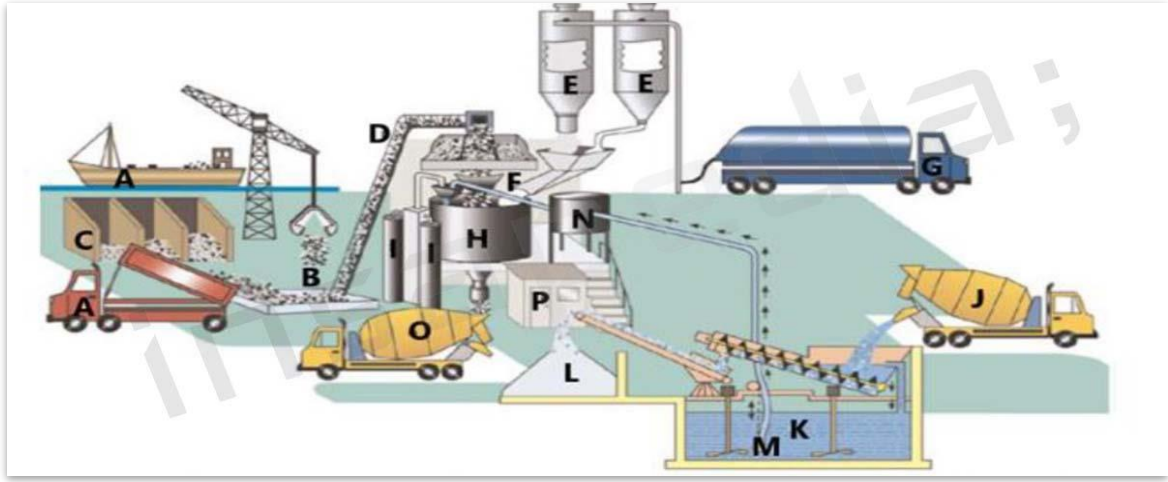
- a) Sabit su miktarında kıvamın arttırılması veya sabit kıvamda su ölçüğünün düşürülmesi,
  - b) Prizin hızlandırılması ve geciktirilmesi,
  - c) Hacim genişlemesinin sağlanması,
  - d) Terleme ölçüsünün ve hızının değişmesi,
  - e) Ayrıştırmanın düşürülmesi,
  - f) Kolay pompalanabilirlik sağlanması durumlarında kullanılmaktadır.
- 2) Sertleşmiş beton, harç ve çimento şerbetlerinde,
- a) Beton prizi esnasında açığa çıkan ısının düşürülmesi,
  - b) Dayanımın ve dayanıklılığın arttırılması,
  - c) Aderansın arttırılması,
  - d) Korozyonun önlenmesi gibi amaçlarda kullanılmaktadır [21].

### **2.3 Hazır Beton İşletmeleri ve Sektör**

Hazır betonu oluşturan bileşenlerin dijital ortamda belirli oranlarda karıştırılarak, hazır beton üretiminin sağlandığı ve karışım araçlarına aktarılmanın yapıldığı tesislere hazır beton santrali denir [21].

Hazır beton transmikser olarak isimlendirilen özel araçlarla taşınır ve homojen yapının korunması için döküme kadar sürekli karıştırılır bu karıştırma işlemi betonun sınıfına göre farklı rölantide yapılır. Dolum araçları olan transmikserler genelde 5-10 m<sup>3</sup> yük kapasitesine sahiptir. Hazır beton üretiminde; beton santralindeki merkezi mikserde karışım (yaş karışım), transmikserdeki karışım (kuru karışım) ve santraldeki mikserde kısmen karıştırıldıktan sonra mikserde karıştırılma olmak üzere 3 farklı karışım yolu bulunur. Ülkemizde hazır beton üretimi genellikle yaş karışım yöntemiyle üretim yapılmaktadır [22].





**Şekil 3.** Hazır Beton İmalatının Şematik Gösterimi (Kaynak: <https://insapedia.com/hazir-beton-nedir-nasil-uretilir/>)

Şekil 3’de bir hazır beton tesisi imalatının şematik gösterimi verilmiş olup şekle göre: A: Agreganın Teslimi, B: Agreganın Alın Silosu, C: Agreganın Deposu, D: Taşıma Bandı, E: Çimento Deposu, F: Tartma Silosu, G: Çimento Teslimi, H: Mikser, I: Katkıları, J: Dökümünü Tamamlamış Transmikser, K: Geri Dönüşümlü Su, L: Geri Dönüşümlü Agregası, M: Pompa, N: Su Deposu, O: Dolumu Yapılan Transmikser, P: Kontrol Odası [23].

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) verilerine göre hazır beton üretim kapasitesi yaklaşık 226 milyon m<sup>3</sup> olup Ülkemizde genellikle kapasite kullanım açısından en yüksek seviye dahi baz alındığında kullanım oranı %50 seviyelerinde görülmektedir. Şekil 4’e göre 54,2 milyon m<sup>3</sup>’lük kapasite ile Marmara Bölgesi ilk sırada, 21,2 milyon m<sup>3</sup>’lük kapasite ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi son sırada yer almaktadır [24].



**Şekil 4.** Hazır Beton Üretim Kapasitesi (m<sup>3</sup>) (Kaynak: THBB)

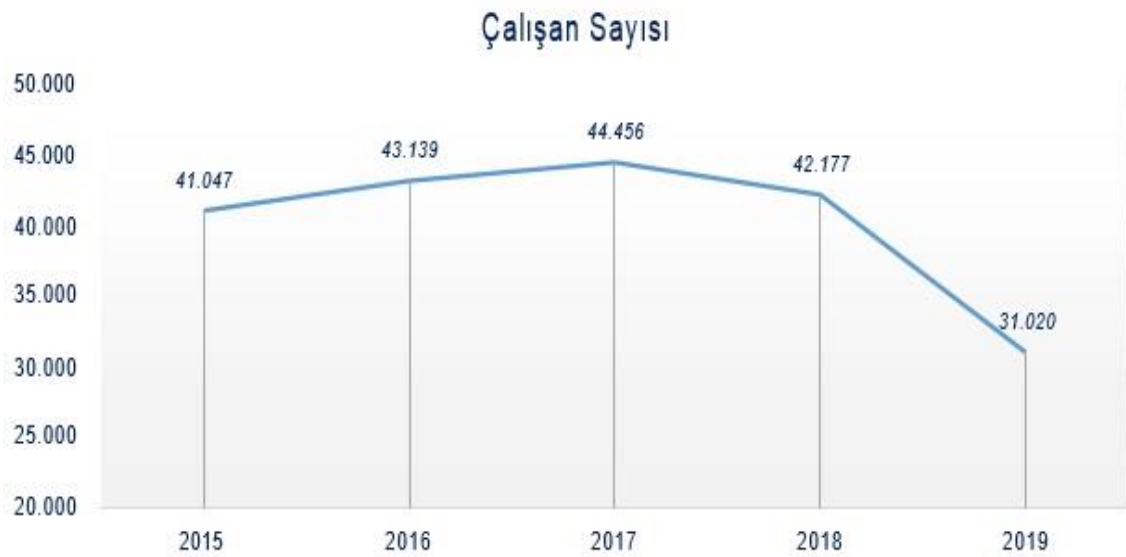
2020 yılına ait bölgelere göre gerçekleşen üretim kapasiteleri baz alındığında tez konusu olan Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illerinin yer aldığı İç Anadolu Bölgesi şekil 5'e göre %20'lik gerçekleşme oranı ile Marmara Bölgesinden sonra 2. sırada yer almaktadır.

Bölgelere Göre Hazır Beton Üretim Oranları (2020)

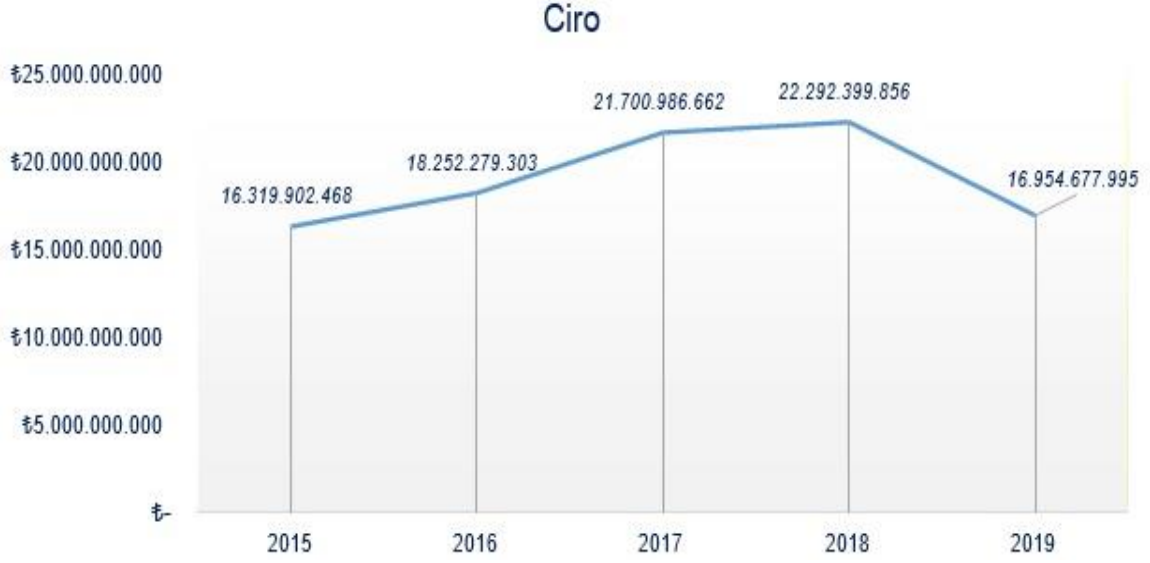


Şekil 5. Bölgelere Göre Gerçekleşen Hazır Beton Üretim Oranları (m<sup>3</sup>) (Kaynak: THBB)

Şekil 6 ve Şekil 7'de ciro ve çalışan sayısı grafikleri incelendiğinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından verilen verilere göre 2019 yılında hazır beton sektöründe ciddi bir düşüş yaşadığı gözlemlenmektedir. Sektördeki düşüşe paralel olarak çalışan sayısı ve ciro miktarlarında da düşüşler gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Yıllara Göre Hazır Beton Sektöründe Çalışan Sayısı (Kaynak: TÜİK)



**Şekil 7.** Yıllara Göre Hazır Beton Sektör Ciro (Kaynak: TÜİK)

Teze konu Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illerinin bulunduğu İç Anadolu Bölgesi, Türkiye nüfusunun %16'sının yaşadığı Marmara Bölgesi'nden sonra en yüksek nüfusu olan bölgedir. 2020 yılında bölgede hazır beton üretimi %20-25 civarında artış gösterdiği tahmin edilmekte olup buna paralel olarak çimento üretimi Türk Çimento verilerine göre %23 oranında artmıştır [24].

TOBB verilerine göre; İç Anadolu Bölgesinde hazır beton üretim kapasitesi 39,8 milyon m<sup>3</sup> olup Türkiye hazır beton üretim kapasitesinin %18'ine karşılık gelmektedir [24].

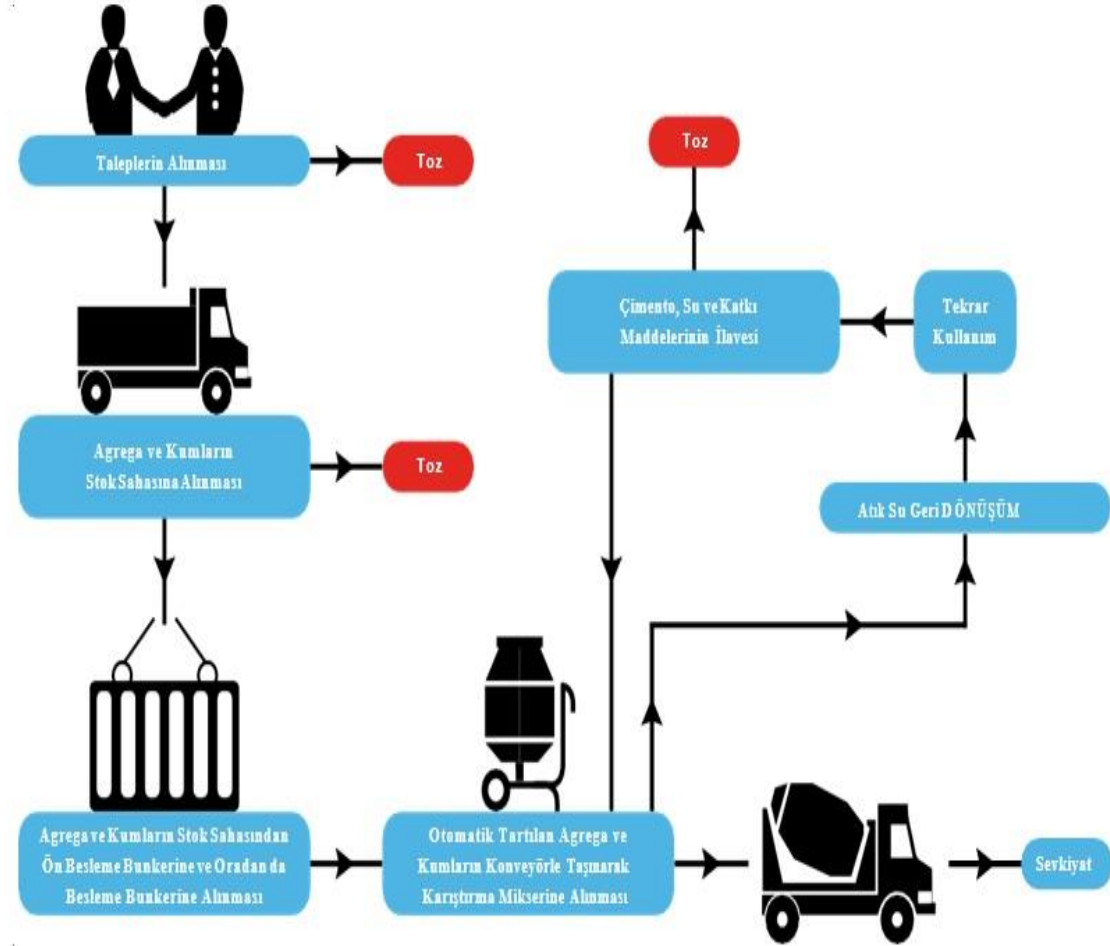
TÜİK verilerine göre; 2019 yılında İç Anadolu Bölgesi'nde inşaat sektörü %3,8 oranında daralmıştır. Türkiye geneli inşaat sektörü cirosunun %19,6'sı bu bölgede gerçekleşmiştir. 2015-2019 yılları arasında bölgede inşaat sektörü %8,3 büyümüştür.

**Tablo 2.** İç Anadolu Bölgesi İllerinde Yıl Bazında İnşaat Sektörü Büyüme Oranı (Kaynak: TÜİK)

İl	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	Büyüme Artışı
Aksaray	9,6%	20,2%	12,7%	9,1%	16,6%	88,8%
Ankara	-0,7%	9,2%	7,8%	-5,7%	1,9%	12,3%
Çankırı	1,8%	-2,1%	5,1%	-6,8%	-22,1%	-23,9%
Eskişehir	-8,0%	0,9%	30,6%	-11,7%	-19,6%	-14,0%
Karaman	27,4%	28,7%	-11,6%	-34,6%	-15,8%	-20,1%
Kayseri	20,5%	4,4%	-3,6%	-6,4%	-13,4%	-1,6%
<b>Kırıkkale</b>	<b>67,7%</b>	<b>15,1%</b>	<b>-21,7%</b>	<b>-15,3%</b>	<b>-46,3%</b>	<b>-31,3%</b>
<b>Kırşehir</b>	<b>-12,6%</b>	<b>13,6%</b>	<b>54,1%</b>	<b>-2,4%</b>	<b>-25,5%</b>	11,1%

Konya	4,0%	7,8%	9,9%	-1,1%	-13,2%	5,8%
<b>Nevşehir</b>	<b>0,9%</b>	<b>-4,9%</b>	<b>2,9%</b>	<b>18,0%</b>	<b>-15,0%</b>	-1,0%
Niğde	4,7%	26,0%	19,7%	0,0%	-11,2%	40,3%
Sivas	7,8%	24,3%	-12,9%	3,3%	-12,8%	5,0%
Yozgat	-2,1%	-0,8%	-21,7%	12,1%	-9,1%	-22,6%
<b>İç Anadolu Bölgesi</b>	<b>2,4%</b>	<b>9,0%</b>	<b>6,3%</b>	<b>-5,1%</b>	<b>-3,8%</b>	8,3%

Tablo 2’de 2015-2019 yılları arası 4 yıllık inşaat sektörü büyüme oranı değişimine bakıldığında Kırşehir İlinde %11’lik büyüme artışı gözlenirken, teze konu diğer illerden Kırıkkale’de %31,3’lük küçülme, Nevşehir İlinde ise %1’lik küçülme görülmektedir.



Şekil 8. Hazır Beton İmalatı Akım Şeması, Girdi ve Çıktıları (Kaynak: THBB)



Şekil 9. A. Hazır Beton Santralinden Genel Görünüm



Şekil 9. B. Hazır Beton Santralinden Genel Görünüm

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir illerinde hazır beton üretimi yapan 18 adet tesise etkinlik ve verimlilik ölçümü yapılacaktır. Verimlilik ölçümlerinin başında gelen istatistiksel bir program olarak ‘Veri Zarflama Analizi’ yöntemi kullanılmıştır. Bir etkinlik performans ölçümü olan veri zarflama analizi parametrik olmayan bir yöntemdir. Performans ölçüm modellerinin birbirine göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Performansı belirlenen duruma karşı en uygun modelin seçilmesi gerekmektedir.

Oran analizi yöntemi tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basit ve sade oluşu nedeniyle de uygun bir ölçüm yöntemi olabilir fakat oran analizindeki oranlama göreceli olarak en iyiye göre değil mevcut değerlerin birbirine oranıyla bulunur, bu yöntem genellikle bir durum belirlemesidir.

Parametrelili yöntemler genellikle tek çıktı ile birden fazla girdiye yönelik yöntemlerdir. Etkinliği ölçülecek birimin üretim fonksiyonunun analitik yapıya sahip olduğu varsayılarak parametreler belirlenir.

Parametresiz yöntemler matematiksel programlamayı çözüm tekniği kabul eder. Çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü yapabilmek için en uygun yöntemdir. Tablo 3’de karşılaştırma yapabilmek adına üç yöntemde kullanılan analiz tekniklerinden örneklemeler verilmiştir [25].

**Tablo 3.** Ölçüm Yöntem Sınıfları Karşılaştırılması

<b>Karşılaştırma Ölçütleri</b>	<b>Oran Analizi</b>	<b>Parametrelili Yöntemler</b>	<b>Parametresiz Yöntemler</b>
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit (Ölçüm yapılacak birim analitik forma uygun olmalı)	Detaylı (Kullanılacak girdi ve çıktılara bağlı)
Uygulama	Kolay	Kolay	Detaylı (Kolay)
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

### 3.1. Tanım ve Kavramlar

#### 3.1.1. Performans

Performans kavramı işletmenin başarı derecesini belirli bir zaman diliminde inceler ve Veri Zarflama Analizi (VZA) performansa dayalı bir analiz yöntemidir [26]. Hedefe yönelik planlanmış etkinliklerin miktar ve kalite olarak sonucudur, bir başka ifadeyle şirketin, bireyin ve grubun hedefe ulaşip ulaşmadıkları ve hedefi gerçekleştirme durumudur [27].

Firmaların amacı, yaptığı iş kapsamında en uygun girdi ve çıktı sistemini kurmaktır. Performans neticesinde yöneticiler gerektiği durumlarda iş yapış yöntemi firma hedefleri doğrultusunda değişiklikler yapabilmelidir. Verimlilik, etkililik ve etkinlik kavramları performans kavramı ile birlikte ele alınması gereken kavramlardır [28].

Ülkemizde inşaat sektörü ekonomik olarak ciddi bir hacme, istihdam olarak bakıldığında ise önemli bir potansiyele sahiptir. Hazır beton sektörü inşaat sektörünün en önemli iş kalemlerinden biridir. Hazır beton tesislerinde kullanılan malzemelerin geri dönüşüm açısından değerlendirilmesi (örneğin, hazır betonun yaklaşık %15'lik kısmını oluşturan suyun geri dönüşümde kullanılarak değerlendirilmesi), personel ücret politikasının (düz işçi, makine operatörü, tekniker, mühendis vb.) belirlenmesi ve nitelikli eleman çalıştırma sadece firma performansı açısından değil milli ekonomiye de bir katkı sağlamaktadır.

#### 3.1.2. Verimlilik

En genel anlamıyla verimlilik; birim girdi başına üretilen çıktı olarak tanımlanır ve bu ilişkiye göre firmaların ürettiği ürünün (çıktı), firmaların kullandığı kaynaklara (girdi) bölünmesiyle elde edilir [29]. Matematiksel olarak gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{çıkıtı}}{\text{girdi}}$$

Verimlilik milli refahın artmasında ve ekonomik kalkınma için önemli bir kavramdır. Verimlilik makro ve mikroekonomi içerisinde yer alan bir kavram olmakla birlikte daha çok makro boyutta incelenen verimlilik giderek mikroekonomide de kullanılan bir kavram olarak literatürde yerini almıştır [30].

Aşağıda farklı olarak tanımlaması yapılan verimlilik tanımı uluslararası kuruluşlarda geçerlilik kazanmıştır.

EPA (Avrupa Verimlilik Ajansı): Etkili kullanım boyutunun üretime etkisidir verimlilik. Bir yaşam ve düşünce biçimi olan verimlilik sürekli var olanı iyi etmeye çalışır. Her şeyin geçmişe kıyasla gelecekte daha iyi yapabileceği modelini temel alan bir kavramdır.

JPC (Japon Prodüktivite Merkezi): Düşük maliyet, geniş pazar imkânı, fazla istihdam, yüksek ücret için emek ortaya koyarak; iş gücünün, yönetimin ve tüketicilerin hayat standartlarının yüksek hale gelmesinde en önemli faktör yüksek verimliliğidir.

Herhangi bir işletme kullanılan üretim yollarından farklı, önceki döneme göre daha çok ve kaliteli ürün üretmişse verimli olmuştur veya verimliliği artmıştır denilebilmektedir. Verimlilik ölçümünü ilk kez gerçekleştirenlerden Davis verimliliği ‘tüketilen kaynaklarla elde edilen ürünlerde değişim’ olarak ifade etmiştir [31]. Verimlilik imalatta uygulanan yöntemlerde, üretim miktarlarında ve tüm çıktılarda oluşan değişimlerin çıktı/girdi ilişkilerinin göstergesidir [31].

Pozitif bilim esasına dayanan bu kavram büyük bir güce ve evrensellik potansiyeline sahiptir. Bundan dolayı farklı farklı toplumlarda bile bu kavram yer edinebilmiştir. Yine aynı sebepten dolayı verimlilik; en liberalden en müdahaleci olana tüm iktisat teorilerinde merkezde yerini almıştır. Bilimsel gerçeğin bir kıstas ölçüt olması sebebiyle mantıklı ve gerçekçi her insanın onu benimsemesi ve uygulaması gerekir, ihmal edildiği durumlarda akılcılık, gözlem ve gerçeği arama kaygısı da yoktur [32].

### **3.1.3. Etkinlik**

Etkinliğin genel tanımı, firmaların belirlediği hedefler doğrultusunda gösterdikleri çabalar neticesinde, bu hedeflere ne boyutta varabildiklerini ölçen bir göstergedir. Etkinlik, tesislerin buldukları sektörde belirledikleri hedeflerle alakalı bir parametredir. Toplam performans göstergesini yansıtan verimlilik, tesis için elde edinilen sonuçlar ile tesis yapısında bulunan tüm parametrelerin toplam sonucudur [33].

Etkinlik, üretim ekonomisi temelli bir kavramdır. İşletme olarak kaynakların hali hazır kullanımının belli tekniklerle belirlenmiş standartlarla karşılaştırılması yolu ile bulunan bir kavramdır. Girdilerin ne ölçüde iyi kullanıldığı, kaynak kullanımında gerçekleşen performansı gösterir [30].



### 3.1.4. Etkinlik Ölçümü

Etkinlik ölçümleri Oran analizi, parametrelili yöntemler ile parametresiz yöntemler olmak üzere 3 yolla yapılır. Tek girdi ile tek çıktının oranlaması şeklinde formüle edilen oran analizi iki değişken arasındaki ilişkiyi inceler [34]. Çoklu regresyon analizini taban alan parametrik yöntemler, birbiri arasında ilişki olan bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki yapıyı belirlemeye yarayan yöntemdir. Parametrik yöntemin etkin olabilmesi için etkinlik değeri bir sisteme ait olmalı ve ortalama etkinliği gösteren regresyon doğrusunda bulunmalıdır, tersi durumda o sisteme etkin değildir. Parametrik yöntemin tersi olarak parametrik olmayan yöntem ise birden çok girdi ve çıktı değerleri temel alınır farklı ölçümlerde hesaplanmış sistemlerin etkinlik hesabında kullanılır [35].

Veri Zarflama Analizi parametrik olmayan bir metot olup, büyük hacimli örneklere çözüm sunabilmesi, teknik program olarak matematiksel programlamayı kullanabilmesi, diğer analizlere kıyasla esnek bir yapı olmasından dolayı herhangi bir farklı sisteme ihtiyaç duymadan yapılan üstün bir analiz yöntemidir [28].

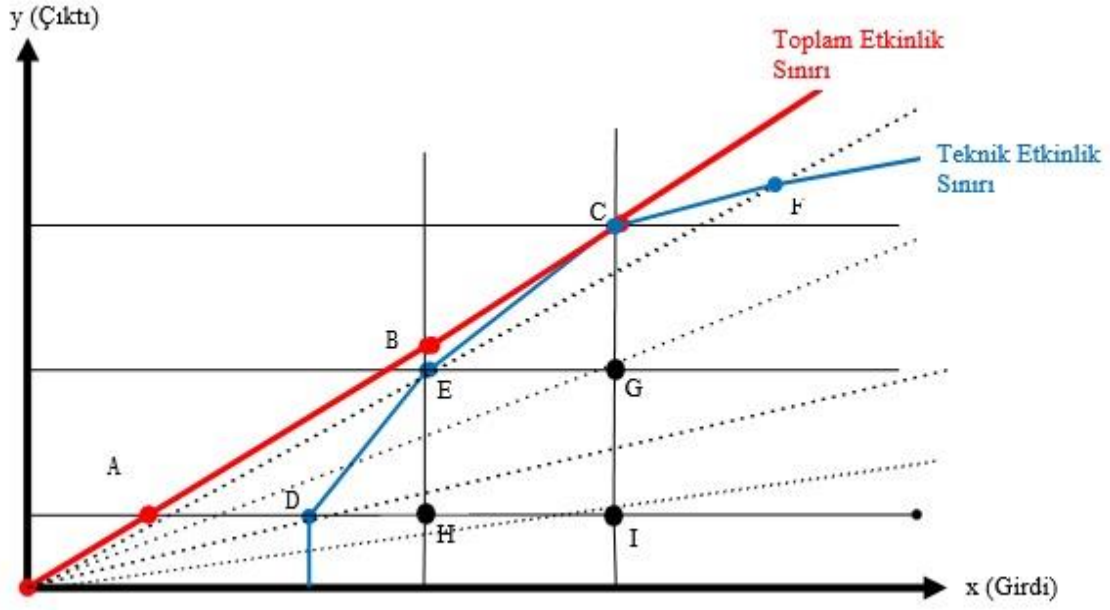
Etkinlik ölçümü için birbiriyle bağlantılı bazı kavramlar geliştirilmiştir. Farrel, maliyet etkinliğini Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği diye iki grupta incelemiştir. Teknik Etkinlik, girdi faktörünü en uygun şekilde kullanarak en çok çıktı üretmedeki başarısı, Tahsis Etkinliği de girdi fiyatlarını temel alarak en uygun girdi bileşimini seçme başarısı olarak ifade etmiştir [36].

### 3.2. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), karar verme birimi olarak adlandırılan (KVB) ve birbirine yakın veya aynı ürün ortaya koyan işletmelerin kıyaslanarak etkin olup olmadıklarını ölçmeyi planlanmış parametrik olmayan bir yöntemdir [37].

Çalışmada kullanılan VZA'nın İngilizce literatürdeki adı (Data Envelopment Analysis) dir. Doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve literatürdeki adı ' Decision Making Units (DMU)' olan karar verme birimlerinin (KVB) göreceli verimliliğini tahmin etmek amacıyla oluşturulmuş bir yöntemdir. Çalışmada kullanılan 'Karar Verme Birimi (KVB)' terimi, bazı girdileri bazı çıktılara dönüştürmekten sorumlu firmalardır.

VZA yönteminin isminde yer alan "zarflama" sözcüğü, etkin veya etkin olmayan tüm girdi-çıkıtı bileşenlerinin yer aldığı kümenin en az bir nokta üzerinden geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınırın üzerinde yer alması ya da altına düşmesi özelliğinden yola çıkarak matematik dilinde bu şekilde bir sınırın bu noktaları "*zarfladığı*" şeklinde tanımlanmaktadır [38].



**Şekil 10.** Veri Zarflama Analizinin Grafikselleştirilmesi (Kaynak: Yolluk, M., 2010:s.49)

Şekil 10'da A, B, C karar verme birimleri en yüksek verimlilik düzeyine sahip olup, üzerlerinde buldukları doğrunun eğimi verimlilik düzeylerini göstermektedir. Bu karar birimlerinin bulunduğu ölçek büyüklüğü Banker (1984) tarafından en verimli ölçek büyüklüğü olarak tanımlanmıştır. Optimum ölçekte üretim yapabilme başarısı ise ölçek etkinliği olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda A, B ve C karar verme birimlerinin ölçek etkin oldukları söylenebilir. KVB'lerinin herhangi bir israfa bulunmadan üretim gerçekleştirmeleri "teknik etkinlik" olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle teknik etkinlik, girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır. Teknik etkin KVB'lerinin oluşturduğu sınır "üretim sınırı" olarak adlandırılmaktadır. Bu sınır ise: D, E, C, F, KVB'leri tarafından oluşturulmuştur. E karar birimi teknik etkinlik sınırı üzerinde bulunmakla birlikte en uygun değer ölçek büyüklüğü üzerinde yer almamaktadır [44].

Bu durumda E karar verme biriminin teknik verimlilik sınırından ayrılmamak şartıyla C karar birimine örnek olarak hareket etmesi durumunda verimliliği artarak uygun değer ölçek büyüklüğünü yakalamaktadır. Bu durum ölçekten artan getiri olarak adlandırılmaktadır. Aynı şekilde F karar verme biriminin, C karar verme birimini örnek alarak ölçeğini küçültmesi durumunda verimlilik düzeyi artacaktır. Bu durum ise ölçekten azalan getiri olarak adlandırılmaktadır. Ölçekten artan ve azalan getirinin birlikte olması durumu Banker, Charnes, Cooper tarafından ölçekten değişken getiri olarak adlandırılmaktadır. Ölçekten sabit getiri varsayımı altında bir karar verme biriminin hem teknik etkinliği, hem de ölçek etkinliğini yakalaması durumu toplam etkinlik olarak adlandırılmaktadır [44].

Bu durumda: ***Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik x Ölçek etkinliği***

olarak formülize edilebilir. Şekilde toplam etkinliğe ulaşan tek karar verme birimi ise C olarak gözükmemektedir. G, H, I, KVB'leri ise, kullandıkları girdilerle daha fazla çıktı elde etmeleri gerekirken, daha az çıktı ürettiklerinden kaynak israfında bulunmuşlar ve etkinlik sınırının altında kalmışlardır. Örnek olarak bu KVB'lerinden, H'nin durumu incelenecek olursa: H, KVB'nin teknik etkin duruma gelebilmesi için ya kullandığı girdiyi azaltması ya da çıktısını artırması gerekmektedir. H karar verme birimi girdi yönelimli hareket ettiğinde yani çıktılarını sabit tutmak şartıyla, girdilerini azaltmak için harekete geçerek D, KVB'nin kullandığı girdi düzeyine ulaşacak ve böylece teknik etkinlik sınırına gelecektir.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçek etkin olabilmesi için ise aynı şekilde A, KVB'nin kullandığı girdi seviyesine kadar hareket etmesi gerekecek ve bu noktaya ulaşması durumunda ise ölçek etkin konuma gelecektir. H karar verme birimi çıktı yönelimli hareket ettiğinde, yani girdilerini sabit tutmak şartıyla, çıktılarını artırmak için harekete geçerek E, KVB'ni örnek alması durumunda ise, önce E, KVB'nin ürettiği çıktı düzeyine ulaşacak ve böylece teknik etkinlik sınırına gelecektir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçek etkin olabilmesi için ise aynı şekilde B, KVB'nin ürettiği çıktı seviyesine kadar hareket etmesi gerekecek ve bu noktaya ulaşması durumunda ise ölçek etkin konuma gelecektir. Tam ölçek etkin ve tam teknik etkin olması durumunda ise toplam etkin olabilecektir [44].

Araştırmada farklı birimleri birden fazla girdi-çıkıtı parametreleriyle aynı anda analiz etme yeteneğinden dolayı VZA kullanılmıştır. Bunun sonucunda etkin olan ve etkin olmayan tesislerin hangi oranda etkin olmadıkları hangi parametrelerde iyileştirme yapılması gerektiği, etkin olan tesislerin hangi parametrelerinin etkinlik açısından daha önemli olduğu belirlenerek sektörün genel verimlilik hali tespit edilmiştir. Çalışma geniş ölçekte ele alındığında aynı alanda hizmet veren diğer tesislere veya kamu kuruluşlarına rehber niteliğinde düşünülüp tavsiye ve önerilerde bulunulması hedeflenmektedir.

### **3.2.1. VZA'nın Tarihçesi**

İlk kez 1957 yılında Farrell tarafından ortaya atılarak 1978 yılında Charnes, Cooper, Banker ve Rhodes'in çalışmalarıyla hayat bulmuş ve yaygınlaştırılarak günümüzdeki halini almıştır.

Carnegie Mellon Üniversitesi Şehir ve Halkla İlişkiler okulunda doktora tezi çalışması yapan Edwardo Rhodes ile hikâye başlar. VZA'ya hayat veren isimlerden William W. Cooper danışmanlığında Edwardo Rhodes federal hükümetin desteğiyle ülkede devlet okullarında eğitim gören (genellikle siyah ve İspanyol öğrenciler) dezavantajlı öğrenci grupları için Program Follow Through eğitim programı üzerine çalışma sürdürüyordu. Bu programa katılan ve katılmayan eşleştirilmiş okul gruplarının performans karşılaştırması yapılmasını içermektedir [39].

VZA' yı ilk yayınlayan çalışma olan bu program çalışması European Journal of Operational Research adlı akademik dergide yayınlanmış olup çalışmada 70 adet okulun fiyatları önemsenmeden görece teknik verimliliğini çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme isteği, CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) formülasyonu bilinen VZA oransal formülünü doğurmuştur. Bu CCR formülü ölçüğe göre sabit getiri formülünü varsaymaktaydı [40].

Ölçüğe göre sabit getiri formülü olarak kullanılan VZA Banker, Charnes ve Cooper (BCC) 1984 yılında yapılan bazı değişikliklerle ölçek etkinliğinin ölçülmesinde de kullanılmaya başlanmıştır. BCC, ölçek getirisi ve teknik etkinliği tahmini için CCR'in lineer programlama formülasyonunda yapılan değişiklikle kullanıma başlanmıştır. 1984 yılında Banker verimli ölçek kavramını geliştirmiş ve CCR doğrusal programlama formülünün, ölçek getirisinin tahmininde kullanılma aşamasını göstermiştir [41].

Rhodes doktora tezi olarak Cooper danışmanlığında eğitim kurumlarında yapılarak hayata geçirilen VZA araştırma tekniği ilk başlarda kar amacı gütmeyen (hastane, okul, yurt, üniversite, askeri kurum vb.) kurumlarda görelî etkinliğin ölçülmesini hedefleyen yöntem sonraları geliştirilerek ve günümüzdeki haliyle kar amaçlı faaliyet gösteren üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası görelî etkinlik ölçümünde kullanılmaya başlanmıştır.

### **3.2.2. VZA'nın Amaçları ve Kullanım Yerleri**

VZA verimli verimsiz farkının yanında her bir karar birimine göre tam verimlilik için hangi çıktı değerinde ne kadar artış veya hangi girdi değerinde ne kadar azaltma olması gerektiğine ilişkin plan, program ve kontrol amaçlı rehber olduğu kadar [42], aşağıda belirtilen hedeflere yönelik de uygulama yapılabilir [43]:

- i. İncelenen birimlerin ayrı ayrı girdi-çıkıtı miktarların birinde nispi etkinsizliğin kaynak ve ölçüsünün belirlenmesi,
- ii. Etkinliğe göre birimlerin gruplandırılması,
- iii. Birimlerin etki alanı haricindeki program ve politikaların etkinliklerini yorumlayarak program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliğin ayrılması,
- iv. Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- v. İncelenmekte olan birimleri için kaynakların yeniden tayin edilmesi maksadıyla ölçülü bir temel ortaya konması. Bu tayindeki maksat, az miktardaki kaynakları hedef çıktıları üretmede daha etkin kullanılacak birimler arasında değişmesi,
- vi. Birimlerin kendi içinde karşılaştırılan ve direk ilişkisi bulunmayan hedefler için etkin birimlerin veya etkin girdi-çıkıtı ilişkisinin belirlenmesi,
- vii. Karakteristik girdi-çıkıtı ilişkileri için faaliyette olan standartların meydana gelen performansa göre incelenmesi,
- viii. Diğer çalışmaların incelenerek karşılaştırma yapılması.

Son yıllarda VZA modelleri yönetim biliminde ve yöneylem araştırması alanlarında yer bulmuş olup, VZA şu konularda da kullanılır [44]:

- i. Eş Grupların Kullanımı:* VZA, her etkin olmayan birim için ona denk gelen bir grup etkin birim tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile aynı grup oluştururlar. Bu gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi-çıktı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan birimler aynı ağırlıkları kullanarak etkin konuma gelir.
- ii. Etkin Çalışma Uygulamalarının Belirlenmesi:* Etkin olmayan birimlerin etkin hale gelmesi sağlanırken aynı zamanda etkin birimlerinde etkinliklerinin artırılmasına imkân sağlar.
- iii. Hedef Belirleme:* Uygulamada çoğunlukla diğerlerine göre etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde hedef belirleme istenir. VZA girdi-çıktı düzeyinde hedef belirlemeye imkân sağlar.
- iv. Etkin Stratejilerin Belirlenmesi:* VZA birimlerin politika ve programların karşılaştırmasında kullanılabilir. Ayrıca modele uygun çözüm ile yönetsel ve program etkinliğini değerlendirir.
- v. Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerini Gözlemek:* VZA ile etkinliği bilinen bir firma ilerleyen zamanlarda etkinlikleri yok olur ve referans olma niteliğini kaybedebilir.
- vi. Kaynak Ataması:* VZA, diğerlerinden farklı olarak etkinliği olmayan KVB'lere kaynak koruma veya çıktı artırma potansiyelleri için bilgi verir.

### 3.2.3. VZA' da Kullanılan Başlıca Kavramlar

Veri Zarflama Analizinde kullanılan başlıca kavramlar şunlardır [45]:

- i. Toplam Etkinlik:* CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) modelindeki etkinlik ölçüsüdür.
- ii. Ölçeğe Göre Sabit Getiri:* KVB'nin girdisinde oluşan artış miktarı ile çıktısında da eşit bir artış meydana getiriyorsa bu ölçeğe göre sabit getiridir.
- iii. Etkinlik Skoru:* KVB'lerinde etkinlik skoru 0 ile 1 arasında bir değerdir. Etkinlik skoru 1 olan KVB'leri etkin, 1' den düşük skorlu KVB'leri etkin değildir.

- iv. **Etkin Birim:** VZA neticesinde performans karşılaştırıldığında minimum girdiyle aynı çıktı üreten ya da aynı miktar girdiyle maksimum çıktı verebilen KVB'leri "etkindir" denir.
- v. **Girdiler:** Çıktıları üretmek amacıyla kullanılan kaynakların tümü.
- vi. **Girdi Minimizasyonu:** Hedef çıktılarının ortaya konulmasında zorunlu olan girdileri azaltmaya yarayan analizlerde elde edilmiş VZA modudur.
- vii. **Çıktılar:** Analiz neticesinde elde edilen tüm ürünler.
- viii. **Çıktı Maksimizasyonu:** Eşit miktarda girdi ile maksimum çıktı üretmeyi hedefleyen VZA modudur.
- ix. **Ölçek Etkinliği:** Ölçeği verimli olan KVB üretim boyutu en ideal olandır. Üretim boyutu artırılır veya azaltılırsa verimlilik azalır. Bir KVB'nin en uygun ölçek getirisinde olması için ölçek verimliliği olması gerekmektedir.
- x. **Gevşeklik:** Fazla girdi ile az çıktı olduğu manasına gelir. Etkin olmayan verimsiz birimleri etkin yapabilmek için yapılması gereken değişiklikleri belirler. Bu değişiklikler girdi-çıktı arasındaki orandır.
- xi. **Teknik Etkinlik:** En fazla verimlilikte girdi kullanımınıdır. Teknik olarak etkinlikte amaçlanan çıktılarının minimum girdiyle üretilmemesidir.

#### 3.2.4. VZA'nın Uygulama Aşamaları

VZA'nın uygulama aşamaları şunlardır [46]:

- i. **Karar Birimlerinin Seçimi:** Yapılacak analizde doğru karar birimini seçmek için çalışmanın ana temasını hangi konunun oluşturduğu önemlidir. Karar birimleri girdileri çıktılara dönüştüren herhangi bir ekonomik birim olabilir. Ahn (1987), iki seçim ilkesi belirlemiştir;
  - Her bir karar birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır.
  - Verimlilik sınır tahminleme neticesinin anlamlı çıkabilmesi için örneklemede ki karar birim sayısı yeteri kadar büyük olmalıdır.

Bu karar birimlerinin birbirlerine, yaptıkları üretim bakımından olduğunca benzer olmaları, aynı girdileri aynı çıktılara çevirmeleri ve birbirine yakın ortamlarda bulunuyor olmaları gerekir.

- ii. **Girdi ve Çıktıların Seçimi:** Karar birimlerini karşılaştırmada VZA’da kullanılan girdi ve çıktılar belirlenirken çok titiz seçilmelidir. Aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı verimlilik değerleri olacağından üretim aşamasına sebep olarak bağlı girdi ve çıktıların tayin edilmesi önemlidir.

Buna ilaveten, modele daha fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA’nın verimli ve verimsiz birimleri ayırt etme kabiliyetini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayılarının artabilmesi için, karar birimlerinin sayısının da artması gerekmektedir. ( $n$ =gözlem sayısı,  $m$ = girdi sayısı,  $s$ =çıkıtı sayısı iken,  $n > m+s$ )

- iii. **Verilerin Güvenilirliği:** Analiz için girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, bütün karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin kazanılması gerekir. Güvenilir veri elde edilememesi durumunda birimlerin verimlilik değeri tartışmalı hale geleceğinden sözü edilen birim çalışmadan çıkarılır.

- iv. **Görelî Verimliliğin Ölçülmesi:** Görelî verimlilik ölçümü doğrusal programlamaya dayandığından, en uygun programlardan (GAMS; LINDO, vb.) veya Windows tabanlı çalışan özel VZA programlarından (Frontier Analyst, Warwick DEA yazılım, vs.) faydalanılabilir.

- v. **Verimlilik Değerleri:** Charnes Cooper’in formülize ettiği üzere, herhangi bir karar birimi için %100 verimlilik şu durumlarda mevcuttur;

- Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar dışında artırılmaz;
  - Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
  - Diğer çıktılardan bazılarının azaltılması.
- Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar dışında azaltılamaz;
  - Çıktılardan bazılarının azaltılması veya
  - Bir başka girdilerin artırılması.

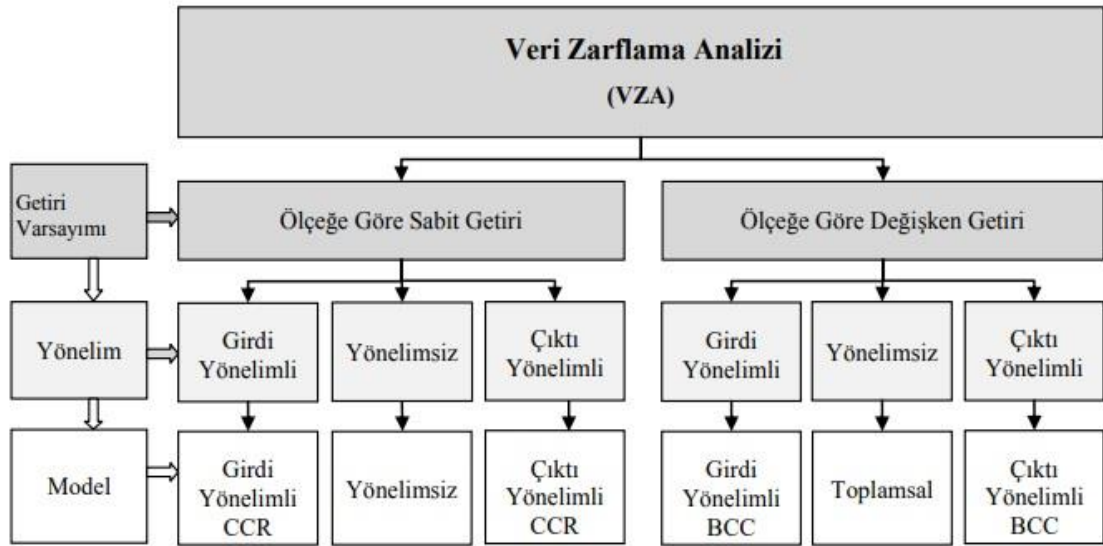


Hesaplamalarda her bir karar verme birimi için genellikle 0 ve 1 arasında (% olarak 0-100 arasında) değer bulunur. Bu değer 1'e eşit (%100) ise "en iyi gözlem" kümesini oluştururlar. 1'den küçük olan karar birimleri ise göreceli olarak verimsizdir.

- vi. Başyuru Grupları:* VZA etkin ve etkin olmayan karar verme birimleri belirlenirken bütün karar verme birimleri birbiriyle karşılaştırılarak etkin olmayan birimler etkin birimlere benzeme yoluna girerler. Aynı girdi-çıkıtı birleşimleri ile verimsiz bir karar verme birimi daha iyi bir üretim performansı elde edebilmesinin yolu, verimli karar birimlerinin varlığıdır.
- vii. Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi:* VZA'nın uygulama aşamasında sağladığı en büyük fayda, etkin olmayan yani verimsiz karar birimlerine performanslarının iyileştirilmesi için elde edilebilir hedefler belirlemesidir. Etkin yani verimli birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları hipotezinden yola çıkarak etkin birimlerin teknolojisi etkin olmayan birim için de hedef kabul edilir.
- viii. Sonuçların Değerlendirilmesi:* Her bir karar verme birimi için tüm girdi ve çıktılar göz önüne alınıp detaylı bir şekilde incelendikten sonra genel bir değerlendirme yapılır.

### 3.2.5. VZA'nın Matematiksel Yapısı

VZA'da genel etkinlik formülü, çıktı/girdi olarak ifade edilir, bundan dolayı her bir karar verme biriminin verimini artırmak için iki yol vardır. Bu yapıdan ilki çıktılar sabitken, girdilerin küçültülmesi, ikincisi ise girdiler sabitken, çıktıların büyütülmesidir. Yani birinci yaklaşım girdiye yönelik, ikinci yaklaşım ise çıktıya yönelik yaklaşımdır. Girdi odaklı VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en ideal tespit etmek amacıyla kullanılacak en ideal girdi bileşiminin muhtevasının nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktı odaklı VZA modelleri ise, belirli bir girdi bileşimiyle en çok hangi miktarda çıktı bileşimi elde edilebileceğini belirlemeye çalışır, şekil 11'de doğrusal programlama yaklaşımları gruplandırılması gösterilmiştir [47].



**Şekil 11.** VZA’da Doğrusal Programlama Yaklaşımı Modelleri (Kaynak: Özden, Ü.H., 2008)

Geliştirilen modeller, etkin sınır şekilleri bakımından ölçeğe göre sabit getirili model ve ölçeğe göre değişken getirili model olarak iki ana grupta incelenir. Ölçeğe göre sabit getirili modelde, girdideki her artış çıktıda da aynı miktarda görülürken, ölçeğe göre değişken getirili modelde ise, girdideki her artış çıktıda farklı miktarda görülmektedir [48].

VZA modellerinde, kıyas yapılacak N tane karar verme birimi olduğu ve her bir karar verme biriminin n adet girdiyle m adet çıktı ürettiği öngörülür. Buna göre , k (k=1,.....,N), karar verme biriminin etkinliği aşağıda gösterilen kesirli programlama modelinin çözümü ile gerçekleştirilir, ayrıca orijinal VZA matematiksel modeli formülasyonu notasyonlarıyla birlikte gösterilecek olursa [49]:

j = Karar verme birimi (KVB) dizini

j=1,2,.....,n

i = Girdi dizini

i=1,2,.....,m

r = Çıktı dizini

r=1,2,.....,s

$e_o$  = (KVB) $_o$  ‘nin göreceli etkinliği

$x_{io}$  = (KVB) $_o$  ‘nin i.girdisi

$x_{ij}$  = j.KVB ‘nin i.girdisi

$y_{ro}$  = (KVB) $_o$  ‘nin r.çıktısı

$y_{rj}$  = j.KVB ‘nin r.çıktısı

$v_i$  = i.girdinin ağırlığı

$e_o$  = r.çıktının ağırlığı

$$\max e_0 = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i y_{ij}} \leq 1 \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0 \quad r=1,2,\dots,s; \quad i=1,2,\dots,m \quad (3)$$

Modelde n adet karar verme birimi için m adet girdi s adet çıktısı olan amaç fonksiyonu, ağırlıklandırılmış toplam çıktıların, ağırlıklandırılmış toplam girdilere oranının maksimizasyonu olarak tanımlanır. İlk kısıt olarak (2) ile gösterilen formülde aynı ölçütün diğer karar verme birimleri açısından 1'den küçük veya 1'e eşit olması tanımlanır. İkinci kısıt ise etkinlik ölçümünü gerçekleştiren analizci tarafından ( $u_r, v_i$ ) ağırlık değerleri pozitif değer olması sağlanmalıdır. Model, her j karar verme birimi için doğrusal programlama ile çözülerek her birim için bir etkinlik değeri elde edilmelidir. Eğer  $e_0=1$  olarak hesaplanırsa ilgili karar verme biriminin (KVB) etkin olduğu; eğer  $e_0<1$  olarak hesaplanırsa, sözü edilen karar verme biriminin etkin olmadığı söylenir [34].

### 3.2.6. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Tarafları

Çalışmada kullanılan VZA'nın *güçlü tarafları* aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin meydana getirdiği ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce meydana getirilen sınır fonksiyonuna göre analiz edildiği için ortaya konulan hedefler, en iyi performansı sergilemiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu durum verimlilik analizinin manasını ve kalıcılığını sağlamlaştırmaktadır.
- VZA, çok girdi ve çıktıyı analiz edecek güçtedir.
- VZA, doğrusal biçim haricinde girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel şekle ihtiyaç duymaz.
- VZA ile etkinliği hesaplanan karar birimleri izafi olarak tam etkinliği sahip olan birimlerle kıyas edilir.
- Girdiler ve çıktılar farklı farklı birimlere sahip olabilirler. Bundan dolayı onları aynı biçimde ölçmek için birtakım dönüşümlere, tahminlere ihtiyaç yoktur.
- VZA çalışmasında ihtiyaç duyulan veriler ve analiz sonuçlarının muhteva edildiği kapsamlı bir veri tabanı oluşturulabilir. Bundan dolayı konu ile alakalı belgeleme güçlenir.

*VZA'nın zayıf taraflarına değinecek olursak;*

- İlgili girdi ve çıktıların üretim aşamasını doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin doğru sonuçlar vermesi açısından bir öneme sahiptir. Kritik bir girdi veya çıktı inceleme dışı koyulduğunda analizin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve taraflı olabilir.
- VZA, ölçüm hatalarına karşı çok hassastır.
- VZA, karar birimlerinin performansını ölçmek bakımından yeterlidir ama değerlendirmenin mutlak etkinlik ölçeğinde yorumu ile alakalı bir yol vermez.

- Başvuru grubuna dâhil olan karar verme birimlerinin diğerlerinden üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerinin kendi başlarına değerlendirildiğinde de verimli olup olmadığı hakkında yorum yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bundan dolayı VZA verimlilik sonuçları görecelik sınırında değerlendirilir.
- VZA' nın parametrik yöntem olmamasından dolayı sonuçlara istatistiksel hipotez tezlerinin tatbik edilmesi güçtür.
- Statik bir analiz yöntemi olan VZA bir tek dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi uygular.
- Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümüne ihtiyaç duyulduğundan, büyük ölçekli problemlerin VZA ile çözümü hesaplamam açısından çok zaman alabilir [50].

#### **4. BULGULAR**

Bu tez çalışmasında VZA yöntemi kullanılarak Kırşehir, Kırıkkale, Nevşehir illerinde hazır beton üretimi yapan tesislerin performans tespit ve değerlendirilmesi ile verimlilik boyutlarının tespiti hedeflenmiştir.

Çalışmada Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın veri tabanını tuttuğu Sanayi Sicil Bilgi Sistemi'nde 23.63 NACE (Nomenclature statistique de Activités économiques Communauté Européenne: Avrupa Topluluğunda Ekonomik İstatistik Sınıflaması) kodu olan hazır beton üretimi adıyla yer alan Kırşehir, Kırıkkale, Nevşehir illerinden 18 adet tesisin 2019 yılına ait üretim bilgileri kullanılmıştır. Bunun nedeni çalışmaya başlanıldığında 2020 verilerinin henüz Sanayi Sicil Bilgi Sistemine girilmemiş olmasıdır. Bu 18 adet tesis, analizimizde karar verme birimleri (KVB) olarak değerlendirilecektir. Tesislerin Elektrik Tüketimleri (et) (Kwh), Çalışan Sayıları (cs) (Kişi) ve Hazır Beton Üretim Kapasiteleri (uk) (Ton) girdi olarak; Hazır Beton Satışı (yıllık ciro) (sm) (TL), Hazır Beton Üretimi (yıllık fiili üretim) (um) (Ton) ve 1 Tonun Satış Değeri (sd) (TL) ise çıktı olarak analiz edilmiştir. Analizde tesislerin üretim, tüketim ve kapasite verileri kullanıldığından gizlilik gereği firma unvanları kullanılmamış Tablo 4'de gösterildiği gibi kodlama yapılmıştır. İşletmelerin etkinlik ölçümleri Microsoft Excel veri tabanlı paket program ile gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm esnasında kullanılan modellerden CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) modeli ölçüğe göre sabit getiri hipotezine bağlı olarak toplam etkinlik ölçümü yapar, BCC (Banker-Charnes-Cooper) modeli ise ölçüğe göre değişken getiri hipotezine göre ölçüm yapmaktadır.

Çıktılarda bir değişim olmaksızın (çıktılar sabit tutulup) girdilerin minimum olmasını amaçlayan girdi odaklı modelle, girdilerde bir değişiklik olmaksızın (girdiler sabit tutulurken) çıktıların maksimum olmasını amaçlayan çıktı odaklı model analizde kullanılmıştır. Analizde kullanılan 18 adet tesisin 2019 yılına ait verilere göre sınırları oluşturan girdi ve çıktı değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4.** Analizde Kullanılan 18 Adet Tesisin Yıllık Girdi ve Çıktı Değerleri

Tesis	GİRDİLER			ÇIKTILAR		
	Elektrik Tüketimi (et) (Kwh)	Çalışan Sayıları (cs) (Kişi)	Hazır Beton Üretim Kapasitesi (uk) (Ton)	Hazır Beton Üretimi (um) (Ton)	Hazır Beton Satışı (sm) (TL)	1 Tonun Satış Değeri (sd) (TL/Ton)
A1	100.936	17	497.664	79.536	4.639.600	58
A2	209.394	13	291.600	194.920	10.613.842	54
A3	39.234	27	153.600	15.360	848.582	55
A4	375.471	28	349.920	82.320	2.456.350	30
A5	5.450	10	216.000	2.985	143.512	48
A6	94.326	13	207.360	100.882	5.955.600	59
B1	57.946	8	276.480	33.070	2.168.836	66
B2	130.724	16	414.720	108.240	6.323.136	58
B3	141.592	18	311.040	46.749	1.312.937	28
B4	355.113	19	387.072	117.805	8.593.862	73
B5	1.856.260	35	276.480	153.075	5.902.106	39
B6	58.456	13	184.320	82.846	7.507.206	91
C1	8.706	36	388.800	134.033	9.920.556	74
C2	21.815	17	186.624	5.451	474.075	87
C3	240.000	34	323.482	110.462	5.616.000	51
C4	53.090	8	93.312	11.795	1.271.939	108
C5	165.885	9	248.832	87.021	4.485.741	52
C6	14.558	10	298.598	112.169	5.554.714	50

#### 4.1. Girdi Odaklı CCR Modeli Sonuçları

Sonuç tablosu aşağıda verilen Tablo 5’de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Girdi Odaklı CCR Modeli Sonucu

Sıra	Tesis	Etkinlik Oranı	et {I} {V}	cs {I} {V}	uk {I} {V}	um {O} {V}	sm {O} {V}	sd {O} {V}	Referans Grupları
1	A1	50,48%	0,08	0,92	0,00	0,10	0,19	0,22	2(0,13) 12(0,13) 16(0,19) 18(0,36)
2	A2	100,00%	0,00	0,48	0,52	1,15	0,45	0,00	
3	A3	56,65%	0,59	0,00	0,41	0,06	0,00	0,51	13(0,08) 14(0,13) 16(0,35)
4	A4	36,68%	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,06	2(0,42) 16(0,07)
5	A5	100,00%	0,54	0,46	0,00	0,00	0,00	1,63	
6	A6	90,95%	0,35	0,00	0,65	0,84	0,00	0,07	2(0,28) 12(0,43) 18(0,09)
7	B1	78,96%	0,10	0,90	0,00	0,09	0,18	0,52	2(0,08) 12(0,03) 16(0,51) 18(0,09)
8	B2	62,66%	0,11	0,89	0,00	0,14	0,26	0,23	2(0,30) 12(0,18) 16(0,09) 18(0,31)
9	B3	28,14%	0,35	0,00	0,65	0,26	0,00	0,02	2(0,13) 12(0,21) 18(0,04)
10	B4	65,20%	0,00	0,85	0,15	0,00	0,43	0,22	2(0,77) 12(0,01) 16(0,28)
11	B5	82,83%	0,00	0,00	1,00	0,83	0,00	0,00	2(0,79)
12	B6	100,00%	0,23	0,28	0,49	0,00	1,17	0,36	
13	C1	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	2,99	0,00	
14	C2	100,00%	0,53	0,00	0,47	0,00	0,00	1,23	
15	C3	55,64%	0,00	0,00	1,00	0,44	0,00	0,11	2(0,55) 16(0,19)
16	C4	100,00%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,34	
17	C5	85,83%	0,00	1,00	0,00	0,46	0,00	0,40	2(0,43) 16(0,27)
18	C6	100,00%	0,23	0,77	0,00	2,45	0,00	0,00	

Analiz neticesine göre etkin çıkmayan tesislerin incelenmesi ve iyileştirme sonuç oranları aşağıda hesaplanmıştır.

**A1 Tesisi:** Etkinlik oranı %50,48 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A1 tesisi girdi miktarlarını A2, B6, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %13, B6 tesisi %13, C4 tesisi %19 ve C6 tesisi için %36 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,13)*209394+(0,13)*58456+(0,19)*53090+(0,36)*14558]= 50149$   
Kwh

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,13)*13+(0,13)*13+(0,19)*8+(0,36)*10]= 8,5$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve çalışan kişi sayısında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**A3 Tesisi:** Etkinlik oranı %56,65 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A3 tesisi girdi miktarlarını C1, C2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları C1 tesisi %8, C2 tesisi %13 ve C4 tesisi %35 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,08)*8706+(0,13)*21815+(0,35)*53090]= 22114$  Kwh

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,08)*388800+(0,13)*186624+(0,35)*93312]= 88025$   
Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**A4 Tesisi:** Etkinlik oranı %36,68 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A4 tesisi girdi miktarlarını A2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %42 ve C4 tesisi %7 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,42)*291600+(0,07)*93312]= 129004$  Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için sadece üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuç kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**A6 Tesisi:** Etkinlik oranı %90,95 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A6 tesisi girdi miktarlarını A2, B6 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %28, B6 tesisi %43 ve C6 tesisi %9 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,28)*209394+(0,43)*58456+(0,09)*14558]= 85077$  Kwh

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,28)*291600+(0,43)*184320+(0,09)*298598]= 187780$   
Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.



**B1 Tesisi:** Etkinlik oranı %78,96 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B1 tesisi girdi miktarlarını A2, B6, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %8, B6 tesisi %3, C4 tesisi %51 ve C6 tesisi için %9 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,08)*209394+(0,03)*58456+(0,51)*53090+(0,09)*14558]= 46892$   
Kwh

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,08)*13+(0,03)*13+(0,51)*8+(0,09)*10]= 6,4$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve çalışan kişi sayısında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**B2 Tesisi:** Etkinlik oranı %62,66 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B2 tesisi girdi miktarlarını A2, B6, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %30, B6 tesisi %18, C4 tesisi %9 ve C6 tesisi için %31 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,30)*209394+(0,18)*58456+(0,09)*53090+(0,31)*14558]= 82632$   
Kwh

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,30)*13+(0,18)*13+(0,09)*8+(0,31)*10]= 10$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve çalışan kişi sayısında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**B3 Tesisi:** Etkinlik oranı %28,14 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B3 tesisi girdi miktarlarını A2, B6 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %13, B6 tesisi %21 ve C6 tesisi %4 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Elektrik Tüketimi:  $[(0,13)*209394+(0,21)*58456+(0,04)*14558]= 40080$  Kwh

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,13)*291600+(0,21)*184320+(0,04)*298598]= 88560$   
Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için elektrik tüketimi ve üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**B4 Tesisi:** Etkinlik oranı %65,20 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B4 tesisi girdi miktarlarını A2, B6 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %77, B6 tesisi %1 ve C4 tesisi %28 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,77)*13+(0,1)*13+(0,28)*8]= 13,6$  Kişi

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,77)*291600+(0,1)*184320+(0,28)*93312]= 269092$  Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için çalışan kişi sayısı ve üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuçlar kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**B5 Tesisi:** Etkinlik oranı %82,83 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B5 tesisi girdi miktarlarını sadece %79 oranında A2 tesisini emsal alarak iyileştirmelere gidebilir amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,79)*291600]= 230364$  Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuç kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**C3 Tesisi:** Etkinlik oranı %55,64 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında C3 tesisi girdi miktarlarını A2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %55 ve C4 tesisi %19 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretim Kapasitesi:  $[(0,55)*291600+(0,19)*93312]= 178110$  Ton olacaktır.

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için üretim kapasitesi miktarında bulunan sonuç kadar azaltma yapması gerekmektedir.

**C5 Tesisi:** Etkinlik oranı %85,83 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında C5 tesisi girdi miktarlarını A2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %43 ve C4 tesisi %27 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,43)*13+(0,27)*8]= 7,8$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 9 olan çalışan sayısını 7,8 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir.

**A2, A5, B6, C1, C2, C4 ve C6 Tesisleri:** Etkin çıktığından herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

#### 4.2. Girdi Odaklı BCC Modeli Sonuçları

Yapılan analiz sonucunda etkin olmayan A1, A3, A4, A6, B2, B3, B4, B5 ve C3 tesisleri için iyileştirme miktarları hesaplanmış olup sonuçlar Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 6.** Girdi Odaklı BCC Modeli Sonucu

Sıra	Tesis	Etkinlik Oranı	et {I} {V}	cs {I} {V}	uk {I} {V}	um {O} {V}	sm {O} {V}	sd {O} {V}	Referans Grupları
1	A1	55,51%	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	7(0,05) 16(0,12) 17(0,23) 18(0,60)
2	A2	100,00%	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	A3	92,91%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5(0,30) 16(0,64) 18(0,06)
4	A4	48,49%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,39) 16(0,61)
5	A5	100,00%	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	
6	A6	96,33%	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,22) 12(0,68) 16(0,09)
7	B1	100,00%	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	B2	65,53%	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,27) 16(0,12) 17(0,09) 18(0,52)
9	B3	48,66%	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,08) 16(0,69) 17(0,08)18(0,15)
10	B4	66,10%	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	2(0,53) 12(0,38) 16(0,09)
11	B5	89,08%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,77) 16(0,23)
12	B6	100,00%	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	
13	C1	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
14	C2	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
15	C3	61,87%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2(0,54) 16(0,46)
16	C4	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
17	C5	100,00%	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	C6	100,00%	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	

**A1 Tesisi:** Etkinlik oranı %55,51 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A1 tesisi girdi miktarlarını B1, C4, C5 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları B1 tesisi %5, C4 tesisi %12, C5 tesisi %23 ve C6 tesisi için %60 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,05)*8+(0,12)*8+(0,23)*9+(0,60)*10]=9,5$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 17 olan çalışan sayısını 9,5 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir.

**A6 Tesisi:** Etkinlik oranı %96,33 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A6 tesisi girdi miktarlarını A2, B6 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %22, B6 tesisi %68 ve C4 tesisi %9 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,22)*13+(0,68)*13+(0,09)*8]= 12,5$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 13 olan çalışan sayısını 12,5 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir. Etkinlik oranından anlaşılacağı üzere tesis çok az bir farkla etkin değil çıkmıştır.

**B2 Tesisi:** Etkinlik oranı %65,53 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B2 tesisi girdi miktarlarını A2, C4, C5 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %27, C4 tesisi %12, C5 tesisi %9 ve C6 tesisi için %52 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,27)*13+(0,12)*8+(0,09)*9+(0,52)*10]= 10,5$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 16 olan çalışan sayısını 10,5 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir.

**B3 Tesisi:** Etkinlik oranı %48,66 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B3 tesisi girdi miktarlarını A2, C4, C5 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %8, C4 tesisi %69, C5 tesisi %8 ve C6 tesisi için %15 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,08)*13+(0,69)*8+(0,08)*9+(0,15)*10]= 8,8$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 18 olan çalışan sayısını 8,8 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir.

**B4 Tesisi:** Etkinlik oranı %66,10 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B4 tesisi girdi miktarlarını A2, B6 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %53, B6 tesisi %38 ve C4 tesisi %9 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Çalışan Kişi Sayıları:  $[(0,53)*13+(0,38)*13+(0,09)*8]= 12,6$  Kişi

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık ortalama 19 olan çalışan sayısını 12,6 kişi olarak azaltma yapması gerekmektedir.

**A2, A5, B1, B6, C1, C2, C4, C5 ve C6 Tesisleri** etkin çıktığından dolayı herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

#### 4.3. Çıktı Odaklı CCR Modeli Sonuçları

Çıktı odaklı yapılan analiz sonuçları Tablo 7’de yer almaktadır.

**Tablo 7.** Çıktı Odaklı CCR Modeli Sonucu

Sıra	Tesis	Etkinlik Oranı	et {I} {V}	cs {I} {V}	uk {I} {V}	um {O} {V}	sm {O} {V}	sd {O} {V}	Referans Grupları
1	A1	198,09%	0,16	1,82	0,00	0,19	0,37	0,44	2(0,26) 12(0,26) 16(0,38) 18(0,72)
2	A2	100,00%	0,00	0,43	0,21	0,50	0,50	0,00	
3	A3	176,51%	1,04	0,00	0,73	0,10	0,00	0,90	13(0,14) 14(0,22) 16(0,62)
4	A4	272,63%	0,00	0,00	2,73	0,83	0,00	0,17	2(1,14) 16(0,19)
5	A5	100,00%	0,33	0,28	0,00	0,00	0,00	1,00	
6	A6	122,18%	0,00	0,00	1,22	0,50	0,34	0,16	2(0,24) 12(0,74)
7	B1	126,64%	0,13	1,14	0,00	0,11	0,23	0,66	2(0,10) 12(0,04) 16(0,64) 18(0,11)
8	B2	164,01%	0,14	1,50	0,00	0,50	0,11	0,39	2(0,51) 16(0,24) 18(0,74)
9	B3	355,36%	1,23	0,00	2,32	0,92	0,00	0,08	2(0,46) 12(0,75) 18(0,13)
10	B4	176,91%	0,00	0,19	1,57	0,50	0,25	0,25	2(1,18) 12(0,02) 16(0,43)
11	B5	143,72%	0,00	0,00	1,44	0,50	0,45	0,05	2(0,76) 12(0,30)
12	B6	100,00%	0,15	0,18	0,32	0,00	0,76	0,24	
13	C1	100,00%	0,42	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	
14	C2	100,00%	0,43	0,00	0,38	0,00	0,00	1,00	
15	C3	192,13%	0,00	0,00	1,92	0,50	0,39	0,11	2(0,51) 12(0,95)
16	C4	100,00%	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	1,00	
17	C5	116,51%	0,00	1,17	0,00	0,54	0,00	0,46	2(0,50) 16(0,31)
18	C6	100,00%	0,13	0,39	0,00	0,50	0,50	0,00	

**A1 Tesisi:** Etkinlik oranı %198,09 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A1 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %26, B6 tesisi %26, C4 tesisi %38 ve C6 tesisi için %72 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,26)*194920+(0,26)*82846+(0,38)*11795+(0,72)*112169]= 157463 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(0,26)*10613842+(0,26)*7507206+(0,38)*1271939+(0,72)*5554714]= 9194204 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,26)*54+(0,26)*91+(0,38)*108+(0,72)*50]= 115 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**A3 Tesisi:** Etkinlik oranı %176,51 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A3 tesisi çıktı miktarlarını C1, C2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları C1 tesisi %14, C2 tesisi %22 ve C4 tesisi %62 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,14)*134033+(0,22)*5451+(0,62)*11795]= 27277 \text{ Ton}$$

Satış Değeri:

$$[(0,14)*74+(0,22)*87+(0,62)*108]= 96,5 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**A4 Tesisi:** Etkinlik oranı %272,63 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A4 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %114 ve C4 tesisi %19 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(1,14)*194920+(0,19)*11795]= 224450 \text{ Ton}$$

Satış Değeri:

$$[(1,14)*54+(0,19)*108]= 82 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**A6 Tesisi:** Etkinlik oranı %122,18 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A6 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %24 ve B6 tesisi %74 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,24)*194920+(0,74)*82846]= 108087 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(0,24)*10613842+(0,74)*7507206]= 8102654 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,24)*54+(0,74)*91]= 80 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**B1 Tesisi:** Etkinlik oranı %126,64 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B1 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %10, B6 tesisi %4, C4 tesisi %64 ve C6 tesisi için %11 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,10)*194920+(0,04)*82846+(0,64)*11795+(0,11)*112169]= 42694 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(0,10)*10613842+(0,04)*7507206+(0,64)*1271939+(0,11)*5554714]= 2786732 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,10)*54+(0,04)*91+(0,64)*108+(0,11)*50]= 84 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**B2 Tesisi:** Etkinlik oranı %164,01 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B2 tesisi çıktı miktarlarını A2, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %51, C4 tesisi %24 ve C6 tesisi için %74 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,51)*194920+(0,24)*11795+(0,74)*112169]= 185245 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(0,51)*10613842+(0,24)*1271939+(0,74)*5554714]= 9828814 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,51)*54+(0,24)*108+(0,74)*50]= 91 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**B3 Tesisi:** Etkinlik oranı %355,36 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B3 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %46, B6 tesisi %75 ve C6 tesisi için %13 olup amaçlanan değerlere bakıldığında;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,46)*194920+(0,75)*82846+(0,13)*112169]= 166380 \text{ Ton}$$

Satış Değeri:

$$[(0,46)*54+(0,75)*91+(0,13)*50]= 100 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarda belirtilen miktar ve çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**B4 Tesisi:** Etkinlik oranı %176,91 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B4 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %118, B6 tesisi %2 ve C4 tesisi için %43 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(1,18)*194920+(0,02)*82846+(0,43)*11795]= 236735 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(1,18)*10613842+(0,02)*7507206+(0,43)*1271939]= 13221412 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(1,18)*54+(0,02)*91+(0,43)*108]= 112 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**B5 Tesisi:** Etkinlik oranı %143,72 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B5 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %76 ve B6 tesisi %30 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,76)*194920+(0,30)*82846]= 173000 \text{ Ton}$$



Hazır Beton Satışı:

$$[(0,76)*10613842+(0,30)*7507206]= 10318682 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,76)*54+(0,30)*91]= 69 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**C3 Tesisi:** Etkinlik oranı %192,13 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında C3 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %51 ve B6 tesisi %95 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,51)*194920+(0,95)*82846]= 178113 \text{ Ton}$$

Hazır Beton Satışı:

$$[(0,51)*10613842+(0,95)*7507206]= 12544906 \text{ TL}$$

Satış Değeri:

$$[(0,51)*54+(0,95)*91]= 114 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve tüm çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**C5 Tesisi:** Etkinlik oranı %116,51 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında C5 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve C4 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %50 ve C4 tesisi %31 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Hazır Beton Üretimi:

$$[(0,50)*194920+(0,31)*11795]= 101117 \text{ Ton}$$

Satış Değeri:

$$[(0,50)*54+(0,31)*108]= 60,5 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yukarıda belirtilen miktar ve belirtilen çıktı değerlerinde arttırma yapması gerekmektedir.

**A2, A5, B6, C1, C2, C4 ve C6 Tesisleri** etkin çıktığından herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

#### 4.4. Çıktı Odaklı BCC Modeli ve Sonuçları

Elde edilen analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiş olup etkin çıkmayan tesislerin hangisi olduğu ve iyileştirme için hangi çıktı değerlerinde artırma yapılması gerektiği incelenecektir.

**Tablo 8.** Çıktı Odaklı BCC Modeli Sonucu

Sıra	Tesis	Etkinlik Oranı	et {I} {V}	cs {I} {V}	uk {I} {V}	um {O} {V}	sm {O} {V}	sd {O} {V}	Referans Grupları
1	A1	140,46%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	2(0,26) 12(0,74)
2	A2	100,00%	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	A3	174,61%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	13(0,08) 14(0,25) 16(0,61) 18(0,07)
4	A4	206,99%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	2(0,78) 12(0,22)
5	A5	100,00%	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	
6	A6	121,62%	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	2(0,21) 12(0,79)
7	B1	100,00%	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	B2	128,26%	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	2(0,52) 12(0,35) 13(0,13)
9	B3	272,49%	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	2(0,40) 12(0,60)
10	B4	119,72%	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	2(1,00)
11	B5	136,05%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	2(0,66) 12(0,24) 13(0,10)
12	B6	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	C1	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	C2	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	C3	141,17%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	2(1,00)
16	C4	100,00%	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	
17	C5	116,51%	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	C6	100,00%	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	

**A1 Tesisi:** Etkinlik oranı %140,46 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A1 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %26 ve B6 tesisi %74 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,26)*54+(0,74)*91]= 81,4 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık 58 olan satış değerini 81,4 olarak arttırma yapması gerekmektedir.

**A3 Tesisi:** Etkinlik oranı %174,61 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A3 tesisi çıktı miktarlarını C1, C2, C4 ve C6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları C1 tesisi %8, C2 tesisi %25, C4 tesisi %61 ve C6 tesisi %7 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,08)*74+(0,25)*87+(0,61)*108+(0,07)*50]= 97,05 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere arttırılması gerekmektedir.

**A4 Tesisi:** Etkinlik oranı %206,99 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A4 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %78 ve B6 tesisi %22 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,78)*54+(0,22)*91]= 62,2 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere arttırılması gerekmektedir.

**A6 Tesisi:** Etkinlik oranı %121,62 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında A6 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %21 ve B6 tesisi %79 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,21)*54+(0,79)*91]= 83,3 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere arttırılması gerekmektedir.

**B2 Tesisi:** Etkinlik oranı %128,26 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B2 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6 ve C1 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %52, B6 tesisi %35 ve C1 tesisi %13 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,52)*54+(0,35)*91+(0,13)*74]= 70 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere artırılması gerekmektedir.

**B3 Tesisi:** Etkinlik oranı %272,49 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B3 tesisi çıktı miktarlarını A2 ve B6 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %40 ve B6 tesisi %60 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,40)*54+(0,60)*91]= 76,2 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere artırılması gerekmektedir.

**B4 Tesisi:** Etkinlik oranı %119.72 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B4 tesisi çıktı miktarlarını A2 tesisini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranı A2 tesisi %100 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:  $[(1)*54]= 54 \text{ TL}$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere artırılması gerekmektedir.

**B5 Tesisi:** Etkinlik oranı %136,05 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında B5 tesisi çıktı miktarlarını A2, B6 ve C1 tesislerini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranları A2 tesisi %66, B6 tesisi %24 ve C1 tesisi %10 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri:

$$[(0,66)*54+(0,24)*91+(0,10)*74]= 65 \text{ TL}$$

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere artırılması gerekmektedir.

**C3 Tesisi:** Etkinlik oranı %141,17 ile etkin değildir. Referans kısmına bakıldığında C3 tesisi çıktı miktarlarını A2 tesisini emsal alarak iyileştirebilir. Emsal alma oranı A2 tesisi %100 olup amaçlanan değerlere bakılırsa;

Satış Değeri: [(1)\*54]= 54 TL

Tesisin etkinliğinin %100 olabilmesi için yıllık satış değeri yukarıda belirtilen değere artırılması gerekmektedir.

**A2, A5, B1, B6, C1, C2, C4, C5 ve C6 Tesisleri** ise analiz neticesinde etkin çıktığından herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

Tüm analizler itibariyle elde edilen sonuçlar tablolarda incelendiğinde Tablo 9’da hangi karar verme birimlerinin (KVB) diğer tesislerin iyileştirilmesinde daha çok referans gösterildiği adet olarak verilmiştir. Tablo 10’da hangi girdi ve çıktılarda daha fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğuna, Tablo 11 ve Tablo 12’de yapılacak iyileştirmelerin mevcut değerlere göre yüzde farkına yer verilmiştir.

**Tablo 9.** Girdi-Çıktı Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmeler İçin Referans Gösterilme Sayıları

<b>KVB</b>	<b>Referans Gösterilme Frekansları</b>
A2	35
C4	24
B6	21
C6	14
C1	5
C2	3
C5	3
A5	1
B1	1
A1	-
A3	-
A4	-
A6	-
B2	-
B3	-
B4	-
B5	-
C3	-

**Tablo 10.** CCR-BCC Modellerinde Etkin Olabilmek İçin İyileştirilmesi Gereken Girdi ve Çıktıların Frekansları

Girdi ve Çıktılar	İyileştirme Yapılması Gereken Birim Miktar
Elektrik Tüketimi	6
Çalışan Sayıları	10
Hazır Beton Üretim Kapasitesi	7
Hazır Beton Üretimi	11
Hazır Beton Satışı	7
1 Tonun Satış Değeri	20

**Tablo 11.** Girdi Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmelerin Mevcut Değerlere Göre Değişim Yüzdesi

Odak	Model	KVB	İyileştirme Yapılacak Girdi-Çıktı	Değişim Yüzdesi(%)		
GİRDİ	CCR	A1	Elektrik Tüketimi	-50,3		
			Çalışan Kişi Sayısı	-50		
		A3	Elektrik Tüketimi	-43,6		
			Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-42,7		
		A4	Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-63,1		
		A6	Elektrik Tüketimi	-9,9		
			Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-9,4		
		B1	Elektrik Tüketimi	-19,1		
			Çalışan Kişi Sayısı	-20		
		B2	Elektrik Tüketimi	-36,8		
			Çalışan Kişi Sayısı	-37,5		
		B3	Elektrik Tüketimi	-71,7		
			Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-71,5		
		B4	Çalışan Kişi Sayısı	-28,4		
			Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-30,5		
		B5	Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-16,7		
		C3	Hazır Beton Üretim Kapasitesi	-45		
		C5	Çalışan Kişi Sayısı	-13,3		
		BCC	BCC	A1	Çalışan Kişi Sayısı	-44,1
					Çalışan Kişi Sayısı	-3,8
				B2	Çalışan Kişi Sayısı	-34,4
					Çalışan Kişi Sayısı	-51,1
				B3	Çalışan Kişi Sayısı	-33,7
					Çalışan Kişi Sayısı	-44,1
				A6	Çalışan Kişi Sayısı	-3,8
					Çalışan Kişi Sayısı	-34,4
		B3	Çalışan Kişi Sayısı	-51,1		
		B4	Çalışan Kişi Sayısı	-33,7		

**Tablo 12.** Çıktı Odaklı CCR-BCC Modellerindeki İyileştirmelerin Mevcut Değerlere Göre Değişim Yüzdesi

Odak	Model	KVB	İyileştirme Yapılacak Girdi-Çıktı	Değişim Yüzdesi(%)
ÇIKTI	CCR	A1	Hazır Beton Üretimi	98
			Hazır Beton Satışı	98
			Satış Değeri	98,3
		A3	Hazır Beton Üretimi	77,6
			Satış Değeri	75,5
		A4	Hazır Beton Üretimi	172,6
			Satış Değeri	173,3
		A6	Hazır Beton Üretimi	7,1
			Hazır Beton Satışı	36,1
			Satış Değeri	35,6
		B1	Hazır Beton Üretimi	29,1
			Hazır Beton Satışı	28,5
			Satış Değeri	27,3
		B2	Hazır Beton Üretimi	71,1
			Hazır Beton Satışı	55,4
			Satış Değeri	56,9
		B3	Hazır Beton Üretimi	255,9
			Satış Değeri	257,1
		B4	Hazır Beton Üretimi	101
			Hazır Beton Satışı	53,9
			Satış Değeri	53,4
		B5	Hazır Beton Üretimi	13
			Hazır Beton Satışı	74,8
			Satış Değeri	77
	C3	Hazır Beton Üretimi	61,2	
		Hazır Beton Satışı	123,3	
		Satış Değeri	123,5	
	C5	Hazır Beton Üretimi	16,2	
		Satış Değeri	16,3	
	BCC	A1	Satış Değeri	40,3
		A3	Satış Değeri	76,4
		A4	Satış Değeri	107,3
		A6	Satış Değeri	41,1
		B2	Satış Değeri	20,7
		B3	Satış Değeri	172,1
		B4	Satış Değeri	35,1
B5		Satış Değeri	66,7	
C3		Satış Değeri	5,9	

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bir etkinlik (verimlilik) ölçme yöntemi olan VZA (Veri Zarflama Analizi) çalışma bağlamında Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir İllerinde faaliyet gösteren 18 adet hazır beton üretimi yapan tesisin 2019 yılına ait aynı 3 girdi ve aynı 3 çıktı değerlerine göre uygulama yapılmıştır.

Analiz neticesinde tespit edilen sonuçlara göre CCR modeline göre 11 adet tesis (A1, A3, A4, A6, B1, B2, B3, B4, B5, C3 ve C5), BCC modeline göre ise 9 adet tesis (A1, A3, A4, A6, B2, B3, B4, B5 ve C3) etkin çıkmamıştır. CCR modeline göre %38,9'unun, BCC modeline göre %50'sinin etkin olarak çalıştığı gözlemlenmiştir.

Burada etkinliği en yüksek 2 tesis C1 ve C6 olurken etkinliği en düşük 2 tesis A4 ve B3 tesisleri olarak tespit edilmiştir. Etkin olmayan tesislerin etkin olabilmeleri için referans (rol model) olmaları gereken tesisler ise A2 ve C4 tesisleri olduğu tespit edilmiştir. Etkin olmayan tesislerin etkin hale gelebilmeleri için iyileştirme yapmaları gereken girdi ve çıktılara bakıldığında ise 1 Tonun Satış Değeri veya Hazır Beton Üretimi artırılarak etkin hale gelmek istemesi uygun görülmektedir. Bu seçeneklere bakıldığında ise mevcut kapasiteyi azaltmak yerine fiili üretimi artırmak veya satış miktarını (TL) artırarak etkin hale getirmek tercih edilebilir seçenekler arasındadır.

Etkin olmayan tesislerin gerçekleşen girdi-çıktı değerleriyle hedefledikleri girdi-çıktı değerleri arasındaki farklara yüzde olarak bakılarak hangi girdi-çıkılarda öncelik olarak değişiklik yapılması gerektiğine karar verilebilir.

Bu analizle hazır beton sektöründe faal olan veya yeniden kurulacak tesisler için hangi girdi ve çıktı değerleri temel alındığında çıkabilecek verimsizlik ve etkin olmama durumları hakkında tahminleme yapılması açısından kılavuz niteliğindedir. Etkin olabilmek için ne gibi iyileştirmelere gidileceği hakkında katkı bulunulmaya çalışılmıştır.



## KAYNAKLAR

- [1]. Türkiye Hazır Beton İstatistikleri, 2019 s.1
- [2]. Güncan, A.E., 1994, Hazır Beton Tesislerinin Verimlilik Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3]. Şentürk, E., 2000, Bir Hazır Beton Tesisi Performansının İstatistiksel Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [4]. Güner, E., 2003, Kalite, Kalite Maliyetleri ve Hazır Beton, Çimento Sanayiinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- [5]. Yılmaz, M., K, ve Çıracı, D., 2004, Hisse Senetleri İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketleri’nin Likidite ve Karlılık Açısından Veri Zarflama Yöntemi ile Etkinlik Analizi, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, Cilt:6, Sayı:3, Eylül, 2004.
- [6]. Min, W., Pheng, L.S., 2005, Re-modelling EOQ and JIT Purchasing for Performance Enhancement in the Ready Mixed Concrete Industries of Chongqing. China and Singapore: Emerald Group Publishing. <http://dx.doi.org/10.1108/17410400510593811>.
- [7]. Lo, S., and Lu, W., 2006, Finding the Profitability and Marketability Benchmark of Financial Holding Companies, Asia-Pacific Journal of Operational Research, 23, 229-246.
- [8]. Üstündağ, E., 2009, Veri Zarflama Analizi ile Verimliliğin Değerlendirilmesi: Çimento Sektörü Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [9]. Koç, Ş.A., 2019, Doğal Taş Ocaklarının Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [10]. Şimşek, M., 2020, Orman Bölge Müdürlüklerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [11]. Yazıcı, U., 2021, Karadeniz Bölgesi’nde Yer Alan Devlet Hastaneleri’nin 2018 Yılı Sağlık Hizmetleri Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- [12]. Türkiye Hazır Beton İstatistikleri, 2019 s.2
- [13]. Alkan, M., 2000, Hazır Beton ve Ege Bölgesindeki Hazır Beton Tesislerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [14]. Özkul, H., Taşdemir, M.A., Tokyay, M., Uyan, M., Her Yönüyle Beton, THBB Yayınları, İstanbul, 2004.
- [15]. TS 706 EN 12620, Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003, 46 Sayfa.

- [16]. Nallı, E., Hazır Beton Santrali Atık Suyunun Beton Üretiminde Karma Suyu Olarak Kullanılmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [17]. TS EN 197, Çimento-Bölüm 1: Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002, 21 sayfa.
- [18]. Postacıoğlu, B., 1986, Beton, Cilt I-II, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- [19]. TS EN 1008, Beton-Karma Suyu-Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan su dâhil, suyun beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003, 18 sayfa.
- [20]. Yardımcı, A., Santral Çıkışı ile şantiye şartlarında C20/25 ve C25/30 hazır beton mukavemetinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.
- [21]. Aruntaş, H.Y., Bir katkı malzemesinin betonun fiziksel özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1988.
- [22]. Gönen, C.B., Hazır Beton Üretiminde kaliteyi etkileyen parametrelerin SPSS Yöntemiyle incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [23]. TOBB Sanayi Veri Tabanı, Hazır Beton İmalat Sektörü, Temmuz 2018.
- [24]. Türkiye Hazır Beton Birliği, Hazır Beton Sektör Raporu, 2020, shy 41.
- [25]. Depren, Ö., 2008, Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [26]. Aktaş, E., 2014, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Hizmet, İnşaat ve İmalat Sektörlerinin Performanslarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [27]. Karasoy, H., 2000, Veri Zarflama Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [28]. Yolalan, R., 1993, İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları Vol 483, s.5.
- [29]. Akal, Z., 2002, İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları. 473,344-345.
- [30]. Yavuz, İ., 2003, Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 667, 12.
- [31]. Akal, Z., 1994, İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmeler Arası Toplam Performans, Verimlilik, Karlılık ve Maliyet Karşılaştırmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 538, 13-15.

- [32]. Dura, C., 1994, Verimlilik Kültürünün Yaratılmasında ve Geliştirilmesinde Yükseköğretim Kurumlarının İşlevleri, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 49. 1-2, 47.
- [33]. Başkaya, Z., ve Avcı, B., 2011. Veri Zarflama Analizi 1. Baskı, Dora Yayınevi,, Bursa, 44 s.
- [34]. Balkan, M., Arıkan, M., 2010, Sivas İlindeki Ortaöğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Öğrenci Başına Düşen Öğretmen ve Derslik Sayısı Bakımından Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi, Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi, 2, 133-154.
- [35]. Özden, Ü.H., 2008, Veri zarflama analizi ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliklerinin ölçülmesi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 2, 167-185.
- [36]. Aktaş, H., 2001, İşletme performanslarının ölçülmesinde parametrik olmayan bir yaklaşım: Veri zarflama analizi, Celal Bayar Üniversitesi, İİBF Dergisi, 7, 1 163-177.
- [37]. Aras, G., ve Gencer, C., 2011, Muğla ilindeki mermer işletmelerine yönelik veri zarflama analizi örnek olayı, 12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem araştırması, İstatistik Sempozyumu, Mayıs 2011, Denizli, Özel Sayısı, 139-153.
- [38]. Cooper, w.w., Seiford, L.M., ve Tone, K., 2006, Introduction to data envelopment analysis and it uses with DEA-Solver software and references. USA: springer.
- [39]. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A. Y., and Seiford L.M., 1994, Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications, Kluwer Academic Publisher, Norwell, MA.
- [40]. Uysal, Y.G., 2003, Veri zarflama analizi yöntemiyle görece verimlilik analizi ve kriz yıllarında (200-2001) Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Üzerinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- [41]. Besen, F.B., 1994, Performans yönetim sistemi ve veri zarflama analizi sağlık sektöründe uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [42]. Şahin, İ., 1998, Sağlık Bakanlığı hastanelerinin illere göre karşılaştırmalı verimlilik analizi. Veri Zarflama analizine dayalı bir uygulama, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [43]. Uygur, M., 2002, TCDD Limanlarında veri zarflama analizi ile performans ölçümü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [44]. Yolluk, M., 2010, Hastane performansının veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [45]. Tepe, M., 2006, Kıyaslama çalışmasında veri zarflama analizi kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği , İstanbul.

[46]. Aydemir, Z.C., 2002, Bölgesel rekabet edilebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Devlet Planlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezleri, Yayın No: 2664, Ankara.

[47]. Ulutaş, B.B., 2006, Türkiye' deki havaalanı etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Eskişehir.

[48]. Karasoy, H., 2000, Veri Zarflama Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[49]. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978, Measuring the Efficiency of Decision Making Units: European Journal of Operational Research, 2, 429-444.

[50]. Onaran, Selim, 2006, Veri zarflama analizi kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



# EKLER

## Ek 1. Veri Talebi İzin Yazısı



T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI  
Sanayi Genel Müdürlüğü  
16/12/2020-75057824-622.03-E-2148442



T.C.  
SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI  
Sanayi Genel Müdürlüğü

Sayı :E-75057824-622.03-2148442

16/12/2020

Konu: Bilgi ve Belge Talepleri

**KIRŞEHİR VALİLİĞİNE**  
(Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü)

İlgi : 02.10.2020 tarihli ve E-60467003-622.03-1948640 sayılı yazımız.

Müdürlüğünüz personeli Mühendis Ümit DOĞAN'ın tez çalışmasında kullanılmak üzere Kırşehir, Kırıkkale ve Nevşehir İllerinde faaliyet gösteren hazır beton firmalarına ait 2019 yılı Yıllık İşletme Cetveli verilerinin talebine dair ilgede kayıtlı yazımız ve eki incelenmiştir.

6948 sayılı Sanayi Sicil Kanunu gereği Bakanlığımızca sanayi işletmelerinin kayıtları tutulmaktadır. Mevcut durumda 149 bini aşkın işletmenin kayıtlı olduğu Sanayi Sicil Bilgi Sistemi'ne her gün yeni kayıtlar yapıldığı gibi kayıt iptalleri de olmaktadır. Her yıl Nisan ayı sonuna kadar alınan yıllık işletme cetvelleri ile işletmelerin fiili üretimleri takip edilmektedir.

Bu çerçevede 2019 yılı Yıllık İşletme Cetveli verilerine göre yapılan araştırmada hazır beton üretimi yaptığını beyan eden işletmelere yönelik unvan bilgisi olmaksızın üretilen ürün adı, ürün kodu ve birimi, üretim kapasitesi, fiili üretim ve satış bilgileri *umit.dogan@sanayi.gov.tr* adresine mail ortamında gönderilmektedir. Anılan Kanununun 7. ve 12. maddelerinde sanayi işletmelerine ait bilgilerin gizli olduğu belirtilmiş olup bu nedenle bilgilerin üçüncü kişilerle paylaşılmaması ve çalışma kapsamı dışında kullanılmaması önem arz etmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Dr. Ali Murat SÜREKLİ  
Bakan a.  
Genel Müdür Yardımcısı

**Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu: A3A59AF0-F0F4-4203-B78C-9755347BAAF1 Belge Doğrulama Adresi: <https://e-belge.sanayi.gov.tr/>  
Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı Eskişehir Yolu 2151. Cadde No: 154 06510 Çankaya / ANKARA  
Telefon : 0312 201 55 44 Bilgi için: Volkan ŞİMŞEK Sanayi ve Teknoloji Uzmanı  
Faks: 0312 201 55 64 e-posta: volkan.simsek@sanayi.gov.tr  
Evrak doğrulamak için: <https://e-belge.sanayi.gov.tr/> Belge Kodu: a3a59af0-f0f4-4203-b78c-9755347baaf1  
Keşifte erişebilirsiniz. İnternet adresi: [www.sanayi.gov.tr](http://www.sanayi.gov.tr)



## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı Soyadı	Ümit DOĞAN
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Telefon	
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

<b>Eğitim Bilgileri</b>	
<b>Lisans</b>	
Üniversite	Fırat Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	İnşaat Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2010

<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Programı	İleri Teknolojiler Tezli Yüksek Lisans
Mezuniyet Tarihi	

<b>Makale ve Bildiriler</b>
UBCAK 2021, 6. Bilimsel Çalışmalar Kongresi (26-28 Temmuz 2021)